

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

ANNY RAFAELA DE ARAÚJO CARVALHO

**MORFOLOGIA, TAXONOMIA E PALEOECOLOGIA DE  
TARTARUGAS FÓSSEIS DE PERNAMBUCO**

Recife, 2015

ANNY RAFAELA DE ARAÚJO CARVALHO

MORFOLOGIA, TAXONOMIA E PALEOECOLOGIA DE TARTARUGAS  
FÓSSEIS DE PERNAMBUCO

Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pela Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alcina Magnólia Franca Barreto como preenchimento parcial dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental.

Recife, 2015

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

C331m Carvalho, Anny Rafaela de Araújo.

Morfologia, taxonomia e paleoecologia de tartarugas fósseis de Pernambuco, NE do Brasil / Anny Rafaela de Araújo Carvalho. - Recife: O Autor, 2015.

128 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2015.

Inclui Referências e Anexo.

1. Geociências. 2. Pleurodira. 3. Bacia do Araripe. 4. Bacia da Paraíba. 5. Tartarugas fósseis. I. Barreto, Alcina Magnólia Franca.

(Orientadora). II. Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.)

BCTG/2015-246

**ANNY RAFAELA DE ARAÚJO CARVALHO**

**MORFOLOGIA, TAXONOMIA E PALEOECOLOGIA DE  
TARTARUGAS FÓSSEIS DE PERNAMBUCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito Parcial para a obtenção do título de Mestra em Geociências.

Aprovada em: 24/07/2015

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alcina Magnólia Franca Barreto (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. Edison Vicente de Oliveira (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marcia Cristina da Silva (Examinadora Externa)  
Universidade Federal de Alagoas

Dedico este trabalho à minha mãe, Ana Maria, e à minha tia Graça, pelo incentivo, amor e paciência. E à minha outra metade, Marah Lima, que além de me completar é minha fonte de inspiração.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por todos os ensinamentos e pela supremacia diante das minhas dificuldades e ao meu guia espiritual que me protege e me regenera a cada amanhecer. Assim como à grande “Mãe-Natureza” a quem devemos tanto respeito por nos oferecer toda matéria-prima necessária à nossa sobrevivência e evolução.

À minha mãe Ana Maria, que com todo seu amor e orgulho sempre me incentivou e continua a fazê-lo no plano espiritual;

Ao programa de Pós-Graduação em Geociências pela oportunidade e à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado, possibilitando o desenvolvimento deste trabalho;

À professora Alcina Barreto pela orientação e paciência na execução deste trabalho;

À minha família pelo grande incentivo. Em especial à minha tia Graça e aos meus tios Marcelo, Sandro e Júnior pelo conforto e ensinamentos que me deram;

À minha companheira Marah, que tanto amo e que diante todos os desafios, sempre se fez presente e com muito carinho e dedicação tem me ensinado a enfrentar os medos da vida;

À Nathália, por simplesmente ser sensacional e essencial na minha jornada e por toda sua generosidade, genialidade e competência de fazer meus dias mais alegres;

Às preciosas amigas Amanda, Wanessa, Míria, Ana Cláudia e aos amigos Eduardo e Ricardo pela força e amizade;

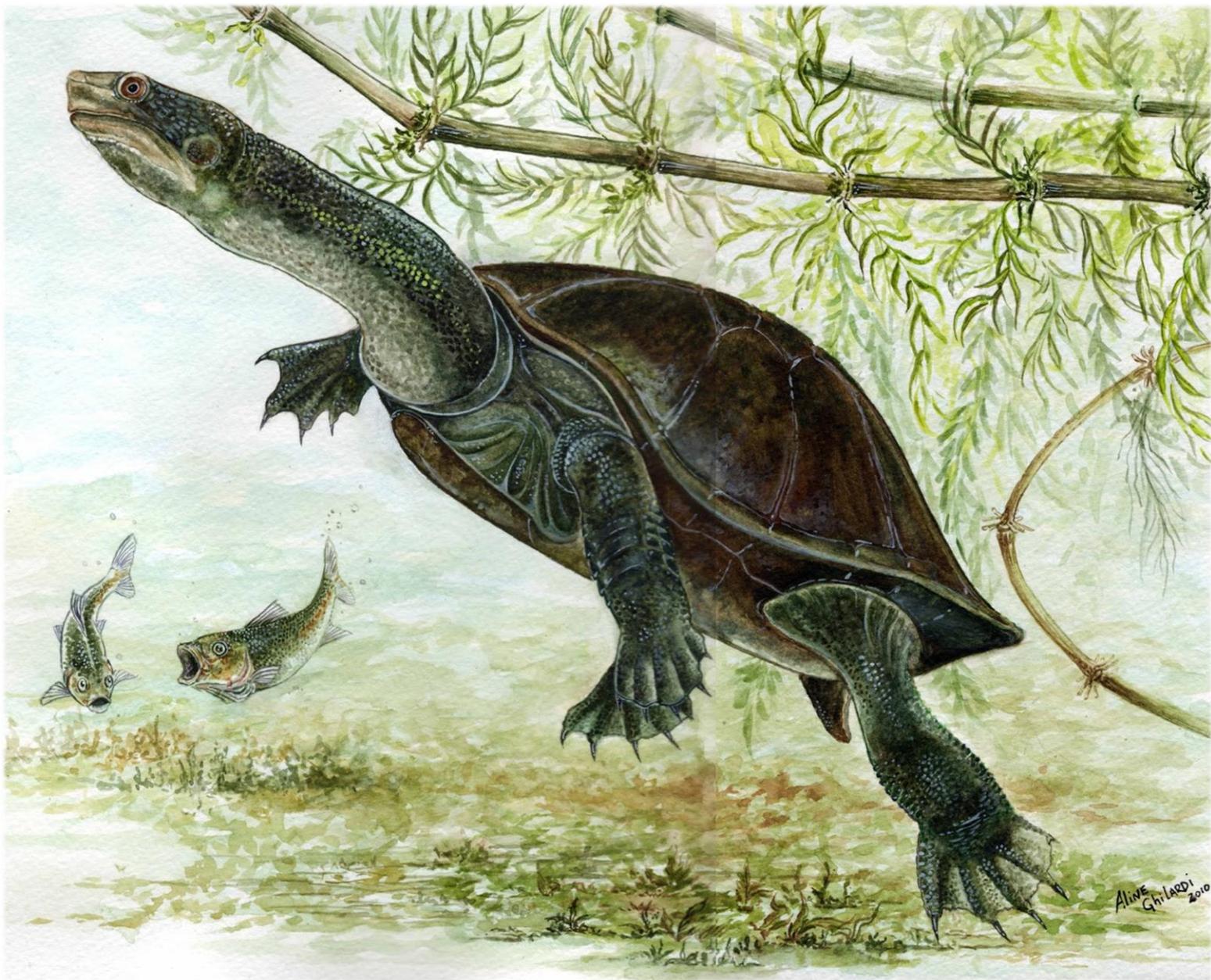
Agradeço também às minhas primas Adriana, Nalva, Hérica e Vanda por serem meus anjos da guarda;

Aos colegas do laboratório, Érica, Yumi, Rudah, Jakeline, Rilda, Priscilla, Ludmila e Karol por toda ajuda;

Aline Ghilardi pelas importantes sugestões, colaborações e paleoarte cedida para ilustração desse trabalho;

Agradeço também à Doutora Márcia Cristina da Silva e ao Doutor Edison Vicente de Oliveira, por aceitarem compor a banca examinadora deste trabalho;

A todos os professores do mestrado que de alguma forma contribuíram para a minha formação.



“A vida começa todos os dias”.

Érico Veríssimo

## RESUMO

O Brasil possui um considerável registro fóssil de quelônios. Muito embora, já tenham sido nomeadas 24 espécies de tartarugas fósseis no país, no estado de Pernambuco, até o presente momento, só são conhecidas breves citações de ocorrência do grupo na Formação Maria Farinha (Daniano da Bacia da Paraíba), sem informações sobre afinidades taxonômicas, paleoecológicas e paleobiogeográficas. Já a Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, Bacia Sedimentar do Araripe é famosa mundialmente por possuir alta diversidade e excelente preservação de fósseis (Konservat-Lagerstätte), apresentando, entre outros grupos taxonômicos, importante registro de quelônios no Estado do Ceará. No entanto, até o momento, sem registro da ocorrência desses répteis na porção SW da Bacia, no estado de Pernambuco. O presente estudo teve como objetivo a identificação e descrição osteológica de dois exemplares de quelônios da Formação Romualdo do Araripe pernambucano e outro exemplar, coletado na Formação Maria Farinha, Daniano da Bacia da Paraíba, proveniente da Pedreira Poty, Paulista, PE. A pesquisa realizada ampliou a ocorrência geográfica de *Araripemys barretoii*, apresentando os municípios de Araripina e Ouricuri como novas localidades para o estudo desses fósseis da Formação Romualdo. Enquanto que para a Formação Maria Farinha, foi descrito a primeira espécie de quelônio totalmente marinha nomeada para o Brasil, *Inaechelys pernambucensis*, gênero e espécie novos. Assim sendo, a pesquisa contribuiu para ampliar a diversidade, compreensão da paleoecologia e distribuição paleobiogeográfica da hiperfamília Pelomedusoides no Estado de Pernambuco.

Palavras-chave: Pleurodira. Bacia do Araripe. Bacia da Paraíba. Tartarugas fósseis.

## ABSTRACT

Brazil has considerable fossil record of chelonians. Although, there are 24 species of fossil turtles in the country, for the state of Pernambuco it is only known brief quotes of occurrence in Maria Farinha Formation (Danian of Paraíba Basin), without any information on taxonomic, paleoecological and paleobiogeographic affinity. On the other hand, Romualdo Formation, Lower Cretaceous, Sedimentary Basin of Araripe is famous worldwide for having high diversity and excellent preservation of fossils (Konservat-Lagerstätte), presenting among other taxonomic groups, important turtles occurrence in the State of Ceará. However, the occurrence of these reptiles in the SW portion of the Basin, in the state of Pernambuco, has not yet been registered. This study aimed the identification and osteological description of two chelonians specimens from Romualdo Formation in Pernambuco area, and another specimen from Maria Farinha Formation, in the Poty Quarry (Paulista). This work extended the geographic distribution of *Araripemys barretoii*, presenting the cities of Araripina and Ouricuri as new locations for the study of these fossils from Romualdo Formation. While for Maria Farinha Formation, we described the first fully marine species of chelonia for Brazil, *Inaechelys pernambucensis*, a new genus and species. Therefore, the research contributed to increase the diversity, understanding the paleoecology and paleobiogeographic distribution from Pelomedusoides hiperfamily in the state of Pernambuco.

Keywords: Side-necked. Araripe Basin. Paraíba Basin. Fossil turtles.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Alguns dos instrumentos utilizados na preparação mecânica dos fósseis em laboratório. Da esquerda para a direita: broca, óculos de proteção, cinzéis de ferro, pincel, ponteiros de aço e martelo. .... 19
- Figura 2 - Mapa geológico simplificado do preenchimento sedimentar da Bacia do Araripe com suas localidades e unidades litoestratigráficas (modificada de Assine, 2007).25
- Figura 3 - Coluna estratigráfica simplificada do Grupo Santana em Pernambuco. ....27
- Figura 4 - Reconstituição da paisagem da Formação Romualdo, há cerca de 110 milhões de anos (FRAGA, 2009).....28
- Figura 5 - Mapa Geológico simplificado do preenchimento sedimentar da Bacia da Paraíba com suas unidades litoestratigráficas e a localização do afloramento da pedra Poty (modificado de ALBERTÃO; MARTINS Jr., 2006 e BARBOSA; LIMA FILHO, 2006). .... 29
- Figura 6 - Coluna estratigráfica da pedra de cimento Poty. Modificado de Barbosa, Kellner e Viana, 2008..... 30
- Figura 7 - Reconstituição paleoambiental do Paleoceno da Bacia da Paraíba. 1) *Enchodus* sp.; 2) Peixes da Família Albulidae; 3) Quelônio; 4) e 5) Crocodilomorfos; 6) *Myliobatis* sp.; 7) *Rhinoptera*; 8) *Hexanchus* sp.; 9) Peixes da família Serranidae. 10) *Cretolamna* sp.; 11) *Nipa pernambucensis* (SILVA, 2007). .... 31
- Figura 8 - Diversidade de quelônios e seus habitats. (A) Jaboti (*Glyptemys insculpta*) em seu habitat terrestre, (B) Cágado (*Chrysemys picta*) em seu ambiente lagunar e Tartarugas marinhas (C) e (D) (*Chelonia mydas* e *Dermochelys coriacea*). Imagens retiradas de “Arkive.org” ..... 34
- Figura 9 - Esquema mostrando os componentes ósseos e dérmicos de carapaça e plastrão das tartarugas. Os números entre parênteses representam o número de ossos ou escudos do lado direito ou esquerdo. Modificado de Cadena, 2013. .... 36
- Figura 10 - Esquema com os diferentes tipos de crânios presentes em amniotas mostrando as classificações segundo suas fenestras temporais. (A) Crânio anapsida, sem abertura temporal. (B) Crânio Sinápsida, com uma abertura temporal localizada abaixo dos ossos pós-orbital e esquamosal; (C) Crânio diapsida com duas aberturas temporais; (D) Crânio Euriapsida, formado por uma abertura temporal localizada acima dos ossos pós-orbital e esquamosal; e (E) Crânio de um quelônio mostrando a

reentrância. Legenda – p: parietal; po: pós-orbital; sq: esquamosal; j: jugal; qj: quadradojugal; q: quadrado. (Modificado de Crânio, disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Cranio>).....39

Figura 11 - Quatro hipóteses sobre a posição evolutiva das tartarugas entre os vertebrados amniotas. (A) hipótese morfológica clássica, onde as tartarugas são reconhecidas como pararrépteis, grupo irmão dos répteis; (B) hipótese molecular, tartarugas são grupo-irmão de Archosauria (Crocodilos + Aves); (C) hipótese morfológica, tartarugas são grupo irmão de Sauropsida (Lepidosauria + Archosauria); (D) Tartarugas são grupo irmão de Crocodylia (modificado de HEDGES, 2012) .....40

Figura 12– Esquema mostrando duas das principais diferenças entre Cryptodira e Pleurodira. (A) Movimento de retração vertical da cabeça característico de Cryptodira e (B) movimento de retração horizontal da cabeça característico de Pleurodira (modificado de “testudines.org”). (C) Vista posterior da concha de Cryptodira, onde a cintura pélvica é unida por meio de ligamentos e (D) vista posterior da concha de Pleurodira, onde a cintura pélvica é fusionada à carapaça. ....43

Figura 13- Distribuição das espécies de quelônios fósseis brasileiras nomeados. (1) Neógeno da Bacia Amazonas no estado do Acre; (2) Neógeno da Bacia Amazonas no estado do Amazonas; (3) Cretáceo Inferior da Bacia do Parnaíba no Estado do Maranhão; (4) Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe no estado do Ceará; (5) Cretáceo Superior da Bacia Potiguar no estado do Rio Grande do Norte; (6) Cretáceo Inferior da Bacia Sergipe-Alagoas no estado de Alagoas; (7) Cretáceo Superior da Bacia Bauru no estado de Minas Gerais; (8) Cretáceo Superior da Bacia Bauru no oeste do Estado de São Paulo; (9) Oligoceno Superior-Mioceno Inferior da Bacia de Taubaté do leste do estado de São Paulo; (10) Pleistoceno Superior-Holoceno Inferior da Bacia do Paraná do estado do Rio Grande do Sul. As espécies com asteriscos são consideradas inválidas por alguns autores (modificado de OLIVEIRA; ROMANO, 2007). ....45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Abd – Abdominal scale (Escudo abdominal)

An – Anal scale (Escudo anal)

An not – Anal notch (Entalhe Anal)

Ax p – Axillary process (Processo Axilar)

CTG - Centro de Tecnologia e Geociências

DGEO - Departamento de Geologia

Ent – Entoplastron (Entoplastrão)

Epi – Epiplastron (Epiplastrão)

Fem – Femoral scale (Escudo femoral)

Fra – Bone fragment (Fragmento de osso)

Gul – Gular scale (Escudo gular)

Hum – humeral scale (Escudo umeral)

Hyo – Hyoplastron (Hioplastrão)

Hyp – Hypoplastron (Hipoplastrão)

Int – Intergular scale (Escudo intergular)

Isch sc – Ischium scar (cicatriz isquiática)

K-Pg – Cretáceo Paleógeno

Mes – Mesoplastron (Mesoplastrão)

PALEOLAB - Laboratório de Paleontologia

Pec – Pectoral scale (Escudo Peitoral)

Pub sc – Pubic scar (cicatriz púbica)

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

Xip – Xiphiplastron (Xifiplastrão)

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS.....	15
1.1. Introdução.....	15
1.2. Objetivos .....	16
1.1.1. Geral.....	16
1.1.2. Específicos.....	16
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	18
2.1. Levantamento do Material Fóssil.....	18
2.2. Levantamento Bibliográfico.....	18
2.3. Trabalhos de Campo.....	18
2.4. Trabalhos em Laboratório .....	19
2.5. Revisão Taxonômica .....	20
2.6. Análise Morfológica.....	20
2.7. Análise Comparativa .....	20
2.8. Ilustrações Científicas .....	21
2.9. Análise Filogenética.....	21
3. LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS E CONTEXTOS GEOLÓGICOS ..	23
3.1. Área de Estudo .....	23
3.2. Geologia da Bacia Sedimentar do Araripe.....	24
3.2.1. A Formação Romualdo.....	26
3.3. Geologia da Bacia Sedimentar da Paraíba .....	28
3.3.1. A Formação Maria Farinha.....	29
3.3.2. Cretáceo-Paleógeno.....	31
4. BASE TEÓRICA .....	34
4.1. Aspectos Gerais.....	34
4.2. Considerações Morfológicas do Casco .....	35
4.3. A Ordem Chelonia (Testudines) .....	37

4.4.	Relações Filogenéticas .....	38
4.5.	História Evolutiva .....	41
4.6.	Tartarugas Fósseis do Brasil .....	44
4.6.1.	Histórico de quelônios da Bacia do Araripe.....	45
4.6.2.	Histórico de Quelônios da Bacia da Paraíba .....	47
5.	RESULTADOS .....	49
5.1.	Artigo 1 - A New Side-Necked Turtle (Pelomedusoides: Bothremyidae) From The Early Paleocene (Danian) Maria Farinha Formation, Paraíba Basin, Brazil.....	50
5.2.	Artigo 2 - Novos Materiais de <i>Araripemys barreto</i> da Formação Romualdo (Albiano - Bacia do Araripe), Pernambuco, Brasil.....	100
	REFERÊNCIAS .....	117
	ANEXO .....	127



# *CAPÍTULO 1*

## *INTRODUÇÃO E OBJETIVOS*

*Alina Ghilardi 2010*

# 1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

## 1.1. Introdução

O Brasil possui um amplo registro fóssil e dentre a diversidade desses encontram-se os quelônios. Pelo menos 24 espécies, formalmente nomeadas, são oriundas de oito Bacias Sedimentares: do Araripe, do Parnaíba, Bauru, Potiguar, Amazonas, Taubaté, Paraná e Sergipe-Alagoas. Além dessas, também são encontrados restos de tartarugas em outras cinco Bacias: Parnaíba, São Luís, Paraná, Itaboraí e Pernambuco-Paraíba (OLIVEIRA; ROMANO, 2007).

Em Pernambuco afloram as Bacias sedimentares do Araripe, à oeste, e da Paraíba, à leste, no entanto, relatos sobre quelônios fósseis para o estado são escassos. Até o presente momento, só foram registradas na Formação Maria Farinha (Daniano) da Bacia da Paraíba, com poucas informações a respeito. Já a Formação Romualdo (NEUMANN; CABRERA 1999), Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, tem importante registro de quelônio, no estado do Ceará, e até o momento, sem registro do grupo em Pernambuco.

A Formação Romualdo, considerada entre as mais importantes concentrações fossilíferas do Cretáceo Inferior (Konservat-Lagerstätten) no mundo, é pouco estudada quanto a sua potencialidade no estado de Pernambuco. Neste estado, o polo gesseiro do Araripe, para a extração a céu aberto da gipsita (Formação Ipubi), de certa forma, atua como facilitadora de achado fósseis, porém, por outro lado, revela mais ainda a importância de estudos locais para pesquisa, valorização e a conservação dos fósseis. Sendo assim, é de fundamental importância estudos relacionados a diversidade fossilífera no estado.

A Formação Maria Farinha, Bacia da Paraíba, datada do Daniano, revela-se de extrema importância já que ela possui os vestígios mais antigos de quelônio para a era Cenozoica no Brasil. Na América do Sul, apenas três países, Argentina, Colômbia e Brasil, registram tartarugas do Paleoceno, primeira época do Cenozoico. No Brasil, somente Pernambuco, com a Formação Maria Farinha, e o Rio de Janeiro, com a Bacia de São José de Itaboraí, possuem registros paleocênicos (OLIVEIRA; DEANTONI, 2013).

Além disso, a raridade do material fóssil, sendo pouquíssimos os relatos sobre descrição de quelônio para o estado de Pernambuco, estando noticiado apenas para a Formação Maria Farinha, complementa a justificativa de realização desta pesquisa. Sendo assim, a proposta desse trabalho é ampliar os conhecimentos sobre o registro fóssil de

quelônio no Estado de Pernambuco a partir do estudo de fósseis da Coleção Científica do DGEO-CTG-UFPE.

## **1.2. Objetivos**

### **1.1.1. Geral**

Ampliar o conhecimento sobre o registro fóssil das formações Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, e Maria Farinha, Paleoceno da Bacia da Paraíba, contribuindo com novas informações sobre a paleobiodiversidade de quelônio no estado de Pernambuco.

### **1.1.2. Específicos**

Descrever a morfologia (osteologia) de três fósseis de quelônios da Coleção Científica do Departamento de Geologia (PALEOLAB, UFPE), sendo dois provenientes da Formação Romualdo, Bacia do Araripe, PE, e outro, da Formação Maria Farinha, Bacia da Paraíba, PE;

Relacionar taxonomicamente os quelônios com ocorrência na Formação Romualdo (Ceará) e testar a hipótese deste novo material pertencer à família Araripemydidae;

Sistematizar dados sobre paleoecologia da família Araripemydidae, Formação Romualdo, Albiano da Bacia do Araripe;

Classificar taxonomicamente o fóssil de quelônio da Formação Maria Farinha, e levantar inferências paleoecológicas e paleobiogeográficas;

Correlacionar os fósseis estudados com outros da literatura, de acordo com as suas idades, e apontar considerações evolutivas para esses vertebrados.



# *CAPÍTULO 2*

*MATERIAL E MÉTODOS*

*Alina Ghilardi 2010*

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A metodologia utilizada na realização desta pesquisa foi desenvolvida em nove etapas: Levantamento do material fóssil; Levantamento bibliográfico; Trabalhos de campo; Trabalhos em laboratório; Revisão taxonômica; Análise morfológica; Análise Comparativa; Ilustração científica; Classificação taxonômica.

### **2.1. Levantamento do Material Fóssil**

Primeiramente, foi realizado o levantamento de quelônios fósseis do estado de Pernambuco, depositados na Coleção de Macrofósseis do Departamento de Geologia (DGEO) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Tendo sido encontrados três exemplares que posteriormente foram analisados e descritos.

O primeiro exemplar é oriundo da Pedreira Poty, Formação Maria Farinha, Bacia da Paraíba, já mencionados por Silva (2007) e Silva et al. (2007). O material refere-se a duas placas pleurais (DGEO-CTG-UFPE 6172, DGEO-CTG-UFPE 6173), uma costela fundida a um fragmento de placa óssea (DGEO-CTG-UFPE 6191), um plastrão quase completo (DGEO-CTG-UFPE 6174) e uma bacia pélvica incompleta (DGEO-CTG-UFPE 6171).

Os demais fósseis, provenientes da Formação Romualdo, referem-se a dois moldes da carapaça. Sendo um deles, proveniente do município de Ouricuri, formado apenas por parte da carapaça (DGEO-CTG-UFPE 6773) e o outro, proveniente do município de Araripina, com parte e contra parte (DGEO-CTG-UFPE 7527).

### **2.2. Levantamento Bibliográfico**

O acesso às principais fontes consultadas se deu através do acervo do Laboratório de Paleontologia (Paleolab) do Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) e da Biblioteca do Centro de Ciências Biológicas (CCB) da UFPE, além de meios eletrônicos do Portal Capes. Os temas bibliográficos abordados detiveram-se à morfologia, sistemática, taxonomia, paleoecologia, distribuição temporal e paleobiogeográfica das espécies da subordem Pleurodira, principalmente da hiperfamília Pelomedusoides, atendo-se, principalmente, ao Cretáceo e Paleógeno da América do Sul e África.

### **2.3. Trabalhos de Campo**

Os trabalhos de campo foram realizados em Araripina, Trindade, Ouricuri e Exu, municípios de Pernambuco onde aflora a Formação Romualdo, Bacia do Araripe. Nessas

atividades de campo, vários fósseis foram coletados, porém, os fósseis de quelônio em estudo foram de doações ao Paleolab.

Os fósseis de quelônio da Formação Maria Farinha, Bacia da Paraíba, foram coletados em trabalhos de campo na Pedreira Poty, Paulista, Pernambuco, em 2005 por pesquisadores do Paleolab.

#### 2.4. Trabalhos em Laboratório

Primeiramente, as amostras foram preparadas mecanicamente para desagregação da rocha matriz dos espécimes coletados, realizada com o auxílio de broca, martelos, cinzéis, ponteiros e agulhas de aço (Fig. 1), utilizando técnicas apresentadas por May, Reser e Leiggi (1994). O sedimento em torno de alguns elementos não foi removido totalmente devido a delicadeza e fragilidade dos mesmos.

Em seguida, o material foi tombado e encontra-se depositado na coleção de macrofósseis do Departamento de Geologia (DGEO) do Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Figura 1 – Alguns dos instrumentos utilizados na preparação mecânica dos fósseis em laboratório. Da esquerda para a direita: broca, óculos de proteção, cinzéis de ferro, pincel, ponteiros de aço e martelo.



## 2.5. Revisão Taxonômica

No estudo sistemático do material da Formação Maria Farinha seguiu-se, principalmente, os trabalhos de: Gaffney, Tong e Meylan (2006); Gaffney et al. (2011); de la Fuente, Sterli e Maniel (2014).

## 2.6. Análise Morfológica

A terminologia adotada para as orientações e estruturas dos elementos do casco (carapaça e plastrão) segue a proposta por Zangerl (1969). Para análise morfométrica cada elemento foi medido com o auxílio de paquímetro 0.05 x 150 mm Vernier Caliper e fita métrica. As medidas realizadas para o plastrão foram: comprimento máximo, largura máxima, comprimento do lobo anterior, comprimento do lobo posterior, largura do entalhe anal, e comprimento e largura máximos de cada placa dérmica. Da cintura pélvica mediu-se comprimento total, comprimento máximo do ílio e comprimento máximo do púbis, comprimento e largura máximas da face costal do ílio e da face ventral do púbis.

## 2.7. Análise Comparativa

A análise comparativa do quelônio da Formação Maria Farinha foi feita com base em quelônios da Hiperfamília Pelomedusoides descritos na literatura, dando preferência aos gêneros datados entre o Cretáceo e o Paleógeno de várias localidades no mundo. Entre os representantes da Família Podocnemididae, estão:

*Cerrejonemys wayuunaiki* Cadena, Bloch e Jaramillo, 2010 do Paleoceno da Colômbia, *Bauruemys elegans* Suárez, 1969 (redescrito por Ferreira, 2011) do Maastrichtiano do Cretáceo Superior do Brasil, *Bairdemys venezuelensis* Gaffney, Tong e Meylan, 2006 do Mioceno da Venezuela, além de *Peltocephalus dumerilianus* Schweigger, 1812, como grupo externo, encontrado atualmente na Colômbia, Equador, Venezuela e Brasil. Da Família Bothremydidae: *Puentemys mushaisaensis* Cadena, Bloch e Jaramillo, 2012 do Paleoceno da Colômbia; *Cearachelys placidoi* Gaffney, Campos e Hirayama, 2001 do Albiano (Cretáceo Inferior) do Brasil, *Elochelys convenarum* Laurent, Tong e Claude, 2002 e *Foxemys mechinorum* Tong, Gaffney e Buffetaut, 1998 do Maastrichtiano (Cretáceo Superior) da França; da Família Araripemydidae: *Araripemys barretoii* Price, 1973 do Aptiano-Albiano (Cretáceo Inferior) do Brasil; e da Família Euraxemydidae: *Euraxemys essweini* Gaffney, Tong e Meylan, 2006 do Albiano (Cretáceo Inferior) do Brasil.

A análise comparativa do quelônio da Formação Romualdo foi feita com base nas espécies de quelônios formalmente descritas para a Bacia Sedimentar do Araripe: *Araripemys barretoii* Price, 1973 (Pelomedusoides, Araripemydidae); *Santanachelys gaffneyi* Hirayama, 1998 (Chelonioidea, Protostegidae); *Brasilemys josai* Broin, 2000 (Pelomedusoides, Brasilemydidae); *Cearachelys placidoi* Gaffney, Campos e Hirayama, 2001 (Pelomedusoides, Bothremydidae). Além desses, a descrição morfológica baseou-se principalmente nos trabalhos de Beurlen e Barreto (1968), Price (1973), Meylan (1996) e Oliveira (2006).

## 2.8. Ilustrações Científicas

Todo o material foi fotografado com câmera digital Sony DSC H50, com resolução de 9.0 megapixels, distância focal de 35 mm, e ISO-100, e editadas no software gráfico Adobe Photoshop CS6. Para elaboração dos desenhos científicos foi realizada vetorização manual utilizando o software gráfico CorelDraw X7. Em seguida, todas as imagens foram salvas em formato JPEG com resolução de 300 dpi.

## 2.9. Análise Filogenética

Para classificar o novo táxon da formação Maria Farinha, foi realizada análise filogenética a partir da matriz original, com 175 caracteres, publicada em Gaffney et al. (2006). A matriz de caracteres foi feita com auxílio do programa Mesquite versão 3.03 e a análise cladística realizada com o programa TNT (Goloboff et al., 2008) versão 1.1.



# *CAPÍTULO 3*

*LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS  
E CONTEXTOS GEOLÓGICOS*

*Alina  
Ghilardi  
2010*

### 3. LOCALIZAÇÃO DOS AFLORAMENTOS E CONTEXTOS GEOLÓGICOS

#### 3.1. Área de Estudo

O referente estudo está concentrado em duas Formações de Bacias Sedimentares distintas do estado pernambucano, a Formação Romualdo da Bacia do Araripe e a Formação Maria Farinha da Bacia da Paraíba.

O material da Formação Romualdo, refere-se a dois exemplares de quelônios fósseis preservados em concreções calcárias, coletados em rejeitos de mineradoras, sob a guarda do Paleolab, sendo um proveniente de Ouricuri, Mineração Esperança, Sítio Bonita, coletado pela Professora Sheila Bittar (UFRPE, depositado com o número de tombamento DGEO-CTG-UFPE 6773 (parte). E o outro, proveniente na Mineração Trevo, Rancharia, Araripina, coletado pelo Senhor Juaran Pereira Rodrigues, agente de saúde do município, depositado sob o número DGEO-CTG-UFPE 7527 (parte e contraparte).

O material da Formação Maria Farinha, foi coletado pela equipe de pesquisadores do Laboratório de Paleontologia (PALEOLAB), da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), em 2007, durante atividades de aula prática, realizadas semestralmente, com o apoio da administração da Pedreira Poty, em Paulista.

A Bacia Sedimentar do Araripe (Cretáceo Inferior) situa-se no interior do Nordeste do Brasil, distribuída nos Estados de Pernambuco, Piauí e Ceará, sendo sua principal área delimitada ao norte pelo lineamento de Patos e ao Sul pela falha de Farias Brito. A porção leste da bacia é conhecida como sub-bacia do Cariri e a oeste, como sub-bacia de Feitoria, local onde está presente o Araripe pernambucano, área de estudo desta pesquisa, com os afloramentos do Grupo Santana, Formação Romualdo (Aptiano/Albiano).

A bacia sedimentar da Paraíba (Cretáceo Superior) está situada na região costeira e margem continental dos Estados da Paraíba e Pernambuco. Compreende uma faixa limitada, estruturalmente, entre o Alto de Mamanguape ao norte, e o Lineamento Pernambuco, ao Sul. A pedreira de cimento Poty está localizada em Paulista, no estado de Pernambuco, onde aflora os sedimentos da Formação Maria Farinha (Paleoceno Inferior – Andar Daniano), e é segunda área de estudo da presente pesquisa.

Entre as formações Gramame e Maria Farinha encontra-se exposto o limite K-Pg (Cretáceo-Paleógeno). Período em que ocorreu um dos eventos de extinção mais importantes

demarcando o fim do Período Cretáceo e da Era Mesozoica. Nesta época, diversos grupos de organismos dominantes foram eliminados, entre eles, os dinossauros. Além disso, a origem da referida bacia está relacionada com a abertura do Oceano Atlântico Sul. Denotando ainda mais sua importância.

### **3.2. Geologia da Bacia Sedimentar do Araripe**

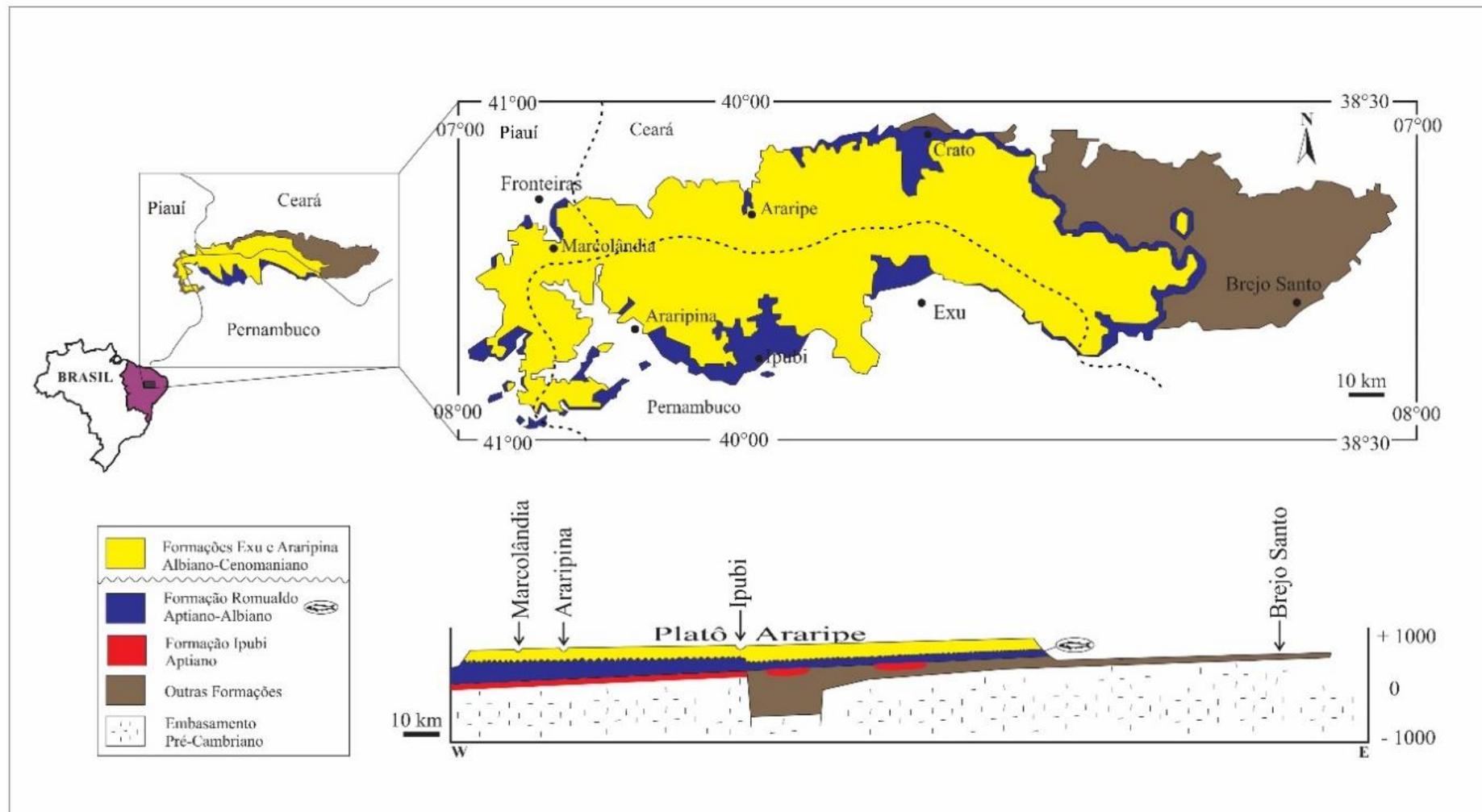
A bacia sedimentar do Araripe está implantada sobre os terrenos pré-cambrianos da Província Borborema, lateralmente ao Lineamento da Paraíba (PONTE; PONTE FILHO, 1996) (Fig. 2). A Bacia do Araripe localiza-se entre os meridianos 38°30' e 40°50' de longitude oeste e os paralelos 7°05' e 7°50' de longitude sul (VIANA; NEUMANN, 2002).

No contexto geral, a Bacia do Araripe tem extensão regional englobando os estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, disposta no sentido Leste-Oeste por cerca de 180 km e Norte-Sul por cerca de 70 km, no seu trecho mais largo (VIDAL; PADILHA; OLIVEIRA, 2006) (Fig. 2). É a mais extensa das bacias interiores do Nordeste do Brasil. Sua área de extensão não se limita à Chapada do Araripe, estendendo-se também pelo Vale do Cariri, num total de aproximadamente 9.000 km<sup>2</sup> (ASSINE, 1992).

Desde os primeiros trabalhos geológicos realizados na Bacia, esta tem sido revisada por diversos autores, entre eles, Small (1913), Beurlen (1962, 1963, 1971), Ponte e Appi (1990), Assine (1992, 2007), Ponte e Ponte Filho (1996) e Martill (2007). Nesta pesquisa, foi adotada a proposta estratigráfica de Neumann (1999) e Neumann e Cabreira (1999), onde o Grupo Santana é composto pelas formações Rio da Batateira, Crato, Ipubi, Romualdo e Arajara (ANEXO).

A origem e evolução da Bacia do Araripe estão relacionadas com os eventos tectônicos que resultaram na ruptura e fragmentação do Supercontinente Gondwana e na abertura do Oceano Atlântico Sul (ASSINE, 1990, 2007; KELLNER, 2002) tendo sido resumida por Ponte e Ponte Filho (1996), que reconheceu três estágios tectônicos (pré-, sin- e pós-rifte). Em Pernambuco, afloram as formações Ipubi, Romualdo, Araripina e Exu da tectono-sequência deposicional pós-rifte da Bacia do Araripe.

Figura 2 - Mapa geológico simplificado do preenchimento sedimentar da Bacia do Araripe com suas localidades e unidades litoestratigráficas.



Modificada de ASSINE, 2007

A Sequência pós-rifte divide-se em duas: Pós-rifte I, de idade aptiano-albiana, registra o início e representa a principal fase pós-rifte da Bacia, sendo constituída pelas formações Rio da Batateira, Crato, Ipubi e Romualdo, que denota intervalo de tempo pequeno de um ciclo transgressivo- regressivo com ingressão marinha onde ocorre camada repleta de concreções carbonáticas fossilíferas e jazidas de gipsita (evaporitos). E a sequência Pós-rifte II, de idade albiana-cenomaniana, caracterizada por sedimentos aluviais das formações Araripina e Exu, indicativos de reativação tectônica nesse intervalo de tempo (FAMBRINI et al., 2011).

De acordo com Kellner (1998), o Grupo Santana estaria dividido na realidade em dois *Lagerstätten* distintos, devido ao tipo de rocha e de processo de fossilização: a) a Formação Crato, que é considerado um ambiente lacustre de água doce, cujos fósseis são normalmente preservados comprimidos; b) a Formação Romualdo, que representa um grande corpo de água salgada, mas não um mar aberto, cujos fósseis são preservados em três dimensões, muitas vezes com fossilização de partes moles. A maior diversidade de tartarugas fósseis do Brasil, encontram-se no Grupo Santana, onde pelo menos seis gêneros foram identificados:

*Araripemys barretoii* (PRICE, 1973) e *Araripemys arturi* (FIELDING; MARTILL; NAISH, 2005), da família Araripemydidae (Pleurodira);

*Santanachelys gaffneyi* (HIRAYAMA, 1998) da família Protostegidae (Cryptodira);

*Cearachelys placidoi* (GAFFNEY; CAMPOS; HIRAYAMA, 2001) da família Bothremydidae (Pleurodira);

*Brasilemys josai* (BROIN, 2000) da família Brasilemydidae (Pleurodira);

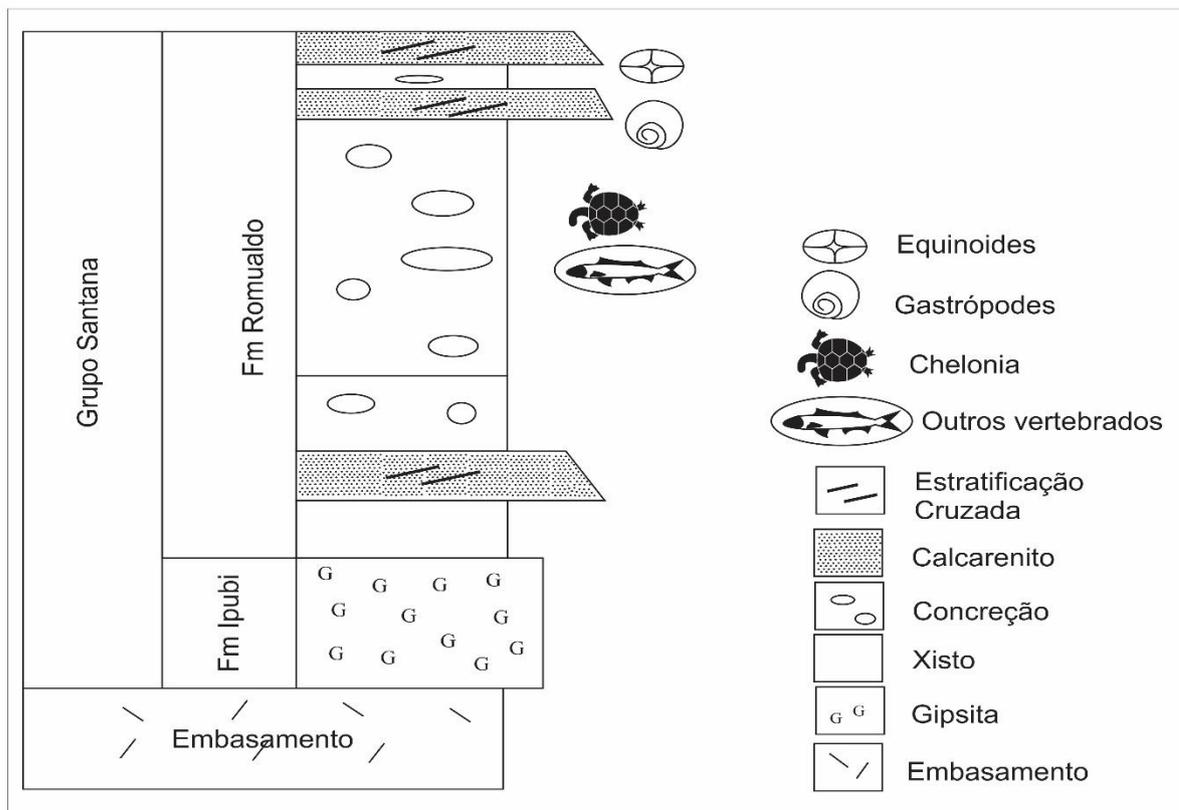
*Euraxemys essweini* (GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006) da família Euraxemydidae (Pleurodira);

*Caririemys violettæ* (OLIVEIRA; KELLNER, 2007) da família Pelomedusidae (Pleurodira).

### **3.2.1. A Formação Romualdo**

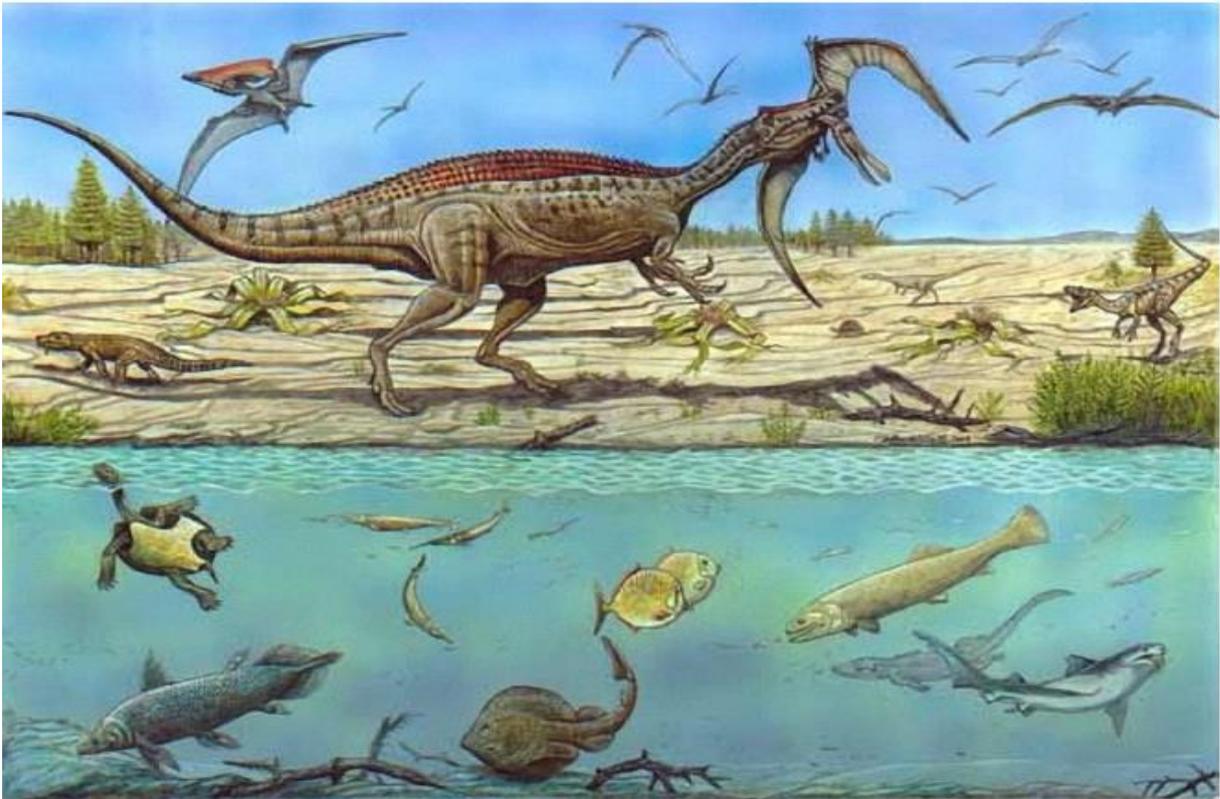
Dentre as unidades litoestratigráficas da Bacia do Araripe, o Grupo Santana (NEUMANN, 1999) é estratigraficamente a mais complexa e também a mais estudada, não só pelas extensas jazidas de gipsita, mas principalmente por se constituir no principal jazigo fossilífero do Cretáceo Inferior brasileiro (KELLNER, 2002), famoso em todo mundo pela rica paleoictiofauna preservada em concreções carbonáticas (ASSINE, 1990, 1992). A coluna estratigráfica do Grupo Santana em Pernambuco está representada na figura 3.

Figura 3 - Coluna estratigráfica simplificada do Grupo Santana em Pernambuco.



A Formação Romualdo em Pernambuco é caracterizada por arenitos calcíferos, argilitos e margas de natureza flúvio-lacustre, estuarino, e marinho no topo. A parte inferior da Formação Romualdo é caracterizada pela presença de arenitos interestratificados com folhelhos. Para o topo, o empilhamento é transgressivo e os arenitos costeiros cedem lugar a uma seção de argilitos e folhelhos cinza escuros e pretos, ricos em matéria orgânica, caracterizado pela presença de concreções fossilíferas. Na borda oeste da bacia ocorrem no topo calcarenitos com invertebrados marinhos. As concreções encerram rica paleoictiofauna considerada de águas salobras, com elementos marinhos, como a raia *Iansan beurleni* (BRITO; SERET, 1996), havendo também a presença de tartarugas marinhas (PRINCE, 1973, ASSINE, 1992), pterossauros (CAMPOS; KELLNER, 1985, ASSINE, 1992 KELLNER; TOMIDA, 2000), dinossauros (ASSINE, 1992, KELLNER, 1996,) e crocodilianos (CAMPOS, 2011) (Fig. 4).

Figura 4 - Reconstituição da paisagem da Formação Romualdo, há cerca de 110 milhões de anos.



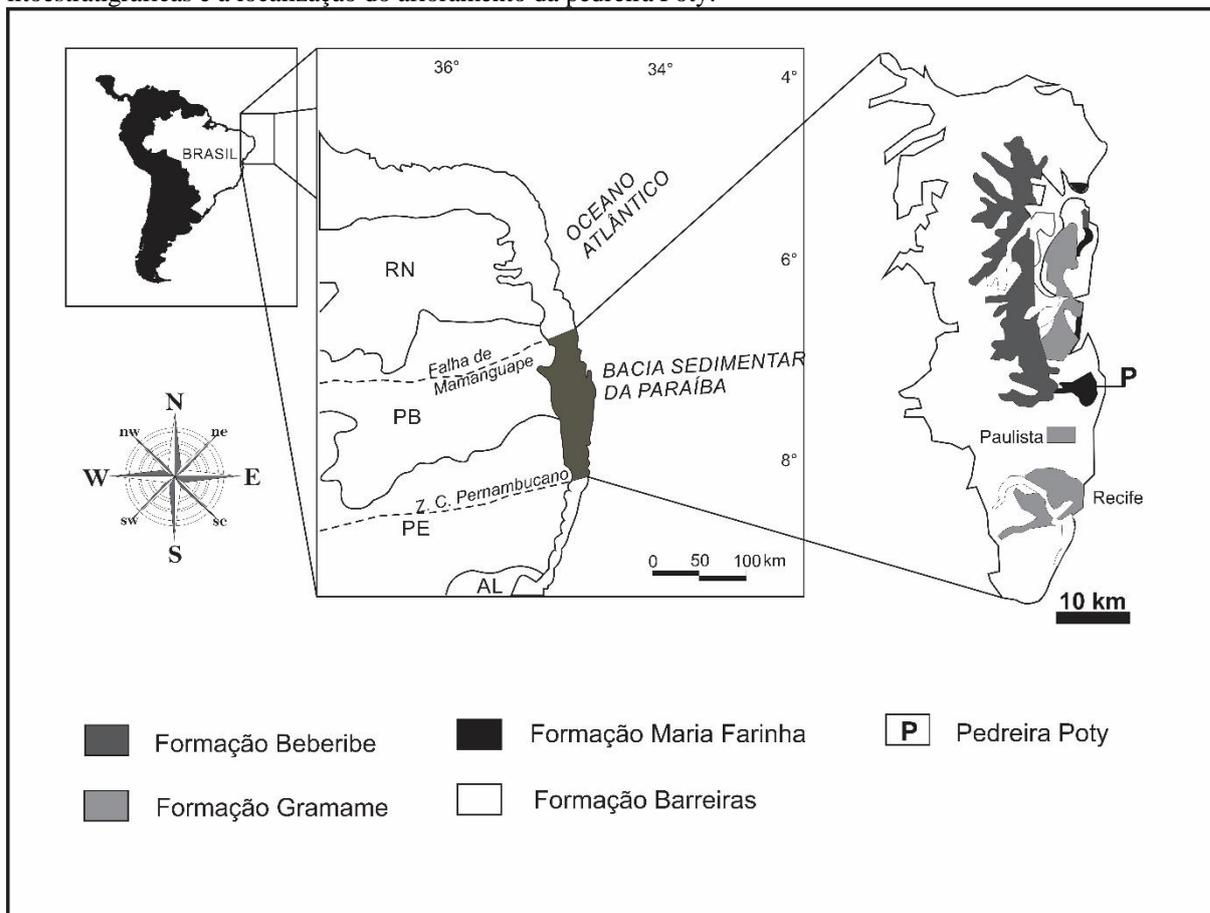
FRAGA, 2009.

### 3.3. Geologia da Bacia Sedimentar da Paraíba

O preenchimento sedimentar da Bacia da Paraíba teve início, provavelmente, no Cretáceo Superior, diferindo das demais bacias marginais (BARBOSA; LIMA FILHO, 2005). As unidades litoestratigráficas que integram esta bacia sedimentar costeira são as formações Barreiras (Plioceno), Maria Farinha (Paleoceno), Gramame (Maastrichtiano), e Beberibe (Santoniano) (BARBOSA, et al., 2007) (Fig. 5). O presente estudo será limitado à pedra de cimento Poty (Formação Maria Farinha).

A Bacia da Paraíba compreende um dos poucos lugares que registram quelônios fósseis para o Paleoceno, primeira época cenozoica. Na América do Sul, os registros são restritos a Argentina, Brasil e Colômbia. No Brasil, os únicos registros paleocênicos são da Formação Maria Farinha (Daniano, ~65-61 milhões de anos) em Pernambuco, e da Bacia São José de Itaboraí (Itaboriano, ~60 milhões de anos), no Rio de Janeiro (OLIVEIRA; DEANTONI, 2013).

Figura 5 - Mapa Geológico simplificado do preenchimento sedimentar da Bacia da Paraíba com suas unidades litoestratigráficas e a localização do afloramento da pedraira Poty.



Modificada de ALBERTÃO; MARTINS Jr., 2006 e BARBOSA; LIMA FILHO, 2006

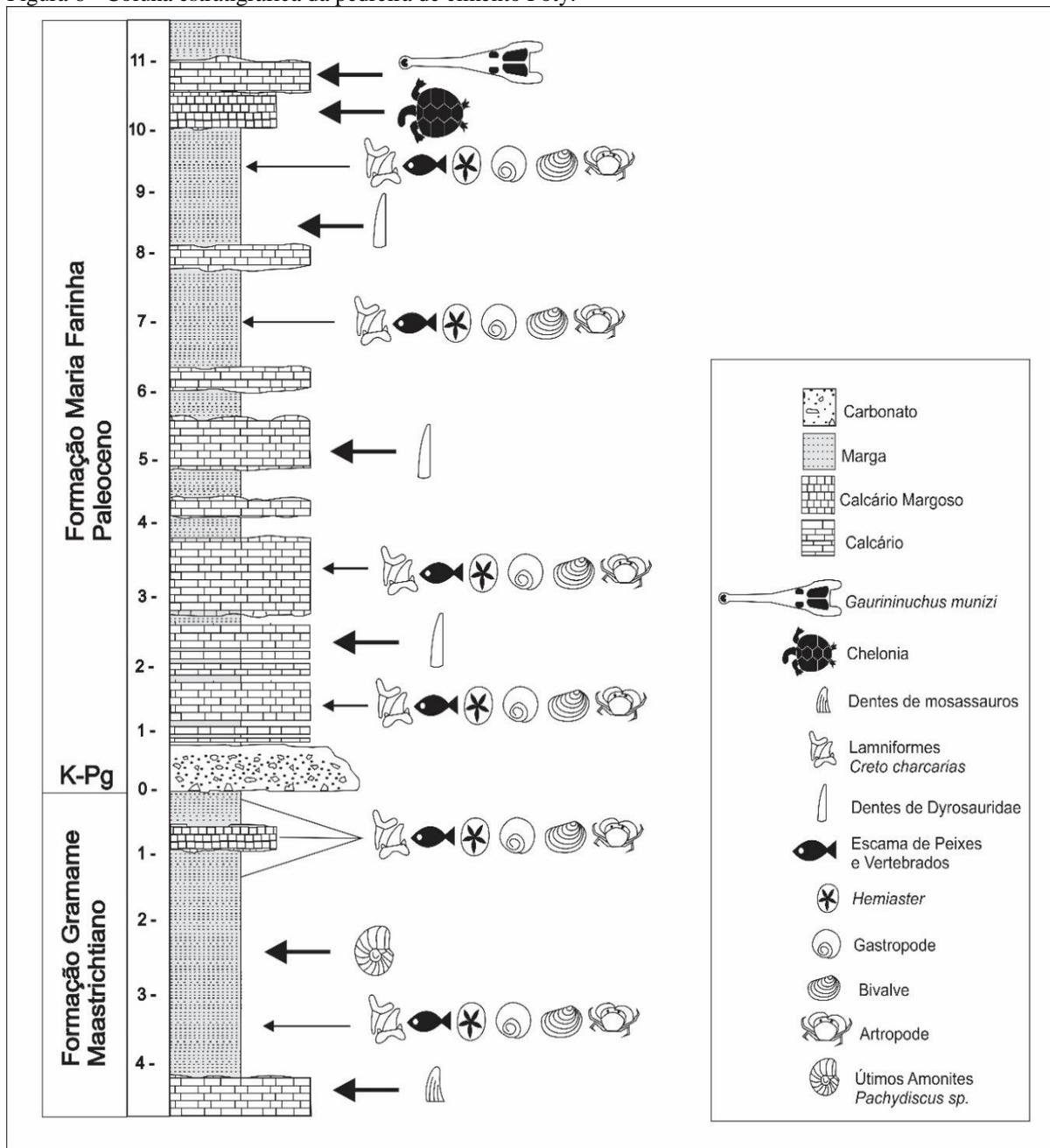
### 3.3.1. A Formação Maria Farinha

A Formação Maria Farinha tem origem Paleógena e apresenta-se como uma sequência sedimentar negativa, incompleta, característica de início de regressão marinha. Composta por uma alternância de calcários finamente estratificados, calcários margosos e margas calcárias, intensamente bioturbados. A base da Formação Maria Farinha constitui um depósito sedimentar marcado por uma camada carbonática detrítica (conglomerática) contendo clastos carbonáticos e bioclastos retrabalhados os quais indicam um pulso de rebaixamento do nível do mar (BARBOSA, 2004, MORAIS, 2008).

A Formação Maria Farinha possui duas fácies: uma porção inferior, composta por calcários detríticos de origem litorânea, e uma porção superior, marcada pela alternância de calcários detríticos puros, calcários argilosos, margosos e argilas (BEURLIN, 1962). Uma das fácies é sedimentologicamente muito similar à Formação Gramame, a outra mostra feições recifais a lagunares de alta energia com colônias de algas, corais e moluscos

perfuradores e incrustantes (ALMEIDA, 2000). A coluna estratigráfica está esquematizada na Figura 6.

Figura 6 - Coluna estratigráfica da pedra de cimento Poty.

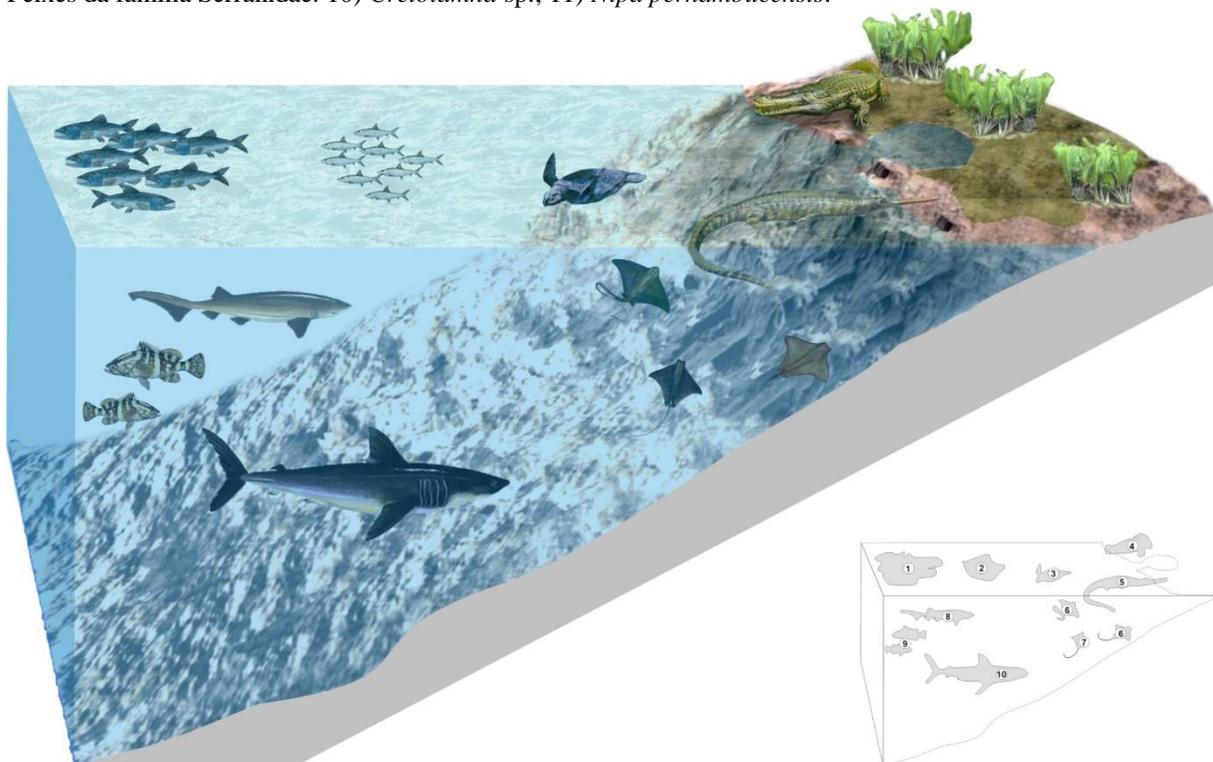


Modificado de BARBOSA; KELLNER; VIANA, 2008.

Os principais fósseis encontrados na Formação Maria Farinha são: moluscos e equinóides (OLIVEIRA, 1953; CASSAB, 1983; ALMEIDA, 2000), Crustáceos (TÁVORA; MIRANDA, 2004), microfósseis como foraminíferos (TINOCO, 1977) e ostracodes (OLIVEIRA et al., 2005), além de icnofósseis (MUNIZ; RAMIRES, 1977; ALMEIDA 2007). Assim, esta unidade litoestratigráfica é considerada um paleoambiente de plataforma continental interna a média com profundidades variando entre 30 à 100 m (SILVA et al.,

2007). Entre vários táxons de vertebrados que já foram identificados, estão peixes ósseos e cartilagosos, crocodilos e tartaruga (Fig. 8) (SILVA, 2007; SILVA et al., 2007).

Figura 7 - Reconstituição paleoambiental do Paleoceno da Bacia da Paraíba. 1) *Enchodus* sp.; 2) Peixes da Família Albulidae; 3) Quelônio; 4) e 5) Crocodilomorfos; 6) *Myliobatis* sp.; 7) *Rhinoptera*; 8) *Hexanchus* sp.; 9) Peixes da família Serranidae. 10) *Cretolamna* sp.; 11) *Nipa pernambucensis*.



SILVA, 2007

### 3.3.2. Cretáceo-Paleógeno

A transição K/Pg (Cretáceo-Paleógeno), antigamente denominada K-T (Cretáceo-Terciário), é conhecida por registrar um dos eventos que demarcou o fim do Período Cretáceo e, conseqüentemente, da Era Mesozoica. Eliminando grupo de organismos dominantes por muitas dezenas de milhões de anos, como os dinossauros, nos continentes, e os amonóides, nos mares entre outros grupos de animais e plantas (SOUZA-LIMA; ALBERTÃO; LIMA, 2003).

A causa principal da extinção do fim do Cretáceo tem sido atribuída por grande parcela dos cientistas ao impacto de meteorito, determinada por Alvarez e colaboradores, em 1980, a partir da distribuição de uma camada de argila com uma contaminação anormal de irídio, provocada pela queda de um corpo extra-terrestre na região da península de Yucatã, no México.

No entanto, a cratera de Chicxulub, pode ter sido formada até 300 mil anos antes do limite K-Pg (KELLER et al., 2003; KELLER, et al., 2007). Essa evidencia, entre outras, corroboram com a hipótese de múltiplos impactos que contribuiria para um fator multicausal, como um conjunto de transformações, entre eles: recuo do mar, efeito estufa e considerável redução do oxigênio atmosférico (CÂMARA, 2007; KELLER et al., 2003; KELLER, et al., 2007).

Na América do Sul, os registros da passagem do K/Pg foram encontrados na Bacia de Neuquen, em Yacoraite na Argentina (SIAL et al., 2001, 2003) e na Bacia da Paraíba, Nordeste do Brasil (ALBERTÃO, 1993; SIAL et al., 2001, 2003). Na Bacia da Paraíba, a passagem K/Pg está localizada entre os limites das Formações Gramame e Maria Farinha, representada por uma camada conglomerática. Este nível conglomerático ainda está em discussão, pois foi interpretado inicialmente como resultado de um tsunami gerado pelo impacto de um meteoro (ALBERTÃO; MARTINS JR. 1996), mas estudos recentes apontam para uma rápida descida do nível do mar durante o Daniano (LIMA et al., 2009).

Embora o limite K/Pg seja marcado pela extinção em massa de grupos de organismo, outros fósseis, no entanto, mostram que alguns grupos foram pouco afetados durante este Período. Dentre estes estão os crocodilomorfos marinhos da Família Dyrosauridae encontrados tanto na Formação Gramame (Cretáceo) quanto na Formação Maria Farinha (Paleógeno) da Bacia da Paraíba (SILVA, 2007).



# *CAPÍTULO 4*

*BASE TEÓRICA*

## 4. BASE TEÓRICA

### 4.1. Aspectos Gerais

As tartarugas representam um componente singular da biodiversidade, sem dúvida, um dos grupos mais altamente especializados em sua morfologia (Fig. 8). Além do casco, característica exclusiva dos quelônios, também são únicos por apresentarem as cinturas escapular e pélvica interiorizadas em sua caixa torácica e por não possuir esterno e costelas unidas à uma região ventral. Também são os únicos Sauropsida vivos com crânio anapsida (BENTON, 2005; POUGH; JANIS; HEISER, 2008), isto é, não possui fossas temporais.

Figura 8 - Diversidade de quelônios e seus habitats. (A) Jaboti (*Glyptemys insculpta*) em seu habitat terrestre, (B) Cágado (*Chrysemys picta*) em seu ambiente lagunar e Tartarugas marinhas (C) e (D) (*Chelonia mydas* e *Dermochelys coriacea*).



Arkive.org

Morfologicamente, esses tetrápodes são um grupo bastante uniforme, no entanto, em termos de comportamento tornaram-se bastante diversificados (POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Suas particularidades anatômicas lhes conferiram a possibilidade de dominar ambientes terrestres e aquáticos, tanto de água doce quanto marinhos. Compreendem, respectivamente, os jabutis (Fig. 8A), os cágados (Fig. 8B) e as tartarugas marinhas (Fig. 8C e D).

Os quelônios terrestres, popularmente conhecidos como jabutis (Fig. 8A), são animais onívoros e apresentam casco em forma de cúpula e membros em forma de colunas verticais com dedos indistintos, semelhantes as patas de elefantes. As tartarugas de água doce (Fig. 8B), popularmente chamadas de cágados, alimentam-se de peixes, seus membros são espalmados com dedos distintos possuindo de quatro a cinco garras. As tartarugas marinhas (Fig. 8C e D) se alimentam de algas, crustáceos, moluscos e águas vivas, em geral possui casco reduzido e membros em forma de remo (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

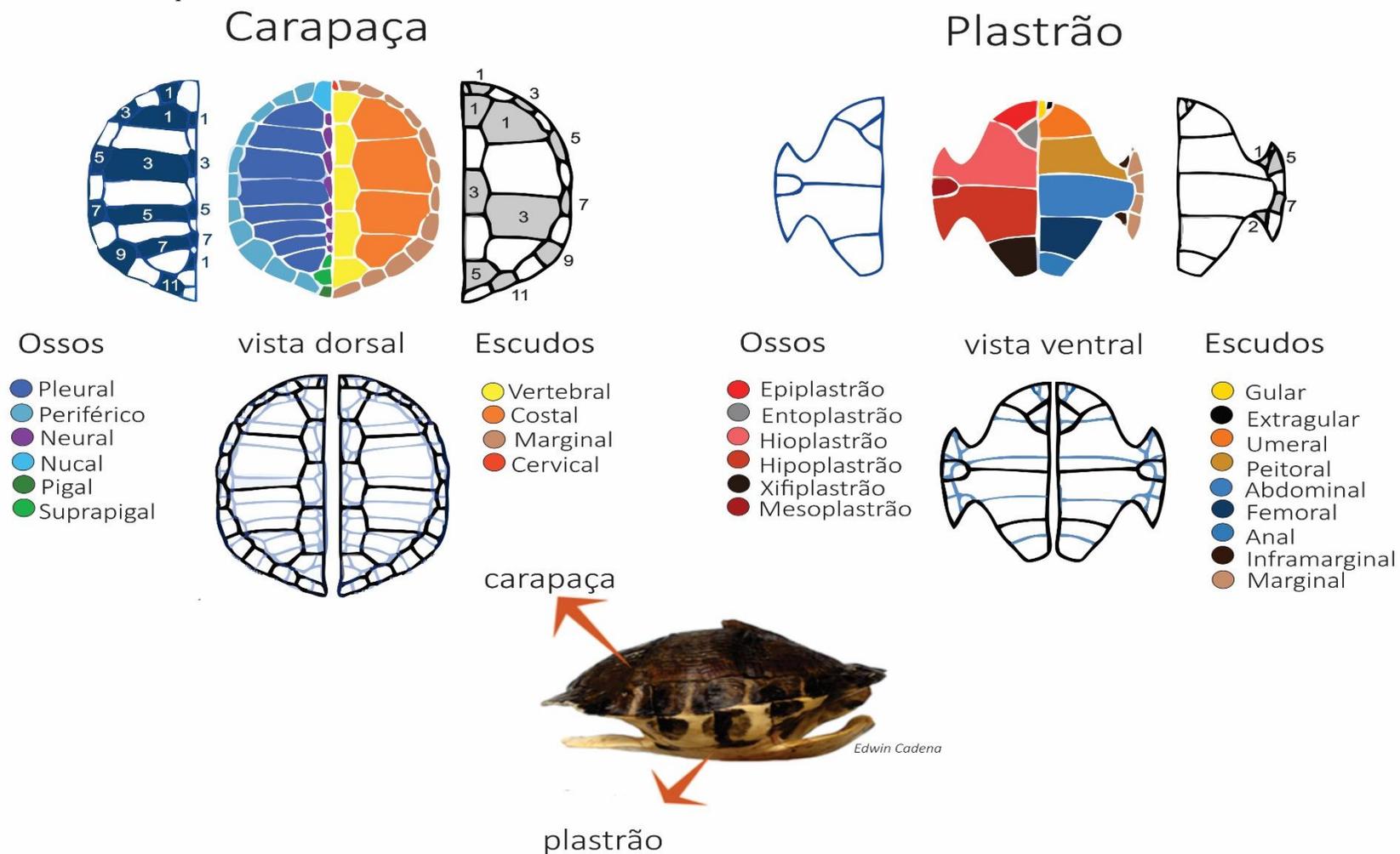
#### 4.2. Considerações Morfológicas do Casco

O casco é a característica mais distintiva de um quelônio, formado por uma carapaça dorsal e convexa, e um plastrão ventral e plano, unidos lateralmente por uma área denominada ponte. O casco consta de dois elementos: um escamado epidérmico córneo (escudo) que reveste uma armadura óssea (ossos dérmicos) de origem dérmica, dispostos a maneira de um mosaico característico (RUENDA-ALMONACID et al., 2007; POUGH; JANIS; HEISER, 2008) (Fig. 9).

Os ossos dérmicos do casco crescem a partir de 59 centros de ossificação distintos (RUENDA-ALMONACID et al., 2007; POUGH; JANIS; HEISER, 2008). Oito placas, ao longo da linha dorsal mediana, formam a série neural e se fundem aos arcos neurais das vértebras. Ao lado dos ossos neurais há oito ossos costais pareados, transversalmente largos, que se fundem às costelas alargadas. Nas bordas estão onze pares de ossos periféricos. Em adição pode existir, na fileira central, uma placa nugal na porção anterior, e placas pigais na porção posterior (RUENDA-ALMONACID et al., 2007). Os escudos córneos que se sobrepõe às placas ósseas da carapaça são denominados vertebrais, pleurais, marginais e cervical (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

O plastrão típico das tartarugas é composto por nove elementos ossos, ocorrendo em pares: epiplastrão, hioplastrão, hipoplastrão e xifiplastrão (Fig. 9). Entoplastrão é um elemento mediano entre epiplastrão e hioplastrão (ROMER, 1956), podendo haver um par de mesoplastrões na região distal entre o hioplastrão e o hipoplastrão (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Figura 9 - Esquema mostrando os componentes ósseos e dérmicos de carapaça e plastrão das tartarugas. Os números entre parênteses representam o número de ossos ou escudos do lado direito ou esquerdo.



Modificado de CADENA, 2013.

O plastrão é formado principalmente por ossificações dérmicas, mas o entoplastrão deriva da interclavícula, enquanto os epiplastrões pareados, craniais àquele, derivam das clavículas. Os processos do hioplastrão e hipoplastrão fundem-se com o primeiro e o quinto pleurais, formando uma conexão rígida entre o plastrão e a carapaça (POUGH; JANIS; HEISER, 2008), denominada ponte.

Há seis pares lateralmente simétricos de escudos no plastrão: gular, umeral, peitoral, abdominal, femoral e anal. O formato, tamanho, número e disposição dos escudos que compõem o casco são características importantes na identificação genérica e específica do grupo (LINZEY, 2003).

### 4.3. A Ordem Chelonia (Testudines)

A ordem que agrupa as tartarugas possui considerável instabilidade nomenclatural, sendo Chelonii/Chelonia, Testudinata e Testudine os mais utilizados (HUNT, 1958). Historicamente, o termo Testudines, utilizado por Linnaeus (1758), era informal e referia-se aos membros do gênero *Testudo* (DUBOIS; BOUR, 2010). Em 1788, Batsch cunhou o mesmo termo como família e, portanto, também não pode ser utilizado para se referir a Ordem (Dubois & Bour, 2010).

Chelonii Latreille, 1800 e Chelonia Ross e Macartney, 1802 são latinizações subsequentes de Chéloniens Brongniart, 1800. Chelonia por vezes utilizado como Ordem, constitui um hemihomônimo com o gênero Chelonia. Já o termo Chelonii, assim como Testudinata Oppel, 1811, foram criados com o nível taxonômico de classe, e por isso não devem ser usados para Ordem (DUBOIS; BOUR, 2010).

Até o momento, esse problema nomenclatural não foi solucionado e o assunto ainda é controverso devido a uma variedade de possíveis interpretações alternativas quanto a validade, uso, formato e atribuição autoral dos termos. Como o Código Internacional de Nomenclatura Zoológica não regula nomes acima do nível taxonômico de família, torna-se arbitrária a decisão de qual termo utilizar para o nível de ordem (DUBOIS; BOUR, 2010).

Neste trabalho, para referir-se ao clado como Ordem, optou-se pela utilização do termo Chelonia Ross & Macarthney, 1800 que deriva do grego Kelone e significa Armadura ou Couraça. O nome está relacionado à principal característica distintiva deste grupo, que é a presença de um casco rígido, formado por uma carapaça dorsal e um plastrão ventral (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

#### 4.4. Relações Filogenéticas

A origem dos quelônios ainda está longe de ser consensual no meio científico e é bastante discutida entre anatomistas e geneticistas. Os fósseis de quelônios mais antigos possuem características demasiadamente semelhantes aos atuais, de modo que não podem ser considerados como início da linhagem (LI et al., 2008). A combinação de aspectos primitivos e derivados, não compartilhados com nenhum outro grupo, nem recente, nem fóssil, dificulta a elucidação de suas relações filogenéticas.

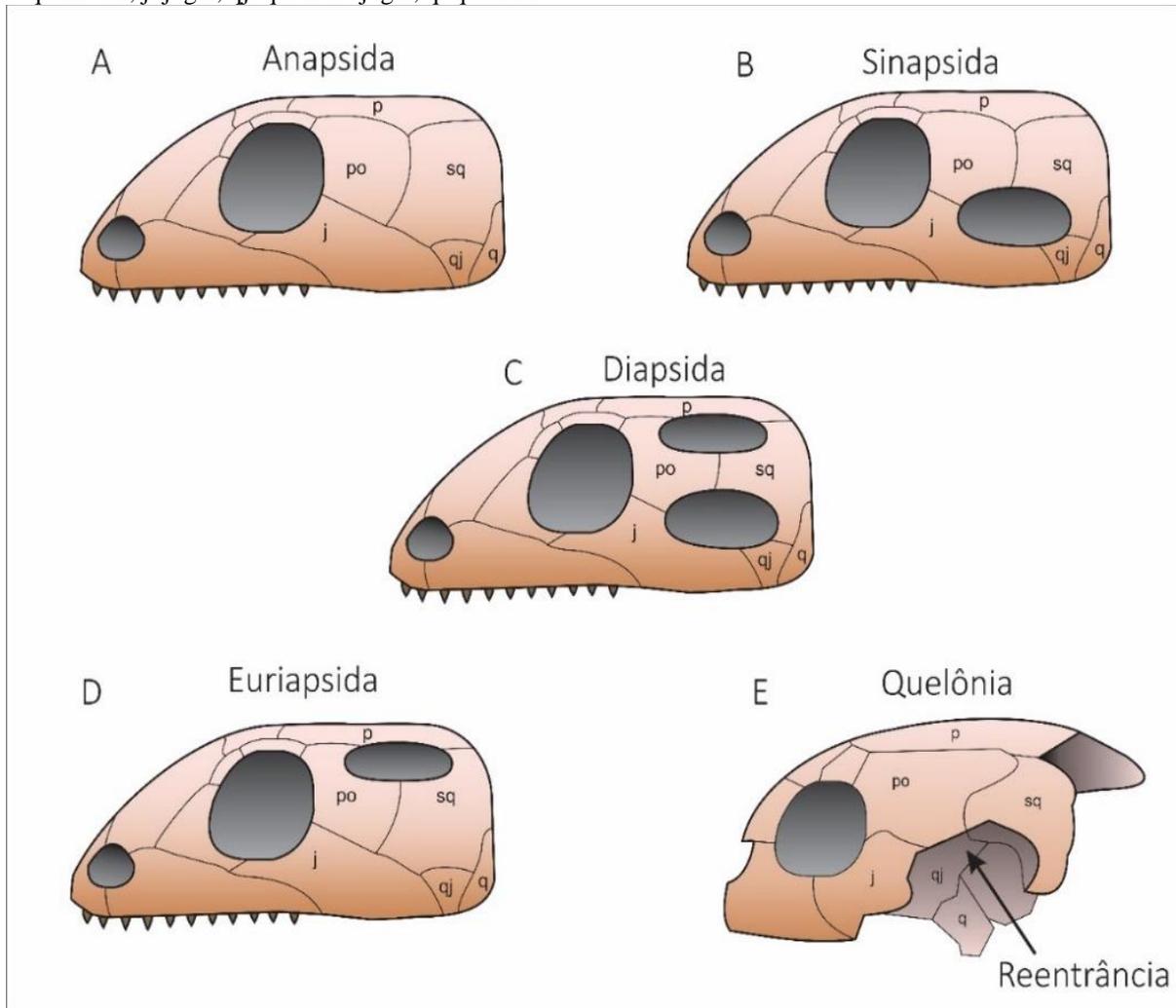
Os Reptillia (Sauropsida) são, tradicionalmente, classificados de acordo com o padrão da fenestra temporal proposto por (WILLISTON, 1917). Essas fenestras são características anatômicas do crânio de amniotas e estão dispostas bilateralmente simétricas no osso temporal com a função de acomodar os músculos maxilares, denominados músculos adutores. Segundo a classificação mencionada acima, existem quatro tipos de crânio em amniota, rotulados pelo número e localização de suas fenestras (Fig. 10). São eles:

- Anapsida (Fig. 10A) – não possui aberturas temporais. Ex.: Captorhinomorfos, millerettídeos, procolophonídeos e pareiasauros;
- Sinapsida (Fig. 10B) – formado por uma abertura temporal, localizada abaixo dos ossos pós-orbitais e esquamosal. Ex.: mamíferos, esfenacodontídeos e cinodontes.
- Diapsida (Fig. 10C) – formado por duas aberturas temporais. Ex.: serpentes, lagartos, crocodilos, aves, dinossauros e pterossauros.
- Euriapsida (Fig. 10D) – formado por duas aberturas temporais, localizadas acima dos ossos pós-orbitais e esquamosal. Ex.: Ichthyosauria, Plesiosauria e Placodontia.

Os quelônios, no entanto, apresentam um padrão totalmente distinto, em que não há fenestras, porém há uma reentrância em cada lado do crânio (Fig. 10E). Para alguns autores, as tartarugas são consideradas anapsidas. Para outros, a reentrância é uma fenestra do tipo sinapsida diferenciada. E há ainda os que afirmam que os quelônios são diapsida que tiveram suas fenestras fundidas, formando a reentrância.

Com isso, surgiram inúmeras hipóteses sobre o posicionamento de Chelonia na árvore filogenética, cada um apoiado por vários argumentos baseados na morfologia ou na análise molecular ou em ambos. A seguir, listo algumas das principais hipóteses de classificação desses animais dentro de amniota (Fig. 11).

Figura 10 - Esquema com os diferentes tipos de crânios presentes em amniotas mostrando as classificações segundo suas fenestras temporais. (A) Crânio anapsida, sem abertura temporal. (B) Crânio Sinápsida, com uma abertura temporal localizada abaixo dos ossos pós-orbital e esquamosal; (C) Crânio diapsida com duas aberturas temporais; (D) Crânio Euriapsida, formado por uma abertura temporal localizada acima dos ossos pós-orbital e esquamosal; e (E) Crânio de um quelônio mostrando a reentrância. Legenda – p: parietal; po: pós-orbital; sq: esquamosal; j: jugal; qj: quadradojugal; q: quadrado.



<http://pt.wikipedia.org/wiki/Cranio>

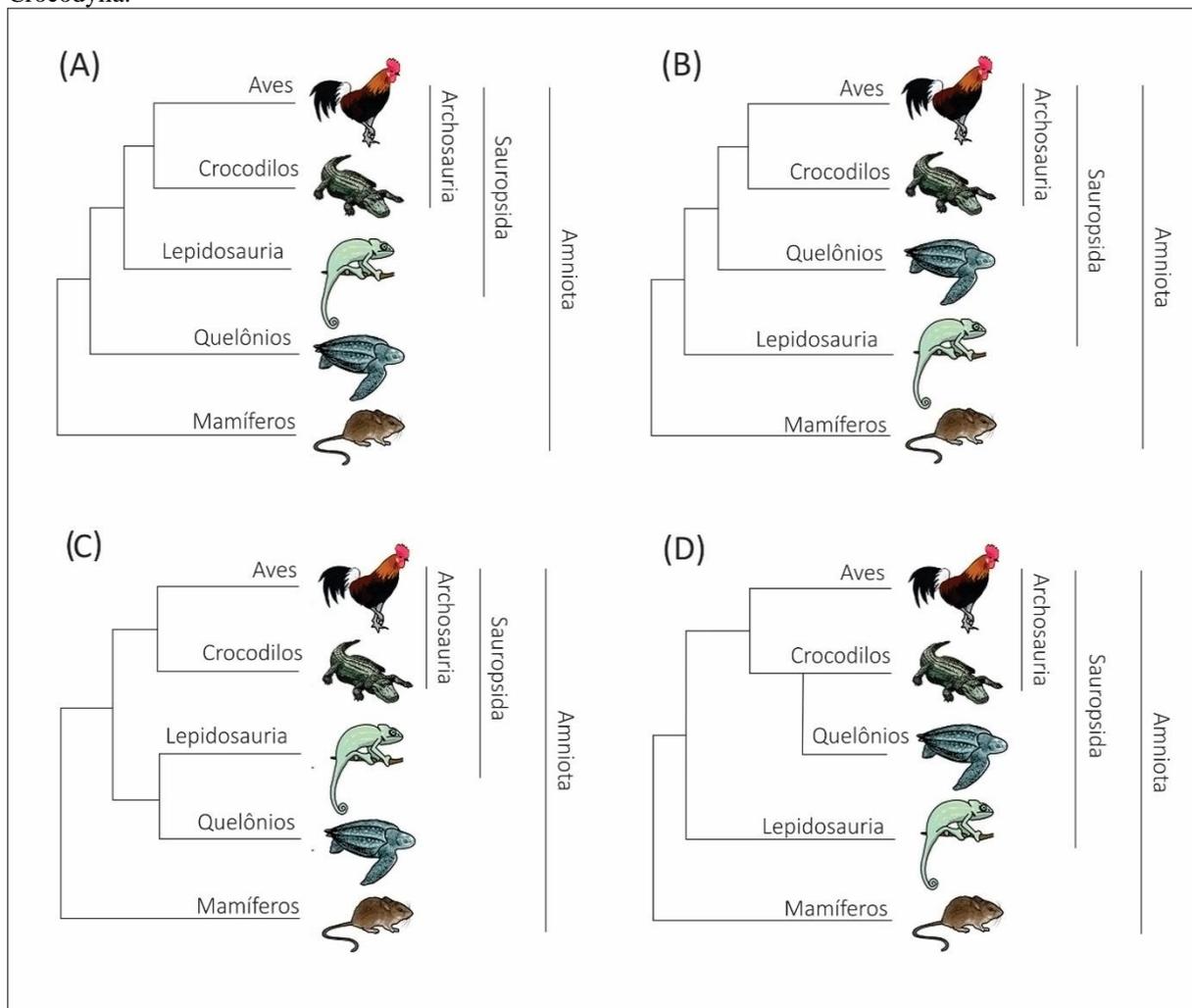
A hipótese clássica, baseada em análises morfológicas, considera as tartarugas anapsidas descendentes de um grupo extinto, denominado pararépteis, relacionadas com pequenos procolophonids (LAURIN; REISZ, 1995), ou grandes herbívoros do Permiano, os pareiassauros (LEE, 1993, 1996). Nestes casos, as tartarugas são grupo-irmão de Sauropsida (Lepidosauria + Archosauria) (Fig. 11A).

Uma outra classificação coloca os quelônios como grupo irmão de Archosauria (Crocodilos + Aves) (Fig. 11B). (ZARDOYA; MEYER, 1998, HEDGES, 2012). Esta hipótese, suportada principalmente por análises moleculares, considera que as tartarugas são derivadas de diapsida e que tiveram suas fenestras fundidas formando a reentrância.

Chelônia como grupo irmão de Lepidosauria (Squamata + Tuatara) (RIEPEL, 1993, DE BRAGA; REIPEL, 1997, MÜLLER, 2004, HILL, 2005) (Fig. 11C). Esta hipótese também considera o estado “anapsida” dos quelônios derivado de diapsida. Baseada em análises morfológicas.

Uma outra hipótese, suportada por análises moleculares, classifica Chelonia como grupo irmão de Crocodylia (HEDGES; POLLING, 1999, MANNEN; LI, 1999, CAO et al., 2000) (Fig. 11D). Porém essa classificação não tem nenhum respaldo pela perspectiva morfológica, já que Crocodylia é um grupo monofilético.

Figura 11 - Quatro hipóteses sobre a posição evolutiva das tartarugas entre os vertebrados amniotas. (A) hipótese morfológica clássica, onde as tartarugas são reconhecidas como pararrépteis, grupo irmão dos répteis; (B) hipótese molecular, tartarugas são grupo-irmão de Archosauria (Crocodilos + Aves); (C) hipótese morfológica, tartarugas são grupo irmão de Sauropsida (Lepidosauria + Archosauria); (D) Tartarugas são grupo irmão de Crocodylia.



Modificado de HEDGES, 2012.

Recentemente, a integração de estudos morfológicos e moleculares corroboraram com as hipóteses de Chelonia estar mais relacionada a Lepidosauria ou Archosauria. Embora, ainda não haja uma conclusão para este enigma, a união de diferentes metodologias pode contribuir para um melhor embasamento sobre esta discussão. No entanto, este não é um assunto da abordagem desta dissertação. Foi mencionado apenas para conhecimento de algumas das dificuldades presentes na classificação dos quelônios.

#### 4.5. História Evolutiva

Os quelônios existem na Terra antes mesmo do surgimento dos dinossauros, datado no Triássico Superior. O primeiro fóssil de tartaruga com afinidades mais claras provém dos depósitos marinhos da China, com aproximadamente 220 milhões de anos (Idade Carniano), e refere-se à espécie *Odontochelys semitestacea* (LI et al., 2008, REISZ; HEAD, 2008).

Esta espécie possuía dentes e apenas a parte inferior do casco, denominada plastrão, suportando o processo de desenvolvimento embrionário das tartarugas modernas, em que o plastrão é formado antes da carapaça. Os autores consideraram que estas diferenças anatômicas, entre outras, eram características basais jamais vistas em uma tartaruga.

No entanto, Reisz e Head (2008) propuseram que a espécie não representa uma forma transicional da linhagem, mas que é descendente de uma tartaruga de casco completo tendo evoluído afim de perder a carapaça como pode ser vista nas tartarugas modernas, tais como as representantes do gênero *Dermochelys*, popularmente conhecidas como Tartarugas de Couro.

Os primeiros fósseis de tartarugas com casco completo, como *Proganochelys quenstedti* Baur, 1887, *Proganochelys rucha* Broin, 1984, *Proterochersis robusta* Fraas, 1913, *Palaeochersis talampayaensis* Rougier, de La Fuente e Arcucci, 1995, são dos depósitos da Alemanha, Suíça, Argentina e Tailândia, do Triássico Superior (Idade Noriano, aproximadamente, 216 milhões de anos) (OLIVEIRA; DEANTONI, 2013).

Os gêneros *Proganochelys* e *Palaeochersis* apresentavam hábitos terrestres e possuíam características bastante semelhantes aos dos quelônios recentes, como casco completo e ausência de dentes. No entanto, estas não possuíam a capacidade de retração da cabeça para dentro do casco.

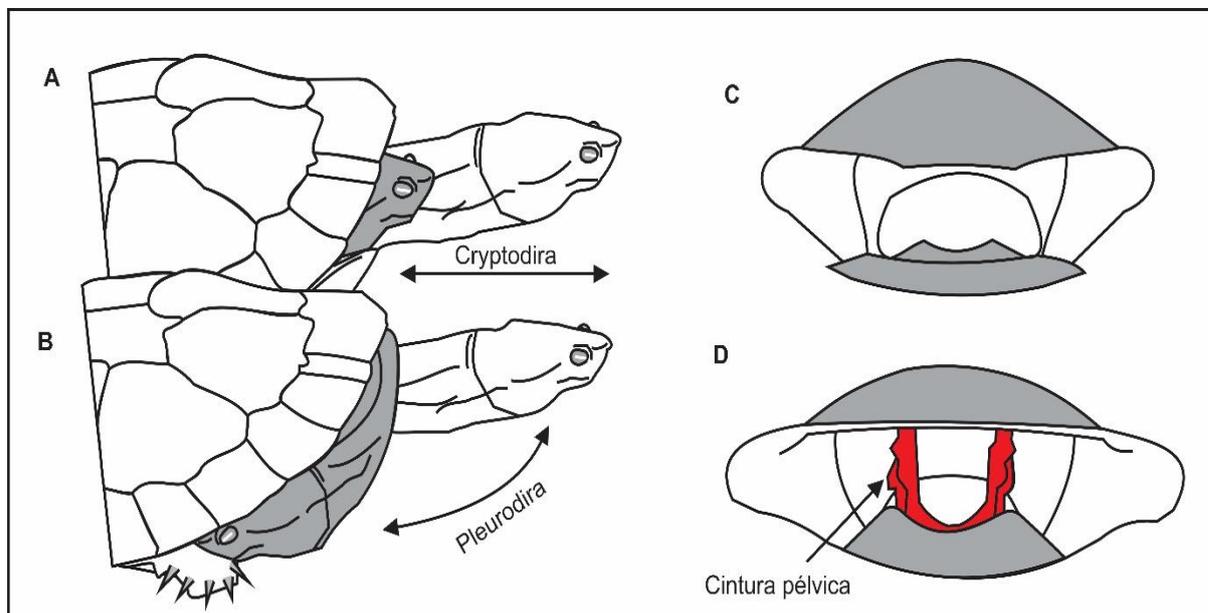
Ainda na Era Mesozoica, surgiram duas grandes linhagens que deram origem às espécies atuais, *Cryptodira* Dumeril e Bibron, 1835 e *Pleurodira* Cope, 1864 (POUGH;

JANIS; HEISER, 2008) (Fig. 12). A subordem Cryptodira é mais diversa e geograficamente mais disseminada, tanto no registro fóssil, quanto na fauna atual (GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006). No Brasil, no entanto, dois terços das espécies atuais pertencem à subordem Pleurodira e apenas um terço à subordem Cryptodira, colocando o país em posição de destaque, com a maior diversidade de Pleurodira, juntamente com a Austrália (MARTINS; MOLINA, 2008).

A subordem Cryptodira (do Grego, *crypto* = escondido, *dire* = pescoço) é conhecida, principalmente, por retrair o pescoço verticalmente (Fig. 12A) para dentro do casco, possuir a cintura pélvica unida ao plastrão por meio de ligamentos cartilagosos (Fig. 12C) e o plastrão não possuir mesoplastrão. Já a subordem Pleurodira (do Grego, *pleuro* = lado), retrai o pescoço lateralmente (Fig. 12B), a cintura pélvica é fusionada ao plastrão (Fig. 12D) e o plastrão possuir mesoplastrão (POUGH; JANIS; HEISER, 2008).

Atualmente, o clado Pleurodira tem representantes apenas de água doce e estão restritos ao hemisfério sul. No entanto, durante o Cretáceo e o Paleógeno, estavam presentes em todos os continentes, exceto na Ásia central e Antártida, ocupando uma diversidade muito maior de ambientes (GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006). A maior parte dos pleurodiras podem ser classificadas em duas linhagens que foram separadas geograficamente durante o Cretáceo Inferior, os Chelidae, restritos à região sul do Gondwana, e os Pelomedusoides que apareceram na região norte do paleocontinente (DE LA FUENTE; STERLI; MANIEL, 2014).

Figura 12– Esquema mostrando duas das principais diferenças entre Cryptodira e Pleurodira. (A) Movimento de retração vertical da cabeça característico de Cryptodira e (B) movimento de retração horizontal da cabeça característico de Pleurodira. (C) Vista posterior da concha de Cryptodira, onde a cintura pélvica é unida por meio de ligamentos e (D) vista posterior da concha de Pleurodira, onde a cintura pélvica é fusionada à carapaça.



Modificado de testudines.org

Pelomedusoides Cope (1868) compreende cinco famílias (Pelomedusidae, Podocnemididae, Bothremydidae, Araripemydidae e Euraxemydidae) (GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006) com uma distribuição bastante limitada no Hemisfério Sul. Com exceção de Pelomedusidae, os demais clados ocorreram ou ocorre na América do Sul (DE LA FUENTE; STERLI; MANIEL, 2014).

A Família Pelomedusidae é formada apenas por dois gêneros recentes que vivem exclusivamente no continente Africano. No entanto, o termo Pelomedusidae, até 1988, era utilizado para designar Pelomedusoides. Somente em 1988, com Antunes e Broin, o termo Pelomedusoides, surgiu para referir-se à Hiperfamília, identificando tartarugas Eupleurodiras não Chelidae, considerando Pelomedusidae família (DE LA FUENTE; STERLI; MANIEL, 2014).

A Família Podocnemididae é formada por 30 espécies agrupadas em 20 gêneros (GAFFNEY et al., 2011). Destes, somente 3 gêneros são componentes da fauna moderna e estão distribuídos no Hemisfério Sul (Norte da América do Sul e Madagascar). Este clado estende-se desde o Cretáceo Superior ao Recente, ocorrendo na África, Europa e Norte da América do Sul (DE LA FUENTE; STERLI; MANIEL, 2014).

Bothremydidae é um clado bastante diversificado e de larga distribuição, se estendendo do Albiano ao Eoceno da América do Norte e do Sul, Europa, África e Índia (DE LA FUENTE; STERLI; MANIEL, 2014). Euraxemydidae possui apenas dois gêneros e duas espécies, *Euraxemys essweini* do Albiano do Grupo Santana do Brasil e *Dirquadim schaefferi* do Cenomaniano do Kem Kem do Marrocos (GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006).

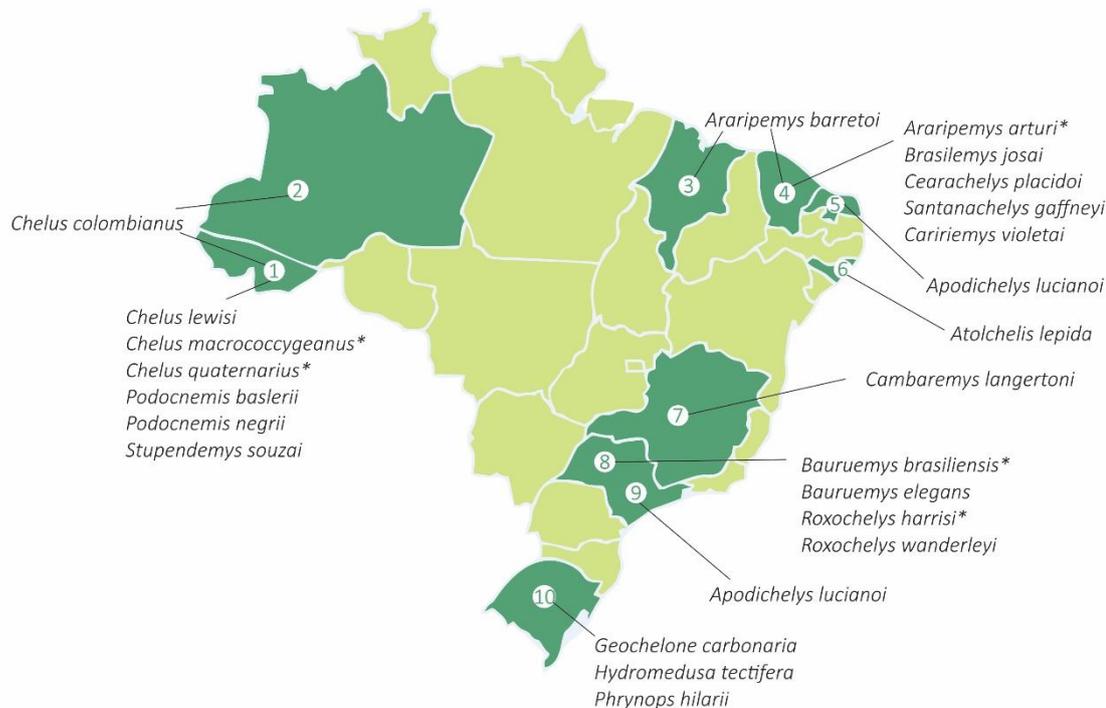
Araripemydidae também é formada por dois gêneros, *Araripemys barretoii* do Aptiano-Albiano também do Grupo Santana e *Laganemys tenerensis* do Cretáceo Médio da Nigéria (DE LA FUENTE; STERLI; MANIEL, 2014).

#### **4.6. Tartarugas Fósseis do Brasil**

O Brasil possui um amplo registro de quelônios, tanto fósseis como recentes. Dentre os fósseis, existem, aproximadamente, 24 espécies formalmente descritas, provenientes da Bacia do Araripe, Bauru, do Acre, Sergipe-Alagoas, Potiguar, Parnaíba, São Luís, Paraná, Paraíba e Itaboraí (OLIVEIRA; ROMANO, 2007, OLIVEIRA; DEANTONI, 2013) (Fig. 13).

O registro mais antigo de tartaruga do país, datado do Barremiano (Cretáceo Inferior), com aproximadamente 125 milhões de anos, pertence à espécie recém-descrita *Atolchelys lepida* (Bothremydidae), proveniente da Formação Morro do Chaves, Bacia Sergipe-Alagoas (Romano *et al.*, 2014). Em seguida, os registros mais antigos datam do Aptiano (Cretáceo Inferior), com aproximadamente 110 milhões de anos, da Bacia do Araripe. Segundo Oliveira e Deantoni (2013) os trabalhos que listam as espécies de tartarugas fósseis no Brasil são restritos as publicações de Mones (1986), Melo e Schwanke (2006), Oliveira e Romano (2007). Os próprios autores (OLIVEIRA; DEANTONI, 2013) discutem sobre os quelônios fósseis para o estado de Pernambuco.

Figura 13- Distribuição das espécies de quelônios fósseis brasileiras nomeadas. (1) Neógeno da Bacia Amazonas no estado do Acre; (2) Neógeno da Bacia Amazonas no estado do Amazonas; (3) Cretáceo Inferior da Bacia do Parnaíba no Estado do Maranhão; (4) Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe no estado do Ceará; (5) Cretáceo Superior da Bacia Potiguar no estado do Rio Grande do Norte; (6) Cretáceo Inferior da Bacia Sergipe-Alagoas no estado de Alagoas; (7) Cretáceo Superior da Bacia Bauru no estado de Minas Gerais; (8) Cretáceo Superior da Bacia Bauru no oeste do Estado de São Paulo; (9) Oligoceno Superior-Mioceno Inferior da Bacia de Taubaté do leste do estado de São Paulo; (10) Pleistoceno Superior-Holoceno Inferior da Bacia do Paraná do estado do Rio Grande do Sul. As espécies com asteriscos são consideradas inválidas por alguns autores.



modificado de OLIVEIRA; ROMANO, 2007

A seguir, apresenta-se um resumo, baseado principalmente em Oliveira e Romano (2007) e Oliveira e Deantoni, (2013), sobre os achados de quelônios fósseis das bacias sedimentares do Araripe e da Paraíba, visto que o material do presente estudo foi encontrado em unidades litoestratigráficas desses afloramentos.

#### 4.6.1. Histórico de quelônios da Bacia do Araripe

Já foram registradas 5 espécies de tartarugas fósseis para a Bacia do Araripe: *Araripemys barretoii* Price, 1973; *Santanachelys gaffneyi* Hirayama, 1998, *Brasilemys josai* Broin, 2000; *Cearachelys placidoi* Gaffney, Campos e Hirayama, 2001; *Caririemys violetai*.

A primeira tartaruga dos estratos fossilíferos da Bacia do Araripe foi, preliminarmente, descrita por Beurlen e Barreto (1968) e, posteriormente, classificado por Price (1973) como sendo “Quelônio Amphichelydia no Cretáceo inferior do Nordeste do Brasil” *Araripemys*

*barreto* Price, 1973 (Pleurodira, Araripemydidae), designando gênero, espécie e família novos OLIVEIRA; ROMANO, 2007).

Em 1991, Gaffney e Meylan apresentam um novo espécime para os estratos do Membro Romualdo da Formação Santana, FR 4922. Este exemplar foi, posteriormente, inserido na análise de Meylan (1996), que avaliava as relações filogenéticas de *Araripemys barreto*, no entanto, seu posicionamento ainda é bastante contestado (OLIVEIRA, 2006).

Em 2005, Oliveira e Kellner, relataram a primeira ocorrência de Araripemydidae nos estratos fossilíferos da Formação Crato do Grupo Santana. No mesmo ano, Fielding, Martill e Naish descrevem uma nova espécie, *Araripemys arturi*. As espécies do gênero *Araripemys*, ainda não estão bem definidas, visto que, alguns pesquisadores discordam se tratar de duas espécies distintas, considerando *Araripemys arturi* sinonímia de *Araripemys barreto* OLIVEIRA; ROMANO, 2007).

Em 2007, Batista e Carvalho identificam um *Araripemys barreto* nos estratos fossilíferos da Formação Itapecuru (Aptiano-Albiano da Bacia do Parnaíba), estado do Maranhão. Segundo os autores, o fato de *Araripemys barreto* estarem presentes em duas bacias, provavelmente, indica a existência de uma província paleobiogeográfica para estes quelônios pleurodiras na região meio-norte do Brasil durante o Cretáceo Inferior.

A segunda espécie de tartaruga, *Santanachelys gaffneyi* (Cryptodira, Protostegidae), descrita por Hirayama (1998) foi nomeada para os estratos fossilíferos do Grupo Santana do estado do Ceará. Datada do Albiano com cerca de 110 milhões de anos, seu holótipo corresponde ao exemplar mais antigo de tartarugas marinhas (HIRAYAMA, 1998, SANTOS et al., 2011). Vale ressaltar também que, no Brasil, *Santanachelys gaffneyi* é a única pertencente a subordem Cryptodira.

Em 2000, Lapparent de Broin descreveu *Brasilemys josai* (Pleurodira, Brasilemydidae), dos estratos fossilíferos da Formação Romualdo do estado do Ceará. E um ano depois, Gaffney, Campos e Hirayama (2001) descreveram *Cearachelys placidoi* (Pleurodira, Bothremydidae) encontrado também na Formação Romualdo. Por último, o quinto gênero de tartaruga da Bacia do Araripe, *Caririemys violetai* descrita por Oliveira e Kellner (2007), nos depósitos da Formação Romualdo.

#### 4.6.2. Histórico de Quelônios da Bacia da Paraíba

Embora exista uma grande diversidade de fósseis de tartarugas encontradas no Brasil, relatos para o estado de Pernambuco são escassos. Até o presente momento, só foram registradas na Formação Maria Farinha (Daniano) da Bacia da Paraíba em Campos (1977), Campos e Broin (1981), Gallo et al. (2001), Silva (2007), Silva et al. (2007), Oliveira e Deantoni (2013), entretanto os autores pouco avançaram as pesquisas a respeito das afinidades taxonômicas, paleoecológicas e paleobiogeográficas.

O primeiro relato tratasse de uma Dissertação de Mestrado de Campos (1977), onde ele reporta sobre um casco completo associado ao gênero *Podocnemis* Wagler, 1830 (Pelomedusoides, Podocnemididae). No entanto, segundo uma revisão de Oliveira e Deantoni (2013), o fóssil não apresenta nenhuma característica que possa de fato corroborar essa associação. Campos e Broin (1981) mencionam sobre um quelônio da Família Pelomedusidae de possível gênero e espécie novos. Oliveira e Deantoni (2013) acreditam que este, trata-se do mesmo material de Campos (1977).

Os demais trabalhos apenas comentam a existência de quelônios fósseis na Formação Maria Farinha: Gallo et al. (2001), com base em um fragmento de carapaça classificado, preliminarmente, como sendo também da família Pelomedusoides; Silva (2007) e Silva et al. (2007), que apenas mencionaram o material que é aqui estudado; Oliveira e Romano (2007) e Oliveira e Deantoni (2013) comentam sobre os trabalhos anteriores.



# *CAPÍTULO 5*

## *RESULTADOS*

*Aline Ghilardi  
2010*

## 5. RESULTADOS

Os resultados obtidos no presente trabalho serão apresentados na forma de dois artigos científicos, a saber:

Artigo 1: **A NEW SIDE-NECKED TURTLE (PELOMEDUSOIDES: BOTHREMYDIDAE) FROM THE EARLY PALEOCENE (DANIAN) MARIA FARINHA FORMATION, PARAÍBA BASIN, BRAZIL.** Submetido em 23 de junho de 2015, à revista Zootaxa.

Artigo 2: **NOVOS MATERIAIS DE *Araripemys barreto* DA FORMAÇÃO ROMUALDO (ALBIANO - BACIA DO ARARIPE), PERNAMBUCO, BRASIL.** Submetido em 03 de junho de 2015, à revista Estudos Geológicos e aprovado para publicação em 17 de junho de 2015.

# *ARTIGO 1*

**A NEW SIDE-NECKED TURTLE (PELOMEDUSOIDES:  
BOTHREMYDIDAE) FROM THE EARLY PALEOCENE (DANIAN)  
MARIA FARINHA FORMATION, PARAÍBA BASIN, BRAZIL**

**A NEW SIDE-NECKED TURTLE (PELOMEDUSOIDES: BOTHREMYDIDAE) FROM THE EARLY PALEOCENE (DANIAN) MARIA FARINHA FORMATION, PARAÍBA BASIN, BRAZIL**

ANNY RAFAELA DE ARAÚJO CARVALHO<sup>1\*</sup>, ALINE MARCELE GHILARDI<sup>2</sup>  
& ALCINA MAGNÓLIA FRANCA BARRETO<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Av. Acadêmico Hélio Ramos, S/N, 50740-530, Cidade Universitária, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil. E-mails: anny.2010@gmail.com, alcina@ufpe.br*

<sup>2</sup>*Departamento de Geologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ – Av. Athos da Silveira, 274, bloco G, 21949-900, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. E-mail: alinemghilardi@yahoo.com.br*

\* *Corresponding author: Tel. +55(81) 2126-7933. E-mail address: anny.2010@gmail.com*

## Abstract

The limestone and marl from the Maria Farinha formation (Paraíba Basin, NE Brazil) accumulated in a shallow continental shelf environment during the expansion of the Atlantic Ocean in the early Paleocene (Danian). It contains a rich paleontological record, which comprises many marine invertebrates, several species of bony and cartilaginous fishes, a crocodylomorph and turtle remains. Here, we describe a new genus and species of pleurodire turtle from the Maria Farinha Formation, based on a nearly complete plastron, an incomplete left pelvic girdle, and four dermal plates of the carapace. We tested the phylogenetic position of *Inaechelys pernambucensis* gen. et sp. nov. by including it in a comprehensive cladistics analysis of pleurodires. The new species is included within Bothremydidae, with affinities to Bothremydini, positioned as the sister group of *Rosasia soutoi*. *Inaechelys pernambucensis* gen. et sp. nov. differs from *R. soutoi* for the almost straight cranial edge of the anterior lobe of its plastron, as well as for its pentagonal shaped entoplastron and its abdominal shield midline, which is considerably smaller than the respective femoral shield midline. *Inaechelys pernambucensis* is the first turtle species formally described from Brazilian Paleocene strata. Within the Bothremydidae, it is also the first conclusively fully marine species described for this country. This new register contributes to the understanding of the ecology and paleobiogeographical distribution of the Bothremydidae family.

**Keywords:** Reptilia, Testudines, Pleurodira, fossil, herpetology.

**Institutional abbreviations:** DGEO-CTG-UFPE – Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, campus Recife, Brazil; PALEOLAB - Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Pernambuco, Brazil

**Anatomical abbreviations:** **Abd** – Abdominal scute; **An** – Anal scute; **An not** – Anal notch; **Ax p** – Axillary process; **Ent** – Entoplastron; **Epi** – Epiplastron; **Fem** – Femoral scute; **Fra** – Bone fragment; **Gul** – Gular scute; **Hum** – humeral scute; **Hyo** – Hyoplastron; **Hyp** – Hypoplastron; **Int** – Intergular scute; **Isch sc** – Ischium scar; **Mes** – Mesoplastron; **Cos** – Costal plates; **Pub sc** – Pubic scar; **Xip** – Xiphiplastron.

## 1. Introduction

Maria Farinha Formation, Paraíba Basin, northeast Brazil, represents a marine environment of the early Cenozoic Era, right after the extinction event of the K/Pg. It has a rich fossil record of invertebrates and vertebrates. Among the vertebrates, several species of fish are reported, and at least one species of crocodyliform was described (Gallo *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2007; Barbosa *et al.*, 2008). Chelonian remains are relatively rare and until now were only formerly reported as possible Pelomedusoides (Gallo *et al.*, 2001; Oliveira & Romano, 2007; Oliveira & Deantoni, 2013).

Only three countries in South America have formal records of fossil turtles in Paleocene strata. These include Argentina, Colombia, and Brazil (Bona & De La Fuente, 2005; Oliveira & Romano, 2007; Cadena *et al.*, 2010; Cadena *et al.*, 2012). In Brazil, these fossils occur primarily in the states of Rio de Janeiro (São José de Itaboraí Basin) and Pernambuco (Paraíba Basin) (Oliveira & Deantoni, 2013).

Paula-Couto (1958) was the first to report turtle fossils from São José de Itaboraí Basin. After that, Campos (1977) and Campos & Broin (1981) described further chelonian fossils for the same geological unit, which were all assigned to the Pelomedusidae family. Regarding the Paraíba Basin, Gallo *et al.* (2001) published the first chelonian material for the Maria Farinha Formation. It consisted of a fragmentary carapace, which, according to the author, had possible affinities to Pelomedusoides. Years later, Silva (2007) and Silva *et al.* (2007) mentioned the discovery of an almost complete plastron with some associated bones in the same fossiliferous area. After careful preparation and analysis, the material showed some distinct characters and is finally fully described in the present paper.

The purpose of this manuscript is to diagnose a new taxon and provide a detailed description of its morphology.

## 2. Material and methods

The material described in this work was found in the Poty cement quarry, in Paulista municipality, Pernambuco state, northeast Brazil (07°59 'S, 34°51' W). Poty quarry is of particular interest for paleontologists as it involves a continuous marine section of the K/Pg

transition (Albertão *et al.*, 1994). The referred fossils were collected in 2005 during a fieldwork excursion by a team of paleontologists of the Laboratório de Paleontologia (PALEOLAB) of the Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). They consist on a fragmentary specimen, found partially articulated and encased in a single large block of limestone with typical lithological features of Maria Farinha Formation (Paraíba Basin). The block was exposed during mining activity. Bone elements identified include four dermal plates of the carapace, an almost complete plastron and an incomplete pelvis with the left ilium and pubis articulated. All elements most likely belong to the same individual.

The material here described is held at the macrofossil collection of the Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências, of the Universidade Federal de Pernambuco (DGEO-CTG-UFPE).

The anatomical nomenclature used in this work follows Zangerl (1969). The comparative analysis was based on Pelomedusoides turtles from South America and Europe, preferably taxa from the Cretaceous and Paleogene. The species considered for direct comparison were *Araripemys barretoii* Price, 1973, *Cearachelys placidoi* Gaffney, Campos, & Hirayama, 2001 and *Euraxemys essweini* Gaffney, Tong, & Meylan, 2006, from Lower Cretaceous of Brazil; *Bauruemys elegans* Suárez, 1969, from Upper Cretaceous of Brazil; *Chedighaii barberi* Gaffney et al. 2006, from Late Cretaceous of U.S.A; *Elochelys convenarum* Laurent, Tong & Claude, 2002, and *Foxemys mechinorum* Tong, Gaffney, & Buffetaut, 1998, from Upper Cretaceous of France; *Peltocephalus dumerilianus* Schweigger, 1812, a living species from Venezuela and Brazil (Amazonas and Pará); *Puentemys mushaisaensis* Cadena, Bloch & Jaramillo, 2012, from the Paleocene of Colombia; *Rosasia soutoi* Carrington da Costa, 1940, from Upper Cretaceous of Portugal; and *Taphrophys congolensis* Dollo, 1913, from the Paleocene of Angola. *Portezueloemys patagonica* de la Fuente, 2003, from Upper Cretaceous of Argentina, was used as outgroup.

Measurements of the fossil elements were taken using Vernier calipers and measuring tape. These measurements are available in Appendix 1. The pictures presented here were taken with a digital camera (Sony DSC H50, 9.0 megapixels) and edited in Photoshop CS6 for contrast and background removal. The drawings were made in CorelDraw X7.

To test the phylogenetic position of *Inaechelys pernambucensis* gen. et sp. nov., it was included in the character/taxon matrix of Gaffney *et al.* (2006), with additions and modifications proposed by Gaffney *et al.* (2009), Gaffney & Krause (2011), Cadena *et al.*



vertebrates, several taxa have been identified. They consist mainly of boney and cartilaginous fish (Silva, 2007; Silva *et al.*, 2007; Barbosa *et al.*, 2008), but there are also marine reptiles such as a crocodylomorph and turtles remains (Campos, 1977; Campos & Broin 1981; Gallo *et al.*, 2001; Silva, 2007; Silva *et al.*, 2007).

The Danian age inferred for Maria Farinha Formation was established by the presence of the Foraminifera *Globigerina* (E.) *finja* and the ostracods *Cytherella* aff. *ovoidea* and *Schizoptocythere potyensis*. Among macrofossils, the nautiloids *Cimomia pernambucensis* and *Hercoglossa lamegoi* also corroborate the dating (Barbosa, 2004). The fossil material described in the present work was found in the gray limestone layer of Maria Farinha Formation, associated with bone elements assigned to the crocodylomorph *Guarinisuchus munizi* Barbosa *et al.*, 2008.

## 4. Results

### 4.1. Systematics

ORDER TESTUDINES Linnaeus, 1758

SUBORDER PLEURODIRA Cope, 1864

HYPERFAMILY PELOMEDUSOIDES Cope, 1868

FAMILY BOTHREMYDIDAE Baur, 1891

*Inaechelys*, new genus

*Inaechelys pernambucensis*, new species

ETYMOLOGY: The generic name *Inae* is a variant of ‘Yemanjá’, the deity of the sea in the African cult, introduced in Brazil during slavery; *chelys* is from "turtle". The specific epithet *pernambucensis* refers to the state of Pernambuco, where the fossil was found.

HOLOTYPE: DGEO-CTG-UFPE 6171 – partial pelvis with left ilium and pubis articulated; DGEO-CTG-UFPE 6172 – costal plate; DGEO-CTG-UFPE 6173 – costal plate;

and DGEO-CTG-UFPE 6174 – almost complete plastron associated with two dermal plates of the carapace.

TYPE LOCALITY, HORIZON, AND AGE: Poty Quarry, located in the region of Paulista (07°59 'S, 34°51' W), north of Recife, Pernambuco state; Maria Farinha Formation, Paraíba Basin; Early Paleocene (Danian; Albertão *et al.*, 1994).

DIAGNOSIS: Medium to large sized Pelomedusoides with plastron consisting on 11 bones; pubic scar in the xiphiplastron, as usual in Pleurodira; anterior lobe of the plastron short and wide at its base, with the pectoro-abdominal groove in front of the mesoplastron, as in all the Bothremydidae. The humeropectoral sulcus does not contact the entoplastron or the epiplastron; the interfemoral dermal groove is longer than the dermal intraabdominal groove; and the plate sutures are highly serrated. The autapomorphic character of *I. pernambucensis* is a wider than tall pentagonal shaped entoplastron.

## 4.2. Description and comparisons

### 4.2.1. CARAPACE ELEMENTS

Just a few costal plates of the carapace were preserved. Two of them, DGEO-CTG-UFPE 6172 and DGEO-CTG-UFPE 6173 (Fig. 3A), were preserved perpendicularly to each other and are morphologically very similar. Both are lateromedially elongated, with an extension in their distal portions. Two other costal plates were preserved together through the sediment in the visceral face of the plastron (DGEO-CGT-UFPE 6174) (Fig. 4B). These are strongly interlinked and have a serrated contact. The surface of these bones is much worn, and it is not possible to see any scar or marking. It was not possible to define the position of these bones in the carapace.

### 4.2.2. PLASTRON

The plastron is fragmented but almost complete (Fig. 4). Its thickness gradually decreases in the anteroposterior direction. No fontanelle or foramen could be recognized. Scute sulci are pretty shallow, but the sutures are quite visible and serrated.

The dermal plates, epiplastron, entoplastron, hyoplastron, hypoplastron, and xiphiplastron are preserved articulated. The mesoplastron was not preserved, but its outline is visible on the distal side of hyoplastron and the right hypoplastron. The hyoplastron and left hypoplastron lack their distal parts.

The anterior lobe features a trapezoidal contour, with an almost straight anterior edge, similar to most Bothremydidae as *Elochelys convenarum*, *Cearachelys placidoi*, *Foxemys mechinorum* and *Taphrosphys congolensis*; but different from *Rosasia soutoi* and the Podocnemididae *Bairdemys venezuelensis*, *Portezueloemys patagonica* and *Bauruemys elegans*. The anterior lobe, apparently, is anteroposteriorly shorter than all taxa compared here, extending considerably in the posterolateral direction to the axillary process.

The posterior lobe is much longer than the anterior lobe, but narrower in the lateromedial direction, similar to *Elochelys convenarum*, *Cearachelys placidoi*, *Bairdemys convenarum*, *Chedighaii barberi* and *Rosasia soutoi*. The tapered shape is rather similar to *Euraxemys essweini*. The anal notch is small, semicircular, and wider than it is deep, very similar to that of *Araripemys barretoii*.

Figure 5 displays the plastrons of some Pleurodira for comparison with DGEO-CTG-UFPE 6174.

#### 4.2.2.1. Epiplastron

In the ventral view, the posteromedial edge of epiplastron presents a little-curved suture, which is posterolateral oriented with the entoplastron. Its posterolateral edge also features a little-curved suture with the hyoplastron. The posteromedial suture of the epiplastron has the same size as the suture of the entoplastron. This differs from *Elochelys convenarum*, in which this suture has more than half the length of the entoplastron. The lateromedial suture, where both epiplastra contact is very short, similar to *Taphrosphys congolensis*. The sutures of the gular shields and the intergular are quite shallow and barely visible. However, apparently, the gulars contact the entoplastron without crossing the anterior edge of the entoplastron, while the intergular completely overlaps with this bone, separating

the gulars, similar to *Rosasia soutoi*, *Chedighaii barberi*, *Foxemys mechinorum* and *Euraxemys essweini*.

In DGEO-CTG-UFPE 6174, the pectoral shield does not contact the epiplastron, similar to *Cearachelys placidoi*, *Rosasia soutoi*, and *Euraxemys essweni*, but different from *Bauruemys elegans*, *Bairdemys venezuelensis*, and *Foxemys mechinorum*.

#### 4.2.2.2. Entoplastron

This bone has a pentagonal shape, being wider than long, similar to Podocnemididae, especially *Peltocephalus dumerilianus*. It differs from *Elochelys convenarum*, *Cearachelys placidoi*, *Euraxemys essweini*, *Rosasia soutoi*, *Chedighaii barberi* and most Pelomedusoides, which have a diamond shape entoplastron. The shape of this plate, however, normally shows differences between its ventral surface and visceral surface. In the specimen of this study, it was not possible to observe the visceral face, since two costal plates of the carapace are attached to the anterior lobe of the plastron through the sediment. If removed, they could cause the whole specimen to collapse.

The width of the entoplastron in DGEO-CTG-UFPE 6174 is approximately half of the anterior lobe of the plastron. The length of the middle line is approximately as long as the distance between entoplastron and pectoro-abdominal groove. The anterolateral edge is slightly curved and is sutured to the epiplastron, being larger than the posterolateral edge. The posterolateral edge is also slightly curved and is sutured to the hyoplastron. The posteromedial edge is almost straight.

In DGEO-CTG-UFPE 6174, the pectoral shield does not contact the entoplastron, similar to *Cearachelys placidoi* and *Araripemys barretoii*, as well as the Euraxemydidae and Pelomedusidae. DGEO-CTG-UFPE 6174 is different from *Taphrophys congolensis*, *Chedighaii barberi*, *Elochelys convenarum*, *Puentemys mushaisaensis*, *Foxemys mechinorum*, *Portezueloemys patagonica*, *Bauruemys elegans*, *Bairdemys venezuelensis*, *Peltocephalus dumerilianus*, and the Chelidae family, in which the pectoral shield does contact the entoplastron.

#### 4.2.2.3. Mesoplastron

Despite not having been preserved, it was possible to infer some considerations on the mesoplastron because of the contour left on the distal side of the hyoplastra and the right hypoplastron. The mesoplastron of DGEO-CTG-UFPE 6174 featured a rounded shape and was displaced laterally in the middle portion of the bridge, similarly to *Cearachelys placidoi*, *Elochelys convenarum*, *Portezueloemys patagonica*, *Peltocephalus dumerilianus*, *Bauruemys elegans*, *Bairdemys venezuelensis*, *Foxemys mechinorum*, *Euraxemys essweini* and *Elochelys convenarum*. It differs from *Araripemys barretoii* and Chelidae, as these taxa have no mesoplastron. It is likely the pectoro-abdominal groove crossed the anterior mesoplastron, as in *Rosasia soutoi*, *Chedighaii barberi*, *Cearachelys placidoi* and *Euraxemys essweini*, but different from *Taphrophys congolensis*, *Foxemys mechinorum*, *Elochelys convenarum*, *Puentemys mushaisaensis*, *Portezueloemys patagonica*, *Peltocephalus dumerilianus*, *Bairdemys venezuelensis*, *Bauruemys elegans* and most Podocnemididae, in that the groove is more anteriorly displaced and does not contact the mesoplastron.

#### 4.2.2.4. Hyoplastron

This horizontal plate contributes to the anterior half of the bridge and the anterior lobe of the pectoral shield. The anterior edge of hyoplastron contacts medially with the entoplastron and laterally with the epiplastron. Its lateral border extends gradually and curves sharply in a lateral direction, extending dorsally to form the axillary process, similarly to *Euraxemys essweini*. Posteriorly, the hyoplastron has a concave lateral contact with the mesoplastron and a large transversal rectilinear contact, though a little inclined. This inclination is parallel between the left and right hyoplastra, the posterior suture of the left hyoplastron being more anterior on its medial portion than in the right hyoplastron. The posterior suture of the hyoplastron shows a strong serrated contact with the hypoplastron. The humero-pectoral groove is present in the anterior portion of the hyoplastron, and is posteriorly positioned in relation to the ento-hyoplastral and epi-hyoplastral sutures, similar to *Puentemys mushaisaensis*, *Araripemys barretoii*, *Cearachelys placidoi*, and *Portezueloemys patagonica*, and different from *Elochelys convenarum* and *Bauruemys elegans*. The medial portion of the hyoplastron is curved and transversely oriented.

#### 4.2.2.5. Hypoplastron

The hypoplastron is the horizontal plate that contributes to the posterior half of the bridge and with the posterior lobe of the plastron. The hypoplastron contacts anteromedially with the hyoplastron, anterolaterally with the mesoplastron and posteriorly with the xiphiplastron. It laterally extends in dorsal direction, forming the inguinal process, but this has not been preserved in DGEO-CTG-UFPE 6174.

The hypoplastron has a transversal inclined contact with the xiphiplastron. This inclination parallels the left and right hypoplastra but does not contact at its medial end. The posterior suture of the left hypoplastron is more anterior than the right hypoplastron in its middle portion.

In the hypoplastron of DGEO-CTG-UFPE 6174, the length of the medial edge of the abdominal shield is shorter than the femoral shield. This condition is similar to *Cearachelys placidoi*, *Bauruemys elegans*, *Chedighaii barberi* and *Peltocephalus dumerilianus*, but different from *Portozueloemys patagonica* e *Rosasia soutoi*, which possess the medial edge of the abdominal shield almost the same size of the femoral shield.

#### **4.2.2.6. Bridge**

Only a part of the right bridge was preserved, along with the axillary process. The bridge of DGEO-CTG-UFPE 6174 is anteroposteriorly larger than the anterior lobe, similarly to *Rosasia soutoi*, *Araripemys barretoii*, *Portozueloemys patagonica*, *Bauruemys elegans*, and *Peltocephalus dumerilianus* but different from *Cearachelys placidoi*, *Chedighaii barberi* and *Taphrophys congolensis*. The inguinal process was not preserved. Some isolated bony elements that are very fragmented can supposedly be parts of the bridge. However, their preservation condition limits any morphological study.

#### **4.2.2.7. Xiphiplastron**

The xiphiplastron is well preserved, except for a small broken part on its left side. This plate contributes to the posterior lobe of the plastron and anteriorly contacts the hypoplastron. The lateral limits of xiphiplastron extend posteromedially in a gradual rectilinear way, having no constriction in its caudal portion. In the ventral view, on the surface of xiphiplastron, a slightly sigmoidal groove anteromedially extending is observed, which corresponds to the femoro-anal groove. This condition is similar to *Cearachelys placidoi*, *Rosasia soutoi* and

*Chedighaii barberi* in its shape but differs from *Taphrophys congolensis*, *Elochelys convenarum*, *Puentemys mushaisaensis*, and *Foxemys mechinorum*. This groove is located at the level of the median region of the pelvic scar, approximately between the pubic scar and the ischial scar.

Pelvic scars are present. Their marks can be observed on ventral view of the xiphiplastron area. This portion of the plastron is so thin; that possibly because of the diagenetic compression, the scars are visible from the external surface as subtle reliefs and/or shadows. The scars cannot be visualized from the visceral face of the plastron, since this face is covered by sediment. The sediment, by its turn cannot be removed because this would certainly weaken the specimen and the caudal portion of the plastron would breakdown. Both marks of the ischial and pubic scars seem to be merged, forming a contour that resembles a peanut. In the left xiphiplastron, the pubic scar appear to be larger than the ischial scar; on the right, its outline seems to be deformed, and it is not possible to make such an inference. The pubic scar in DGEO-CTG-UFPE 6174 shows an anterolateral orientation, unlike *Foxemys mechinorum*, which displays an anteromedial positioning.

#### 4.2.3. PELVIC GIRDLE

The pelvic girdle consists of three bones (ilium, pubis, and ischium) united by the acetabulum. In DGEO-CTG-UFPE 6171, only the left ilium and pubis have been preserved (Fig.6).

The costal surface of the ilium has a triangular shape and is expanded craniocaudal to the called iliac-costal articular surface. The ilium body is anteroposteriorly shorter than lateromedially, giving it a flattened appearance. Pubis is located cranioventrally in the pelvic waist. It has a slightly smaller height than the ilium. The pubic symphysis is fragmented at the base, and pubis caudal margin is relatively concave. In its lateral side lies the articulation surface with the ilium (the pubic-iliac margin). In the middle portion of the pubis cranial margin, the lateral pubic process can be observed sutured to the plastron.

#### 4.3. PHYLOGENETIC ANALYSIS REMARKS

The phylogenetic analysis resulted in 24 most parsimonious trees of 438 steps. The resulting strict consensus tree is illustrated in figure 7.

*Inaechelys pernambucensis* gen. et sp. nov. was placed inside the clade Bothremydidae for character Char. 164: 1 -> 0. *Inaechelys* was placed as a sister group of *Rosasia soutoi* for a single character Char. 164: 1 -> 0.

## 5. Discussion and Conclusions

The fossil material here described is referred to the Order Pleurodira because of the presence of the pubic scar on the xiphiplastron, considered a synapomorphy of the group (Gaffney & Meylan, 1988; Broin, 2000). Also, the anal notch of the plastron confirms the affinity with this clade (De la Fuente and Iturralde-Vinent, 2001). *Inaechelys pernambucensis* can be included among the Pelomedusoides by having a lateral mesoplastron with a round shape (Gaffney *et al.*, 2006).

According to the direction of the pectoro-abdominal groove of DGEO-CTG-UFPE 6174 hyoplastron, we can say this is likely displaced anteriorly in the mesoplastron. Such a feature is diagnostic for the Bothremydidae family, as well as the anterior lobe of the plastron being smaller and wider at its base (Gaffney *et al.*, 2006).

Considering all the species used for direct comparison in this study, *Rosasia soutoi* from the Late Cretaceous (Late Campanian-Maastrichtian) of Portugal is the one that most resembled *Inaechelys pernambucensis*. In the phylogenetic analyses they are positioned as its sister groups. Similar to *I. pernambucensis*, *R. soutoi* presents: the breastplate shield contacting the mesoplastron but not the entoplastron or epiplastron; the intergular dividing the gular and contacting the entoplastron; the length of the bridge longer than the anterior lobe of the plastron; and the posterior lobe extent greater than the anterior lobe length. *Inaechelys pernambucensis* differs from *R. soutoi* mainly for the shape of the entoplastron. In *I. pernambucensis*, the entoplastron has a pentagonal shape, while in *R. soutoi* it is diamond shaped. *I. pernambucensis* also differs from *R. soutoi* for the cranial margin outline of the anterior lobe, which is almost straight. In *R. soutoi* the same outline is convex. Furthermore, the midline of *I. pernambucensis* abdominal shield is notably smaller than the midline of the femoral shield. In *R. soutoi* the midline of the abdominal shield is almost same size as the midline of the femoral shield. According to these highlighted differences, the fossil material described in this study was considered as belonging to a distinct genus and species. The geological setting and geochronological scenario of both taxa also reinforces this position.

*Inaechelys pernambucensis* is the first formally recognized turtle species for the Danian stage of the Paraíba Basin. It is also the first properly described turtle for the Brazilian Paleocene strata.

*Inaechelys pernambucensis* was found in a context that suggests marine habits. Although the hyperfamily Pelomedusoides currently inhabits continental waters, it is well known that in the geological past some Pelomedusoides species may have had marine habits (Wood, 1984; Nicholls, 1997; Gaffney et al., 2006, 2011; Ferreira *et al.*, 2015). *Inaechelys pernambucensis* only reinforces this assertion.

So far, only one definite fossil marine turtle has been formally named in Brazil, *Santanachelys gaffneyi* Hirayama, 1998 (Cryptodira, Protostegidae), from the Early Cretaceous (Aptian) Romualdo Formation (Santana Group), Araripe Basin (NE Brazil). Gaffney *et al.* (2006) suggested *Araripemys barretoii* and *Cearachelys placidoi*, likewise from Santana Group (Araripe Basin), could either be coastal or freshwater turtles. Whereas there is few geological information about the strata they were collected, their life environments remain unclear. Thus, *Inaechelys pernambucensis* is the first definite marine pleurodire to be named in Brazil so far. It extends the diversity and fossil record of marine fossil chelonians in the country.

Considering *Inaechelys* as sister taxon of *Rosasia*, it is possible to infer that probably there was a strong connection between northeastern Brazil and Europe during the Late Cretaceous. This matter should be further investigated.

According to Gaffney *et al.* (2006), bothremydids are found on every continent except Antarctica and Australia. They occur from the Cretaceous, possibly to the Miocene in geological settings that point to shallow marine and freshwater environments. In this regard, *Inaechelys pernambucensis* provides further information on the ecology and paleogeographical distribution of the Bothremydidae family.

### **Acknowledgments**

We are sincerely grateful to CAPES for the financial support and to the Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco for the opportunity of carrying out this work. We are also thankful to Edison Oliveira and Leonardo de M. Cordeiro for their valuable help with the Phylogenetic Analysis. Lastly, we would like to

acknowledge the Editor Mark Young and the reviewers for their valuable suggestions, which helped to significantly improve this manuscript.

## References

- Albertão, G.A., Koutsoukos, E.A.M., Regali, M.P.S., Attrep Jr, M. & Martins Jr, P. P. (1994) The Cretaceous–Tertiary boundary in southern low-latitude regions: preliminary study in Pernambuco, north-eastern Brazil. *Terra Nova*, 6, 366–375. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-3121.1994.tb00509.x>.
- Albertão, G.A. & Martins Jr, P.P. (1996) A possible tsunami deposit at the Cretaceous–Tertiary boundary in Pernambuco, Northeastern Brasil. *Sedimentary Geology*, 104, 189–201.
- Albertão, G.A. & Martins Jr, P.P. (2006) Estratos Calcários da Pedreira Poty (Paulista), PE - Evidencias de Evento Catastrófico no Primeiro Registro do Limite K-T Descrito na América do Sul. In: Winge, M.; Schobbenhaus, C.; Berbert-Born, M; Queiroz, E. T.; Campos, D. A.; Souza, C.R.G; Fernandes, A. C. S. (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*.
- Almeida, J.A.C. (2000) *Calacários Recifais eocênicos da Formação Maria Farinha na Sub-Bacia de Alhandra, Paraíba: Aspectos Taxonômicos, Paleoecológicos, Paleoambientais e Estratigráficos*. Master dissertation, Universidade Federal de Pernambuco, 164 pp.
- Almeida, J.A.C. (2007) *Iconofósseis de macrobioerosão na Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior-Paleógeno), Nordeste do Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco, 213pp.
- Barbosa, J.A. (2004) *Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil*. Master dissertation, Universidade Federal de Pernambuco, 219 pp.
- Barbosa, J.A. & Lima Filho, M. (2005) Os domínios da Bacia da Paraíba. In: 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, Salvador. Boletim Trabalhos, 1–6.

- Barbosa, J.A., Kellner, A.W.A. & Viana, M.S.S. (2008) New dyrosaurid crocodylomorph and evidences for faunal turnover at the K-P transition in Brazil. *Proceedings The Royal Society B*, 275 (1641), 1385–1391. <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2008.0110>.
- Barbosa J.A., Neumann V.H., Lima Filho M., Souza E.M. & Moraes M.A. (2007) Estratigrafia da faixa costeira Recife-Natal (Bacia da Paraíba e Plataforma de Natal), NE Brasil. *Estudos Geológicos*, 17 (2), 3–30.
- Barbosa, J.A., Souza, E. M., Lima Filho, M. F. & Neumann, V. H. (2003) A Estratigrafia da Bacia da Paraíba: Uma Reconsideração. *Estudos Geológicos*. 13, 89–108.
- Bona, P. & De La Fuente, M.S. (2005) Phylogenetic and paleobiogeographic implications of *Yaminuechelys maior* (Staesche, 1929) new comb., a large long-necked chelid turtle from the early Paleocene of Patagonia, Argentina. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 25 (3), 569–582. [http://dx.doi.org/10.1671/0272-4634\(2005\)025\[0569:PAPIOY\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1671/0272-4634(2005)025[0569:PAPIOY]2.0.CO;2).
- Broin, F. (2000) The Oldest pré-podocnemidid turtle (Chelonii, Pleurodira), from the Early cretaceous Ceará State, Brasil, and its environment. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 9, 43-95.
- Cadena, E.A., Bloch, J.I. & Jaramillo, C.A. (2010). New podocnemidid turtle (Testudines: Pleurodira) from the middle–upper Paleocene of South America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 30 (2), 367–382. <http://dx.doi.org/10.1080/02724631003621946>.
- Cadena, E. A., Bloch, J. I. & Jaramillo, C. A. (2012) New bothremydid turtle (Testudines, Pleurodira) from the Paleocene of northeastern Colombia. *Journal of Paleontology*, 86 (4), 688–698. <http://dx.doi.org/10.1666/11-128R1.1>.
- Cadena, E.A., Jaramillo, C.A., Bloch, J.I. (2013) New material of the Platycheilyd Turtle *Notoemys zapatocaensis* from the Early Cretaceous of Colombia: implications for understanding Pleurodira evolution. In.: *Morphology and evolution of turtles* (eds D Brinkman, P Holroyd, J Gardner), pp. 105–120, Vertebrate Paleobiology and Paleoanthropology Series. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Campos, D.A. (1977) *Tartarugas fósseis do Brasil*. Master dissertation, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 101 pp.

- Campos, D.A. & Broin, F. (1981) Tartarugas fósseis do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 53 (1), 210–211.
- Cassab, R.C.T., (1983). Moluscos fósseis da Formação Maria Farinha, Paleoceno de Pernambuco. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 55, 385–394.
- Ferreira, G.S., Rincón, A.D., Solórzano, A. & Langer, M.C. (2015) The last marine pelomedusoids (Testudines: Pleurodira): a new species of *Bairdemys* and the paleoecology of *Stereogenyina*. *PeerJ* 3:e1063; DOI 10.7717/peerj.1063
- Gaffney, E.S. & Meylan, P.A. (1988) A phylogeny of Turtles, pp. 157-219. In: M. Benton (ed.), *The Phylogeny and Classification of the Tetrapods*. Vol. 1: Amphibians, Reptiles, Birds. Clarendon Press, Oxford.
- Gaffney E.S. & Krause D.W. (2011) *Sokratra*, a new sidenecked turtle (Late Cretaceous, Madagascar) and the diversification of the main groups of Pelomedusoides. *Am. Mus. Novit.* 3728, 1–28. (doi:10.1206/3728.2)
- Gaffney, E.S., Campos, D.A. & Hirayama, R. (2001) *Cearachelys*, a new side-necked turtle (Pelomedusoides: Bothremydidae) from the Early Cretaceous of Brazil. *American Museum Novitates*, 3319, 1–20. [http://dx.doi.org/10.1206/0003-0082\(2001\)319<0001:CANSNT>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1206/0003-0082(2001)319<0001:CANSNT>2.0.CO;2)
- Gaffney, E.S., Krause, D.W., Zalmout, I.S. (2009) *Kinkonychelys*, a new side-necked turtle (Pelomedusoides: Bothremydidae) from the Late Cretaceous of Madagascar. *Am. Mus. Novit.* 3662, 1–25. (doi:10.1206/672.1)
- Gaffney, E. S., Tong, H. & Meylan, P.A. (2006) *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 300, 1–700. [http://dx Evolution of the Side-Necked Turtles: the Families Bothremydidae, Euraxemydidae, and Araripemydidae. http://dx.doi.org/10.1206/0003-0090\(2006\)300\[1:EOTSTT\]2.0.CO;2\).](http://dx.doi.org/10.1206/0003-0090(2006)300[1:EOTSTT]2.0.CO;2)
- Gaffney, E.S., Meylan, P.A., Wood, R.C., Simons E, Campos D.A. (2011) Evolution of the side-necked turtles: the family Podocnemididae. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* 350, 1–238. (doi:10.1206/350.1)
- Gallo, V., Figueiredo, F., Carvalho, L.B. & Azevedo, S.A.K. (2001) Vertebrate assemblage from the Maria Farinha Formation after the K-T Boundary. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 219 (3), 261–284.

- Goloboff, P.A., Farris, J.S., Nixon K.C. (2008) TNT, a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics* 24, 774–786. (doi:10.1111/j.1096-0031.2008.00217.x).
- De la Fuente, M.S. & Iturralde-Vinent, M. (2001) A new pleurodiran turtle from the Jagua Formation (Oxfordian) of Western Cuba. *Journal of Paleontology*, 75(4), 860–869.
- Morais, D.M.F. (2008). Sismoestratigrafia do Cretáceo Superior /Neógeno nas bacias de Pernambuco e da Paraíba, NE do Brasil. Master dissertation, Universidade Federal de Pernambuco, 70p.
- Muniz, G.C.B. & Ramirez, L.V.O. (1977) Observações ichnológicas preliminares na Formação Maria Farinha, Paleoceno do Nordeste. *In: Simpósio de Geologia do Nordeste*, 8, 1977. Atlas, Campina Grande, SBG/NE, pp. 111–119.
- Nicholls, E.L. (1997) Part III: Testudines. Introduction. *In: Callaway, J.M. & Nicholls, E.L. (Eds). Ancient Marine Reptiles*. Academic Press, San Diego, pp. 219–223.
- Oliveira, D.H., Pereira, P.A., Lopes, P.C., Rodrigues, J., De Paula, T.L.F., Silva, E.R.M., Freires, B.S. & Barreto, A.M.F. (2005) Considerações sobre o paleoambiente deposicional da Formação Maria Farinha, Daniano da Bacia da Paraíba, baseadas na relação entre foraminíferos planctônicos e bentônicos. *In: 21º Simpósio de Geologia do Nordeste*. Recife, Resumos expandidos, 19, 306–307.
- Oliveira, G.R.D.E. & Romano, P.S.R. (2007) Histórico dos achados de tartarugas fósseis do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, 65, 113–133.
- Oliveira, G.R. & Deantoni, F.O. (2013) Testudines Fósseis do Estado Pernambucano, o registro mais antigo de Tartarugas da Era Cenozóica do Brasil. *In: Sayão, J.M. (Org.) Fósseis do Litoral Norte de Pernambuco: Evidências da Extinção dos Dinossauros: 1 ed.* Recife: Zoludesing, 72–79.
- Oliveira, P.E. (1953) Invertebrados fósseis da Formação Maria Farinha. I-Cephalopoda. Rio de Janeiro. Departamento Nacional de Produção Mineral, Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, 33p. (Boletim 146).
- Paula-Couto, C. (1958) Idade geológica das bacias cenozóicas do vale do Paraíba e de Itaboraí. *Boletim do Museu Nacional (Nova Série, Geologia)*, 25: 1–18.
- Silva, M.C. (2007). *Os vertebrados da Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior-Paleoceno), Nordeste Do Brasil*. Master dissertation, Universidade Federal de Pernambuco.

- Silva, M.C. da, Barreto, A.M.F., Carvalho, I.D.S. & Carvalho, M.S.S. (2007) Vertebrados e paleoambientes do neocretáceo-daniano da Bacia da Paraíba. *Estudos Geológicos*, 17 (2): 85–95.
- Távora, V.A. & Miranda, M.C.C. (2004) Sistemática e tafonomia de uma fáunula de crustáceos decápodes da Formação Maria Farinha (Paleoceno), Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 7(1), 45–52. <http://dx.doi.org/10.4072/rbp.2004.1.03>
- Tinoco, I.M. (1977) Foraminíferos bentônicos da Formação Maria Farinha (Paleoceno de Pernambuco). In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 8, 1977. Atlas, campina Grande, SBG-Núcleo Nordeste: 65–69.
- Wood, R.C., (1984) Evolution of the pelomedusid turtles. *Stud. Geol. Salmant. Esp.* 1 (Stud. Palaeocheloniol. I), 269–282.
- Zangerl, R. (1969) The turtle shell. In: C. Gans (ed.), *Biology of the Reptilia, Morphology A*. London/New York, Academic Press, 311-339.

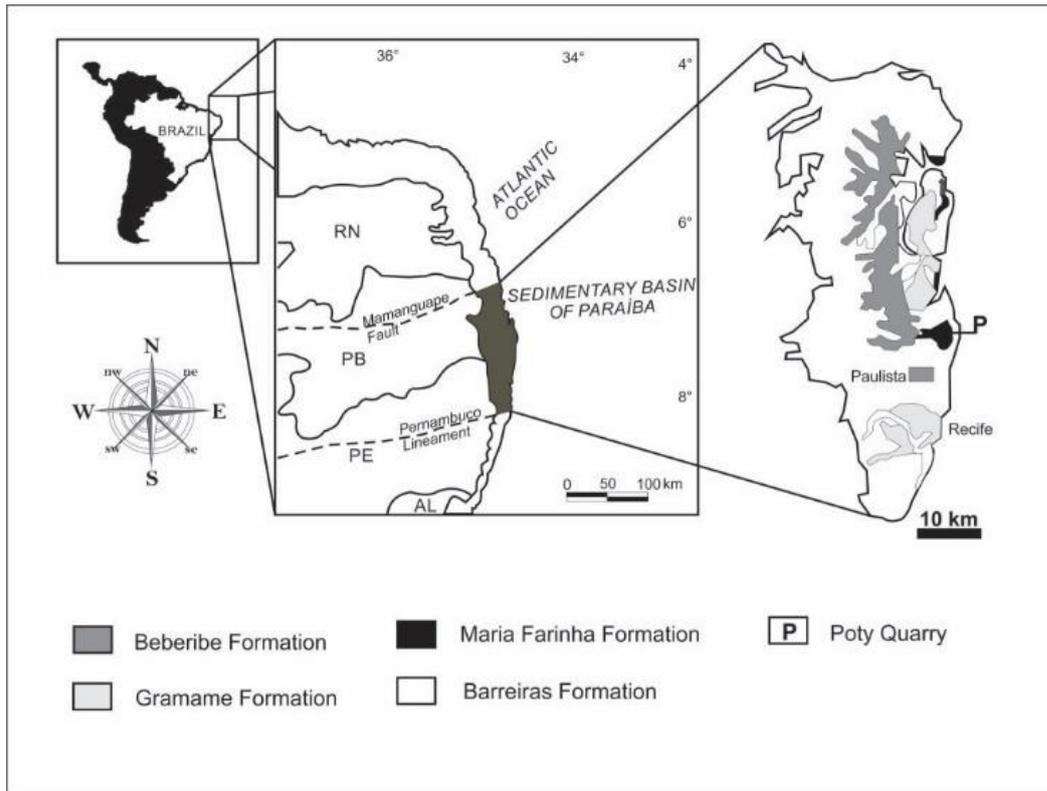


Fig. 14 – Simplified geological map of the Paraíba Basin showing the location of the Poty quarry (modified from Albertão & Martins Jr., 2006 and Barbosa & Lima Filho, 2006).

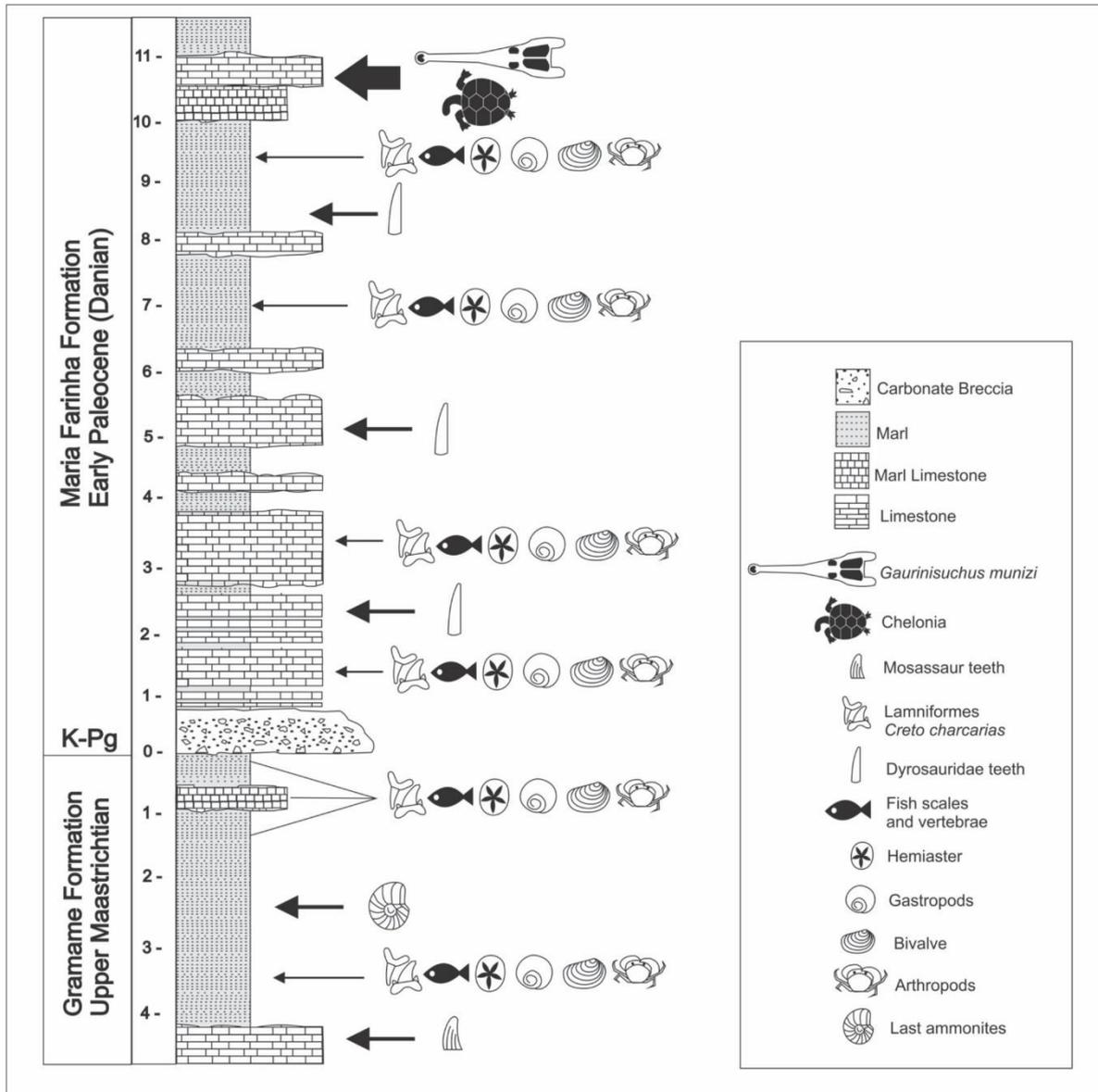


Fig. 15 - Stratigraphic chart of Poty quarry, Paraíba Basin (modified from Barbosa et al., 2008).

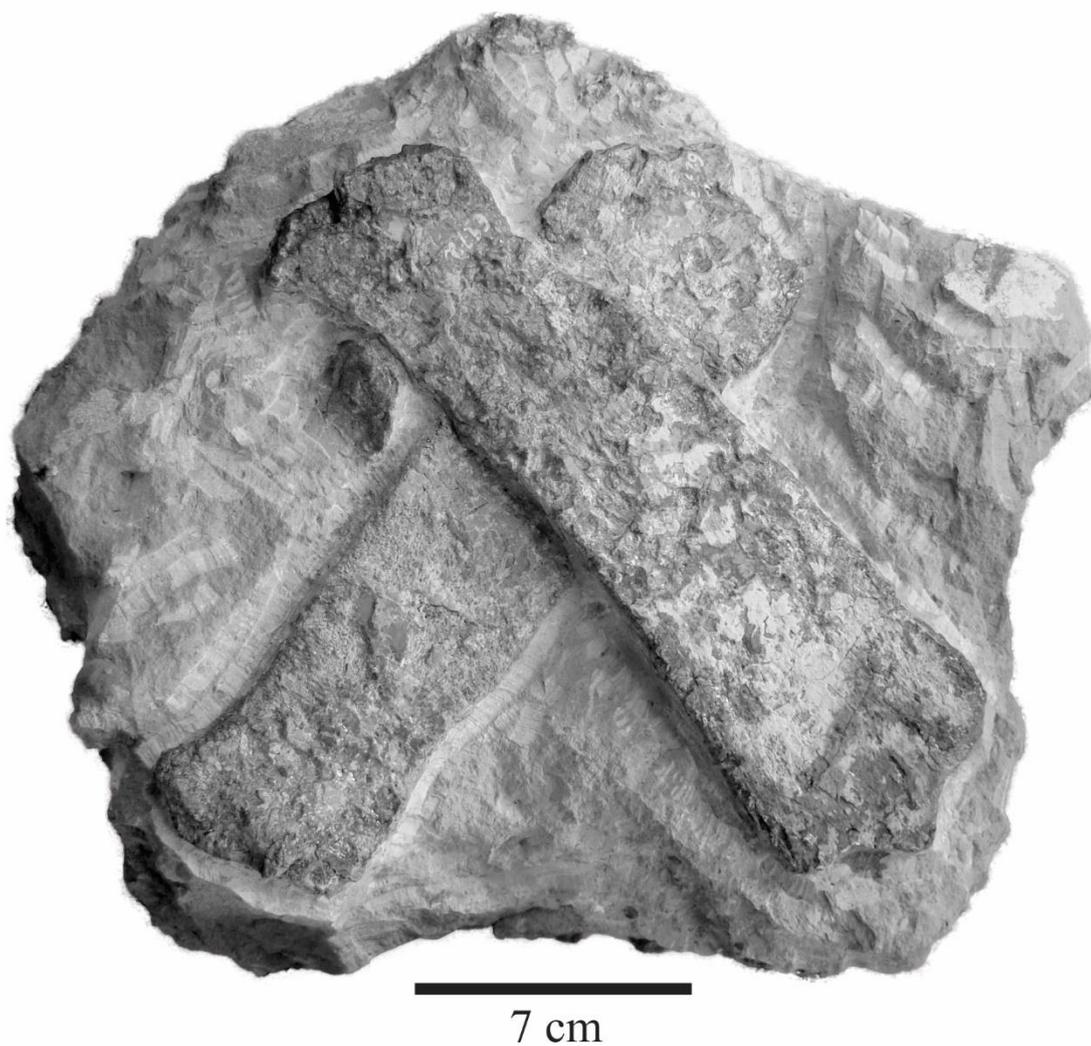


Fig. 16 - Costal plate DGEO-CTG-UFPE 6172 superimposed on dermal plate DGEO-CTG-UFPE 6173.

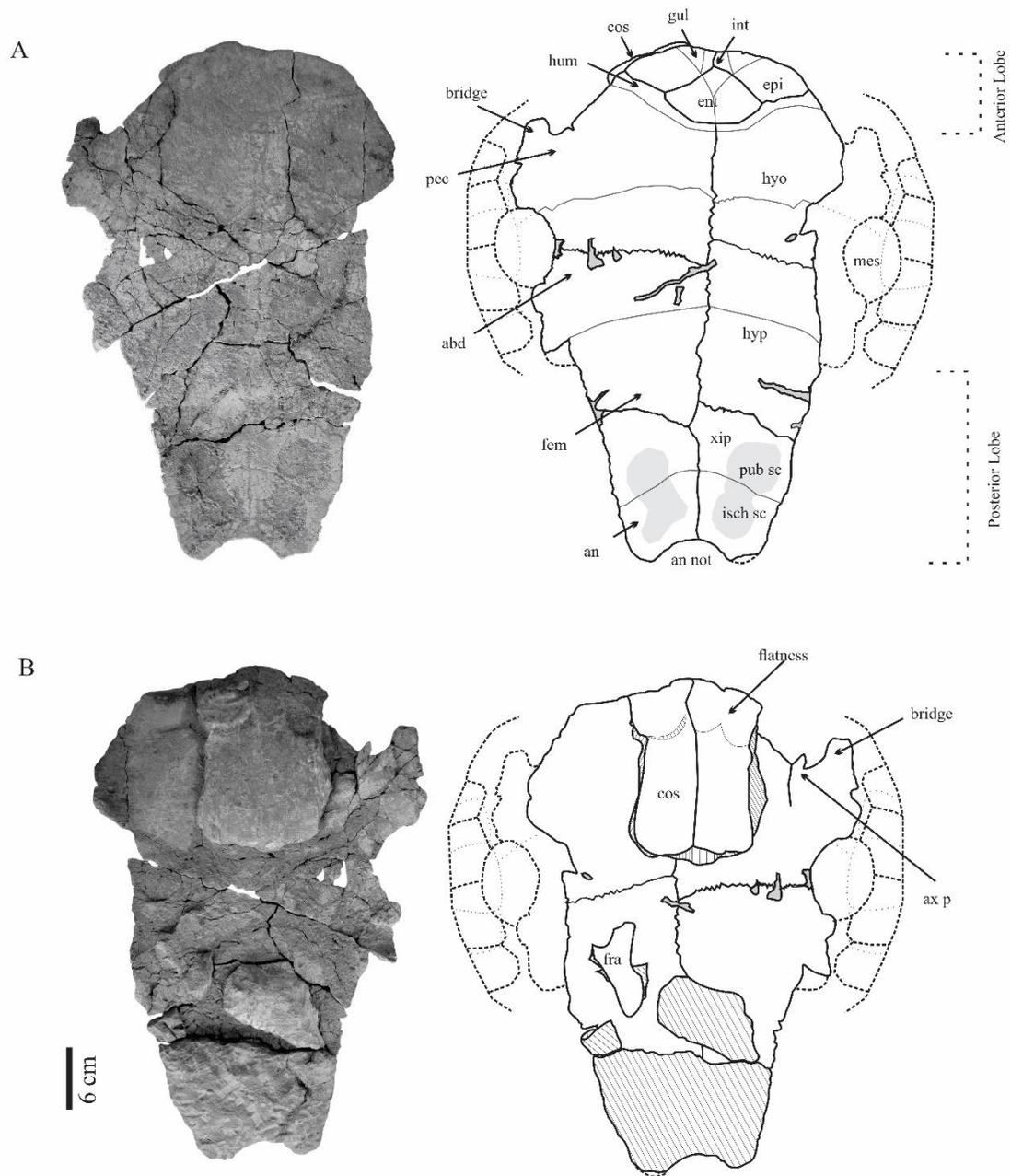


Fig. 17 - Plastron DGE0-CTG-UFPE 6174 in ventral view (1) and visceral view (2). Anatomical abbreviations: *abd* = abdominal scute, *an* = anal scute, *ax p* = axillary process, *cos* = costal plate.

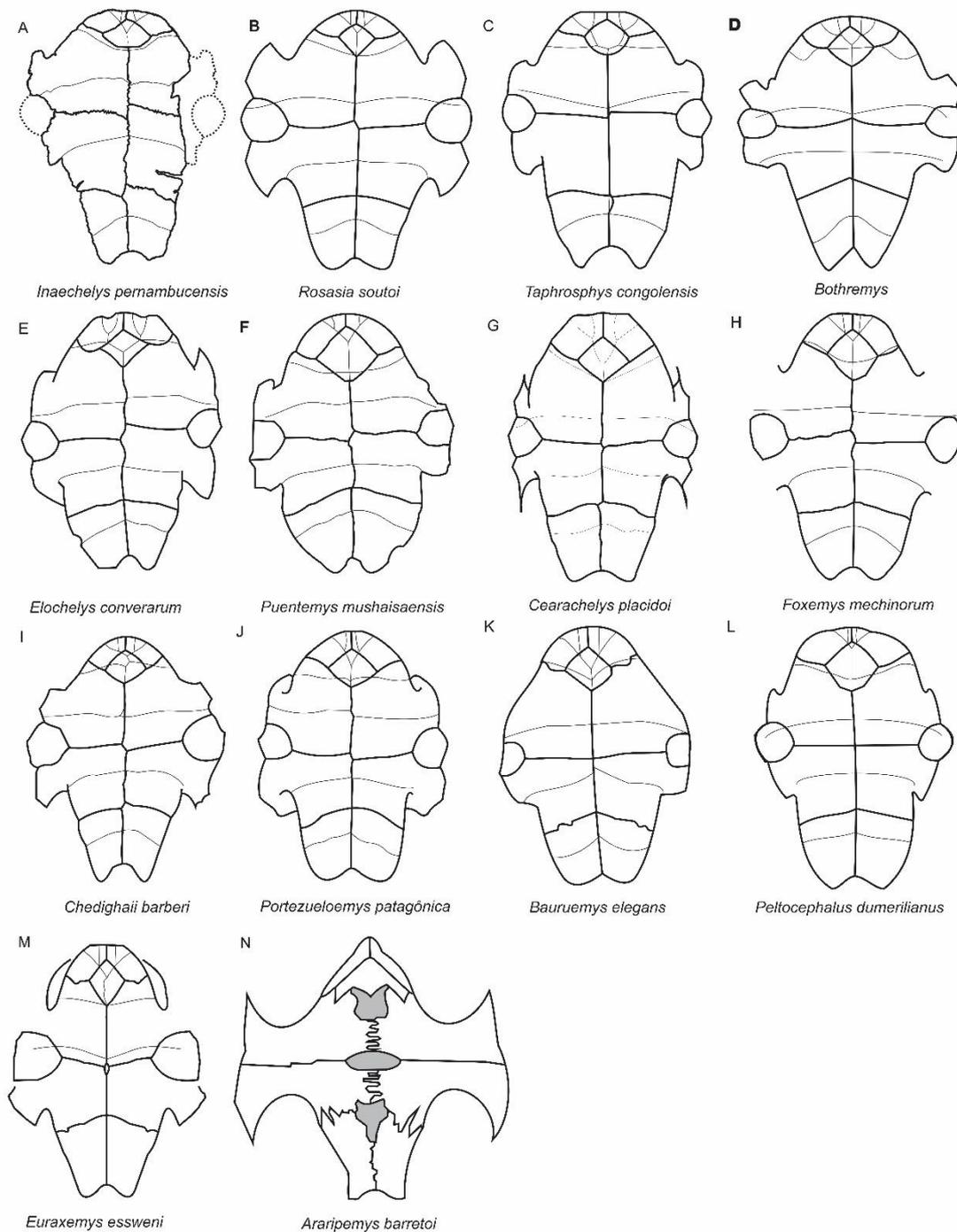


Fig. 18 - Plastrons of some side-necked turtle species. All in ventral view and not too scale. (A) *Inaechelys pernambucensis* (DCEO-CTG-UFPE 6174); (B) *Rosasia soutoi*; (C) *Taphrosphys congolensis*; (D) *Chedighaii barberi*; (E) *Elochelys converarum*; (F) *Puentemys mushaisaensis*; (G) *Cearachelys placidoi*; (H) *Foxemys mechinorum*; (I) *Bairdemys venezuelensis*; (J) *Portezueloemys patagonica*; (K) *Bauruemys elegans*; (L) *Peltoccephalus dumerilianus*; (M) *Euraxemys essweni*; (N) *Araripemys barretoii*.

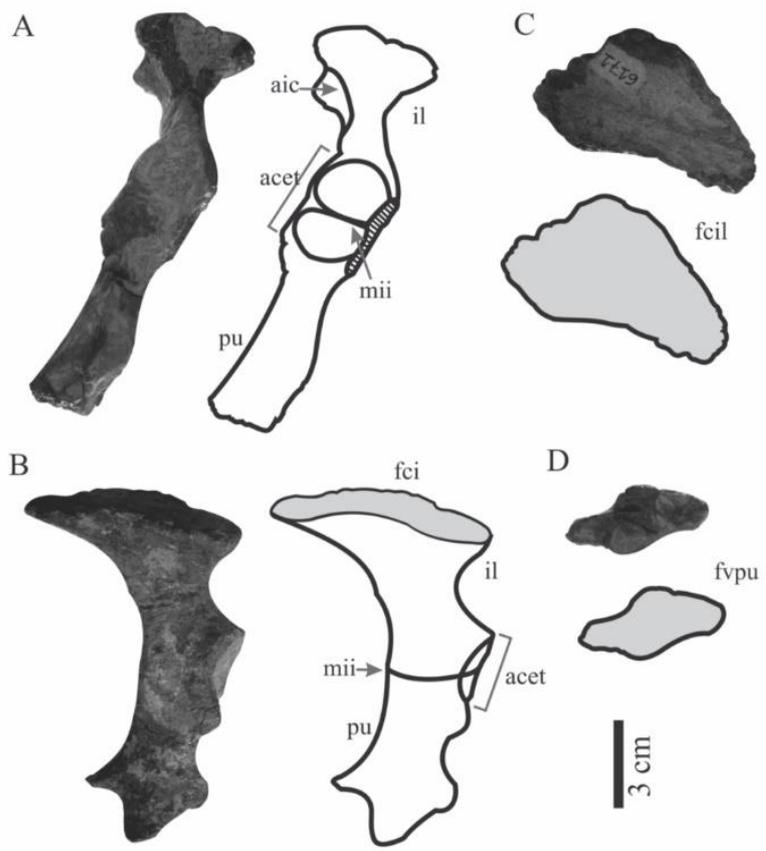


Fig. 19 - DGEO-CTG-UFPE 6171 in (A) external view (B) cranial view; (C) dorsal view and (D) ventral view. Anatomical abbreviations: pu = púbis; il = ilum; acet = acetabulum.

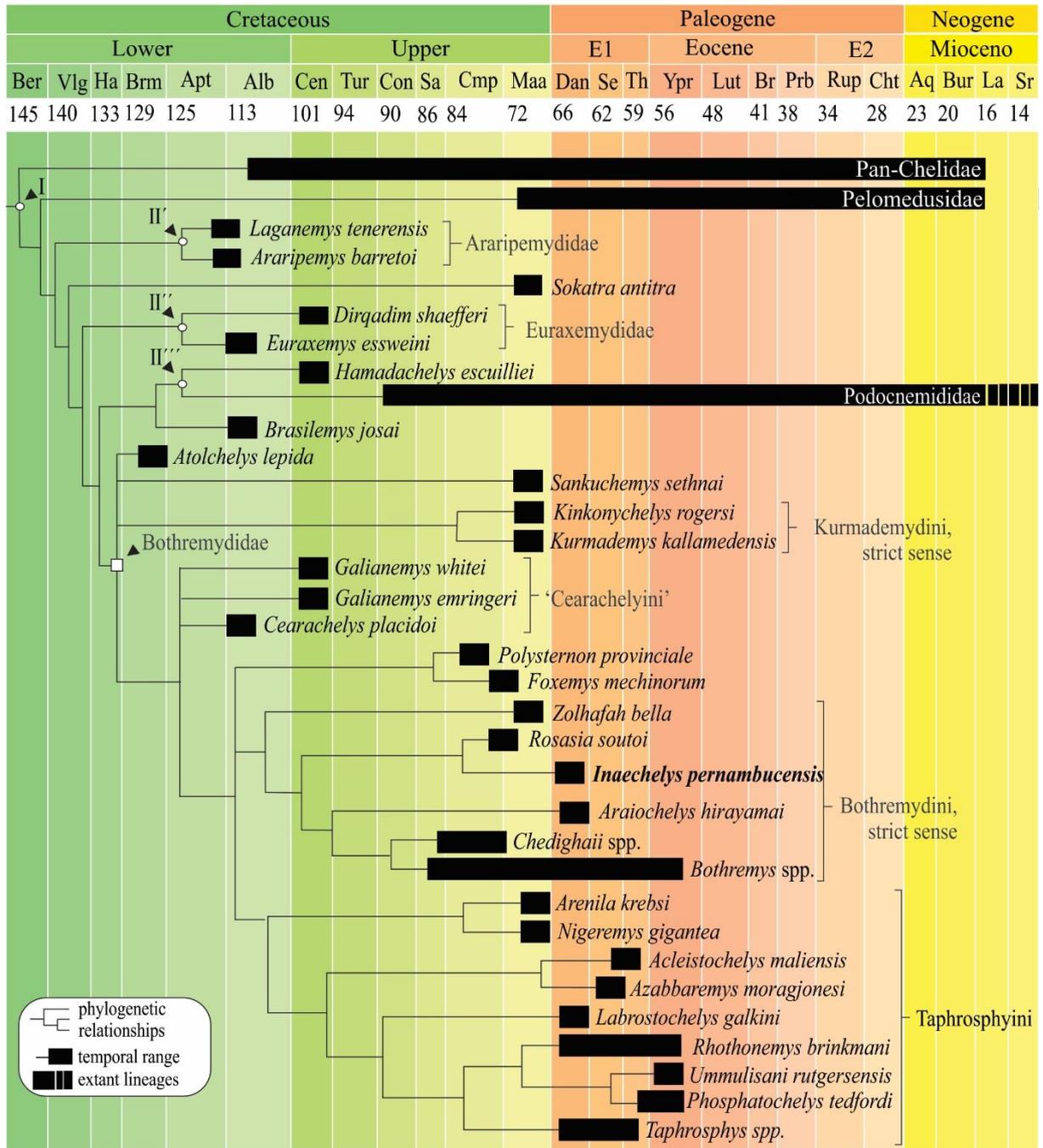


Fig.20 - Phylogenetic tree of crown pleurodiran based on the strict consensus of 24 most parsimonious trees of 438 steps superimposed on a geological timescale. Geochronology ages (in Ma) and abbreviations based on 2003' ICS Chart. Nodes I and II represent vicariance events (see Gaffney et al., 2010) (modified from Romano et al., 2014).

## APPENDIX 1

Tabela 1- *Inaechelys pernambucensis* postcranial measurements (in mm).

<b>Plastron measurements (mm)</b>			
Maximum length		440	
Maximum estimated width		360	
Length of the anterior lobe (to the axial notch)		95	
Width of the cranial end of the anterior lobe		150	
Estimated length of the posterior lobe (from the inguinal notch to the posterior end of the xiphiplastron)		170	
Preserved length of the bridge		220	
Estimated length of the bridge		240-250	
Deep of the anal notch		23	
Length of the anal notch		67	
Mesial width, estimated between the mesoplastrons		240	
Estimated width between the axillar notches		250	
Estimated width between the inguinal notches		210	
Mesial length of the entoplastron		50	
Maximum width of the entoplastron		85	
Length of the inter-hyoplastron suture		100-120	
Length of the inter-hypoplastron suture		140-145	
Length of the inter-xiphiplastron suture		95-110	
Length of the humerus shield at its midline (although the groove is barely visible)		23	
Length of the pectoral shield at its midline		approximately 56	
Length of the abdominal shield at its midline		approximately 110	
Length of the femoral shield at its midline Length of the femoral shield at its midline		124	
Length of the anal shield at its midline		60	
<b>Measurements of the carapace dermal plates (mm)</b>			
6172	DGEO-CTG-UFPE	length	165
		width	52-45
	DGEO-CTG-UFPE	length	170

6173	width	52-45
Length of the plates attached to the plastron:		165
Average width of each plate:		5
<b>Pelvic girdle measurements (mm)</b>		
Ilium base		60
Maximum height (Ilium + Pubis)		100
Maximum width of the base of the ilium		3.8
Height of the articular face of the ilium with the femur		18
Height of the articular face of the pubis with the femur		15
Midline of the articular face between the ilium and the pubis		13
Pubis height		55
Ilium height		45

## APPENDIX 2

Character List from Gaffney *et al.*, (2006), as used in this work.

1. NA, nasals: (0) present (*Emydura*) or (1) absent (*Pelusios*).
2. LA, lacrimal: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Emydura*).
3. LA, lacrimal foramen: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Emydura*).
4. PF, meet on midline in dorsal view: (0) no (*Proganochelys*) or (1) yes (*Pelusios*).
5. PF, preorbital skull broad: (0) narrow (*Galianemys*) or (1) very broad (*Bothremys*).
6. PF, anterior margin: (0) straight, broadly convex margin (*Pelomedusa*) or (1) narrow midline process, at least partially dividing nares (*Bothremys*).
7. PF, pf-pal contact: (0) absent (*Galianemys*) or (1) present in anterior wall of fossa orbitalis (*Bothremys*).
8. PF, pf-vo contact: (0) absent (*Proganochelys*) or (1) present (*Chelydra*).
9. PF, fissura ethmoidalis: (0) very wide (*Proganochelys*) or (1) narrow (*Pelusios*).
10. PF, pf-pa contact: (0) absent (*Galianemys*) or (1) present (*Phosphatochelys*).
11. FR, orbits facing upwards: (0) facing more laterally (*Galianemys*) or (1) facing more dorsally (*Bothremys*).
12. FR, foramen interorbitale: (0) high (*Galianemys*) or (1) low (*Bothremys*).
13. PA, qj-pa contact: (0) absent (*Proganochelys*) or (1) present, with qj large (*Euraxemys*) or (2) present, with qj small (*Phosphatochelys*).
14. PA, temporal emargination: (0) absent, slight, moderate (*Proganochelys*) or (1) extreme (*Kurmademys*) or (2) intermediate (*Galianemys*).
15. PA, pa-sq contact: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Pelusios*).

16. PA, contacts pt at base of processus trochlearis pterygoidei: (0) absent (*Pelusios*) or (1) present, ventral parietal process on lateral side of sulcus palatinoptyergoideus (*Bothremys*).
17. PA, sulcus palatinoptyergoideus: (0) absent (*Proganochelys*) or (1) high (*Galianemys*) or (2) low due to thicker pa, po (*Bothremys*).
18. PA, enters orbital margin: (0) no (*Galianemys*) or (1) yes (*Phosphatochelys*).
19. ST, supratemporal: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Pelusios*).
20. JU, jugal retracted from orbital margin: (0) enters orbit (*Pelusios*) or (1) partially retracted (*Cearachelys*) or (2) widely retracted (*Galianemys*).
21. JU, narrow dorsoventrally: (0) broader (*Bothremys*) or (1) narrower (*Taphrosphys*, *Labrostocheles*).
22. JU, ju-qu contact: (0) no (*Bothremys*) or (1) yes (*Azabbaremys*).
23. JU, exposure in triturating surface: (0) no exposure (*Pelusios*) or (1) small exposure (*Galianemys*) or (2) greater exposure (*Bothremys*).
24. SQ, posterior projection: (0) lacks projection (*Galianemys*) or (1) projects posteriorly, forming distinct process (*Bothremys*).
25. SQ, posteroventral vertical flange: (0) absent (*Galianemys*) or (1) present (*Labrostocheles*).
26. SQ, lateral tubercle: (0) absent (*Galianemys*) or (1) present (*Labrostocheles*).
27. PO, fossa orbitalis posterior enlargement: (0) absent (*Galianemys*) or (1) present (*Bothremys*).
28. PO, septum orbitotemporale: (0) absent (*Proganochelys*) or (1) postorbital wall closed (*Galianemys*) or (2) postorbital wall at least partially open (*Phosphatochelys*).
29. PO, size: (0) short (*Euraxemys*) or (1) long (*Galianemys*).
30. PM, protrudes anteriorly beyond labial ridge: (0) no, slightly (*Galianemys*) or (1) yes, in ventral view projects moderately at least (*Bothremys*).
31. PM, midline depression: (0) absent, shallow, indistinct (*Euraxemys*) or (1) present and distinct (*Bothremys*).

32. PM, midline dorsal process: (0) present, meeting nasals (*Proganochelys*) or (1) absent, low (*Galianemys*) or (2) present, partially, completely separates apertura narium externa (*Araiochelys*).

33. PM, dorsal sulcus: (0) smooth surface (*Bothremys*) or (1) sulcus on dorsal surface, parallel to anterior margin (*Phosphatochelys*).

34. MX, triturating surfaces: (0) narrow (*Taphrosphys*) or (1) wider (*Galianemys*) or (2) widest (*Bothremys*).

35. MX, pits: (0) absent (*Kurmademys*) or (1) present (*Bothremys*).

36. MX, accessory ridge: (0) absent (*Galianemys*) or (1) present (*Euraxemys*).

37. MX, labial ridge below orbit: (0) shallower (*Galianemys*) or (1) very deep ventrolateral to orbit (*Bothremys*).

38. MX, mx-qj contact: (0) absent (*Euraxemys*) or (1) present (*Galianemys*) or (2) absent due to qj absence (*Emydura*).

39. MX, mx-qu contact, cheek emargination: (0) absent, little or no emargination (*Galianemys*) or (1) present, no emargination (*Azabbaremys*) or (2) absent, barely separated by narrow fissure (*Phosphatochelys*) or (3) absent, deep emargination, qj present (*Euraxemys*) or (4) absent, deep emargination, qj absent (*Emydura*).

40. MX, orbital-narial bar width: (0) width intermediate (*Galianemys*) or (1) broad (*Bothremys*) or (2) extremely broad (*Labrostocheles*) or (3) extremely narrow (*Phosphatochelys*).

41. MX, dorsal process onto skull roof: (0) mx not constricting pf (*Galianemys*) or (1) extends

dorsomedially constricting pf (*Bothremys cooki*).

42. MX, ventral rim of orbit: (0) rim with distinct margin (*Galianemys*) or (1) rim absent, continuous slope (*Bothremys*).

43. MX, exposure in orbital floor: (0) mx broadly exposed in floor of orbit (*Galianemys*) or (1) narrowly or not exposed (*Azabbaremys*).

44. VO, mx-vo contact: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Azabbaremys*).

45. VO, absent: (0) present, paired (*Proganochelys*) or (1) present, single (*Galianemys*) or (2) absent (*Pelusios*).

46. VO, vomerine teeth: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Pelusios*).

47. VO, central bar: (0) sutured at both ends (*Galianemys*) or (1) sutured only anteriorly (*Azabbaremys*) or (2) absent.

48. PAL, foramen palatinum posterius: (0) in floor of orbit (*Chelydra*) or (1) behind orbit, in floor of sulcus palatinopterygoideus (*Pelusios*).

49. PAL, dorsally arched palate: (0) absent (*Galianemys*) or (1) present (*Azabbaremys*).

50. PAL, contribution to triturating surface: (0) little or none (*Euraxemys*) or (1) moderate to extensive (*Bothremys*).

51. QU, antrum postoticum: (0) absent, open incisura columellae auris (*Proganochelys*) or (1) small (*Bothremys*) or (2) absent, closed incisura (*Azabbaremys*) or (3) moderate-large (*Galianemys*).

52. QU, incisura columellae auris: (0) no posterior bony restrictions (*Euraxemys*) or (1) eustachian tube separated from stapes by bone or narrow fissure (*Foxemys*) or (2) eustachian tube and stapes enclosed by bone (*Podocnemis*).

53. QU, stapes contained in bony canal: (0) no (*Euraxemys*) or (1) yes (*Bothremys*).

54. QU, sulcus eustachii: (0) without ventral process (*Bothremys*) or (1) with ventral process (*Labrostocheilus*).

55. QU, trough on closed incisura columellae auris ridge: (0) absent (*Bothremys*) or (1) presente (*Galianemys*).

56. QU, fossa precolumellaris: (0) very small to absent (*Galianemys*) or (1) present but shallow (*Euraxemys*) or (2) deep and well defined (*Pelusios*).

57. QU, shelf below cavum tympani: (0) absent (*Galianemys*) or (1) lower portion of cavum

tympani unusually deep (*Bothremys*).

58. QU, medial process reaches braincase: (0) absent (*Chelydra*) or (1) present (*Pelusios*).

59. QU,qu-bo contact: (0) absent (*Euraxemys*) or (1) present (*Galianemys*).

60. QU, condylus mandibularis position: (0) posterior to or on bo-bs suture (*Galianemys*) or (1) anterior to bo-bs suture (*Pelusios*) or (2) posterior to condylus occipitalis (*Nigeremys*).

61. QU, fully formed cavum tympani: (0) absent (*Proganochelys*) or (1) present (*Pelusios*).

62. QU, cavum tympani with acute posterior edge: (0) no (*Proganochelys*) or (1) acute edge, also enclosed stapes (*Pelusios*).

63. QU, middle ear with complete lateral wall: (0) not complete (*Proganochelys*) or (1) complete (*Pelusios*).

64. QU, cavum tympani curved dorsally: (0) no (*Proganochelys*) or (1) yes (*Palaeochersis*).

65. QU, covers op laterally: (0) no (*Proganochelys*) or (1) yes (*Australochelys*).

66. QU, pocket for stapes articulation: (0) presente (*Proganochelys*) or (1) absent (*Australochelys*).

67. QU, cranioquadrate space: (0) relatively open (*Proganochelys*) or (1) a well defined canal

(*Australochelys*).

68. PT, fossa pterygoidea: (0) absent or small (*Pelusios*) or (1) moderate (*Galianemys whitei*)

or (2) deep and narrow (*Foxemys*).

69. PT, cavum pterygoidei: (0) absent (*Pelusios*) or (1) present (*Podocnemis*).

70. PT, processus trochlearis pterygoidei: (0) absent (*Proganochelys*) or (1) present (*Pelusios*).

71. PT, posteroventral flange: (0) absent (*Chelydra*) or (1) present, medial and ventral to processus trochlearis pterygoidei (*Pelusios*).

72. PT, processus pterygoideus externus: (0) without vertical plate (*Pelusios*) or (1) with vertical plate (*Chelydra*).

73. PT, trigeminal ridge (pt + qu): (0) absent (*Galianemys*) or (1) ridge extending posteroventrally from foramen nervi trigemini to condylus mandibularis (*Phosphatochelys*).

74. PT, foramen posterius canalis carotici interni position: (0) bs (*Proganochelys*) or (1) pt + qu (*Araiochelys*) or (2) bs in medial wall (*Kurmademys*) or (3) pr (*Pelomedusidae*) or (4) pt + bs (also + pr) (*Euraxemys*) or (5) pt + qu + bs (*Taphrosphys*) or (6) qu (*Labrostocheles*).

75. PT, pt in foramen posterius canalis carotici interni: (0) pterygoid does not enter foramen

posterius canalis carotici interni position (*Pelusios*) or (1) pterygoid enters anterior foramen

posterius canalis carotici interni position margin (*Galianemys*).

76. PT, foramen caroticum laterale: (0) presente (*Emydura*) or (1) absent (*Pelusios*).

77. PT, midline contact: (0) longer (*Galianemys*) or (1) very short (*Dirqadim*).

78. EPT, absent: (0) epipterygoid present (*Chelydra*) or (1) epipterygoid absent (*Pelusios*).

79. SO, so-qu contact: (0) absent (*Pelusios*) or (1) present on dorsal surface of otic chamber

(*Bothremys*).

80. SO, crista supraoccipitalis: (0) low to absent (*Proganochelys*) or (1) distinct sagittal plate

(*Pelusios*).

81. SO, wide occipital plate: (0) wide occipital plate with depressions (*Proganochelys*) or (1) absent (*Pelusios*).

82. EX, foramen jugulare posterius: (0) not formed in bone (*Proganochelys*) or (1) closed partially (*Galianemys*) or (2) closed completely (*Azabbaremys*).

83. EX, recessus scalae tympani: (0) not formed in bone (*Proganochelys*) or (1) formed in bone, also fenestra perilymphatica (*Pelusios*).

84. EX, condylus occipitalis: (0) basioccipital plus both exoccipitals (*Euraxemys*) or (1) exoccipitals only (*Pelusios*).

85. EX, ex-qu contact: (0) absent (*Pelusios*) or (1) extensive, pr absent (*Galianemys*) or (2) narrow, pr contact (*Euraxemys*) or (3) narrow, pr absent (*Brasilemys*).

86. EX, ventral process: (0) absent (*Pelusios*) or (1) present (*Euraxemys*).

87. BO, short: (0) long, length divided by width 5. 0.60 (*Pelusios*) or (1) short, length divided by width 5, 0.59 (*Bothremys*).

88. BO, thick: (0) bo + bs thick (*Proganochelys*) or (1) thinner (*Pelusios*).

89. BO, bo-op contact: (0) absent (*Galianemys*) or (1) present (*Pelomedusa*).

90. PR, hyomandibular nerve: (0) in canalis cavernosus (*Chelydra*) or (1) in its own canal

(*Podocnemis*).

91. PR, foramen stapediotemporale: (0) not a canal (*Proganochelys*) or (1) formed in bone as a canal (*Pelusios*).

92. PR, foramen stapediotemporale opens anteriorly: (0) no (*Pelusios*) or (1) yes (*Galianemys*).

93. PR, foramen stapediotemporale/foramen nervi trigemini: (0) separated by most of prootic

(*Pelusios*) or (1) separated by narrow bar of prootic (*Bothremys*).

94. PR, ventral exposure: (0) most of prootic exposed ventrally (*Emydura*) or (1) about half

covered by qu + bs (*Euraxemys*) or (2) nearly all covered by qu, bs, pt (*Taphrosphys*).

95. PR, qu-pt-bs exposure: (0) extensive exposure or no exposure (*Pelusios*) or (1) small exposure within qu-pt-bs suture (*Kurmademys*).

96. PR, processus trochlearis oticum: (0) absent (*Proganochelys*) or (1) present (*Chelydra*).

97. PR, plane of fenestra ovalis: (0) inclined (*Proganochelys*) or (1) vertical (*Chelydra*).

98. OP, processus interfenestralis expanded ventrally: (0) narrow ventrally (*Proganochelys*) or (1) expanded ventrally (*Pelusios*).
99. OP, processus interfenestralis covered ventrally: (0) visible ventrally (*Emydura*) or (1) covered ventrally (*Bothremys*).
100. OP, fenestra postotica closed medially: (0) open (*Euraxemys*) or (1) closed by op, qu contact (*Taphrosphys*).
101. OP, fenestra postotica a short slit: (0) more open (*Euraxemys*) or (1) small, horizontal slit (*Galianemys*).
102. OP, processus paroccipitalis: (0) projects posteriorly beyond sq (*Euraxemys*) or (1) smaller, anterior to sq (*Galianemys*).
103. OP, thin horizontal flange: (0) absent (*Galianemys*) or (1) present on posterior edge (*Chedighaii hutchisoni*).
104. BS, bs-qu contact: (0) absent (*Euraxemys*) or (1) present, wider (*Galianemys*) or (2) present, very narrow (*Azabbaremys*).
105. BS, interpterygoid vacuity: (0) large and open (*Proganochelys*) or (1) small, absent (*Pelusios*).
106. BS, ventral outline: (0) elongate, lacking sutured pterygoids (*Proganochelys*) or (1) triangular (baenids) or (2) pentagonal (*Taphrosphys*) or (3) very elongate (*Araripemys*) or (4) V-shaped (*Arenila*).
107. BS, processus clinoides: (0) present, with canal (*Pelusios*) or (1) absent, foramen nervi abducentis is a groove (*Bothremys*).
108. BS, skull akinetic: (0) no, open basiptyergoid articulation (*Proganochelys*) or (1) yes, basiptyergoid articulation fused (*Australochelys*).
109. BS, cultriform process: (0) rodlike, thin (*Proganochelys*) or (1) broad, flat, absent (*Australochelys*).
110. BS, sella turcica/dorsum sellae: (0) deep, welldefined (*Bothremys*) or (1) shallow, low margins (*Taphrosphys sulcatus*).
111. BS, ventral bs/bo tubercle: (0) single (*Proganochelys*) or (1) paired (*Australochelys*) or (2) absent (*Pelusios*).

112. CA, columella auris: (0) without footplate (*Proganochelys*) or (1) with wide footplate  
(*Pelusios*).
113. SP, splenial: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Pelusios*).
114. DEN, high lingual ridge: (0) no (*Pelusios*) or (1) yes (*Bothremys*).
115. DEN, pits: (0) no (*Euraxemys*) or (1) yes (*Bothremys*).
116. DEN, U-shaped lingual ridges: (0) absent (*Euraxemys*) or (1) form U-shape, also wedge  
(*Bothremys*).
117. DEN, sutured symphysis: (0) symphysis fused (*Bothremys*) or (1) symphysis sutured (*Euraxemys*).
118. DEN, triturating surfaces: (0) narrow (*Euraxemys*) or (1) wide posteriorly (*Cearachelys*).
119. DEN, widely exposed on lateral surface: (0) yes, in posterior part of jaw (*Euraxemys*) or (1) no, covered by surangular (*Bothremys*).
120. SUR, foramen nervi auriculotemporalis: (0) absent (*Proganochelys*) or (1) present (*Podocnemis*).
121. COR, wide lateral exposure: (0) no (*Euraxemys*) or (1) yes (*Bothremys*).
122. PRA, fossa meckelii open anteriorly: (0) closed by long ang-pra contact (*Euraxemys*) or (1) more open, short pra-ang contact (*Bothremys*).
123. ART, processus retroarticularis: (0) long, posterior (*Bothremys*) or (1) short, absent (*Pelusios*) or (2) long, posteroventral (*Podocnemis*).
124. VT, cervical ribs: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Pelusios*).
125. VT, cervical zygapophyses: (0) separate (*Proganochelys*) or (1) some fused (*Podocnemis*).
126. VT, cervical postzygapophyses: (0) separated from each other (*Proganochelys*) or (1) postzygapophyses elevated on neural spine (*Podocnemis*).
127. VT, cervical centrum: (0) not formed (*Proganochelys*) or (1) formed, wider than high (*Platycheilus*) or (2) formed, usually higher than wide (*Podocnemis*).

128. VT, cervical articulations: (0) amphicoelous, platycoelous (*Proganochelys*) or (1) (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (*Pelusios*) or (2) (3) (4) (5) (6) (7) (8) (*Emydura*).
129. VT, caudals: (0) platycoelous (*Proganochelys*) or (1) formed centra but variable (*Notoemys*) or (2) only procoelous (*Pelusios*).
130. SH, coracoid foramen: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Podocnemis*).
131. SH, coracoid shape: (0) flat plate (*Proganochelys*) or (1) columnar (*Podocnemis*).
132. PEL, tenth thoracic centrum: (0) not incorporated into sacrum (*Proganochelys*) or (1) incorporated into sacrum (*Pelusios*).
133. PEL, pelvis sutured to shell: (0) no (*Proganochelys*) or (1) yes (*Pelusios*).
134. PEL, ilium columnar: (0) no, inclined, with anterior, posterior processes (*Proganochelys*) or (1) columnar, expanded mediolaterally (*Podocnemis*).
135. PEL, narrow: (0) pelvis widely placed (*Proganochelys*) or (1) ilia close to midline (*Podocnemis*).
136. PEL, thyroid fenestra: (0) small (*Proganochelys*) or (1) large, broadly confluent (*Podocnemis*).
137. HUM, shoulder on lateral side of head: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Podocnemis*).
138. CAR, cervical scale: (0) present (*Emydura*) or (1) absent (*Podocnemis*).
139. CAR, nuchal width: (0) width 2 times wider than length, or more (*Platycheilus*) or (1) width greater than length, but less than 2 times (*Euraxemys*) or (2) width equals length (*Foxemys*) or (3) width less than length (*Teneremys*) or (4) *Araripemys* condition.
140. CAR, pygal notch: (0) present, wide (*Proganochelys*) or (1) present, narrow, spherical (*Proterochersis*) or (2) absent, margin smooth (*Podocnemis*).
141. CAR, neural series completeness: (0) to suprapygal (*Euraxemys*) or (1) to costals 8 (*Podocnemis*) or (2) to costals 7 (*Foxemys*) or (3) to costals 6 (*Chedighaii*) or (4) neurals discontinuous or absent (*Emydura*).
142. CAR, iliac scar: (0) absent (*Chelydra*) or (1) costals 7 and 8 (*Pelusios*) or (2) costals 7 and 8 and suprapygal (*Taphrosphys*).

143. CAR, costal one length: (0) costal 1 shorter or equal to 2 times length of costal 2 (*Euraxemys*) or (1) costal 1 two times longer than 2nd costal (*Foxemys*).

144. CAR, position of four sided neural: (0) neural one (*Euraxemys*) or (1) neural two (*Cearachelys*) or (2) neural three (*Araripemys*) or (3) four-sided neural absent (*Platemys*).

145. CAR, neural series pattern: (0) irregular, 2 and 4 quadrangular, alternating in width (*Platycheles*) or (1) irregular, width even (*Kayentachelys*) or (2) regular, most hexagonal, coffin-shaped (*Podocnemis*) or (3) neurals absent (*Platemys*) or (4) discontinuous (*Araiochelys*).

146. CAR, neural number: (0) more than 8 (*Kayentachelys*) or (1) 8 neurals (*Cearachelys*) or (2) 7 neurals (*Foxemys*) or (3) 6 or less (*Kurmademys*).

147. CAR, peripheral 1/ costal 1 contact length: (0) no contact (*Dortoka*) or (1) wide contact,

anterior margin less than 23 contact (*Rosasia*) or (2) narrow contact, anterior margin 23 contact (*Foxemys*) or (3) *Araripemys*.

148. CAR, axillary process contacts costal 1: (0) no contact (*Proganochelys*) or (1) contact presente but separated from costal 2 suture (*Chedighaii*) or (2) contact present and close to costal 2 (*Dortoka*).

149. CAR, axillary process extent: (0) reaches peripheral 2 (*Platycheles*) or (1) reaches anterior edge of peripheral 3 (*Emydura*) or (2) main body of peripheral 3 (*Chedighaii*).

150. CAR, inguinal buttress: (0) short or absent (*Proganochelys*) or (1) extends medially to center of costal 5 (*Chedighaii*).

151. CAR, supramarginal scales: (0) 12 (*Proganochelys*) or (1) 3 (*Proterochersis*) or (2) none

(*Podocnemis*).

152. CAR, vertebral scale width: (0) equal to or wider than pleural scales (*Proterochersis*) or (1) narrower than pleural scales (*Foxemys*).

153. CAR, vertebral scale 1 reaches anterior margin of shell: (0) no, first marginal scales meet on midline (*Podocnemis*) or (1) yes (*Araripemys*).

154. CAR, nuchal embayment: (0) no (*Emydura*) or (1) yes (*Chedighaii*).

155. CAR, first thoracic rib: (0) larger and separate (*Platycheilus*) or (1) smaller and closer to 2nd rib (*Podocnemis*).
156. CAR, costovertebral tunnel: (0) large anteriorly and posteriorly only (*Proganochelys*) or (1) large entire length (*Platycheilus*) or (2) small (*Chedighaii*).
157. CAR, thoracic rib one facet: (0) anterior edge smooth (*Proganochelys*) or (1) swollen articulation facet, tubercle (*Platycheilus*).
158. PLA, mesoplastra: (0) present, meet on midline (*Proganochelys*) or (1) present, wider than long (*Platycheilus*) or (2) present, rounder (*Chedighaii*) or (3) absent (*Emydura*).
159. PLA, entoplastron trapezoidal: (0) arrowshaped with posterolateral processes (*Proganochelys*) or (1) more trapezoidal (*Podocnemis*).
160. PLA, epiplastra meet in midline: (0) separated by entoplastron (*Proganochelys*) or (1) meet in midline (*Foxemys*).
161. PLA, dorsal epiplastral process: (0) very large (*Proganochelys*) or (1) small or absent (*Podocnemis*).
162. PLA, intergular scales: (0) one pair (*Proterochersis*) or (1) one intergular scale (*Foxemys*).
163. PLA, gular projections: (0) present (*Proganochelys*) or (1) absent (*Podocnemis*).
164. PLA, anterior lobe short: (0) width over length  $\leq 2.0$  (*Podocnemis*) or (1) width over length  $> 2.1$  (*Chedighaii*).
165. PLA, pectorals on entoplastron: (0) no (*Euraxemys*) or (1) yes (*Foxemys*).
166. PLA, pectorals on epiplastron: (0) no, far behind epiplastron (*Cearachelys*) or (1) on epiplastron, on epi-hyoplastron suture (*Foxemys*).
167. PLA, pectoral on mesoplastron: (0) yes (*Cearachelys*) or (1) anterior to mesoplastron (*Kurmademys*).
168. PLA, ischial attachment shape: (0) absent (*Proganochelys*) or (1) large and linear (*Podocnemis*) or (2) small and equidimensional (*Taphrosphys*).
169. PLA, posterior lobe wider than pelvis: (0) no (*Proganochelys*) or (1) yes (*Podocnemis*).

170. PLA, large intergular scale: (0) small (*Cearachelys*) or (1) large, separating gulars and

humeral (*Taphrosphys*) or (2) large, very small gulars, humeral and partial pectoral separation (*Dortoka*).

171. PLA, axillary/inguinal scales: (0) present (*Kayentachelys*) or (1) absent (*Emydura*).

172. PLA, abdominal scale narrow: (0) midline length abdominal 5 . midline length anal (*Podocnemis*) or (1) midline length abdominal , midline length anal (*Taphrosphys*) or (2) abdominals do not meet (*Araripemys*).

173. PLA, anterior lobe reaches carapace edge: (0) yes (*Cearachelys*) or (1) no (*Foxemys*).

174. PLA, anal notch: (0) absent (*Kayentachelys*) or (1) present (*Taphrosphys*).

175. Shell texture: (0) rough surface without clear pattern (*Proganochelys*) or (1) weak granulated polygons (*chelids*) or (2) strong granulated polygons (*Taphrosphys*) or (3) fine, striated ridges (*Polysternon*) or (4) smooth (*Cearachelys*) or (5) pits (*Araripemys*) (6) or “microreticulation” (*Dortoka* fide deBroin).



[01]110[01][01]01[01]0[01]00[01][01]00[01]1000000001[01][01]10[012]0[01][01]0  
[03]000011100[01]0[23][01][01]00000001111

111000010410[01]0[01]11[12]1000[01]10010000111[01]001001101102100000[01]0  
100[01]000000110000100[012]2[0123]00[01][

12][01][12][01]0[01]2[01]0[01]02001[01]101?0000[01]00[01]0[01][014]

*Chelidae*

0110000010[01]000001010000000010001000[01]02400000110100320002010111111  
1100110030[01]010112100001[01]11000001

1000100120110210000[01]0010011[01]1222111111110[123]2[01234][12][01][013][  
234][123]2[12][12]0210[01]120[13]11111?[01

][01]01101[01]111

*Pelomedusidae*

111100[01]0100001101010000000010001000[01]00300[01]01212100320002010111  
11111001100301010112110001111000001100

000[01]12011021100[01][01]001001101212111111111[12]2[123]1002[12][12][01]2[  
01]2100120[12]11111000011010[01]11

*Sokatra*

1111000??000?11?1010000000010????0010?30000????10032000201?111111110011  
0070?0?0111104????1100100111000021??11

??1??

*Araripemys*

11110?0010100110101000000001010100000033000??1?10130000201011111111001  
10030011011[12]10000101100000110000001

3?11021100010011011112101111111114202022[01]?0202111120301111000?21?120  
15

*Laganemys*

1111000010001210101000000001110100000033000??1?10130000201011111111001  
10030011011111?00?011000001100000?13?

1102110001000001111210???1???11421?022111212111?2?2011110001?10120?5

*Atolchelys*

1111??0?01??[12]1?00??0000??010??111??0??1110100????????????????1111  
0?41101?????020110????210?11??1?11401?0

2????????????????????1????????????????????2111??1??11??1?

*Euraxemys*

11110000100010101010000000010001000100300000110100300001010111111100  
110041?010111102101011001001110000011?

11?211000100100111121211111111120?00212?2?210012021111100?011011011

*Dirqadim*

1111000010001000101000000001010100010030000??1?1003000010101111111001  
10041?110111102101011001001110000011?

11?2??

*Podocnemididae*

1111000010001010[12]0100[01]00000100[01]10[012]0[01]00300001[12]1[02]10032  
000[012]01111111110111004100101121000

111110020011100001120110211[01]000[01]11012111212111111111[12]2[123]1002  
[23]1[12][012][01]2100120211111[01]11[01]

11010011

*Hamadachelys*

1111000010001010?010000000010001?000003000011101003200020111111111011  
10041?0101121000111?1002001110000112?

11?2?10000001002??

*Brasilemys*

??1?????0000??1010000000010???000003?00??1?00300001011111111011?0  
041?01?111103011??100200??10000112?11?

2?1000?0010?2??1????1?1??12?11002222?121001????????????????

*Cearachelys*

111100001000021010110000000110?101000100000?1101013[02]000001101111111[01]011004110111111110110?1102[01]01110

11011101102?110101010001?12?2???111111[13]20?0121[12]?2?2100120211111000011010014

*Galianemys\_emringeri*

1111[01]00010000210101200000011101101000100000??1?1013110100110111111110110041101111110101101110210111011011

101102??

*Galianemys\_whitei*

11110000100002101012000000111011?100010000001101013110100110111111100110041?0111111010110111020011101101110

1102??

*Kurmademys*

11110000100001111010000000110011010001300001?1?101311012011111111111011002010111121010110?10021011110101120

11?2??10101010001??2??11?111?11123110231121210012?2?????011111??0?11

*Kinkonychelys*

1111000??000?1??1010??0???11?????1000?30000??????13110120110111111101100201?1??121110110?10022011110101120110

2??

*Sankuchemys*

11110??10?011??010??0?????001??1010??00?011101?????????111111111001?0?41?0??11?1?10110?1??210??1????112?11?2?

??

*Foxemys*

111110001001001010100001001110110200010001001101013100001110111111120110041?0111111110110?111210??11010112?

11?2?110101101101112??11?111111222[12]10222121210012?211111111[01]11010  
111

*Polysternon*

111110?0100?001??010000?00??1011?100010000???1??013100001111111111201?  
0041?0?1111110110?1??200??1101?112?11

?2?????0?????????????????1?1??1222[12]10222121210112?211111011111010113

*Araiochelys*

111101101001001??01000110011112201100?100000110?0111100011101111111001  
10011?1?11121110110?1112001111010111?

11?2?11110010110?????????1?????????043212121???2?2?1????10111??0?11

*Zolhafah*

11111?00100???????10??1???1??01102100??0000011010131100?1110111111100??0  
051?0101121?1?110?11?200??1101?1110110

2??

*Rosasia*

11111000100100?01010001???11?021021001100000110101?11?001110111111110?  
??041?01111?1??0?1??111200??110??111011

02?????????????????????????1?????1122?10221?2?2101???2?11111000?10?0011

*Bothremys\_cooki*

11111101011???120100?1???11?12202101??11100110101?????????????????1001?0?  
??101?????????1?????????????????1?11102??

11101???1??

*Bothremys\_maghrebiana*

111111010110011201000110[01]1111220[12]10[01]1111[01]001101011110001110  
111111001100111111112111011011112001

11101[01]21111102?11110[01]10110??  
?????????

*Bothremys\_kellyi*

11111110101?001??0100?11001111202101?1100??1??011110001110111111100??  
0?51?0?1112111011??11?2001?11011211?11

??

*Bothremys\_arabicus*

??1?1??0?01????12??0?1????1??1??210?????0?0110?01?11?00?110111111001??0  
11??1?12?110110?11?20??110??211?11?2?

??

*Chedighaii\_hutchisoni*

11111110101100112010000100111?1??20011000001110101?1100011101111111001  
10011?0111121110110?1112001111011211?

11?2??

*Chedighaii\_barberi*

11111??0101?????201?0?010?1???2??100??0000??1??1111?0011?0111?11100??0  
11?0?1?121?10110?111200??1101121111102

??11101101?01112????111111112321022112121011202111111100110?0011

*Taphrosphys\_sulcatus*

1?1100??00?20??01????0111?00?11??????0??1??311100?111111111100??1  
5110?0112111001011112001111010112?1112

????????????1112??11111111122210222[12]212100120211111110?211?1012

*Taphrosphys\_congolensis*

111100?0100?201??0101?00111200?11000001000??1?1?0?11?0011111111111001?  
0?51?0?01121110110?111200?111010112011

02??000?0????????????????????????222??22??1?10????2??1?1?1012?1??12

*Taphrosphys\_ippolitoi*

111100?0100??01??01011001112?01110000010001??1?1?03111001111111111?011  
0151?0101121110110?1??2001111010112?1

112??

*Azabbaremys*

111100001000001010100100001211010000001000111111102110001110111111100?  
?0011?0101121110110?11120011110102110

1102??

*Acleistochelys*

11110?001000??0101001110012?01200110?10001111111031100011101111111201  
?0051?111?121110110?1112001111010211?1

1?2??

*Labrotochelys*

11110110100?201?10101?0111??012200000012001011010011110011101111111001  
100[16]0?1101121110110?111200?11101021

1?11?2??

*Phosphatochelys*

1111000011002011111001001112001210001023000??1?11031110011101111111001  
10111?0101121110110?1112001111010[12]1

2?11?2??

*Ummulisani*

1111010?110020?0?11001001112001210001023000?????02111001111111111001?  
01[16][01]?[01]100121110110?11120011110

?0112?1?2??2111111100211?1?12

*Rhothonemys*

111100?0?00?01??1100??1?12?1?2?0001??300??1????311100??1111111??0?  
??0?01121??????11??0?????1??1??11???

0000010?10??

*Nigeremys*

1?1100??000001??010??0??1?01100000??000?0110?1?21100011121111111201?0  
0??1??1121??0?1??1??200??110?0214?11?2

??0??

*Arenila*

??110??00??10100?0??11?0??0000??000001101?0211?0??112111111201??  
41?11??12111?110?111200??1?010214?11??

??

*Proterochersis*

??  
??

??????????11110?0?1??0??00?10000?0010000000011001010

*Platychelys*

?????????????????1??  
??

??1001211?11111?00202010[01][02]101100001111111000011011010

*Notoemys*

??1??1?11111?????????  
??11?1?????1?11????01?????????1??2???????

?????1?012??1111?10020?010111?02000011111???00011??001?

*Dortoka*

??  
??

??1?1221??1111?[01]12[01]1100[13]0221210012?311111000?112?0016;

*Inaechelys pernambucensis*

????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ??????????  
?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ?????????? ??11????? ?????????? ??????????  
?????????211 11?1000??0 ?0?1?

# *ARTIGO 2*

**NOVOS MATERIAIS DE *Araripemys barreto* DA FORMAÇÃO ROMUALDO (ALBIANO - BACIA DO ARARIPE), PERNAMBUCO, BRASIL**

**NOVOS MATERIAIS DE *Araripemys barreto* DA FORMAÇÃO ROMUALDO  
(ALBIANO - BACIA DO ARARIPE), PERNAMBUCO, BRASIL**

Anny Rafaela de Araújo Carvalho<sup>1</sup>  
Alcina Magnólia Franca Barreto<sup>2</sup>

doi:10.18190/1980-8208/estudosgeologicos.v25n1p3-14

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Geociências, UFPE. [annyr.2010@gmail.com](mailto:annyr.2010@gmail.com).

<sup>2</sup>Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE.

[alcinabarreto@gmail.com](mailto:alcinabarreto@gmail.com).

## **RESUMO**

A Bacia Sedimentar do Araripe é famosa mundialmente por apresentar uma alta diversidade e excelente preservação de fósseis (*Konservat-Lagerstätte*). Uma de suas unidades litoestratigráficas, a Formação Romualdo (Albiano), apresenta um importante registro de quelônios da subordem Pleurodira. Até o momento, todavia, não havia registro da ocorrência desses vertebrados na porção SW da Bacia, no estado de Pernambuco. O presente estudo teve como objetivo a identificação e descrição osteológica dos primeiros fósseis de quelônio da Fm. Romualdo no Araripe pernambucano. Os restos são procedentes dos municípios de Ouricuri e Araripina, extremo oeste do estado. Eles encontram-se preservados em concreções calcárias, e correspondem a dois indivíduos da mesma espécie, dos quais preservou-se essencialmente a carapaça. Puderam ser identificados fragmentos de costelas e vértebras, placas periféricas e impressões das placas neurais, pleurais e suprapigal. Os fósseis foram identificados como pertencentes à espécie *Araripemys barreto*, um Pleurodira de pescoço longo e casco achatado. O registro aqui apresentado não só amplia a ocorrência geográfica desse táxon, mas também oferece novas localidades para o estudo de fósseis da Fm. Romualdo no Araripe pernambucano.

**Palavras-chave:** Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior, ossos pós-cranianos, vertebrados.

## ABSTRACT

The Araripe Basin is famous worldwide for presenting a high diversity and excellent preservation of fossils (Konservat-Lagerstätte). The Romualdo Formation (Albian) is one of the most fossiliferous lithostratigraphic units of the Araripe Basin. It shows important records of turtles of the suborder Pleurodira. To date there was no record of the occurrence of these vertebrates in the southwestern portion of the basin. This study aimed to identify and describe the first chelonian fossils from this area, collected in Romualdo Formation outcrops in Pernambuco state. The remains were found in the municipalities of Ouricuri and Araripina, far west of Pernambuco. They were found in Romualdo Formation concretions, and correspond to two individuals of the same species, which preserved essentially the carapace. Ribs and vertebrae fragments, besides some peripheral plates and the impressions of neural, pleural and suprapigal plaques were identified and detailed described. Many of the fossil's characteristic allowed the association to the species *Araripemys barretoii*, a Pleurodira with long neck and flat carapace. The record presented here not only expands the geographic occurrence of this taxon, but also offers new locations for the study of Romualdo Formation fossils in Pernambuco state.

**Keywords:** Araripe basin, Lower Cretaceous, post-cranial bones, vertebrates.

## INTRODUÇÃO

A Bacia Sedimentar do Araripe é famosa mundialmente por apresentar uma rica e diversificada fauna de vertebrados e invertebrados. Destaca-se particularmente o Grupo Santana (formações Crato e Romualdo, senso Neumann & Cabrera, 1999), que constitui a unidade mais fossilífera da bacia.

Entre os quelônios fósseis do Grupo Santana, já foram identificadas pelo menos cinco espécies, sendo uma da subordem Cryptodira: *Santanachelys gaffneyi* Hirayama, 1998 (Protostegidae), e quatro da subordem Pleurodira, *Araripemys barretoii* Price, 1973 (Araripemydidae), *Cearachelys placidoi* Gaffney, Campos & Hirayama, 2001 (Bothremydidae), *Brasilemys josai* Broin, 2000 (Brasilemydidae) e *Euraxemys essweini* Gaffney, Tong & Meylan, 2006 (Euraxemydidae).

A Formação Romualdo, Cretáceo Inferior (Andar Albiano), tem importantes registros fósseis de quelônios, sendo a subordem Pleurodira a mais comumente encontrada. Já foram reportados na literatura a presença de, pelo menos, quarenta exemplares, que estão distribuídos em diferentes coleções pelo mundo (Oliveira & Romano, 2007; Fielding *et al.*, 2005). Todos esses registros, todavia, foram feitos para o estado do Ceará, não havendo, até o momento, nenhum relato formal deste grupo para os estados de Pernambuco ou Piauí, na porção sul da bacia.

A Formação Romualdo, considerada entre algumas das mais importantes concentrações fossilíferas do Cretáceo Inferior (*Konservat Lagertätten*) no mundo (Maisey, 1991; Martil, 2007; Kellner, 2002), ainda é pouco estudada quanto a sua potencialidade paleontológica no estado de Pernambuco. Neste estado, o polo gesseiro do Araripe que trabalha com a extração a céu aberto de gipsita (Formação Ipubi), de certa forma atua como facilitador na descoberta de fósseis.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia do Araripe está posicionada sobre os terrenos pré-cambrianos da Província Borborema, entre os meridianos 38°30' e 40°50' de longitude oeste e os paralelos 7°05' e 7°50' de longitude sul (Viana & Neumann, 2002). Ela ocorre nos estados do Ceará, Piauí e Pernambuco (Fig. 1), e está disposta no sentido Leste-Oeste por cerca de 180 km e Norte-Sul por cerca de 70 km, no seu trecho mais largo (Vidal *et al.*, 2006). A Bacia do Araripe é a mais extensa das bacias interiores do Nordeste do Brasil, não se limitando à Chapada do Araripe

por também englobar parte do Vale do Cariri, atingindo uma área de aproximadamente 9.000km<sup>2</sup> (Assine, 1992).

Figura 1 - Mapa geológico simplificado do preenchimento sedimentar da Bacia do Araripe com suas localidades e unidades litoestratigráficas (modificada de Assine, 2007).

A origem e evolução da Bacia do Araripe estão relacionadas com os eventos tectônicos que resultaram na ruptura e fragmentação do Supercontinente Gondwana e a abertura do Oceano Atlântico Sul (Assine, 1990, 2007; Kellner, 2002). Desde os primeiros trabalhos geológicos realizados nesta Bacia, sua divisão litoestratigráfica tem sido revisada por diversos autores. Entre eles Small (1913), Beurlen (1962, 1963, 1971), Ponte & Appi (1990), Assine (1992, 2007), Ponte & Ponte Filho (1996) e Martill (2007).

No presente trabalho foi adotada a proposta estratigráfica de Neumann (1999) e Neumann e Cabrera (1999), onde o Grupo Santana é composto pelas formações Rio da Batateira, Crato, Ipubi, Romualdo e Arajara. Em Pernambuco encontram-se as formações Ipubi, Romualdo, Crato e Exu, da tectono-sequência deposicional pós-rifte da Bacia do Araripe.

Dentre as unidades litoestratigráficas da Bacia, o Grupo Santana (*sensu* Neumann, 1999 e Neumann & Cabrera 1999) é estratigraficamente a mais complexa e também a mais estudada, não só pelas extensas jazidas de gipsita (Formação Ipubi), mas principalmente por se constituir como o principal depósito fossilífero do Cretáceo Inferior brasileiro (Assine, 1990, 1992, 2007).

A Formação Romualdo em Pernambuco é caracterizada por arenitos calcíferos, argilitos e margas de natureza flúvio-lacustre, estuarino, e marinho no topo. A parte inferior da é caracterizada pela presença de arenitos interestratificados com folhelhos. Para o topo, o empilhamento é transgressivo e os arenitos costeiros cedem lugar a uma seção de argilitos e folhelhos cinza escuros e pretos, ricos em matéria orgânica, caracterizado pela presença de concreções fossilíferas. Na borda oeste da bacia ocorrem no topo calcarenitos com invertebrados marinhos (Assine, 1992). As concreções encerram uma rica paleoictiofauna considerada de águas salobras, com elementos marinhos, como a raia *Iansan beurleni*,

havendo também a presença de tartarugas marinhas e pterossauros (Maisey, 1991). Uma coluna estratigráfica simplificada do Grupo Santana pode ser visualizada na figura 2.

Figura 2 - Coluna estratigráfica simplificada do Grupo Santana, Bacia Sedimentar do Araripe, em Pernambuco.

## MATERIAL E MÉTODOS

### ABREVIATURAS

UFPE: Universidade Federal de Pernambuco;

DGEO: Departamento de Geologia.

CTG: Centro de Tecnologia e Geociências

No presente estudo foram analisados dois exemplares de quelônios fósseis preservados em concreções coletados em rejeitos de uma mineradora de gipsita em Ouricuri, e outra em Araripina, onde aflora a Formação Romualdo. Em laboratório foi realizada preparação mecânica do material, com o uso de martelos, cinzéis, talhadeiras e agulhas.

Os espécimes analisados, estão registrados sob os números DGEO-CTG-UFPE 6773 e DGEO-CTG-UFPE 7527, e encontram-se na coleção de macrofósseis do Departamento de Geologia (DGEO), do Centro de Tecnologia e Geociências (CTG), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

A descrição morfológica foi feita com base em materiais disponíveis na literatura sobre quelônios fósseis descritos para a Bacia do Araripe. Principalmente os trabalhos de Beurlen (1968), Price (1973), Meylan (1996) e Oliveira, 2006.

### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

Ordem Chelonii Brongniart, 1800

Subordem Pleurodira Cope, 1864

Hiperfamília Pelomedusoides Cope, 1868

Família Araripemydidae Price, 1973

Gênero *Araripemys* Price, 1973

Espécie *Araripemys barretoii* Price, 1973

Material referido: DGEO-CTG-UFPE 7527, parte e contraparte da carapaça preservado em concreção, com impressões das vértebras, costelas e algumas placas periféricas; local de coleta: rejeito da Mineração Trevo, Distrito de Rancharia, município de Araripina, PE; litologia: concreções calcárias inseridas no calcário argiloso da base da Formação Romualdo, sobre as camadas de gipsita da Formação Ipubi; DGEO-CTG-UFPE 6773, parte da carapaça preservada em concreção, com impressões das vértebras, costelas e algumas placas periféricas; local de coleta: rejeitos da mineradora Esperança, Ouricuri, PE; litologia e Horizonte: iguais ao de DGEO-CTG-UFPE 7527.

Horizonte: os materiais procedem da Formação Romualdo, Grupo Santana, Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior (Albiano).

Distribuição Estratigráfica e Geográfica da Espécie: Formações Crato e Romualdo (Grupo Santana da Bacia do Araripe), Cretáceo Inferior (Aptiano-Albiano), estados do Ceará, Piauí e Pernambuco; Formação Itapecuru (Bacia do Parnaíba), Cretáceo Inferior (Aptiano-Albiano), estado do Maranhão, Nordeste do Brasil.

## DESCRIÇÃO

**DGEO-CTG-UFPE 7527.** O referido espécime (Fig.3) possui as duas metades da concreção, com parte e contraparte da carapaça com preservação 3D, típica da formação Romualdo, sem registro de tecido mole. A carapaça é abaulada e seu contorno quase circular. Está representado por nove placas neurais, oito placas pleurais, uma placa pigal e uma suprapigal. As placas periferais estão preservadas, porém as suturas de articulação são pouco visíveis.

Figura 3 - *Araripemys barretoii* exemplar DGEO-CTG-UFPE 7527. (A) vista ventral da contraparte e (B) vista dorsal da parte.

**Placas neurais.** As placas neurais 1, 2 e 3 foram preservadas em parte da concreção e suas respectivas impressões na contraparte da mesma concreção. Já as placas 6, 7, 8 e 9 foram preservadas na contraparte. As placas 4 e 5 estão fragmentadas sendo que suas metades esquerdas foram preservadas na parte da concreção e as outras metades estão preservadas na contraparte. Todas as placas neurais possuem contorno hexagonal. A placa neural 1 é levemente mais larga que comprida. Da placa 2 à placa 7, o comprimento é maior que a

largura. As placas 8 e 9 são bem menores que as anteriores, e em ambas o comprimento é igual a largura.

Em praticamente todas, as bordas ântero-laterais são de mesmo tamanho que as bordas póstero-laterais com exceção da placa 6, que possui bordas ântero-laterais consideravelmente menores que as bordas póstero-laterais.

Cada placa neural comporta sua respectiva vértebra da coluna. No referido espécime é possível visualizar somente a partir da quarta vértebra até a nona. Em ambas o corpo vertebral é anteroposteriormente alongado, sendo a quinta e a sexta mais comprida que as demais. Os processos transversos não foram visualizados em nenhuma das vértebras.

**Placas pleurais.** As placas pleurais foram preservadas somente na contraparte. Os três primeiros pares de placas estão fragmentados na região mediana, bem como a quarta placa esquerda. No entanto, em todas elas, é possível visualizar o seu contorno completo preservado tanto na parte quanto na contraparte. Apresentam o formato hexagonal ântero-posteriormente curto e látero-medialmente longo. Da segunda pleural à quinta, são relativamente mais longas que as pleurais 1, 6, 7 e 8. Da quinta à oitava pleurais, elas inclinam progressivamente, no sentido póstero-lateral, sendo que a oitava forma praticamente um arco côncavo com a suprapigal.

Cada placa comporta a sua respectiva costela. No presente espécime, as costelas estão fragmentadas, porém são visualizadas. Nas extremidades distais, as costelas estendem-se além das placas em articulação do tipo gonfose com as placas periferais. Esse tipo de articulação julga uma maior compactação e resistência às bordas do casco.

**Placa suprapigal.** A placa suprapigal está preservada na contraparte e apresenta formato trapezoidal, sendo levemente mais larga que comprida. Seu contorno posterior é levemente convexo e sutura-se com a placa pigal e as duas periféricas adjacentes. Neste espécime, não foi possível visualizar a sutura de articulação entre a placa pigal e a placa suprapigal. As suturas que articulam as placas ósseas, neurais, pleurais e a suprapigal, são do tipo serreadas, conferindo maior aderência e compactação ao casco.

**Esculturas.** A superfície das placas é bastante porosa e pode ser visualizada principalmente nas placas neurais preservadas na contraparte, bem como nas respectivas impressões da parte, com a disposição dos poços mantendo um certo padrão linear vertical, como observado por Price (1973).

**Escudos dérmicos.** Apenas fragmentos dos escudos vertebrais anteriores pode ser visualizado em sua porção dorsal, visto que as demais placas estão preservadas na contraparte

da concreção não sendo acessíveis já que a preparação mecânica seria inviável devido fragilidade do material. Os fragmentos visíveis, possuem a superfície com textura extremamente porosa. Também é possível visualizar as impressões dos escudos marginais na região posterior da carapaça, delineados com sulcos rasos, de largura levemente maior que o comprimento.

**DGEO-CTG-UFPE 6773** O espécime (Fig. 4) constitui-se apenas de uma das partes da concreção, com preservação 3D e sem registro de tecido mole. As placas ósseas sofreram bastante desgaste com o intemperismo e a diagênese, revelando que o nódulo esteve exposto por demasiado tempo após sua quebra. No entanto, é possível visualizar as impressões das placas deixadas na concreção. A carapaça é pouco abaulada e seu contorno é quase circular. O referido material está representado por oito placas neurais, oito placas pleurais e uma placa suprapigal. O espécime possui placas periféricas com suas suturas muito rasas e de difícil visualização.

Figura 4 - *Araripemys barretoii* exemplar DGEO-CTG-UFPE 6773. Parte da concreção em vista dorsal.

**Placas neurais.** As placas neurais, embora não tenham sido preservadas, estão representadas por suas respectivas impressões. É possível inferir que todas as placas neurais apresentam formato hexagonal. As placas 1 e 2 são levemente mais largas do que compridas, e da terceira placa à oitava o comprimento é maior que a largura. A nona placa neural não pode ser visualizada, tendo em vista que em seu lugar formou-se cristais de pirita, totalmente removido com a preparação mecânica.

**Placas pleurais.** As placas pleurais não foram preservadas, porém suas impressões são visualizadas, revelando um formato hexagonal, que é ântero-posteriormente curto e látero-medialmente longo.

**Placa suprapigal.** O espécime apresenta placa suprapigal com formato trapezoidal característico, consideravelmente mais larga que comprida.

**Escultura.** A superfície das placas é bastante porosa e pode ser visualizada na porção anterior esquerda e posterior direita, onde foram preservados fragmentos de placas costais e periféricas. Com a disposição dos poços mantendo o padrão linear vertical.

**Escudos dérmicos.** Neste espécime, as placas marginais posteriores são bem visualizadas, e os sulcos, embora rasos, estão bem demarcados. Possui largura levemente

maior que o comprimento, com contorno anterior e posterior suavemente convexos, enquanto lateralmente são retilíneos. A superfície apresenta textura porosa e consideravelmente brilhosa. Os demais escudos não foram preservados, salvo pequenos fragmentos dos escudos costais direito, de textura também porosa.

## DISCUSSÃO

De acordo com Price (1973) a carapaça de *Araripemys barretoii* é caracterizada por apresentar uma forma bem deprimida dorsoventralmente, de forma circular, sem quilhas ou protuberâncias, e com dorso longitudinalmente levemente côncavo. Dez placas neurais dispostas em fileira contínua, são todas presas aos respectivos processos neurais e vertebrais correspondentes: a última inserida na placa suprapigal única. Escudos vertebrais mais estreitos que os costais. Margens dos escudos costais sobre as placas periféricas, na metade posterior da carapaça.

Considerando estes caracteres, os espécimes são aqui identificados como *Araripemys barretoii* por compartilharem com o holótipo os seguintes caracteres: carapaça arredondada e achatada dorsoventralmente, possuindo uma série neural com 9 placas até o suprapigal, corpos vertebrais consideravelmente alongados e superfície dorsal das placas ósseas com poros num padrão linear vertical. Com base nessas características e na ausência de qualquer diferença anatômica principal, os novos espécimes foram diagnosticados como representantes da espécie *Araripemys barretoii*. A figura 5 apresenta uma reconstituição da espécie *Araripemys barretoii* elaborada pela paleoartista Aline Ghilardi onde nota-se o longo pescoço do grupo, a carapaça pouco abaulada e sua possível preferência alimentar por pequenos peixes.

## CONSIDERAÇÕES TAFONÔMICAS

O espécime DGEO-CTG-UFPE 7527 não apresenta distorções e as vértebras preservadas estão articuladas. As partes que se encontram fragmentas são decorrentes da separação mecânica das duas metades da concreção. Considerando a integridade do material, sem ranhuras e nenhum outro tipo de desgastes naturais, é possível inferir que trata-se de um exemplar autóctone/parautóctone. Em DGEO-CTG-UFPE 6773, embora apenas uma das partes do nódulo tenha sido encontrada, as impressões dos elementos ósseos deixados na rocha matriz apresentam-se articuladas e aparentemente sem fraturas naturais, tratando-se de um material também de origem autóctone/parautóctone.

## CONSIDERAÇÕES PALEOECOLÓGICAS

Os escudos dérmicos consideravelmente porosos em *Araripemys barretoii* pode demonstrar uma relevante importância fisiológica ao organismo, promovendo uma maior eficiência na regulação térmica, já que aumentam a área superficial dessas placas. Essa característica seria vantajosa para animais exotérmicos com hábitos aquáticos. Marinho *et al.* (2006) observaram aspectos semelhantes em osteodermos de crocodilos.

Segundo Oliveira e Romano (2007), *Araripemys barretoii* é a espécie melhor conhecida no Grupo Santana. No entanto, pouco se sabe a respeito de sua ecologia e uma das maiores dúvidas entre os pesquisadores está relacionada com o paleoambiente que estes animais habitavam, tendo sido encontrados tanto em sedimentos de origem lagunar, quanto marinha. Isso pode indicar que essa espécie poderia ser um quelônio com fisiologia plástica, tolerante a ambientes salinos.

Todos os membros viventes da ordem Pleurodira habitam água doce, mas durante o Cretáceo e Cenozoico, alguns gêneros invadiram o mar. Eles são relatados no Cretáceo Superior e depósitos cenozoicos do Norte e América do Sul, Europa e África (Nicholls, 1997). O que indica que o grupo pode ter apresentado espécies adaptadas à salinidade ou a variação de salinidade no passado. Outra explicação possível é o deslocamento de carcaças (deposição alóctone), que se mostra bastante improvável devido ao caráter articulado de muitos exemplares fósseis na Fm. Romualdo.

Figura 5 - Reconstituição paleoartística da espécie *Araripemys barretoii* Price, 1973, feita por Aline Ghilardi.

Porém, esse aspecto, deve ser melhor investigado devido as características peculiares de desintegração da carcaça em quelônios, por conta da presença da própria carapaça, que mantém vários elementos ósseos bastante coesos.

Além disso, dois outros fatores dificultam a clareza quanto a ecologia da espécie, são as poucas informações sobre fauna associada aos quelônios da Bacia do Araripe, por causa das coletas sem maiores controles estratigráficos e, segundo, a falta de definição sobre as transgressões do Aptiano interpretadas no paleoambiente lagunar da Formação Romualdo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados representam a primeira ocorrência de quelônios da Formação Romualdo para o estado de Pernambuco e amplia a área de ocorrência geográfica para o táxon *Araripemys*. O contexto estratigráfico, e de associação fossilífera dos fósseis deve ser mais bem avaliado para que se possa ter uma melhor clareza do paleoambiente habitado por essas criaturas pretéritas. A atividade de paleontólogos junto às pedreiras de gipsita, recuperando fósseis, pelo menos, no rejeito da mineração, pode revelar possíveis peculiaridades sobre o contexto deposicional local, que venham por sua vez elucidar sobre maiores preferências ambientais desses organismos.

### ***Agradecimentos***

Agradecemos à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Brasil/CNPq, pelo suporte financeiro através dos processos 407148/2010-3 e 201716/2010-0. Sinceros agradecimentos também são devidos a Professora Sheila Bittar (UFRPE) e, ao Sr. Juaran Pereira Rodrigues (Araripina) pela coleta dos fósseis. Também agradecemos a Aline Ghilardi pelas importantes sugestões prestadas e reconstituição paleoartística da espécie *Araripemys barretoii* concedida.

### **REFERÊNCIAS**

- Assine M.L. 1990. *Sedimentação e Tectônica na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado em Geologia Regional. Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual de Paulista, Rio Claro. 124p.
- \_\_\_\_\_. 1992. Análise Estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista de Geociências*, 22(3):289-300.
- \_\_\_\_\_. 2007. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 15(2):371-389.
- Beurlen, K. 1962. A geologia da Chapada do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 34(3):365-170.
- \_\_\_\_\_. 1963. Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. *Anais Congresso Brasileiro de Geologia*, Rio de Janeiro, 17:1-47.
- \_\_\_\_\_. 1971. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana, Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 43:411-415.

- Broin, F. 2000. The oldest pré-podocnemidid turtle (Chelonii, Pleurodira), from the Early Cretaceous, Ceará State, Brasil, and its environment. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, 9:43-95.
- Fielding, S., Martill, D. M., Naish, D. 2005. Solnhofen-Style Soft-Tissue Preservation in a New Species of Turtle from the Crato Formation (Early Cretaceous, Aptian) of North-East Brazil. *Palaentology*. 48(6):1301-1310.
- Gaffney, E. S., Campos, D. A.; Hirayama, R. 2001. Cearachelys, a new side-necked turtle (Pelomedusoides: Bothremydidae) from the Early Cretaceous of Brazil. *American Museum Novitates*, 3319:1-20.
- Gaffney, E. S., Tong, H., Meylan, P. A. 2006. Evolution of the Side-Necked Turtles: The Families Bothremydidae, Euraxemydidae, and Araripemydidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 300:1-698.
- Hirayama, R. 1998. Oldest Known Sea Turtle. *Nature*, 392:705-708.
- Kellner, A. W. A. 2002. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A. C.; Queiroz, E. T., Winge, M. & Berbert-Bron, M. (Eds). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Departamento Nacional de Produção Mineral, p. 121-130.
- Maisey J.G. 1991. *Santana Fossils an Illustrated Atlas*. Ed. John G. Maisey. 1991. New York. 459p.
- Marinho, T. S., Ribeiro, L. C. B., Carvalho, I. S. 2006. Morfologia de Osteodermos de Crocodilomorfos do Sítio Paleontológico de Peirópolis (Bacia Bauru, Cretáceo Superior). *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 29(2):44-53.
- Martill, D. M. 2007. The age of the Cretaceous Santana Formation fossil Konservat Lagerstätte of north-east Brazil: a historical review and an appraisal of the biochronostratigraphic utility of its palaeobiota, *Cretaceous Research*, 28(6):895-920.
- Meylan, P.A. 1996. Skeletal morphology and relationships of the early Cretaceous side-necked turtle, *Araripemys barreto* (Testudines: Pelomedusoides: Araripemydidae), from the Santana Formation of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology* (Impact Factor: 2.08). 03/1996; 16(1):20-33.
- Neumann, V. H. M. L. 1999. *Estratigrafía, sedimentología, geoquímica y diagénesis de los sistemas lacustres Aptienses-Albienses de la Cuenca de Araripe (Noreste de Brasil)*. Tesis (Doctorado), Universidad de Barcelona, Barcelona 244p.

- Neumann V. H. & Cabrera, L. 1999. Una nueva propuesta estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la cuenca de Araripe, nordeste de Brasil. In: *Simpósio Cretáceo Brasileiro, 5, Serra Negra, 1999. UNESP, Boletim de Resumos*, p. 279-285.
- Nicholls, E. L. 1997. Part III: Testudines. Introdução. In: *Ancient Marine Reptiles. Academic Press*, p. 219-223.
- Oliveira, G. R. 2006. *Novos Testudines (Pleurodira) da Formação Santana (Cretáceo Inferior) Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil*. Dissertação de Mestrado, Pós-Graduação em Ciências Biológicas – UFRJ. 83p.
- Oliveira, G. R. & Romano, P. S. R. 2007. Histórico dos achados de tartarugas fósseis do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, 65(1):113-133.
- Ponte, F. C. & Appi C. J. 1990. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da bacia do Araripe. *Anais XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia, Natal (RN)*, 1:211-226.
- Ponte, F. C. & Ponte Filho, F. C. 1996. Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. In: *IV Simpósio sobre o cretáceo do Brasil. In: 4º Simpósio sobre o cretáceo do Brasil, Boletim... Rio Claro: Universidade Estadual Paulista*, p. 123-133.
- Price, I. L. 1973. Quelônio Amphichelydia no Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 3:84-96.
- Small, H. L. 1913. Geologia e suprimento d'água subterrânea no Ceará e parte do Piauí. Rio de Janeiro, Inspetoria Federal de Obras contra as Secas, série 7D, Publicação nº 25, 80p.
- Viana, M. S. S. & Neumann, V. H. L. M. 2002. Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, Ceará: riquíssimo registro da fauna e flora do Cretáceo. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A. C.; Queiroz, E. T., Winge, M. & Berbert-Bron, M. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília, DNPM, p. 113-120.
- Vidal, F. W. H., Padilha, M. W. M., Oliveira, R. R. 2006. Aspectos Geológicos da Bacia do Araripe e do Aproveitamento dos Rejeitos da Pedreira Cariri – Ceará. Vº simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste. p. 31-36, Pernambuco.

FIGURAS

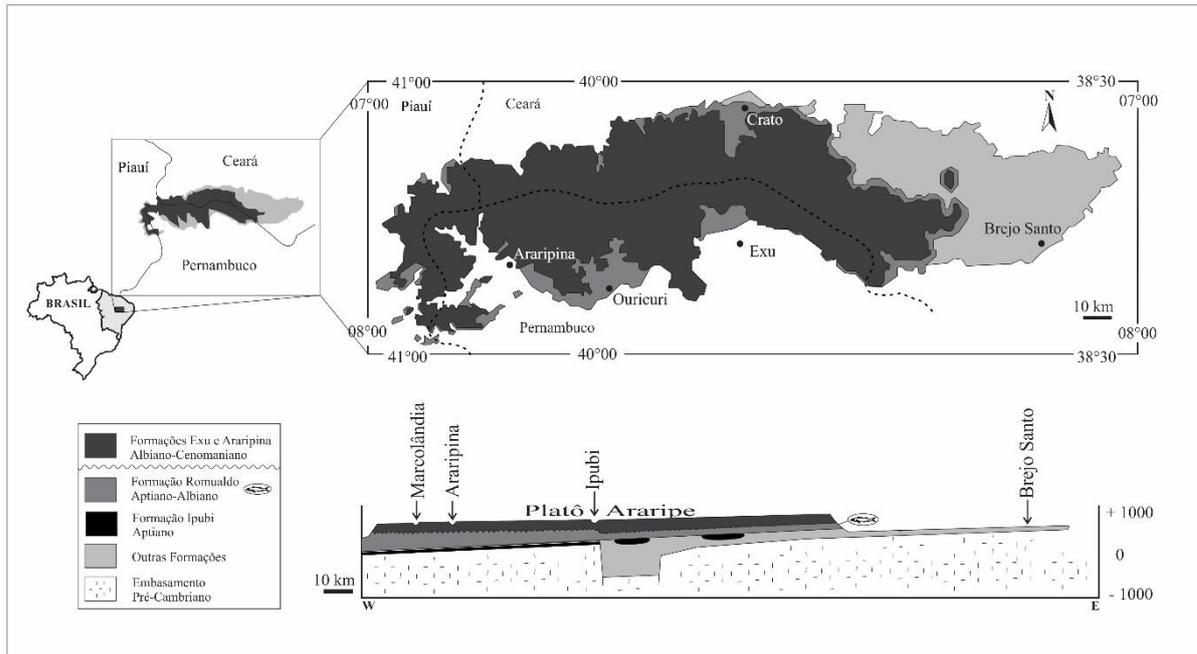


Figura 1 - Mapa geológico simplificado do preenchimento sedimentar da Bacia do Araripe com suas localidades e unidades litoestratigráficas (modificada de Assine, 2007).

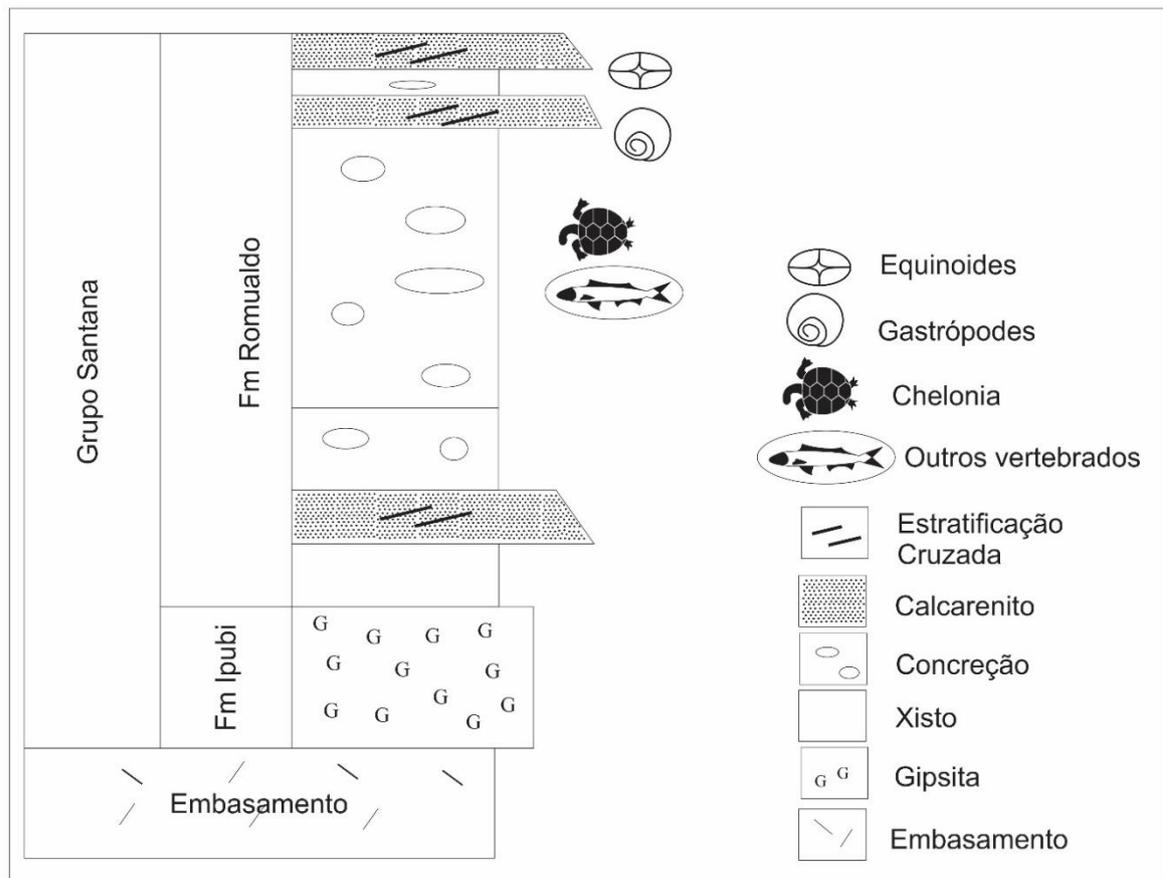


Figura 2 - Coluna estratigráfica simplificada do Grupo Santana, Bacia Sedimentar do Araripe, em Pernambuco.

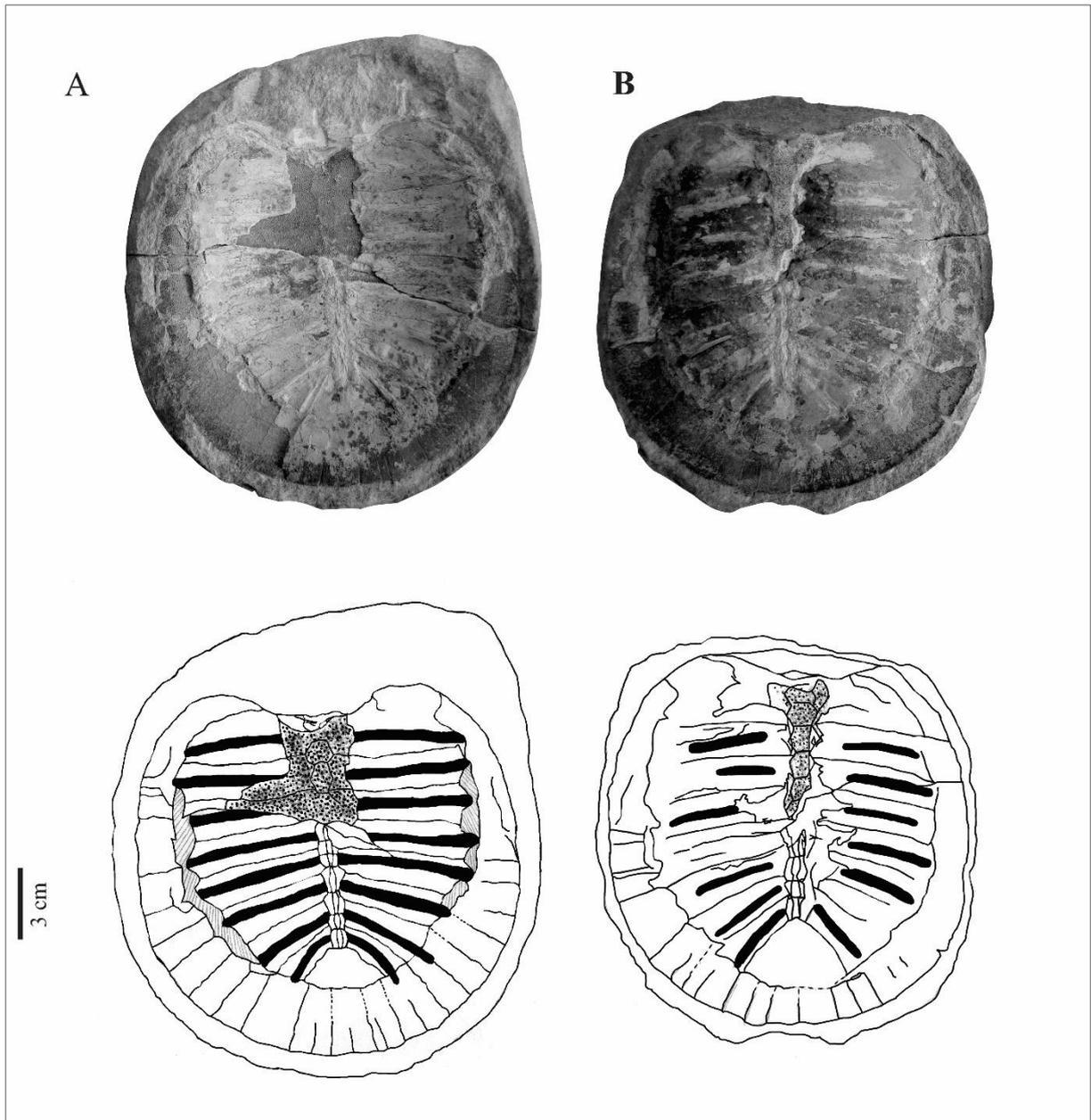


Figura 3 - *Araripemys barretoii* exemplar DGEO-CTG-UFPE 7527. (A) vista ventral da contraparte e (B) vista dorsal da parte.

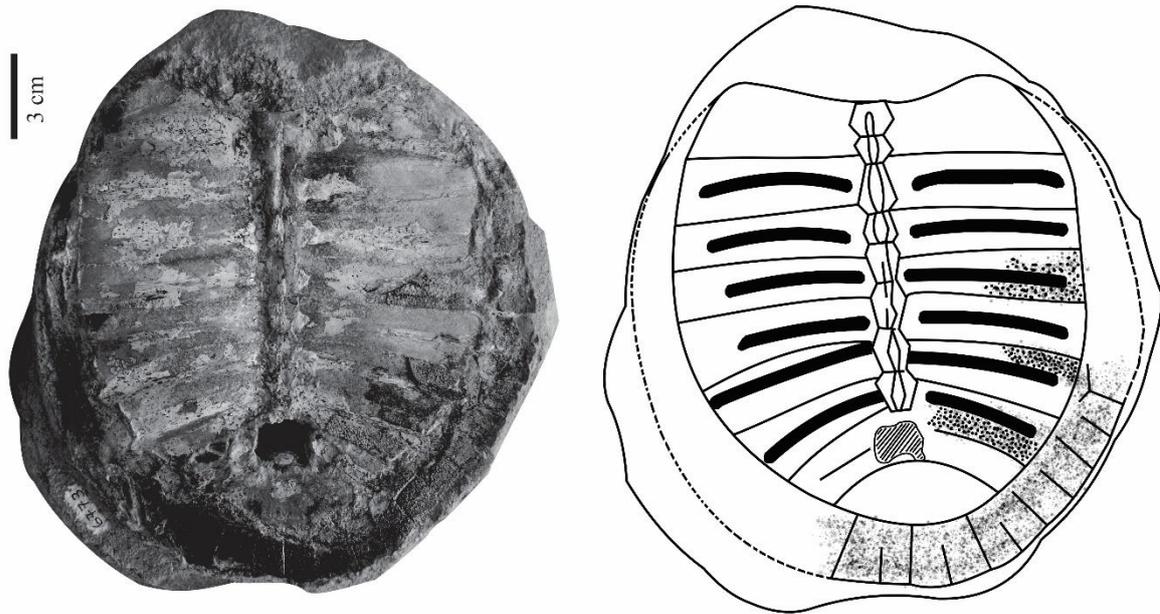


Figura 4 - *Araripemys barretoii* exemplar DGEO-CTG-UFPE 6773. Parte da concreção em vista dorsal.

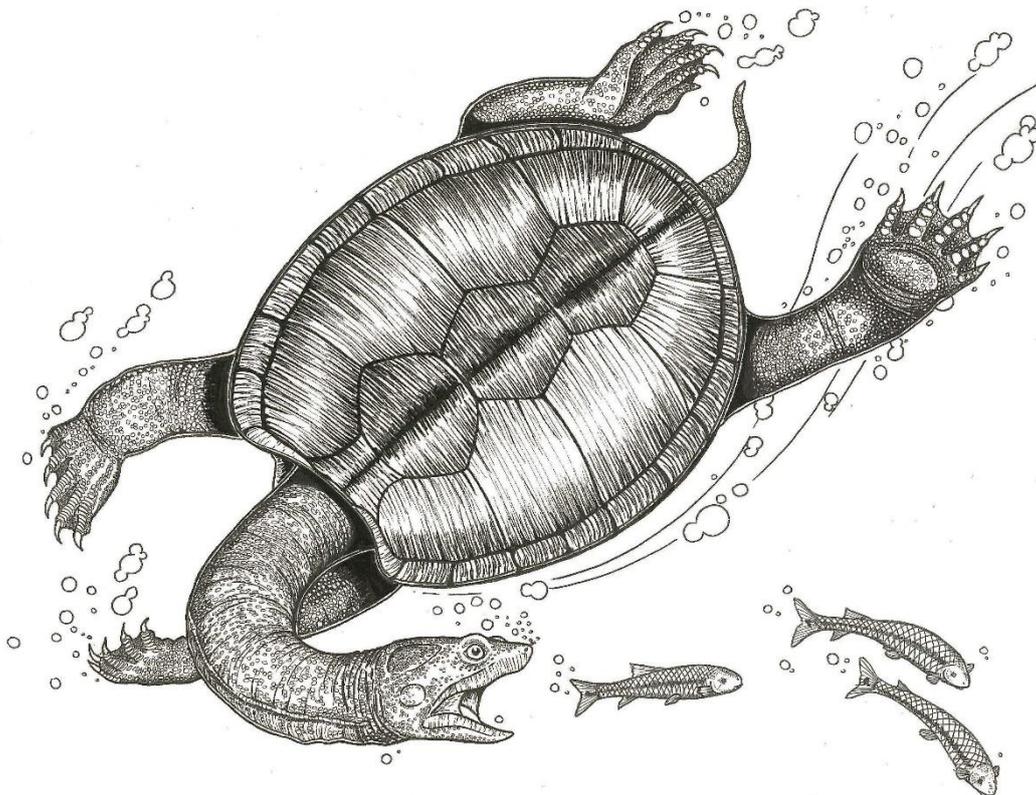


Figura 5 - Reconstituição paleoartística da espécie *Araripemys barretoii* Price, 1973, feita por Aline Ghilardi.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTÃO, G. A. Abordagem Interdisciplinar e Epistemológica sobre as Evidências do Limite Cretáceo-Terciário, com base em Leituras Efetuadas no Registro Sedimentar das Bacias da Costa Leste Brasileira. 1993. 255 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geologia da Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto. 1993.
- ALBERTÃO, G. A.; MARTINS JR., P. P. M. A possible tsunami deposit at the Cretaceous-Tertiary boundary in Pernambuco, Northeastern Brasil. *Sedimentary Geology*, v. 104, p. 189-201, 1996.
- ALBERTÃO G. A.; MARTINS JR., P. P. M. Estratos calcários da pedreira Poty (Paulista), PE: evidências de eventos catastróficos no primeiro registro do limite K-T descrito na América do Sul. In: WINGE, M.; SCHOBENHAUS, C.; BERBERT-BORN, M.; QUEIROZ, E. T.; CAMPOS, D. A.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S. (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. 2006. p. 277-290.
- ALMEIDA, J. A. C. *Calacários Recifais eocênicos da Formação Maria Farinha na Sub-Bacia de Alhandra, Paraíba: Aspectos Taxonômicos, Paleoecológicos, Paleoambientais e Estratigráficos*. 2000. 164 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2000.
- ALMEIDA, J. A. C. Icnofósseis de macrobioerosão na Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior-Paleógeno), Nordeste do Brasil. 2007. 213 f. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. 2007.
- ALVAREZ, L. W.; ALVAREZ, W.; ASARO, F.; MICHEL, H. V. Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction. *Science*, v. 208, n. 4448, p. 1095-1108, 1980.
- ASSINE M. L. *Sedimentação e Tectônica na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil*. 1990. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual de Paulista, Rio Claro. 1990.
- \_\_\_\_\_. Análise Estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista de Geociências*, v. 22, n. 3, p. 289-300, 1992.
- \_\_\_\_\_. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, v. 15, n. 2, p. 371-389, 2007.
- BARBOSA, J. A. *Evolução da Bacia da Paraíba durante o Maastrichtiano-Paleoceno: formações Gramame e Maria Farinha, NE do Brasil*. 2004. 219 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2004.

- BARBOSA, J.A.; LIMA FILHO, M. *Os domínios da Bacia da Paraíba*. In: 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, Salvador. Boletim Trabalhos, 2005. p.1–6.
- BARBOSA, J. A.; LIMA FILHO, M. F. Aspectos estruturais e estratigráficos da faixa costeira Recife-Natal: observações em dados de poços. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v. 14, n. 1, p. 287-306, 2006.
- BARBOSA, J. A.; KELLNER, A. W. A.; VIANA, M. S. S. New dyrosaurid crocodylomorph and evidences for faunal turnover at the K-P transition in Brazil. *Proceedings The Royal Society B*, v. 275, n. 1641, p. 1385-1391, 2008.
- BARBOSA, J. A.; NEUMANN, V. H.; LIMA FILHO, M.; SOUZA, E. M.; MORAES, M. A. Estratigrafia da faixa costeira Recife-Natal (Bacia da Paraíba e Plataforma de Natal), NE Brasil. *Estudos Geológicos*, v. 17, n. 2, p. 3–30, 2007.
- BATISTA, D.L. *Nova ocorrência de Araripemys barretoii (Pelomedusoides: Araripemydidae) na Formação Itapecuru, Bacia do Parnaíba*. In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 19, Sergipe, 2005. CD Resumos. Aracaju, Sergipe, 2005.
- BATISTA, D.L.; CARVALHO, I.D.S. O Gênero *Araripemys* (Chelonii, Pleurodira) no Cretáceo Brasileiro. *Paleontologia: Cenários de Vida*, 2007. p. 291–297.
- BAUR, G. Ueber den Urprung der Extremitäten des Keupers und die Gestalt der Panzerschale von *Proganochelys quenstendtii* Baur nach dem Tübiger Fossil. *Palaeontologische Zeitschrift*, v. 4, p. 64-74, 1887.
- BENTON, M.J. *Vertebrate Paleontology*. 3ª ed. Blackwell Science Ltd., 2005. 455 p.
- BEURLLEN, K. A geologia da Chapada do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 34, n. 3, p. 365-170, 1962.
- \_\_\_\_\_. Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. *Anais Congresso Brasileiro de Geologia*, Rio de Janeiro, v. 17, p. 1-47, 1963.
- \_\_\_\_\_. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana, Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 43, p. 411-415, 1971.
- BEURLLEN, K.; BARRETO, A. Notícia Sobre uma Tartaruga Fóssil da Região do Araripe. *Boletim de Estudos*, v. 4, p. 27–37, 1968.
- BRITO, P. M.; SERET, B. The new genus *Iansan* (Chondrichthyes, Rhinobatoidea) from the Early Cretaceous of Brazil and its phylogenetic relationships. In: ARRATIA, G.; VIOHL, G. (Eds.) *Mesozoic Fishes: Systematics and Paleoecology*. München, Friederich Pfeil, 1996. p. 47-62.

- BROIN, F. *Proganochelys ruchae* n. sp., Chèlonien du Trias Supèrieur de Thaïlande. *Studia Geologica Salmanticensia, Vol. Especial 1, Studia Palaeocheloniologica I. Salamanca España*, 1984. p. 86–97.
- BROIN, F. The oldest pré-podocnemidid turtle (Chelonii, Pleurodira), from the Early Cretaceous, Ceará State, Brasil, and its environment. *Treballs del Museu de Geologia de Barcelona*, v. 9, p. 43-95, 2000.
- CADENA, E. A.; BLOCH, J. I.; JARAMILLO, C. A. New podocnemidid turtle (Testudines: Pleurodira) from the middle–upper Paleocene of South America. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 30, n. 2, p. 367-382, 2010.
- CADENA, E. A.; BLOCH, J. I.; JARAMILLO, C. A. New Bothremydid turtle (Testudines, Pleurodira) from the Paleocene of northeastern Colombia. *Journal of Paleontology*, v. 86, n. 4, p. 688–698, 2012.
- CADENA, E. 2013. Turtle Shell. Disponível em: <<http://paleot.weebly.com/about-turtles.html>>. Acesso em: 15/11/2014.
- CÂMARA, I. G. *Extinção e o Registro Fóssil*. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, v. 30, p. 123-134, 2007.
- CAMPOS, D. A. *Tartarugas fósseis do Brasil*. 1977. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1977.
- CAMPOS, D. A.; BROIN, F. Tartarugas fósseis do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 53, n. 1, p. 210–211, 1981.
- CAMPOS, D. A.; KELLNER, A. W. A. Panorama of the Flying Reptiles Study in Brazil and South America. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 57, n. 4, p. 453-466, 1985.
- CAMPOS, H. B. N.; Arcossauros da Bacia do Araripe: Uma revisão. *Revista Tarairiú*, v. 1, p. 85-103, 2011.
- CAO, Y.; SORENSON, M. D.; KUMAZAWA, Y.; MINDELL, D. P.; HASEGAWA, M. Phylogenetic position of turtles among amniotes: evidence from mitochondrial and nuclear genes. *Gene*, v. 259, p. 139–148, 2000.
- CASSAB, R. C. T. Moluscos fósseis da Formação maria Farinha, Paleoceno de Pernambuco. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 55, p. 385-394, 1983.
- CRÂNIO. In: Wikipédia: a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Crânio>> Acesso em: 10/07/2014.

- DE BRAGA, M.; RIEPPEL, O. Reptile phylogeny and the interrelationships of turtles. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 120, p. 281–354, 1997.
- DE LA FUENTE, M.S., STERLI, J.; MANIEL, I. North Gondwana Pleurodiran Turtles, *In*: de la Fuente, M.S., Sterli, J., Maniel, I. (Eds.), *Origin, evolution and biogeographic history of South American turtles*. Springer International Publishing, Switzerland, 2014. p. 95–131.
- DUBOIS, A.; BOUR, R. The distinction between family-series and class-series nomina in zoological nomenclature, with emphasis on the nomina created by Batsch (1788, 1789) and on the higher nomenclature of turtles. *Bonn zoological Bulletin*, v. 57, n. 2, p. 149–171, 2010.
- FAMBRINI, G. L.; LEMOS, D. R.; TESSER JR., S.; ARAÚJO, J. T.; SILVA-FILHO, W. F.; SOUZA, B. Y. C.; NEUMANN, V. H. M. L. Estratigrafia, Arquitetura Depositional e Faciologia da Formação Missão Velha (Neojurássico-Eocretáceo) na Área-Tipo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: Exemplo de Sedimentação de Estágio de início de Rifte a Clímax de Rifte. *Revista do Instituto de Geociências – USP*, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 55- 87, 2011.
- FERREIRA, G. S. *Estudo da osteologia e redescrição de Bauruemys elegans (Suárez, 1969) do Cretáceo Superior da Bacia Bauru, com base em novos espécimes*. 2011. 65 f. (Monografia em Ciências Biológicas) – Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. 2011.
- FIELDING, S.; MARTILL, D. M.; NAISH, D. Solnhofen-Style Soft-Tissue Preservation in a New Species of Turtle from the Crato Formation (Early Cretaceous, Aptian) of North-East Brazil. *Palaentology*. V. 48, n. 6, p. 1301-1310, 2005.
- FRAGA, I., 2009. Gigante do sertão, Exposição apresenta a primeira reconstrução de dinossauro carnívoro de grande porte feita no país (arte: Maurílio Oliveira / Museu Nacional - UFRJ). Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/arqueologia-e-paleontologia/gigante-do-sertao>>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- GAFFNEY, E. S.; MEYLAN, P. A. Primitive pelomedusid turtle. *In*: MAISEY, J.G. (Ed.) *Santana Fossils: An Illustrated Atlas*. Neptune City: T.F.H. Publications, p.335-339, 1991.
- GAFFNEY, E. S.; CAMPOS, D. A.; HIRAYAMA, R. Cearachelys, a new side-necked turtle (Pelomedusoides: Bothremydidae) from the Early Cretaceous of Brazil. *American Museum Novitates*, v. 3319, p. 1-20, 2001.
- GAFFNEY, E. S.; TONG, H.; MEYLAN, P. A. Evolution of the Side-Necked Turtles: The Families Bothremydidae, Euraxemydidae, and Araripemydidae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 300, p. 1-698, 2006.

- GAFFNEY, E. S.; MEYLAN, P. A.; WOOD, R. C.; SIMONS, E.; CAMPOS, D. A. Evolution of the Side-Necked Turtles: The Family Podocnemididae. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, v. 350, p. 1-237, 2011.
- GALLO, V.; FIGUEIREDO, F.; CARVALHO, L. B.; AZEVEDO, S. A. K. Vertebrate assemblage from the Maria Farinha Formation after the K-T Boundary. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, v. 219, n. 3, p. 261-284, 2001.
- GOLOBOFF, P.A., FARRIS, J.S., NIXON K.C. TNT, a free program for phylogenetic analysis. *Cladistics*, v. 24, n. 5, p. 774–786, 2008.
- HEDGES, S. B. Amniote phylogeny and the position of turtles. *BMC Biology*, v. 10, p. 64, 2012.
- HEDGES, S. B.; POLING, L. L. A Molecular Phylogeny of Reptiles. *Science*, v. 283, n. 5404, p. 893-1072, 1999.
- HILL, R. V. Integration of morphological data sets for phylogenetic analysis of Amniota: the importance of integumentary characters and increased taxonomic sampling. *Systematic biology*, v. 54, n. 4, p. 530-547, 2005.
- HIRAYAMA, R. Oldest Known Sea Turtle. *Nature*, v. 392, p. 705-708, 1998.
- HUNT, T. J. The ordinal name for tortoises, terrapins and turtles. *Herpetologica*, v. 14, n. 3, p. 148-150, 1958.
- KELLER, G.; STINNESBECK, W.; ADATTE, T.; STÜBEN, D. Multiple impactes across the Cretaceous-Tertiary boundary. *Earth Planet Science Letters*, v. 62, p. 327-363, 2003.
- KELLER, G.; ADATTE, T.; BERNER, Z.; HARTING, M.; BAUM, G.; PRAUSS, M.; TANTAWY, A.; STUEBEN, D. Chicxulub impact predates K-T boundary: New evidence from Brazos, Texas. *Eart Planet Science Letters*, v. 255, p. 339-356, 2007.
- KELLNER A. W. A. 1996. Fossilized theropod soft tissue. *Nature*, 379: 32.
- KELLNER, A. W. A. Panorama e perspectiva do estudo de répteis fósseis no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. Rio de Janeiro, v. 70, n. 3, p. 647-676, 1998.
- KELLNER, A. W. A. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe. In: Schobbenhaus, C.; Campos, D. A. C.; Queiroz, E. T., Winge, M. & Berbert-Bron, M. (Eds). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Departamento Nacional de Produção Mineral, 2002. p. 121-130.
- KELLNER, A. W. A.; TOMIDA, Y. Description of a new species of Anhangueridae (Pterodactyloidea) with comments on the pterosaur fauna from the Santana Formation

- (AptianAlbian), Northeastern Brazil. *National Science Museum Monographs*, v. 17, p. 1-135, 2000..
- LAURENT, Y.; TONG, H.; CLAUDE, J. New side-necked turtle (Pleurodira:Bothremydidae) from the Upper Maastrichtian of the Petites-Pyrénées (Haute-Garonne, France). *Cretaceous Research*, v. 23, p. 465-471, 2002
- LAURIN, M.; REISZ, R. R. A reevaluation of early amniote phylogeny. *Zoological Journal of the Linnean Society*, v. 113, p. 165-223, 1995.
- LEE, M. S. Y. The Origin of the Turtle Body Plan: Bridging a Famous Morphological Gap. *Science*, v. 261, p. 1716-1720, 1993.
- LEE, M. S. Y. Correlated Progression and the Origin of turtles. *Nature*, v. 379, p. 812-815, 1996.
- LI, C.; WU, X. C.; RIEPPEL, O.; WANG, L. T.; ZHAO, L. J. An ancestral turtle from the Late Triassic of southwestern China. *Nature*, v. 456, p. 497-501, 2008.
- LIMA, R. P.; NEUMANN, V. H.; BARBOSA, J. A.; SILVA, M. V. N.; LIMA FILHO, M. F.; FAMBRINI, G. L. Sedimentologia dos Carbonatos da Plataforma Gramame-Maria Farinha, NE do Brasil. In: *5º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás*, 2009, Fortaleza-CE, 2009.
- LINZEY, D. W. *Vertebrate Biology*. The McGraw-Hill Companies, 2003. 498 p.
- MANNEN, H.; LI, S. L. Molecular evidence for a clade of turtles. *Mol. Phylogenet. Evol.*, v. 13, p. 144-148, 1999.
- MARTILL, D. M. The age of the Cretaceous Santana Formation fossil Konservat Lagerstätte of north-east Brazil: a historical review and an appraisal of the biochronostratigraphic utility of its palaeobiota, *Cretaceous Research*, v. 28, n. 6, p. 895-920, 2007.
- MARTINS, M.; MOLINA, F. D. B. Panorama Geral dos Répteis Ameaçados do Brasil. *Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção*. 2008. p. 327-373.
- MAY, P.; RESER, P. LEIGGI, P. Macrovertebrate preparation. *Vertebrate Paleontological Techniques*. Vol I. *Cambridge University Press*, 1994. p. 113-129.
- MELO, M.S.; SCHWANKE, C. Curadoria do acervo de Testudines Linnaeus, 1758 do Museu de Ciências da Terra do Departamento Nacional de Produção Mineral, Rio de Janeiro. In: Gallo, V.; Brito, P.M.; Silva, H.M.A. & Figueiredo, F.J. (Eds.) *Paleontologia de Vertebrados: grandes temas e contribuições científicas*. Rio de Janeiro: Interciência, 2006. p. 315-330.

- MEYLAN, P. A. Skeletal morphology and relationships of the early Cretaceous side-necked turtle, *Araripemys barretoii* (Testudines: Pelomedusoides: Araripemydidae), from the Santana Formation of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 16, n. 1, p. 20-33, 1996.
- MONES, A. Palaeovertebrata sudamericana. Catálogo sistemático de los vertebrados fósiles de America del Sur. Parte I. Lista preliminar y bibliografía. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, v. 82, p. 1-625, 1986.
- MORAIS, D. M. F. *Sismoestratigrafia do cretáceo Superior/Neógeno nas Bacias de Pernambuco e da Paraíba, NE do Brasil*. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2008.
- MÜLLER, J. The relationships among diapsid reptiles and the influence of taxon selection. *Recent Advances in the Origin and Early Radiations of Vertebrates*, v. 1984, p. 379-408, 2004.
- MUNIZ, G. C. B.; RAMIRES, L. V. O. Observações ichnológicas preliminares da Formação Maria Farinha, Paleoceno do Nordeste. *VIII Simp. Geol. Campina Grande*. Atas, v. 6, p. 110-119, 1977.
- NEUMANN, V. H. M. L. *Estratigrafía, sedimentología, geoquímica y diagénesis de los sistemas lacustres Aptienses-Albienses de la Cuenca de Araripe (Nordeste de Brasil)*. 1999. 244 f. Tesis (Doctorado), Universidad de Barcelona, Barcelona, 1999.
- NEUMANN, V. H.; CABRERA, L., 1999. Una nueva propuesta estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la Cuenca de Araripe, noreste de Brasil. *Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*. Anais... 279-275.
- OLIVEIRA, D. H.; PEREIRA, P. A.; LOPES, P. C.; RODRIGUES, J.; DE PAULA, T. L. F.; SILVA, E. R. M.; FREIRES, B. S.; BARRETO, A. M. F. Considerações sobre o paleoambiente deposicional da Formação Maria Farinha, Daniano da Bacia da Paraíba, baseadas na relação entre foraminíferos planctônicos e bentônicos. In: 21º Simpósio de Geologia do Nordeste. Recife, *Resumos expandidos*, v. 19, p. 306-307, 2005.
- OLIVEIRA, G. R. *Novos Testudines (Pleurodira) da Formação Santana (Cretáceo Inferior) Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil*. 2006. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.
- OLIVEIRA, G. R.; DEANTONI, F. O. Testudines Fósseis do Estado Pernambucano, o registro mais antigo de Tartarugas da Era Cenozóica do Brasil. In: SAYÃO, J.M. (Org.) *Fósseis do Litoral Norte de Pernambuco: Evidências da Extinção dos Dinossauros*: 1 ed. Recife: Zoludesing, 2013. p. 72–79.

- OLIVEIRA, G. R.; ROMANO, P. S. R. Histórico dos achados de tartarugas fósseis do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 65, p. 113-133, 2007.
- OLIVEIRA, G. R.; KELLNER, A. W. A. Note on a plastron (Testudines, Pleurodira) from the Lower Cretaceous Crato Member, Santana Formation, Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*, v. 63, n. 3, p. 523-528, 2005.
- OLIVEIRA, G. R.; KELLNER, A. W. A. A new side-necked turtle (Pleurodira, Pelomedusoides) from the Santana Formation (Early Cretaceous), Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Zootaxa*, v. 1425, p. 53-61, 2007.
- OLIVEIRA, P.E. Invertebrados fósseis da Formação Maria Farinha. I-Cephalopoda. Rio de Janeiro. Departamento Nacional de Produção Mineral, *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, (Boletim 146), 1953. 33p.
- PONTE, F. C.; APPI C. J. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da bacia do Araripe. *Anais... XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia*, Natal (RN), v. 1, p. 211-226, 1990.
- PONTE, F.C.; PONTE FILHO, F.C. Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. In: *IV Simpósio sobre o cretáceo do Brasil. In: 4º Simpósio sobre o cretáceo do Brasil, Boletim... Rio Claro: Universidade Estadual Paulista*, 1996. p. 123-133.
- POUGH, H. F.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. *A vida dos Vertebrados*. 4ª Edição. São Paulo: Atheneu Editora, 2008. 839 p.
- PRICE, I. L. Quelônio Amphichelydia no Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 3, p. 84-96, 1973.
- REISZ, R. R.; HEAD, J. J. Palaeontology: Turtle origins out to sea. *Nature*, v. 456, p. 450-451, 2008.
- RIEPEL, O. Studies on skeleton formation in reptiles. *Journal of Vertebrate Paleontology*, v. 13, n. 1, p. 31-47, 1993.
- ROMANO, P. S. R.; GALLO, V.; RAMOS, R. R. C.; ANTONIOLI, L. *Atolchelys lepida*, a new side-necked turtle from the Early Cretaceous of Brazil and the age of crown Pleurodira. *Biology Letters*, v. 10, n. 7, p. 20140290, 2014.
- ROMER, A. S. Osteology of the reptiles. Chicago: *The University of Chicago Press*, 1956. 772 p.
- ROSS, W.; MACARTNEY, J. Lectures on Comparative Anatomy, translated from the French of G. Cuvier, Volume 1. *Oriental Press*, London, 1802. 710 p.

- ROUGIER, G. W.; DE LA FUENTE, M. S.; ARCUCCI, A. B. Late Triassic turtles from South America. *Science*, v. 268, p. 855-858, 1995.
- RUEDA-ALMONACID, J.V; CARR, J.L.; MITTERMEIER, R.A; et al. *Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del Trópico*. (Serie de guías tropicales de campo N° 6. Conservación Internacional). Bogotá, Colombia: Editorial Panamericana, Formas e Impresos, 2007. 538 p.
- SANTOS, A.S.; ALMEIDA, A.P.; SANTOS, A.J.B.; et al.. Plano de ação nacional para conservação das tartarugas marinhas. (Org.). In: MARCOVALDI, M.A.A.G.D.; SANTOS, A.S. *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade*, Brasília, Icmbio, (Série Espécies Ameaçadas, 25), 2011. 120 p.
- SIAL, A. N.; FERREIRA, V. P.; TOSELLI, A. J.; PARADA, M. A.; ACENOLAZA, F. G.; PIMENTEL, M. M.; ALONSO, R. N. Carbon and Oxygen Isotope Compositions of Some Upper Cretaceous–Paleocene Sequences in Argentina and Chile. *International Geology Review*, v. 43, p. 893-909, 2001.
- SIAL, A. N.; ALONSO, R. N.; TOSELLI, A. J.; ACENOLAZA, F. G.; PARADA, M. A.; ROSSI DE TOSELLI, J. C Isotope Minimum in the Late Cretaceous–Paleocene Yacoraite Carbonate Sequence, NW Argentina, *IV South American Symposium on Isotope Geology, Short Papers*, p. 345-348, 2003.
- SILVA, M.C. *Os vertebrados da Bacia da Paraíba: Uma abordagem sistemática, paleontológica e paleoambiental com ênfase em dentes de répteis e de peixes ósseos do gênero Echodus*. 2007. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2007.
- SILVA, M. C.; BARRETO, A. M. F.; CARVALHO, I. D. S.; CARVALHO, M. S. S. Vertebrados e paleoambientes do neocretáceo-daniano da Bacia da Paraíba. *Estudos Geológicos*, v. 17, n. 2, p. 85-95, 2007.
- SMALL, H. L. *Geologia e suprimento d'água subterrânea no Ceará e parte do Piauí*. Rio de Janeiro, Inspetoria Federal de Obras contra as Secas, série 7D, Publicação nº 25, 1913. 80 p.
- SOUZA-LIMA, W.; ALBERTÃO, G. A.; LIMA, F. H. O. Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia de Pernambuco-Paraíba. *Fundação Paleontológica Phoenix*, ano 5, n. 55, jul. 2003. Disponível em: <[http://www.phoenix.org.br/Phoenix55\\_Jul03.htm](http://www.phoenix.org.br/Phoenix55_Jul03.htm)> Acesso em: 5/08/2014.
- TÁVORA, V. A.; MIRANDA, M. C. C. Sistemática e tafonomia de uma fáunula de crustáceos decápodes da Formação Maria Farinha (Paleoceno), Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 7, n. 1, p. 45-52, 2004.

- TINOCO, I. M. Foraminíferos bentônicos da Formação Maria Farinha (Paleoceno de Pernambuco). In: Simpósio de Geologia do Nordeste. Atlas, campina Grande, *SBG-Núcleo Nordeste*, v. 8, p. 65-69, 1977.
- TONG, H.; GAFFNEY, E. S.; BUFFETAUT, E. Foxemys, a new sidenecked turtle (Bothremyidae: Pelomedusoides) from the Late Cretaceous of France. *American Museum Novitates*, v. 3251, p. 1-19, 1998.
- VIANA, M. S. S.; NEUMANN, V. H. L. M.. Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, Ceará: riquíssimo registro da fauna e flora do Cretáceo. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.C.; QUEIROZ, E.T., WINGE, M.; BERBERT-BRON, M. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília, DNPM, 2002. p. 113-120.
- VIDAL, F. W. H.; PADILHA, M. W. M.; OLIVEIRA, R. R. *Aspectos Geológicos da Bacia do Araripe e do Aproveitamento dos Rejeitos da Pedreira Cariri – Ceará*. Vº simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, Pernambuco, 2006. p. 31-36.
- WILLISTON, S. W. The Phylogeny and Classification of Reptiles. *Journal of Geology*, v. 25, p. 411-421, 1917.
- <http://www.arkive.org/>. Acesso em: 03/05/2014
- ZANGERL, R. The Turtle shell. In: C. GANS (ed.). *Biology of the Reptilia*, vol. 1, *Morphology-A*. London & New York: Academic Press, 1969. p. 311-339.
- ZARDOYA, R.; MEYER, A. Complete mitochondrial genome suggests diapsid affinities of turtles. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 95, p. 14226-14231, 1998.

