



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

ANNY RAFAELA DE ARAÚJO CARVALHO

NOVOS RÉPTEIS FÓSSEIS MESOZOICOS DE PERNAMBUCO, NE DO BRASIL:
Descrição Osteológica e Considerações Tafonômicas

Recife

2019

ANNY RAFAELA DE ARAÚJO CARVALHO

**NOVOS RÉPTEIS FÓSSEIS MESOZOICOS DE PERNAMBUCO, NE DO BRASIL:
Descrição Osteológica e Considerações Tafonômicas**

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Geociências.

Área de concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alcina Magnólia da Silva Franca.

Coorientador: Prof. Dr. Gustavo Ribeiro de Oliveira.

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecária Maria Luiza de Moura Ferreira, CRB-4 / 1469

C331n Carvalho, Anny Rafaela de Araújo.

Novos répteis fósseis mesozoicos de Pernambuco, NE do Brasil: descrição osteológica e considerações tafonômicas / Anny Rafaela de Araújo Carvalho. - 2019. 105 folhas, il., sigl.

Orientadora: Profa. Dra. Alcina Magnólia da Silva Franca. Coorientador: Prof. Dr. Gustavo Ribeiro de Oliveira.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2019.
Inclui referências.

1. Geociências. 2. Cretáceo Inferior. 3. *Crocodylomorpha*. 4. Jurássico Superior. 5. Testudines. I. Franca, Alcina Magnólia da Silva (Orientadora). II. Oliveira, Gustavo Ribeiro de (Coorientador). III. Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.)

BCTG/2020-45

ANNY RAFAELA DE ARAÚJO CARVALHO

NOVOS RÉPTEIS FÓSSEIS MESOZOICOS DE PERNAMBUCO, NE DO BRASIL:
Descrição Osteológica e Considerações Tafonômicas

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Geociências.

Aprovada em: 01/10/2019.

BANCA EXAMINADORA:

Prof.^a Dra. Alcina Magnólia da Silva Franca (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^o Dr. Édison Vicente de Oliveira (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Dr. Renan Alfredo Machado Bantim (Examinador Externo)
Universidade Regional do Cariri

Prof.^a Dra. Márcia Cristina da Silva (Examinador Externo)
Universidade Federal de Alagoas

Prof.^o Dr. Thiago Marinho (Examinador Externo)
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dedico este trabalho à minha mãe, Ana Maria (*in memoriam*), minha principal fonte motivacional.

AGRADECIMENTOS

Um trabalho como esse conta, inevitavelmente, com o apoio e incentivo de inúmeras pessoas e entidades. Portanto, gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que de certa forma contribuíram para a realização deste:

À minha mãe, Ana Maria (*in memoriam*), por sua dedicação e amor incondicional, além de seus constantes estímulos, os quais me fizeram chegar até aqui;

À Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), na qual, com muito orgulho, pude construir toda minha formação acadêmica e crescer tanto no âmbito profissional, quanto pessoal;

Ao programa de pós-graduação em geociências do Departamento de Geologia (PPGEOC) por tornar possível este estudo;

À CAPES pela concessão da bolsa de doutorado dando o necessário suporte financeiro;

Agradeço profundamente à minha orientadora Prof.^a Dr.^a Alcina Barreto, pelos conhecimentos transmitidos, dando apoio em cada etapa da minha trajetória acadêmica, desde o mestrado até os dias de hoje e, também, pela sua generosidade, paciência e confiança;

Ao Prof. Dr. Gustavo Oliveira, pela atenção, disponibilidade e valiosos ensinamentos, sendo indispensável para a elaboração deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Édison Oliveira por ter me inserido no Paleolab e por ter sido peça chave na minha vida acadêmica, como orientador de monografia durante a minha graduação;

À minha família, em especial à minha tia Graça e aos meus tios Marcelo e Júnior, sempre presentes, dedicando-me constantes incentivos;

Aos amigos do Paleolab, tanto pelos aportes, quanto pelos fundamentais momentos de descontração;

Às minhas queridas amigas, Fernanda e Karina, com quem tenho o prazer de compartilhar maravilhosos momentos;

À família “Barbosa Lopes” por todo carinho e acolhimento;

À Blanca por ter sido essencial no meu amadurecimento e uma inspiração na minha vida profissional;

Aos membros da banca pelas importantes considerações e contribuições da presente tese.

RESUMO

O Brasil possui um amplo registro fóssil de vertebrados e, dentre a diversidade desses, destacam-se os Crocodylomorpha e Testudines. No presente trabalho, são descritos novos materiais, de Crocodylomorpha provenientes da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá, abrangendo placas ósseas do crânio, dentes isolados, osteodermos e elementos vertebrais e; três novos espécimes de Testudines da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, incluindo cascos quase completos, ossos apendiculares e vértebras. O material está depositado na Coleção Científica Paleontológica do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco. O objetivo deste é ampliar o conhecimento da paleodiversidade de répteis mesozoicos de Pernambuco. Com relação aos materiais de Crocodylomorpha, os vários elementos encontrados foram atribuídos ao mesmo táxon. As vértebras são anficélicas, padrão primitivo em Crocodyliformes. O conjunto de características presentes nos osteodermos são compatíveis com as de Mesoeucrocodylia. Os dentes apresentam características da família Goniopholididae, cristas bem definidas e conspícuas de ornamentação não anastomosada, e difere por apresentar ausência de carenas e de faceta apicobasal. Com relação aos Testudines, dois exemplares foram identificados como sendo das espécies *Cearachelys placidoi* e o terceiro da espécie *Araripemys barretoii*. Os exemplares de *C. placidoi* aqui descritos constituem a primeira ocorrência da espécie em Pernambuco. As condições bioestratigráficas dos cascos sugerem uma preservação autóctone/par autóctone, tendo havido soterramento rápido, mas não imediato o que causou desarticulação e transporte de alguns elementos ósseos. O presente trabalho revela o elevado, e ainda pouco explorado, potencial paleontológico mesozoico das bacias de Jatobá e do Araripe pernambucano.

Palavras-chave: Cretáceo Inferior. Crocodylomorpha. Jurássico Superior. Testudines.

ABSTRACT

Brazil has a vast fossil record and among their diversity Crocodylomorpha the Testudines stand out. In the present work, new Crocodylomorpha materials from the Aliança Formation, Jatobá Basin Upper Jurassic, are described covering skull bone plates, isolated teeth, osteoderms and vertebral elements, and; three new Testudines specimens from the Romualdo Formation, Lower Cretaceous of the Araripe Basin, including almost complete shell, appendicular bones, and vertebrae. The material is deposited in the Paleontological Scientific Collection of the Department of Geology of the Universidade Federal de Pernambuco. The objective of this is to expand the knowledge about Pernambuco mesozoic reptiles' paleodiversity. Regarding Crocodylomorpha materials, the various elements found were attributed to the same taxon. Vertebrae are amphicoelous, a primitive pattern in Crocodyliformes. The set of characteristics present in osteoderms are compatible with those of Mesoeucrocodylia. The teeth have characteristics of the family Goniopholididae, well defined and conspicuous ridges of non-anastomosed ornamentation, and differ in the absence of carenae and apicobasal facet. Regarding the Testudines, two specimens were identified as *Cearachelys placidoi* and the third was *Araripemys barretoii*. The specimens of *C. placidoi* described here constitute the first occurrence of the species in Pernambuco. The biostratigraphic conditions of the hulls suggest an autochthonous/parautochthonous preservation, with rapid but not immediate burial which caused disarticulation and transport of some bone elements. The present work reveals the high, and still little explored, mesozoic paleontological potential of the Jatobá and Pernambuco Araripe basins.

Keywords: Lower Cretaceous. Crocodyliformes. Upper Jurassic. Testudines.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Distribuição geográfica das espécies fósseis de Crocodylomorpha nos estados brasileiros.....	19
Figura 2 –	Representação geral de um Crocodylomorpha em vista lateral (A) exibindo os escudos epidérmicos que recobrem os osteodermos. Esquema de um osteodermo em face dorsal (B) e face ventral (C), indicando os parâmetros morfológicos usados em análises morfológicas e esquema com os principais elementos ósseos do esqueleto axial típico em Crocodyliformes (D).	22
Figura 3 –	Distribuição geográfica das espécies de Testudines fósseis nomeadas no Brasil.....	25
Figura 4 –	Esqueleto de um Testudines mostrando os elementos do endo e do exoesqueleto (A) e desenhos esquemáticos das estruturas da carapaça em vista ventral (B), mostrando a fusão das vértebras e costelas com os ossos dérmicos, e estruturas da carapaça (C) e do plastrão (D) em vista dorsal mostrando os escudos epidérmicos e os ossos dérmicos.	29
Figura 5 –	Etapas da preparação mecânica em DGEO-CTG-UFPE 8470.....	34
Figura 6 –	Mapa geográfico de Pernambuco com a localização das cidades onde foram coletados o material fóssil de Crocodylomorpho, procedente da Formação Aliança (Jurássico Superior da Bacia de Jatobá), e de Testudines, oriundo da Formação Romualdo (Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe.	38
Figura 7 –	Perfil estratigráfico simplificado da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá, com indicação na coluna onde os fósseis de Crocodylomorpha foram coletados.....	39
Figura 8 –	Perfil estratigráfico simplificado da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia de Jatobá, dos Sítios Arrojado, Zé Gomes e Marçal, com indicação na coluna onde os fósseis DGEO-CTG-UFPE 8471 (a), DGEO-CTG-UFPE 8470 (b) e DGEO-CTG-UFPE 8932 (c) foram coletados.	40

Figura 9 –	Localização geográfica da Bacia de Jatobá com os municípios pernambucanos Ibimirim e Tacaratu, estado de Pernambuco, onde foram coletados os fósseis de <i>Crocodylomorpha</i> procedentes da Formação Aliança (Jurássico Superior).	42
Figura 10 –	Carta estratigráfica da Bacia de Jatobá.	43
Figura 11 –	Localização geográfica da Bacia do Araripe com os municípios pernambucanos, Exu e Araripina, onde foram coletados os fósseis de Testudines DGEO-CTG-UFPE 8470, DGEO-CTG-UFPE 8471 DGEO-CTG-UFPE 8932, procedentes da Formação Romualdo (Aptiano-Albiano). ..	48
Figura 12 –	Carta estratigráfica da Bacia do Araripe.	49
Figura 13 –	Osso frontal de <i>Crocodylomorpha</i> (DGEO-CTG-UFPE 8575) da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá, em vista dorsal (A) e ventral (C) e seus respectivos desenhos esquemáticos (B e D), e desenho esquemático do crânio com a localização deste osso (E).	55
Figura 14 –	Dentes isolados de <i>Crocodylomorpha</i> da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá. DGEO-CTG-UFPE 6651 em vista lingual (A1), vista lateral direita (A2), vista labial (A3), vista lateral esquerda (A4), vista apical (A5), vista basal (A6); DGEO-CTG-UFPE 6742 em vista lingual (B1), vista lateral direita (B2), vista labial (B3), vista lateral esquerda (B4), vista apical (B5), vista basal (B6); DGEO-CTG-UFPE 8573 em vista lingual (C1), vista lateral direita (C2), vista labial (C3), vista lateral esquerda (C4), vista apical (C5), vista basal (C6); e DGEO-CTG-UFPE 8574 em vista lingual (D1), vista lateral direita (D2), vista labial (D3), vista lateral esquerda (D4), vista apical (D5), vista basal (D6).	57
Figura 15 –	Vértebra lombar (C1: A) e vértebras caudais (C2: B; C3: C; C4: D; C5: E; C6: F) (DGEO-CTG-UFPE 8441) de <i>Crocodylomorpha</i> da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá.	61
Figura 16 –	Vértebras caudais (C7: A; C8: B; C9: C; C10: D; C11: E; C12: F; C13: G) (DGEO-CTG-UFPE 8441) de <i>Crocodylomorpha</i> da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá.	62

Figura 17 –	A-G Centros de vértebras (DGEO-CTG-UFPE 8443) caudais (A-D) e dorsais (E-G) de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá.	64
Figura 18 –	Fragmento de vértebra dorsal (DGEO-CTG-UFPE 6703) de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá. Em vista lateral direita (A), frontal (B), lateral esquerda (C), caudal (D), dorsal (E), ventral (F).	65
Figura 19 –	Fragmentos de osteodermos de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá. DGEO-CTG-UFPE 8442 (A); DGEO-CTG-UFPE 6700 (B-K); DGEO-CTG-UFPE 6647 (L-P); DGEO-CTG-UFPE 6738 (Q-R); DGEO-CTG-UFPE 7302 (S); DGEO-CTG-UFPE 7299 (T).....	67
Figura 20 –	Fragmentos de osteodermos de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá. DGEO-CTG-UFPE 8529 (A-K).....	68
Figura 21 –	Fragmentos de osteodermos de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá. DGEO-CTG-UFPE 8725 (A-K).....	69
Figura 22 –	Testudine fóssil (DGEO CTG UFPE 8471) oriundo de Araripina (PE), Formação Romualdo (Aptiano-Albiano), Bacia do Araripe. A. Vista dorsal da carapaça. B. Desenho esquemático da carapaça em vista dorsal. C. Vista ventral do plastrão. D. Desenho esquemático do plastrão em vista ventral.....	73
Figura 23 –	Testudine fóssil (DGEO CTG UFPE 8932) oriundo de Exu (PE), Formação Romualdo (Aptiano-Albiano), Bacia do Araripe. A. Vista dorsal da carapaça. B. Desenho esquemático da carapaça em vista dorsal. C. Vista ventral do plastrão. D. Desenho esquemático do plastrão em vista ventral.....	78
Figura 24 –	Testudine fóssil (DGEO CTG UFPE 8470) oriundo de Exu (PE), Formação Romualdo (Aptiano-Albiano), Bacia do Araripe. A. Vista dorsal da carapaça. B. Desenho esquemático da carapaça em vista dorsal. C. Vista ventral do plastrão. D. Desenho esquemático do plastrão em vista ventral.....	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Espécimes de Crocodylomorpha da Formação Aliança (Jurássico da Bacia de Jatobá) com suas respectivas localidades e números de tombo.....	31
Quadro 2 –	Novos espécimes de Testudines da Formação Romualdo (Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe) com suas respectivas localidades e números de tombo..	32
Quadro 3 –	Espécies brasileiras utilizadas na comparação com os Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá.....	34
Quadro 4 –	Espécies de idade jurássica utilizadas na comparação com os Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá, Pernambuco, Brasil.....	35
Quadro 5 –	Lista de espécies de Testudines utilizadas na comparação com os espécimes DGEO-CTG-UFPE 8470, DGEO-CTG-UFPE 8471 e DGEO-CTG-UFPE 8932.....	36
Quadro 6 –	Medições dos dentes de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá, dadas em milímetros. Os valores entre parênteses indicam medições incompletas e entre colchetes indicam medições estimadas.....	56
Quadro 7 –	Medições das vértebras: lombar (c1), caudais (c2-c13) DGEO-CTG-UFPE 8441 e dorsal DGEO-CTG-UFPE 6703, em milímetros. Os valores entre parênteses indicam medições incompletas e entre colchetes indicam medições estimadas.....	59
Quadro 8 –	Medições (em centímetros) do casco do Testudine DGEO-CTG-UFPE 8471. As medidas foram aferidas como preservadas.....	72
Quadro 9 –	Medições (em centímetros) do casco do Testudine DGEO-CTG-UFPE 8932. As medidas foram aferidas como preservadas.....	76
Quadro 10 –	Medidas (em centímetros) do casco do Testudine DGEO-CTG-UFPE 8470. As medidas foram aferidas como preservadas.....	82

Quadro 11 – Características do plastrão de DGEO-CTG-UFPE 8470, DGEO-CTG-UFPE 8471 E DGEO-CTG-UFPE 8932 comparada com os Testudines descritos para a Bacia do Araripe.....	86
Quadro 12 – Características da carapaça de DGEO-CTG-UFPE 8471 E DGEO-CTG-UFPE 8932 comparada com os Testudines descritos para a Bacia do Araripe	87

LISTA DE SIGLAS

CTG	Centro de Tecnologia e Geociências
DGEO	Departamento de Geologia
PALEOLAB	Laboratório de Paleontologia
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
1.1	OBJETIVOS	17
1.1.1	Geral	17
1.1.2	Específicos.....	17
1.2	BASE TEÓRICA.....	18
1.2.1	Registro Fóssil de Crocodylomorpha Brasil.....	18
1.2.2	Características Macro-osteológicas de Crocodylomorpha	21
1.2.3	Registro Fóssil de Testudines no Brasil.....	23
1.2.3.1	<i>Registro fóssil de Testudines da Bacia do Araripe</i>	<i>27</i>
1.2.4	Características Macro-osteológicas de Testudines	28
2	MATERIAL E MÉTODOS	31
2.1	MATERIAL ESTUDADO	31
2.2	PREPARAÇÃO DO MATERIAL	33
2.3	MATERIAL COMPARATIVO	34
2.4	TERMINOLOGIAS	37
2.5	ILUSTRAÇÕES	37
2.6	MEDIDAS	37
3	ÁREA DE ESTUDO E CONTEXTO GEOLÓGICO	38
3.1	ÁREA DE ESTUDO	38
3.2	CONTEXTO GEOLÓGICO	41
3.2.1	Bacia de Jatobá	41
3.2.1.1	<i>Tectono-sequência sinéclise</i>	<i>44</i>
3.2.1.2	<i>Tectono-sequência de início de rifte.....</i>	<i>44</i>

3.2.1.3	<i>Tectono-sequência sin-rifte</i>	45
3.2.1.4	<i>Tectono-sequência pós-rifte</i>	45
3.2.1.5	<i>Formação Aliança</i>	46
3.2.2	Bacia do Araripe	47
3.2.2.1	<i>Tectono-sequência sinéclise</i>	49
3.2.2.2	<i>Tectono-sequência de Início de Rifte</i>	50
3.2.2.3	<i>Tectono-sequência sin-rifte</i>	50
3.2.2.4	<i>Tectono-sequência pós-rifte</i>	51
3.2.2.5	<i>Araripe pernambucano</i>	53
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	54
4.1	DESCRIÇÃO DOS CROCODYLOMORPHA.....	54
4.1.1	Fragmento de Crânio	54
4.1.2	Dentes Isolados	55
4.1.3	Vértebras.....	58
4.1.4	Osteodermos	65
4.2	DISCUSSÃO	69
4.2.1	Considerações Tafonômicas e Paleoecológicas dos Crocodylomorpha da Formação Aliança	70
4.3	DESCRIÇÃO COMPARATIVA DOS TESTUDINES	72
4.3.1	DGEO-CTG-UFPE 8471.....	72
4.3.2	DGEO-CTG-UFPE 8932.....	75
4.3.3	DGEO-CTG-UFPE 8470.....	82
4.4	DISCUSSÃO	85
4.4.1	Considerações Tafonômicas e Paleoecológicas dos Testudines da Formação Romualdo	88

5	CONCLUSÃO.....	89
	REFERÊNCIAS.....	90

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui um amplo registro fóssil e dentre a diversidade dos vertebrados destacam-se os Crocodylomorpha e os Testudines (OLIVEIRA; ROMANO, 2007; RIFF *et al.*, 2012). Atualmente, mais de 50 espécies de Crocodylomorpha são conhecidas no Brasil, com distribuição temporal desde o Triássico até o Quaternário. No entanto, registros desses vertebrados do Período Jurássico brasileiro ainda são bastante escassos, sendo muitas vezes considerados inconclusivos. Dentre os Testudines, 25 espécies de fósseis foram formalmente descritas e nomeadas oriundas de diversos depósitos brasileiros, datadas desde o Cretáceo Inferior até o Pleistoceno Superior - Holoceno Inferior.

No presente trabalho, são descritos novos materiais, de Crocodylomorpha provenientes da Formação Aliança, Bacia de Jatobá, além de exemplares previamente mencionados por Silva (2012), abrangendo placas ósseas do crânio, dentes isolados, osteodermos e elementos vertebrais; e três novos espécimes de Testudines recuperados da Formação Romualdo, Bacia do Araripe, incluindo cascos quase completos, alguns ossos apendiculares e algumas vértebras.

Segundo Silva (2012), a escassez de informações sobre o Jurássico brasileiro deve-se, em boa parte, ao fato de que as preservações das rochas dessa época, foram bastante atingidas pela erosão, pelo intemperismo e pelos antigos ambientes de sedimentação continental não serem os mais favoráveis a preservação das faunas e floras. Contudo, o Jurássico da Bacia Sedimentar de Jatobá, vem mostrando grande relevância pelos seus achados fósseis (SILVA, 2012; SILVA *et al.*, 2010).

A grande quantidade de fósseis e escassez de trabalhos voltados à paleontologia de vertebrados da Bacia de Jatobá, a possibilidade de identificação de fósseis inéditos e a contribuição para um melhor entendimento do Jurássico brasileiro, período geológico com raras exposições de rochas no Brasil, complementam a motivação e justificativa para o tema dessa tese de Doutorado.

Embora a Bacia do Araripe ocupe territorialmente os estados do Ceará, Piauí e Pernambuco, a maioria dos fósseis de vertebrados na literatura vem do Ceará, ou de localidades desconhecidas, tendo essas, elevado número de fósseis descritos sem procedência geográfica definida (BARRETO *et al.*, 2014, 2016; BARRETO; GHILARDI; DUQUE, 2016). A exemplo disso, alguns táxons de tartarugas, estão bem amostrados no Grupo Santana, no entanto, dados

de localização e fósseis fora do estado do Ceará são escassos. Recentemente, alguns trabalhos contribuíram com novos achados e ocorrências de vertebrados na porção W-SW da Bacia do Araripe, em Pernambuco (CARVALHO; BARRETO, 2015; DUQUE; BARRETO, 2018; PEREIRA *et al.*, 2017; PRADO *et al.* 2018, PRADO; FAMBRINI; BARRETO, 2018; SARAIVA *et al.*, 2018).

A Formação Romualdo na Bacia do Araripe é considerada entre as mais importantes do Cretáceo Inferior no mundo, tanto pela concentração fossilífera (Konzentrat-Lagerstätte), quanto pela qualidade excepcional de seus fósseis (Konservat-Lagerstätte). No entanto, em Pernambuco, ela é pouco estudada quanto a sua potencialidade. No estado, o polo gessoso do Araripe, para a extração a céu aberto da gipsita (Formação Ipubi), de certa forma, atua como facilitadora no achado de fósseis, porém, por outro lado, releva mais ainda a importância de estudos locais para pesquisa, valorização e a conservação dos fósseis.

1.1 OBJETIVOS

A seguir serão apresentados os objetivos do presente estudo.

1.1.1 Geral

Ampliar o conhecimento sobre o registro fóssil das formações Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe, e Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá, e contribuir com novas informações sobre a paleodiversidade de Répteis durante o Mesozoico no estado de Pernambuco.

1.1.2 Específicos

- a) Identificar e descrever a morfologia óssea de três novos espécimes de Testudines provenientes da Formação Romualdo, Bacia do Araripe em Pernambuco;
- b) Identificar e descrever a morfologia óssea de restos fósseis de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Bacia de Jatobá;
- c) Levantar dados tafonômicos e associação fossilífera buscando informações sobre a paleoecologia;
- d) Correlacionar o material de estudo com outros da literatura, para interpretar a distribuição paleogeográfica e temporal.

1.2 BASE TEÓRICA

Para melhor compreensão faz-se necessário uma breve revisão a respeito dos grupos abordados na presente tese. Assim sendo, foi realizada uma revisão bibliográfica dos Testudines e Crocodylomorpha fósseis já descritos nas diversas bacias sedimentares brasileiras.

1.2.1 Registro Fóssil de Crocodylomorpha Brasil

Crocodylomorpha (ou crocodilomorfos, no vernáculo) representa o grupo de arcossauros que mais se destaca no registro fóssil brasileiro, seja pelo número de espécies conhecidas (diversidade), adaptações morfológicas apresentadas (disparidade), hábitos e habitats (paleoecologia) ou simplesmente pela quantidade de espécimes conhecidos e qualidade de sua preservação (RIFF *et al.*, 2012). A história deste grupo inicia-se há cerca de 225 milhões de anos, entre o Triássico Médio (Ladiniano) e o Triássico Tardio (Carniano) (PINHEIRO; FIGUEIREDO; RIFF, 2012; RIFF *et al.*, 2012).

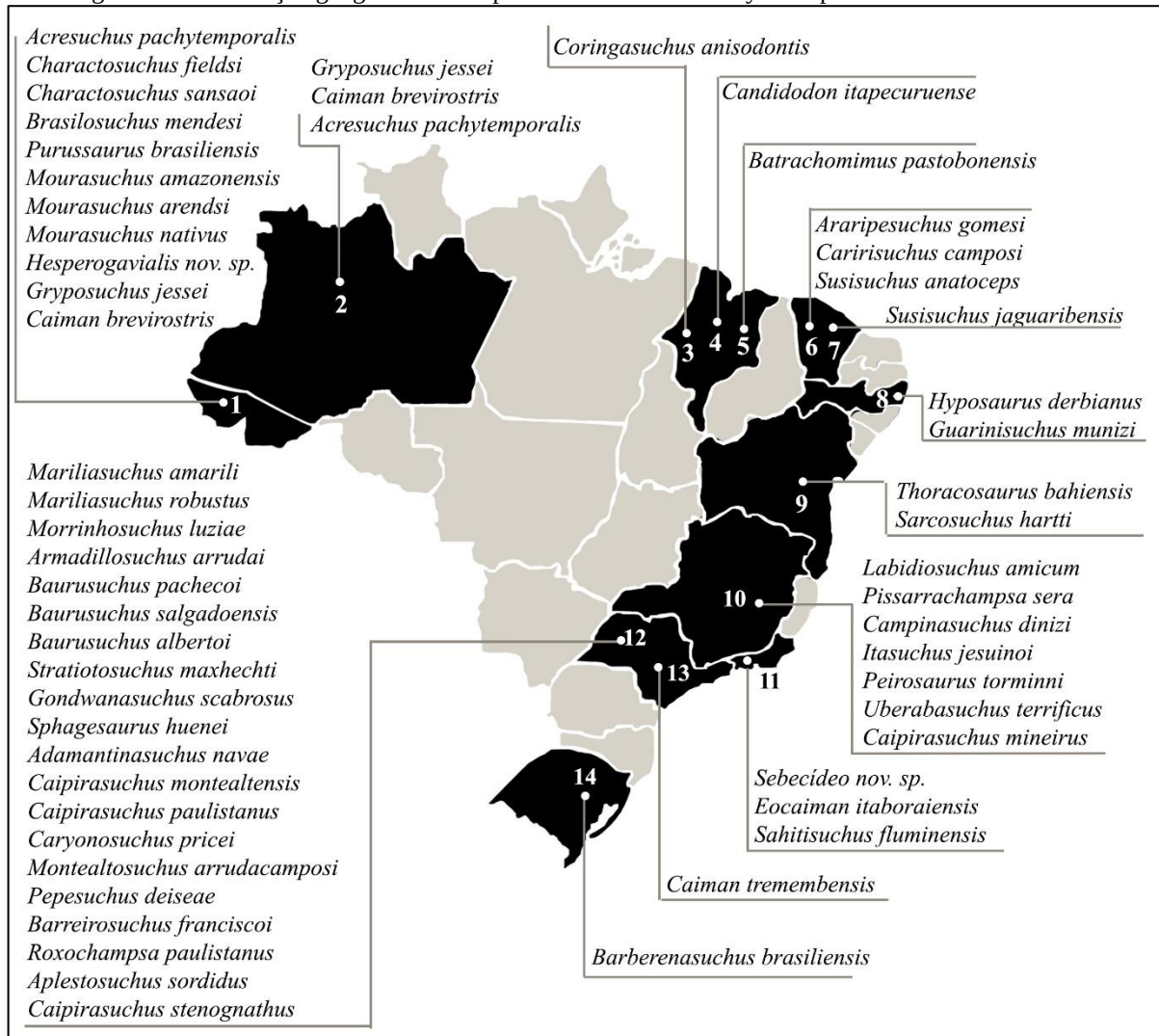
No Brasil, mais de 50 espécies de Crocodylomorpha são conhecidas atualmente, com distribuição temporal desde o Triássico até o Quaternário (Figura 1). Riff *et al.* (2012) apresentaram um excelente histórico sobre os achados fósseis de Crocodylomorpha no Brasil. Após essa publicação, outras seis novas espécies brasileiras de crocodilos foram nomeadas: *Batrachomimus pastosbonensis* (MONTEFELTRO *et al.*, 2013), *Gondwanasuchus scabrosus* (MARINHO *et al.*, 2013), *Sahitisuchus fluminensis* (KELLNER; PINHEIRO; CAMPOS, 2014), *Caipirasuchus stenognathus* (POL *et al.*, 2014), *Aplestosuchus sordidus* (GODOY *et al.*, 2014), *Caipirasuchus mineirus* (MARTINELLI *et al.*, 2018).

O registro mais antigo de Crocodylomorpha do Brasil, datado do Ladiniano (Triássico Médio), com aproximadamente 237 milhões de anos, pertence a espécie *Barberenasuchus brasilienses* Mattar, 1987 (Sphenosuchia), proveniente da Formação Santa Maria (Bacia do Paraná) do município de Novos Cabrais, Rio Grande do Sul.

Até pouco tempo, não havia registros de Crocodylomorpha para o jurássico do Brasil. Somente em 2013, Montefeltro e colaboradores descreveram a espécie *Batrachomimus pastosbonensis* (Paralligatoridae), proveniente da Formação Pastos Bons (Oxfordiano-Kimmeridgiano da Bacia Alpercatas) do município de Nova Iorque, no Maranhão (MONTEFELTRO *et al.*, 2013). Além desse registro, foram encontrados alguns centros vertebrais, osteodermos e dois dentes isolados, provenientes da Formação Aliança (Andar Dom

João), Jurássico Superior da Bacia de Jatobá, no município de Ibimirim, Pernambuco. Esse material foi identificado como pertencentes à Infraordem Neosuchia e brevemente descrito na tese de Doutorado de Silva (2012).

Figura 1 – Distribuição geográfica das espécies fósseis de Crocodylomorpha nos estados brasileiros.



Legenda: Números indicam a proveniência das espécies, (1) Mioceno da Bacia do Acre no Estado do Acre; (2) Mioceno da Bacia do Acre no Estado do Amazonas; (3) Cretáceo Superior da Bacia de São Luís-Grajaú no Estado do Maranhão; (4) Cretáceo Inferior da Bacia do Parnaíba no Estado do Maranhão; (5) Jurássico Superior da Bacia Alpercatas no Estado do Maranhão; (6) Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe no Estado do Ceará; (7) Cretáceo Inferior da Bacia de Lima Campos no Estado do Ceará; (8) Paleoceno Inferior da Bacia da Paraíba no Estado de Pernambuco; (9) Cretáceo Inferior da Bacia do Recôncavo; (10) Cretáceo Superior da Bacia Bauru no Estado de Minas Gerais; (11) Eoceno Inferior da Bacia de São José de Itaboraí no Estado do Rio de Janeiro; (12) Cretáceo Superior da Bacia Bauru no Estado de São Paulo; (13) Oligoceno da Bacia de Taubaté no Estado de São Paulo; (14) Triássico Médio da Bacia do Paraná no Estado do Rio Grande do Sul.

Fonte: KELLNER; PINHEIRO; CAMPOS, 2014; MARINHO; CARVALHO, 2009; MONTEFELTRO *et al.*, 2013; RIFF *et al.*, 2012.

Os registros cretácicos de Crocodylomorpha no Brasil são os mais abundantes. Do Cretáceo Inferior, existem registros em quatro bacias: Na Bacia do Recôncavo, no estado da Bahia, com as espécies *Thoracosaurus bahiensis* Marshal, 1869, considerado *nomen dubium* por Souza, Riff e Kellner (2015) e *Sarcosuchus hartti* Marshal, 1869 (ver: SOUZA *et al.*, 2019); Bacia do Parnaíba, Maranhão, com a espécie *Candidodon itapecuruense* Carvalho, 1994; Bacia de Lima Campos, no estado do Ceará, com a espécie *Susisuchus jaguaribensis* Fortier e Schultz, 2009; e, finalmente, a Bacia do Araripe, também no Ceará, com as espécies *Araripesuchus gomesi* Price, 1959, *Caririsuchus camposi* Kellner, 1987, *Susisuchus anatoceps* Salisbury *et al.*, 2003.

Os registros do Cretáceo Superior ocorrem em duas bacias: Bacia Bauru e Bacia de São Luís-Grajaú. A Bacia Bauru abrange dois estados (São Paulo e Minas Gerais) e possui um amplo registro de Crocodylomorpha. Em São Paulo estão registradas as espécies: *Roxochampsia paulistanus* (Roxo, 1936) Pinheiro *et al.*, 2018, *Baurusuchus pachecoi* Price 1945, *Sphagesaurus huenei* Price, 1950, *Mariliasuchus amarali* Carvalho e Bertini, 1999, *Stratiosuchus maxhechti* Campos *et al.*, 2001, *Baurusuchus salgadoensis* Carvalho *et al.*, 2005, *Adamantinasuchus navae* Nobre e Carvalho, 2006, *Mariliasuchus robustus* Nobre *et al.*, 2007, *Montealtosuchus arrudacamposi* Carvalho, Vasconcellos e Tavares, 2007, *Caipirasuchus stenognathus* (Andrade e Bertini, 2008) Pol *et al.*, 2014, *Caipirasuchus montealtensis* (Andrade e Bertini, 2008) Iori *et al.*, 2016, *Morrinhosuchus luziae* Iori e Carvalho, 2009, *Armadillosuchus arrudai* Marinho e Carvalho, 2009, *Baurusuchus albertoi* Nascimento e Zaher, 2010, *Caipirasuchus paulistanus* Iori e Carvalho, 2011, *Caryonosuchus pricei* Kellner *et al.* 2011, *Pepesuchus deiseae* Campos *et al.*, 2011, *Barreirosuchus franciscoi* Iori e Garcia, 2012, *Gondwanasuchus scabrosus* Marinho *et al.*, 2013, *Aplestosuchus sordidus* Godoy *et al.*, 2014. Em Minas Gerais estão registradas as espécies: *Itasuchus jesuinoi* Price 1955, *Peirosaurus tormini* Price 1955, *Uberabasuchus terrifichus* Carvalho, Ribeiro e Avilla, 2004, *Labidiosuchus amicum* Kellner *et al.* 2011, *Pissarrachampsia sera* Montefeltro, Larsson e Langer, 2011, *Campinasuchus dinizi* Carvalho *et al.* 2011, *Caipirasuchus mineirus* Martinelli *et al.*, 2018. Na Bacia de São Luís-Grajaú, estado do Maranhão, uma única espécie foi nomeada até o momento: *Coringasuchus anisodontis* Kellner *et al.*, 2009.

O primeiro registro brasileiro para o Paleoceno Inferior se deu com a descrição de *Hyposaurus derbianus* Cope 1886, que infelizmente, em sua descrição resumida e sem

ilustrações o autor não especifica a procedência do material, afirmando apenas provir do Cretáceo do estado de Pernambuco. Dada a falta da procedência precisa e ao fato de outros materiais de dirossaurídeos não ocorrerem no Cretáceo, mas no Paleoceno do estado de Pernambuco, Barbosa *et al.* (2008) sugerem que o espécime-tipo de *H. derbianus* deva advir de níveis mais recentes do que aventado por Cope. *Guarinisuchus munizi* Barbosa *et al.*, 2008 proveniente da Formação Maria Farinha (Daniano da Bacia da Paraíba) aflorante no município de Paulista (PE) é, portanto, o registro brasileiro melhor conhecido deste grupo.

Sobre os Crocodylomorpha exclusivamente fósseis do Cenozoico brasileiro têm-se registros tanto do Paleógeno, quanto do Neógeno. As espécies referentes ao Paleógeno são: *Eocaiman itaboraiensis* Pinheiro *et al.*, 2013 e *Sahitisuchus fluminensis* Kellner, Pinheiro e Campos, 2014 do Eoceno Inferior da Bacia de São José de Itaboraí, Rio de Janeiro e *Caiman tremembensis* Chiappe, 1988 do Oligoceno da Bacia de Taubaté, São Paulo.

E por fim, um amplo registro do Neógeno ocorre na Bacia do Acre, sendo onze espécies com ocorrência no estado do Amazonas: *Gryposuchus jessei* Gürich, 1912, *Charactosuchus fieldsi* Langston 1965, *Caiman brevirostris* Souza-Filho 1987, *Brasilosuchus mendesi* Souza Filho e Bocquentin, 1989, *Charactosuchus sansaoi* Souza-Filho, 1991, *Agresuchus pachytemporalis* (Souza-Filho e Bocquentin, 1991) Souza-Filho *et al.*, 2019, *Purussaurus brasiliensis* Rodrigues, 1892, *Mourasuchus amazonensis* Price, 1964, *Mourasuchus arendsi* Bocquentin- Villanueva, 1984, *Mourasuchus nativus* Gasparini 1985, *Hesperogavialis* sp. Bocquentin- Villanueva e Buffetaut 1981; e três espécies com ocorrências tanto no Amazonas, quanto no Acre: *Gryposuchus jessei* Gürich, 1912, *Caiman brevirostris* Souza-Filho 1987 e *Agresuchus pachytemporalis* (Souza-Filho e Bocquentin, 1991) Souza-Filho *et al.*, 2019.

1.2.2 Características Macro-osteológicas de Crocodylomorpha

De maneira geral, o esqueleto dos vertebrados é um dos sistemas mais importantes para estudos morfológicos, uma vez que, a estrutura mineralizada dos ossos é preservada em fósseis, isto permite comparações com grupos vivos e a determinação de homologies, o que possibilita traçar relações entre os diferentes grupos (BUSCALIONI *et al.*, 1997).

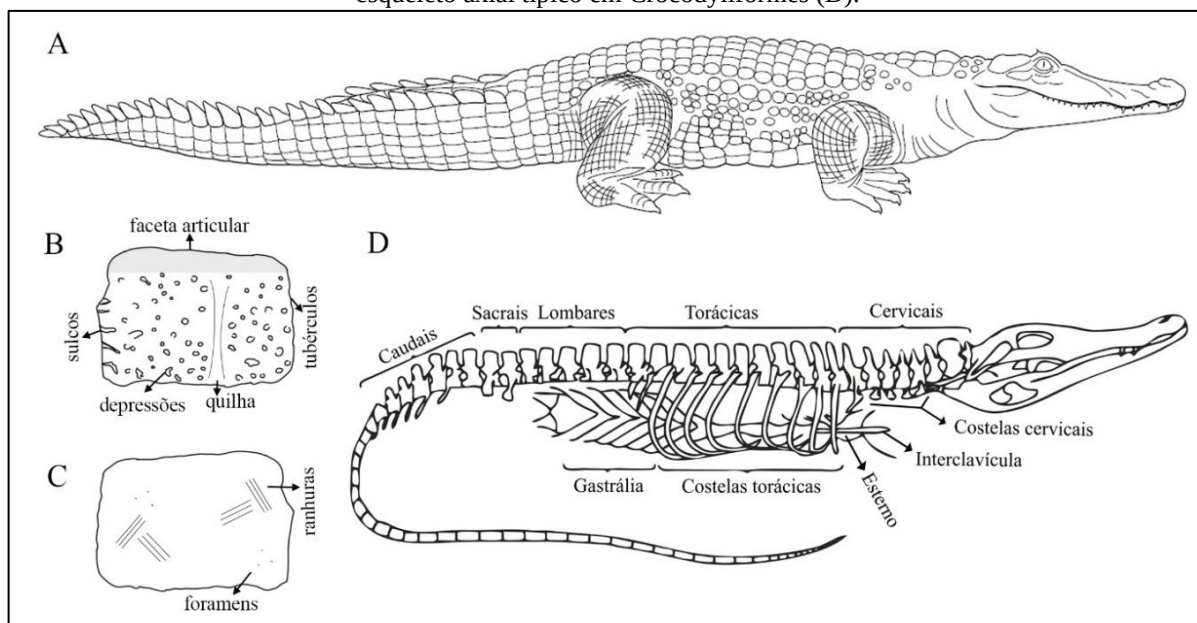
O osso em vertebrados origina-se da ossificação de elementos cartilaginosos (osso condral) profundos dentro do tecido embrionário (endoesqueleto) ou por ossificação dentro da

pele (osso dérmico), formando um exoesqueleto (GRIGG; KIRSHNER, 2015). Os osteodermos são placas ósseas de origem dérmica situados sobre a epiderme e recobertos por um escudo de queratina (GRIGG; KIRSHNER, 2015). Tais placas possuem diversas funções, como defesa passiva, termorregulação, atrativo sexual, reserva de cálcio e locomoção (MOOK, 1921; SEIDEL, 1979).

Ossificações dérmicas são bastante comuns em Crocodylomorpha (ROMER, 1956) e consideravelmente abundantes nos registros fósseis. Os osteodermos em espécies vivas e extintas de Crocodyliformes são ornamentados com sulcos, depressões, tubérculos e cristas (quilha) na superfície externa (HILL, 2005) (Figura 2 A-C). Na superfície interna, os osteodermos de arcossauros em geral, apresentam como característica um padrão entrecruzado de ranhuras, possivelmente relacionado ao tecido subjacente (MOOK, 1921).

A análise dessas placas geralmente leva em consideração a morfologia, espessura, ornamentações externas, posição da quilha, posição de forâmens e profundidade da faceta articular externa (Figura 2 B, C). A maior variação morfológica interespecífica é encontrada na face externa dos osteodermos dorsais (MARINHO; RIBEIRO; CARVALHO, 2006).

Figura 2 – Representação geral de um Crocodylomorpha em vista lateral (A) exibindo os escudos epidérmicos que recobrem os osteodermos. Esquema de um osteodermo em face dorsal (B) e face ventral (C), indicando os parâmetros morfológicos usados em análises morfológicas e esquema com os principais elementos ósseos do esqueleto axial típico em Crocodyliformes (D).



Fonte: adaptado de (ENVIRONMENT CANADA, 1999; KARDONG, 2012; TAVARES; RICARDI-BRANCO; CARVALHO, 2015).

A coluna vertebral dos crocodilianos segue o padrão da maioria dos amniotas, estando dividida em cinco regiões (Figura 2 D). A região do pescoço denominada cervical, a série do tronco constitui a região dorsal, que por sua vez é dividida em torácica (formada por vértebras que possuem costelas torácicas) e lombar (constituída por vértebras que precedem a região sacral e não possuem costelas), a região sacral, cujas vértebras possuem projeções que se conectam com o ílio, e por último, a região caudal. As duas primeiras vértebras, através das quais o crânio é articulado com a coluna vertebral, são estruturas especializadas denominadas atlas e axis (ROMER, 1956).

A identificação da maioria dos grupos apresenta conhecimento anatômico concentrado apenas em descrições da osteologia craniana, estando o pós-crânio muitas vezes apenas mencionado. Em tese, o crânio sofre mais modificações em uma menor escala de tempo, diferentemente do pós-crânio, que apresenta uma variabilidade morfológica muito menor, sendo, portanto, mais conservador. No entanto, nem sempre o registro fóssil é contemplado com a preservação do crânio e, portanto, um conhecimento profundo e detalhado das alterações do esqueleto como um todo é de extrema importância.

1.2.3 Registro Fóssil de Testudines no Brasil

Testudines é a ordem que agrupa todos os representantes de tartarugas, cágados e jabotis, tanto fósseis quanto atuais. A origem do grupo se deu à cerca de pelo menos 220 milhões de anos, no final do período Triássico na Era Mesozoica (WYNEKEN; GODFREY; BELS, 2008). No entanto, nessa época, as tartarugas já apresentavam as características básicas de um Testudines atual como carapaça superior formada a partir da fusão das costelas, um plastrão inferior que protege a região ventral, um bico córneo e uma boca sem dentes, além de um crânio sem fossa temporal (“anápsida”). Com espécies descobertas recentemente (*Odontochelys semitestacea* Li *et al.*, 2008, *Pappochelys rosinae* Schoch, e Sues, 2015 e *Eorhynchochelys sinensis*, Li *et al.*, 2018) a origem do grupo demonstra-se ainda mais antiga (LI *et al.*, 2008, 2018; LYSON *et al.*, 2010; SCHOCH; SUES, 2015; SHEN *et al.*, 2011).

O Brasil possui um amplo registro de Testudines fósseis (Figura 3) com mais de 20 espécies formalmente descritas, provenientes das bacias do Amazonas, Parnaíba, Araripe, Potiguar, Paraíba, Sergipe-Alagoas, Bauru, Taubaté, e Paraná (OLIVEIRA; DEANTONI, 2013; OLIVEIRA; ROMANO, 2007). Oliveira e Romano (2007) descreveram um histórico

sobre os achados fósseis de Testudines no Brasil, que será, resumidamente, apresentada a seguir, incluindo novas espécies descritas a partir de 2007.

O registro mais antigo de Testudines do país vem do Barremiano (Cretáceo Inferior-com aproximadamente 125 milhões de anos), pertence à espécie *Atolchelys lepida* Romano, Gallo, Ramos e Antonioli, 2014 (Bothremydidae), proveniente da Formação Morro do Chaves (Bacia Sergipe-Alagoas), município de São Miguel dos Campos, Alagoas.

Na sequência, com idade Aptiana-Albina (Cretáceo Inferior), aproximadamente 110 milhões e anos, estão os Testudines do Grupo Santana (formações Crato e Romualdo da Bacia do Araripe). O Grupo Santana apresenta a segunda maior diversidade de testudines fósseis do país (ficando atrás somente da Bacia Bauru), com pelo menos cinco gêneros identificados. Sendo quatro espécies da Subordem Pleurodira: *Araripemys barreto* Price, 1973 (Araripemydidae), *Cearachelys placidoi* Gaffney, Campos & Hirayama, 2001 (Bothremydidae), *Brasilemys josai* Broin, 2000 (Brasilemydidae), *Euraxemys essweini* Gaffney, Tong & Meylan, 2006 (Euraxemydidae); e uma espécie da Subordem Cryptodira: *Santanachelys gaffneyi* Hirayama, 1998 (Protostegidae). Mais detalhes serão apresentados adiante (Ver: 1.2.3.1 Registro fóssil de Testudines da Bacia do Araripe).

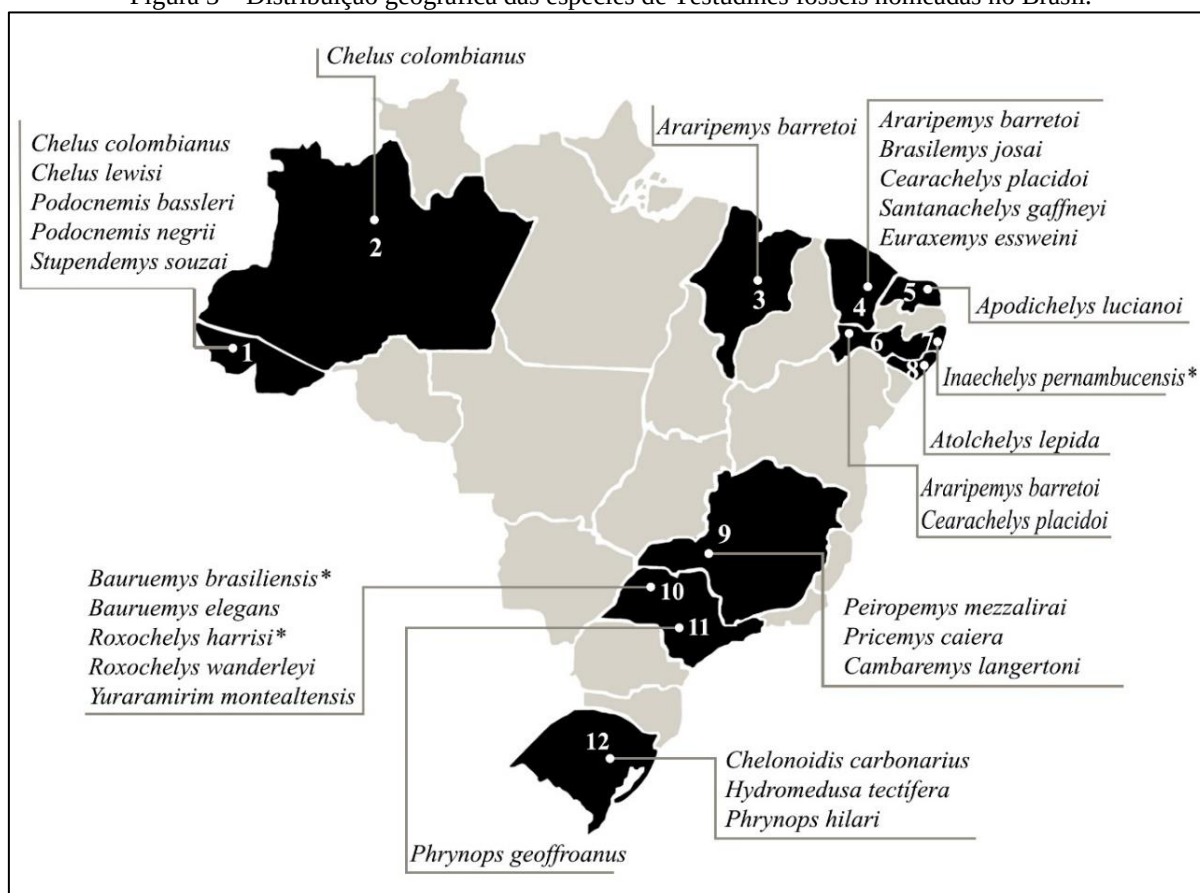
A espécie *Araripemys barreto* merece destaque por sua abundância e ampla ocorrência, tendo sido encontrada nos estados do Ceará e Pernambuco onde aflora o Grupo Santana, além da Bacia do Parnaíba, estado do Maranhão (BATISTA; CARVALHO, 2007).

O Cretáceo Superior é a idade com maior ocorrência de Testudines no Brasil, tendo registros em duas bacias: Bacia Potiguar e Bacia Bauru. Da Formação Jandaíra, Turoniano da Bacia Potiguar, no estado do Rio Grande do Norte, está *Apodichelys luciano* Price, 1954. Esta espécie é considerada de difícil diagnose já que está representada por um molde interno do casco e fragmentos das cinturas. No entanto, *Apodichelys luciano* é de grande importância pois representa o único registro de Testudines para a Bacia Potiguar até o momento (KELLNER, 1998; OLIVEIRA; ROMANO, 2007).

A Bacia Bauru é considerada o depósito mais diversificado de Testudines mesozoicos do Brasil. No estado de São Paulo, são reconhecidas as espécies: *Roxochelys wanderleyi* Price, 1953 (Podocnemididae), *Bauruemys elegans* Suárez, 1969 (Podocnemididae) e, mais recentemente, *Yuraramirim montealtensis* Ferreira *et al.*, 2018 (Podocnemididae), todas da

Formação Adamantina (Turoniano-Santoniano). No estado de Minas Gerais, foram descritas as espécies *Peiropemys mezzalirai* (Podocnemididae) Gaffney *et al.*, 2001, *Pricemys caiera* Gaffney *et al.*, 2001 (Podocnemididae) e *Cambaremys langertoni* França e Langer, 2005, (Podocnemididae) todas da Formação Marília (Maastrichtiano).

Figura 3 – Distribuição geográfica das espécies de Testudines fósseis nomeadas no Brasil.



Legenda: (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 do Araripe no estado de Pernambuco; (7) Paleoceno da Bacia da Paraíba no estado de Pernambuco; (8) Cretáceo Inferior da Bacia Sergipe-Alagoas no estado de Alagoas; (9) Cretáceo Superior da Bacia Bauru no estado de Minas Gerais; (10) Cretáceo Superior da Bacia Bauru no oeste do Estado de São Paulo; (11) Oligoceno Superior-Mioceno Inferior da Bacia de Taubaté do leste do estado de São Paulo; (12) 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.

Fonte: Oliveira e Romano (2007).

Com relação ao Cenozoico Brasileiro, há registros dos períodos Paleógeno e Neógeno. Do Paleógeno os achados são do Paleoceno da Formação Maria Farinha (Andar Daniano da Bacia da Paraíba) para o estado de Pernambuco. O primeiro relato trata-se de uma dissertação de mestrado de Campos (1977) que reporta um casco completo associando-o ao gênero

Podocnemis Wagler, 1830 (Pelomedusoides, Podocnemididae). No entanto, nenhuma característica justifica essa classificação (OLIVEIRA; DEANTONI, 2013). Alguns anos depois, Campos e Broin (1981) registram uma tartaruga Pelomedusoidae, que segundo Oliveira e Deantoni, (2013) provavelmente se trata do mesmo material descrito por Campos (1977). Em 2001, Gallo e colaboradores reportaram um fragmento de carapaça atribuído à essa mesma unidade litoestratigráfica. Silva (2007), em sua dissertação de mestrado, menciona sobre o material que, posteriormente, é estudado e classificado por Carvalho, Ghilardi e Barreto (2016). Em 2013, Oliveira e Deantoni levantam um histórico sobre tartarugas cenozoicas do estado de Pernambuco. Infelizmente, não houve avanços com relação as afinidades taxonômicas, paleoecológicas e paleobiogeográficas nesses trabalhos. Porém, em 2016, Carvalho e colaboradores descreveram detalhadamente um plastrão, duas placas costais da carapaça, além de cintura pélvica esquerda quase completa com púbis e ílio articulados. Esse material foi atribuindo a gênero e espécie novos, *Inaechelys pernambucensis*. Posteriormente, Romano (2016) considerou este espécime associado ao gênero *Rosasia*, e o renomeia CGB (referente as iniciais dos autores que descreveram o material – Carvalho, Ghilardi e Barreto).

Na sequência cronológica, a espécie *Phrynops geoffroanus* Schweigger, 1812 dos estratos fossilíferos da Formação Tremembé, (Oligoceno Superior-Mioceno Inferior) Bacia de Taubaté, São Paulo. A ocorrência dos restos desse Chelidae foi reportada por Paula-Couto (1958) como Testudines indeterminados na bacia e a identificação feita somente alguns anos depois por Kischlat (1991, 1993).

Os relatos sobre Testudines do Neógeno estão restritos à Bacia do Amazonas, com as espécies *Chelus lewisi* Wood, 1976 (Chelidae), *Podocnemis bassleri* Williams, 1956 (Podocnemididae), *Podocnemis negrii* Carvalho, Bocquentin e Broin, 2002 (Podocnemididae), *Stupendemys souzai* Bocquentin e Melo, 2006 (Podocnemididae) no estado do Acre, e *Chelus colombianus* Wood, 1976 (Chelidae) ocorrendo tanto no estado do Acre quanto no Amazonas.

Por fim, os registros mais recentes são das espécies *Chelonoidis carbonarius* Spix, 1824, *Hydromedusa tectifera* Cope, 1869 e *Phrynops hilarii* Duméril & Bibron, 1835 em estratos da Formação Touro Passo, Pleistoceno Superior–Holoceno Inferior da Bacia do Paraná do estado do Rio Grande do Sul.

1.2.3.1 Registro fóssil de Testudines da Bacia do Araripe

O Grupo Santana (formações Crato e Romualdo) possui um registro de pelo menos cinco espécies de testudines fósseis: *Araripemys barretoei* Price, 1973 (Araripemydidae), *Santanachelys gaffneyi* Hirayama, 1998 (Protostegidae), *Cearachelys placidoi* Gaffney, Campos & Hirayama, 2001 (Bothremydidae), *Brasilemys josai* Broin, 2000 (Brasilemydidae), *Euraxemys essweini* Gaffney, Tong & Meylan, 2006 (Euraxemydidae).

A primeira tartaruga dos estratos fossilíferos da Bacia do Araripe foi, preliminarmente, descrita por Beurlen e Barreto (1968) e, posteriormente, classificada por Price (1973) como sendo “Quelônio Amphichelydia no Cretáceo inferior do Nordeste do Brasil” *Araripemys Barretoei* Price, 1973 (Pleurodira, Araripemydidae), designando gênero, espécie e família novos (OLIVEIRA; ROMANO, 2007).

Oliveira e Kellner (2005) relataram a primeira ocorrência de Araripemydidae nos estratos fossilíferos da Formação Crato do Grupo Santana. No mesmo ano, Fielding, Martill e Naish (2005) descreveram 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 barretoei* (GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006; OLIVEIRA; KELLNER, 2007; OLIVEIRA; ROMANO, 2007).

Batista (2005) identifica *Araripemys barretoei* nos estratos fossilíferos da Formação Itapecuru (Aptiano-Albiano da Bacia do Parnaíba), estado do Maranhão. Segundo Batista e Carvalho (2007) o fato de *Araripemys barretoei* estar presente em duas bacias, provavelmente, indica a existência de uma província paleobiogeográfica para estes Testudines 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 da Formação Romualdo 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; OLIVEIRA; ROMANO, 2007). Vale ressaltar também que, no Brasil, *Santanachelys gaffneyi* é a única espécie mesozoica 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. Em 2006, Gaffney, Tong e Meylan, descreveram uma nova espécie, *Euraxemys essweini*, também da Formação Romualdo.

Em 2007, Oliveira e Romano publicaram um histórico sobre os achados de tartarugas fósseis no Brasil, tratando separadamente cada unidade litoestratigráfica. Este trabalho, serviu como principal base, para a presente revisão bibliográfica. Em 2011, Oliveira e colaboradores descreveram o primeiro Testudines da Formação Ipubi, de gênero e espécie não identificados. Apesar de *Araripemys* ser comum na Formação Romualdo e possuir alguns exemplares no Crato, o espécime da Formação Ipubi, certamente não é *Araripemys* (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Em 2013, Romano, Oliveira, Azevedo, Kellner e Campos, descreveram um plastrão quase completo e classificaram-no como sendo da Magnafamília Podocnemidera Cope, 1868 (Hiperfamília Pelomedusoides) de gênero indeterminado, para a Formação Crato. Esse é o único material de tartaruga da Fm. Crato que não é associado a *Araripemys*. Além dessas espécies descritas, há ainda muitas outras que não foram devidamente estudadas e podem representar novos táxons (OLIVEIRA; KELLNER, 2005).

Apesar do Grupo Santana possuir um dos depósitos mais diversificados de Testudines Mesozoicos do Brasil, as procedências dos materiais encontrados muitas vezes não são informadas. Somente dois fósseis de Testudines foram descritos para a formação Romualdo em Pernambuco (CARVALHO; BARRETO, 2015), sendo um deles encontrado no município de Araripina e o outro em Ouricuri, ambos da espécie *Araripemys barretoii*.

Aqui é descrito um novo espécime encontrado em Araripina, dessa vez da espécie *Cearachelys placidoi*, e dois materiais procedentes de Exu, sendo um da espécie *Araripemys barretoii* e o outro *Cearachelys placidoi*, inéditos para o município. Tal trabalho resultou em uma recente publicação (CARVALHO; OLIVEIRA; BARRETO, 2019).

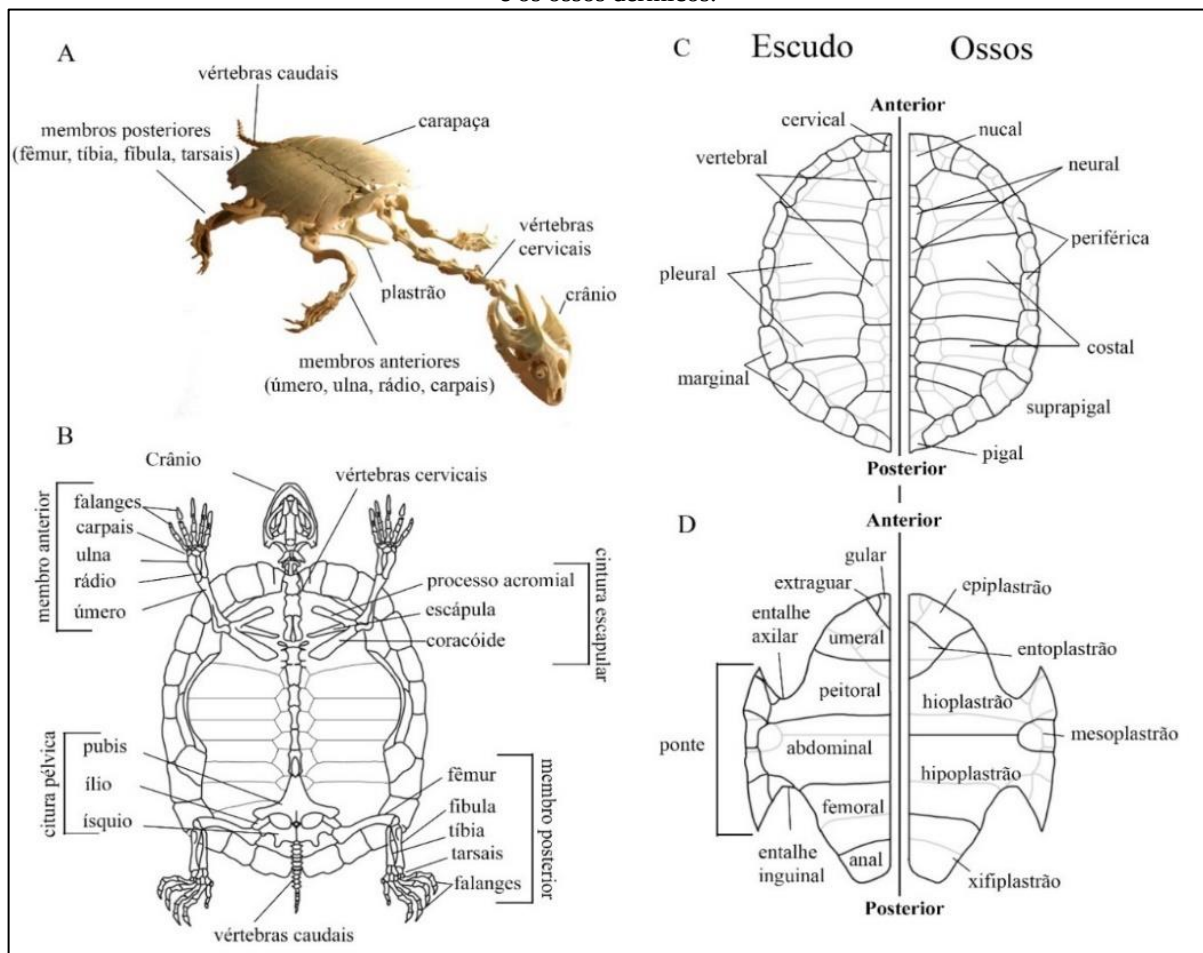
1.2.4 Características Macro-osteológicas de Testudines

As tartarugas representam um componente singular da biodiversidade, sendo um dos grupos mais altamente especializados em sua morfologia. 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 possuírem esterno e costelas unidas à uma região ventral (CARPENTER; FERGUSON, 1977, PRITCHARD, 1979) (Figura 4A e B).

O casco é a característica mais distintiva de um Testudines, 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: (1) um escamado epidérmico córneo (escudo) que reveste (2) uma armadura óssea de origem dérmica (placas dérmicas), dispostos a maneira de um mosaico característico (RUEDA-ALMOACID *et al.*, 2007; ZANGERL, 1969) (Figura 4).

O mosaico epidérmico da grande maioria dos cascos de tartarugas fósseis e modernas consistem em 54 escudos, 38 deles cobrindo a carapaça e 16 o plastrão, enquanto que os ossos dérmicos crescem a partir de 59 centros de ossificação distintos, dos quais 50 pertencem à carapaça e nove ao plastrão (ZANGERL, 1969) (Figura 4 C e D).

Figura 4 – Esqueleto de um Testudines mostrando os elementos do endo e do exoesqueleto (A) e desenhos esquemáticos das estruturas da carapaça em vista ventral (B), mostrando a fusão das vértebras e costelas com os ossos dérmicos, e estruturas da carapaça (C) e do plastrão (D) em vista dorsal mostrando os escudos epidérmicos e os ossos dérmicos.



Fonte: modificado de <https://www.paleoturtles.com/about-turtles.html>.

Desta maneira, os caracteres do casco dos Testudines são baseados em características tanto osteológicas como epidérmicas, principalmente as articulações entre os ossos (suturas), as uniões entre os escudos (fissuras) e as impressões das fissuras dos escudos nos ossos subjacentes (sulcos) (PÁEZ *et al.*, 2012; RUEDA-ALMOACID *et al.*, 2007).

Na carapaça (Figura 4 C), 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 nuchal na porção anterior, e placas pigais na porção posterior (RUEDA-ALMOACID *et al.*, 2007).

O plastrão típico dos Testudines (Figura 4 D) é composto por nove elementos ósseos. O epiplastrão, hioplastrão, hipoplastrão e xifiplastrão ocorrem em pares, enquanto que o entoplastrão é um elemento mediano entre o epiplastrão e o hioplastrão, podendo haver um par de mesoplastrões na região distal entre o hioplastrão e o hipoplastrão (PÁEZ *et al.*, 2012; ROMER, 1956; RUEDA-ALMOACID *et al.*, 2007; ZANGERL, 1969). 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, denominada ponte (PÁEZ *et al.*, 2012; RUEDA-ALMOACID *et al.*, 2007).

Embora os escudos epidérmicos não sejam congruentes com os ossos dérmicos, isto é, eles não se sobrepõem exatamente um sobre o outro, seu arranjo segue um padrão no qual cada escudo cobre uma área específica dos elementos ósseos correspondentes (RUEDA-ALMOACID *et al.*, 2007). O formato, tamanho, número e disposição dos escudos que compõem o casco são características importantes na identificação genérica e específica do grupo (LINZEY, 2003).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material estudado, seus respectivos números de tombo e localidades de coleta, bem como a metodologia utilizada em cada etapa do estudo serão apresentados a seguir:

2.1 MATERIAL ESTUDADO

Foram analisados, identificados e descritos fósseis de Crocodylomorpha e Testudines. O material de Crocodylomorpha consta de quatro dentes isolados (DGEO-CTG-UFPE 6651, DGEO-CTG-UFPE 6742, DGEO-CTG-UFPE 8573, DGEO-CTG-UFPE 8574); osso parietal (DGEO-CTG-UFPE 8575); centros de vértebras (DGEO-CTG-UFPE 6703, DGEO-CTG-UFPE 8441, DGEO-CTG-UFPE 8443) e osteodermos (DGEO-CTG-UFPE 6647, DGEO-CTG-UFPE 6700, DGEO-CTG-UFPE 6738, DGEO-CTG-UFPE 7299, DGEO-CTG-UFPE 7302, DGEO-CTG-UFPE 8442, DGEO-CTG-UFPE 8529, DGEO-CTG-UFPE 8725) (

Quadro 1). Alguns desses elementos ósseos foram previamente mencionados na tese de doutorado de Silva (2012).

Quadro 1 – Espécimes de Crocodylomorpha da Formação Aliança (Jurássico da Bacia de Jatobá) com suas respectivas localidades e números de tombo.

NÚMERO TOMBO	MATERIAL	LOCALIDADE
DGEO-CTG-UFPE 6647	05 osteodermos	Mudubim – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 6651	Dente isolado	Mudubim – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 6700	10 osteodermos	Puiú – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 6703	Fragmento de vértebra dorsal	Puiú – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 6738	02 osteodermos	Mudubim – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 6742	Dente isolado	Macambira – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 7299	Osteoderma	Puiú – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 7302	Osteoderma	Saco do Machado – Tacaratu
DGEO-CTG-UFPE 8441	13 centros de vértebras	Trocado – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 8442	10 fragmentos de osteodermos	Trocado – Ibimirim

DGEO-CTG-UFPE 8443	07 centros de vértebras	Macambira e Mudubim – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 8529	38 fragmentos de osteodermos	Trocado – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 8573	Dente isolado	Mudubim – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 8574	Dente isolado	Mudubim – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 8575	Frontal	Trocado – Ibimirim
DGEO-CTG-UFPE 8725	21 Fragmentos de osteodermos	Macambira e Mudubim – Ibimirim

Fonte: a autora (2019).

Os exemplares de Testudines são três novos espécimes: DGEO-CTG-UFPE 8470 consta de vértebras cervicais e caudais, rádio, ulna, úmero, escápula, processo acromial, alguns fragmentos de placas costais e periféricas, e plastrão quase completo, faltando-lhe os epiplastrões. Além disso, o plastrão apresenta algumas quebras no hioplastrão e no hipoplastrão, decorrente da preparação mecânica. DGEO-CTG-UFPE 8471 consta de carapaça quase completa, fragmentada na sua porção posterior, articulada ao plastrão que, por sua vez, encontra-se completamente calcitizado. E por último, DGEO-CTG-UFPE 8932 apresenta carapaça e plastrão articulados e em excelente estado de preservação (Quadro 2).

Quadro 2 – Novos espécimes de Testudines da Formação Romualdo (Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe) com suas respectivas localidades e números de tombo.

NÚMERO TOMBO	MATERIAL	LOCALIDADE
DGEO-CTG-UFPE 8470	Plastrão, vértebras cervicais e caudais, esqueleto apendicular de <i>Araripemys barretoii</i>	Zé Gomes – Exu
DGEO-CTG-UFPE 8471	Casco de <i>Cearachelys placidoi</i>	Arrojado – Araripina
DGEO-CTG-UFPE 8932	Casco de <i>Cearachelys placidoi</i>	Marçal – Exu

Fonte: a autora (2019).

2.2 PREPARAÇÃO DO MATERIAL

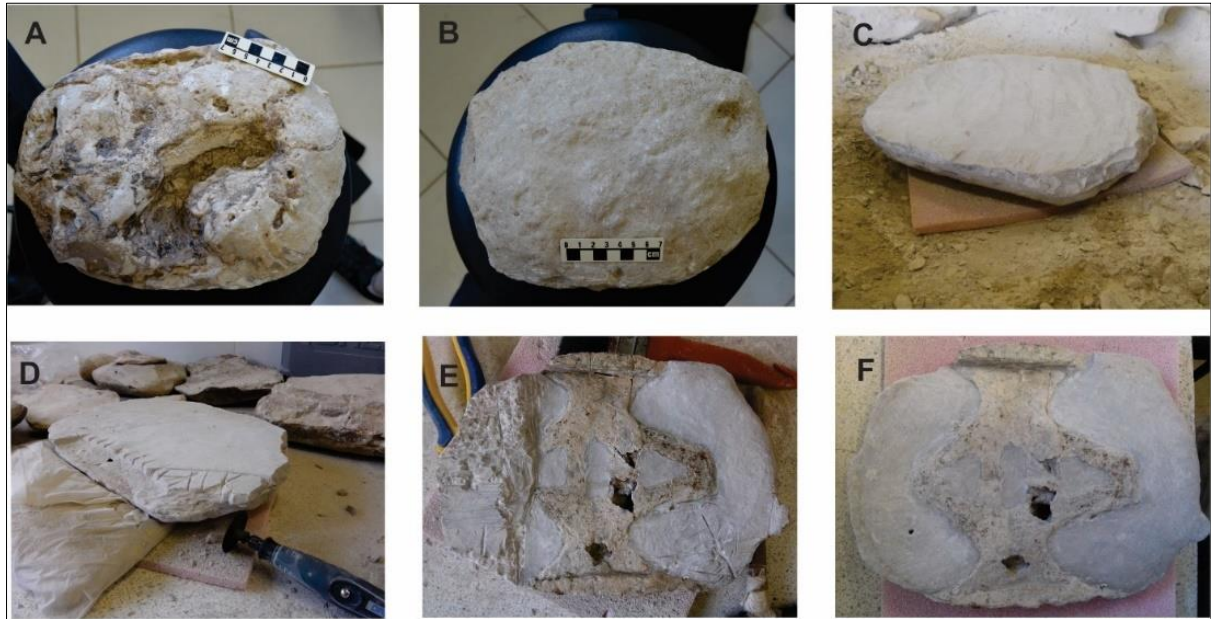
Os fósseis de *Crocodylomorpha* foram encontrados desarticulados, sem matriz sedimentar e, portanto, não necessitaram de preparação mecânica ou química. Já os Testudines estavam preservados em nódulos, envoltos por matriz calcária de granulação fina. Para evidenciar as estruturas ósseas das amostras de rochas realizou-se preparação mecânica do material que consistiu na remoção de grande parte da rocha envolvente, utilizando-se esmerilhadeira e micro retífica, com escariadores de pontas diamantadas, de Óxido de Alumínio e Carbureto de Tungstênio. Também foram utilizados ponteiras e talhadeiras de aço, martelos e escavadores odontológicos de diversos tamanhos, sempre que necessário.

No espécime DGEO-CTG-UFPE 8470 (Figura 5 A-F) o procedimento para limpeza envolveu duas etapas. Primeiramente, o bloco foi serrado nas áreas em que sabidamente não havia material fóssil (Figura 5 B), empregando-se o uso de esmerilhadeira pneumática Bosch GWS 6-115, ferramenta elétrica portátil comumente utilizada na realização de serviços de construção. Nesta etapa, buscou-se alcançar o nivelamento da matriz o mais próximo possível do fóssil (Figura 5 C e D), para facilitar a etapa seguinte. Logo após, com auxílio de micro retífica elétrica DREMEL 3000, removeu-se cuidadosamente o sedimento que encobria os restos (Figura 5 E e F). O lado já exposto apresentava-se bastante delicado devido ao intemperismo sofrido e, sendo assim, para evitar quaisquer danos ao fóssil, e perdas de informações tafonômicas optou-se pela não remoção total da matriz. Já DGEO-CTG-UFPE 8471 e DGEO-CTG-UFPE 8932, por apresentarem tamanho pequeno (aproximadamente 15 cm), foram preparados exclusivamente com micro retífica.

Para consolidação dos ossos, os fósseis foram recobertos com resina *Paraloid* B-72, polímero de etilmetacrilato e metilcrilato solúvel em acetona. Para realocar eventuais partes quebradas utilizou-se adesivo de precisão e secagem rápida à base de cianocrilato.

Por fim, os exemplares foram tombados na coleção paleontológica do Departamento de Geologia, do Centro de Tecnologia e Geociências, da Universidade Federal de Pernambuco (DGEO-CTG-UFPE).

Figura 5 – Etapas da preparação mecânica em DGEO-CTG-UFPE 8470.



Legenda: (A) Face exposta do fóssil; (B) face coberta por sedimentos; (C) início do processo de preparação mecânica realizado com esmerilhadeira; (D) segunda parte da preparação, realizada com micro retífica; (E) remoção parcial do sedimento expondo o plastrão; (F) plastrão preparado.

Fonte: a autora (2019).

2.3 MATERIAL COMPARATIVO

A identificação e descrição dos exemplares de *Crocodylomorpha* tiveram como base principal a análise e comparação com os fósseis descritos na literatura, especialmente os espécimes brasileiros (MARINHO; RIBEIRO; CARVALHO, 2006; PINHEIRO *et al.*, 2011) (Quadro 3) e, a nível internacional, os espécimes jurássicos (JOHNSON *et al.*, 2017; YOUNG *et al.*, 2014) (Quadro 3).

Quadro 3 – Espécies brasileiras utilizadas na comparação com os *Crocodylomorpha* da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá.

Espécie	Origem estratigráfica	Principais publicações
<i>Batrachomimus pastosbonensis</i> Montefeltro et al., 2013	Formação Pastos Bons, Oxfordiano- Kimmeridgiano da Bacia Alpercatas	MONTÉFELTRO et al., 2013

<i>Candidodon itapecuruense</i> Carvalho e Campos, 1988	Formação Itapecuru, Albiano da Bacia do Parnaíba	NOBRE, 2004
<i>Itasuchus jesuinoi</i> Price 1955	Formação Marília, Maastrichtiano da Bacia Bauru	MARINHO; RIBEIRO; CARVALHO, 2006
<i>Peirosaurus torminni</i>	Formação Marília, Maastrichtiano da Bacia Bauru	MARINHO; RIBEIRO; CARVALHO, 2006
<i>Uberabasuchus terrificus</i> Carvalho, Ribeiro e Avilla, 2004	Formação Marília, Maastrichtiano da Bacia Bauru	MARINHO; RIBEIRO; CARVALHO, 2006
Mesoeucrocodylia Gen et sp. indet.	Formação Malhada Vermelha, Neocomiano da Bacia de Lima Campos	PINHEIRO <i>et al.</i> , 2011

Fonte: a autora (2019).

Quadro 4 – Espécies de idade jurássica utilizadas na comparação com os Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá, Pernambuco, Brasil.

Espécie	Origem	Principais publicações
<i>Machimosaurus buffetauti</i> Young et al. 2014	Jurássico Superior da França e da Alemanha	YOUNG <i>et al.</i> , 2014
<i>Machimosaurus hugii</i> Von Meyer, 1837	Jurássico Superior de Portugal	YOUNG <i>et al.</i> , 2014
‘ <i>Steneosaurus</i> ’ <i>obtusidens</i> Andrews, 1909	Jurássico Médio da Inglaterra	JOHNSON <i>et al.</i> , 2017

Fonte: a autora (2019).

Os Testudines tiveram como base principal a análise e comparação com outros fósseis, principalmente os descritos para a Bacia do Araripe (CARVALHO; OLIVEIRA; BARRETO, 2019; GAFFNEY; CAMPOS; HIRAYAMA, 2001; GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006;

HIRAYAMA, 1998; OLIVEIRA; KELLNER, 2017; OLIVEIRA; ROMANO, 2007) (Quadro 5).

Quadro 5 – Lista de espécies de Testudines utilizadas na comparação com os espécimes DGEO-CTG-UFPE 8470, DGEO-CTG-UFPE 8471 e DGEO-CTG-UFPE 8932

Espécie (Família)	Origem estratigráfica	Principais publicações
<i>Araripemys barretoei</i> Price, 1973 (Araripemydidae)	Formações Crato e Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe e Formação Itapecuru, Albiano da Bacia do Parnaíba.	MEYLAN, 1996; PRICE, 1973; OLIVEIRA, 2007; KISHLAT & CAMPOS, 1990.
<i>Cearachelys placidoi</i> Gaffney, Campos e Hirayama, 2001 (Bothremydidae)	Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe	GAFFNEY; CAMPOS; HIRAYAMA, 2001; OLIVEIRA, 2007
<i>Euraxemys Essweini</i> Gaffney, Tong e Meylan, 2006 (Euraxemydidae)	Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe	GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006; OLIVEIRA, 2007
<i>Brasilemys josai</i> Lapparent de Broin, 2000 (Brasilemydidae)	Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe	LAPARENT DE BROIN, 2000;
<i>Santanachelys gaffneyi</i> Hirayama, 1998 (Protostegidae)	Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe	HIRAYAMA, 1998

Fonte: a autora (2019).

2.4 TERMINOLOGIAS

Os termos usados para a nomenclatura anatômica da osteologia dos Testudines são os mesmos usados por Zangerl (1969), enquanto que a nomenclatura utilizada para os Crocodylomorpha são os mesmos usados por Mook (1921).

Para a Bacia de Jatobá segue a classificação estratigráfica utilizada por Guzmán *et al.* (2015) e para a Bacia do Araripe segue o proposto por Assine *et al.* (2014).

2.5 ILUSTRAÇÕES

O material de estudo foi fotografado com câmera digital Sony DSC H50, com resolução de 9.0 megapixels, distância focal de 35 mm, ISO-100, as seções estratigráficas foram feitas no software SedLog e o mapa foi elaborado no software de geoprocessamento QGIS. As imagens foram editadas no software gráfico Adobe Photoshop CC 2018 e salvas em formato JPEG com resolução de 300 dpi.

Os desenhos esquemáticos que ilustram os artigos foram realizados também no programa Photoshop CC 2018, com auxílio de mesa digitalizadora Huion 1060 Plus 8192 Levels.

2.6 MEDIDAS

As medidas dos elementos ósseos dos espécimes de Crocodylomorpha foram adquiridas com auxílio de paquímetro 0.05 150 mm Vernier Caliper e para os cascos dos Testudines foi utilizada fita métrica comum.

3 ÁREA DE ESTUDO E CONTEXTO GEOLÓGICO

A área de estudo abrange duas formações geológicas de duas bacias sedimentares que estão entre as mais importantes do estado: a Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá, e a Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe (Figura 6). Estratigraficamente, as bacias do Araripe e de Jatobá são correlatas, tendo como parâmetro a análise de sequências realizadas por Ponte, Medeiros e Ponte Filho (1997). A seguir serão apresentados o local de coleta e o contexto geológico das bacias, dando ênfase as formações sedimentares em que os fósseis do presente estudo foram coletados.

Figura 6 – Mapa geográfico de Pernambuco com a localização das cidades onde foram coletados o material fóssil de Crocodylomorfo, procedente da Formação Aliança (Jurássico Superior da Bacia de Jatobá), e de Testudines, oriundo da Formação Romualdo (Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe).



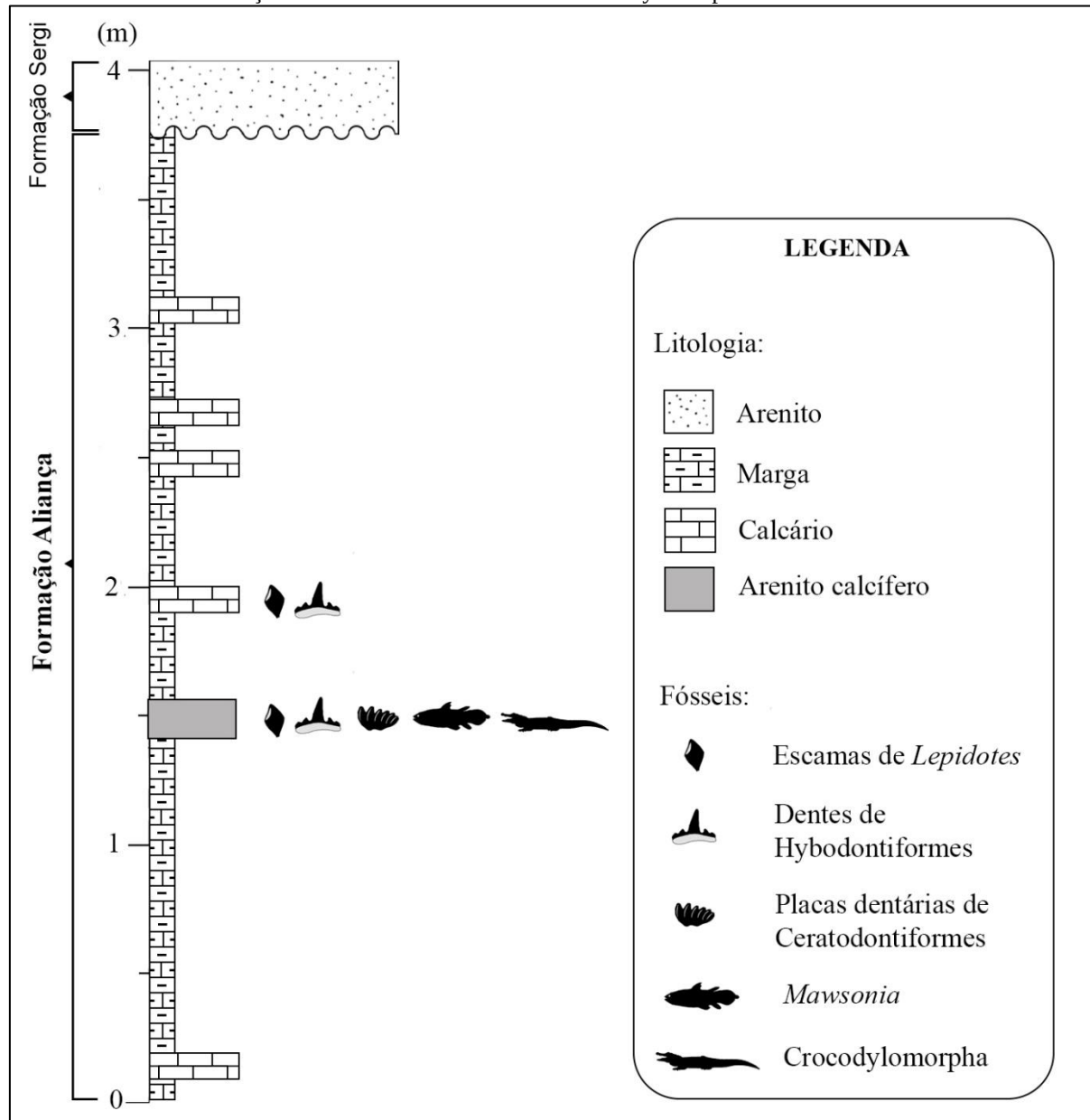
Fonte: a autora (2019).

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O material da Formação Aliança refere-se à elementos fósseis (vértebras, dentes e osteodermos) de Crocodylomorpha. As coletas foram realizadas nos municípios de Ibimirim (08°32'26"S 37°41'25"W) e Tacaratu (9°6'9"S 38°8'57"W), Pernambuco (Figura 6). O afloramento é caracterizado litologicamente por folhelhos e siltitos amarronzados e

esverdeados, com intercalações de arenitos calcíferos e calcários (COSTA-FILHO *et al.*, 2005; GUZMÁN *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2010), depositados em um ambiente continental lacustrino raso, com influência fluvial (SILVA *et al.*, 2010) (Figura 7).

Figura 7 – Perfil estratigráfico simplificado da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá, com indicação na coluna onde os fósseis de *Crocodylomorpha* foram coletados.

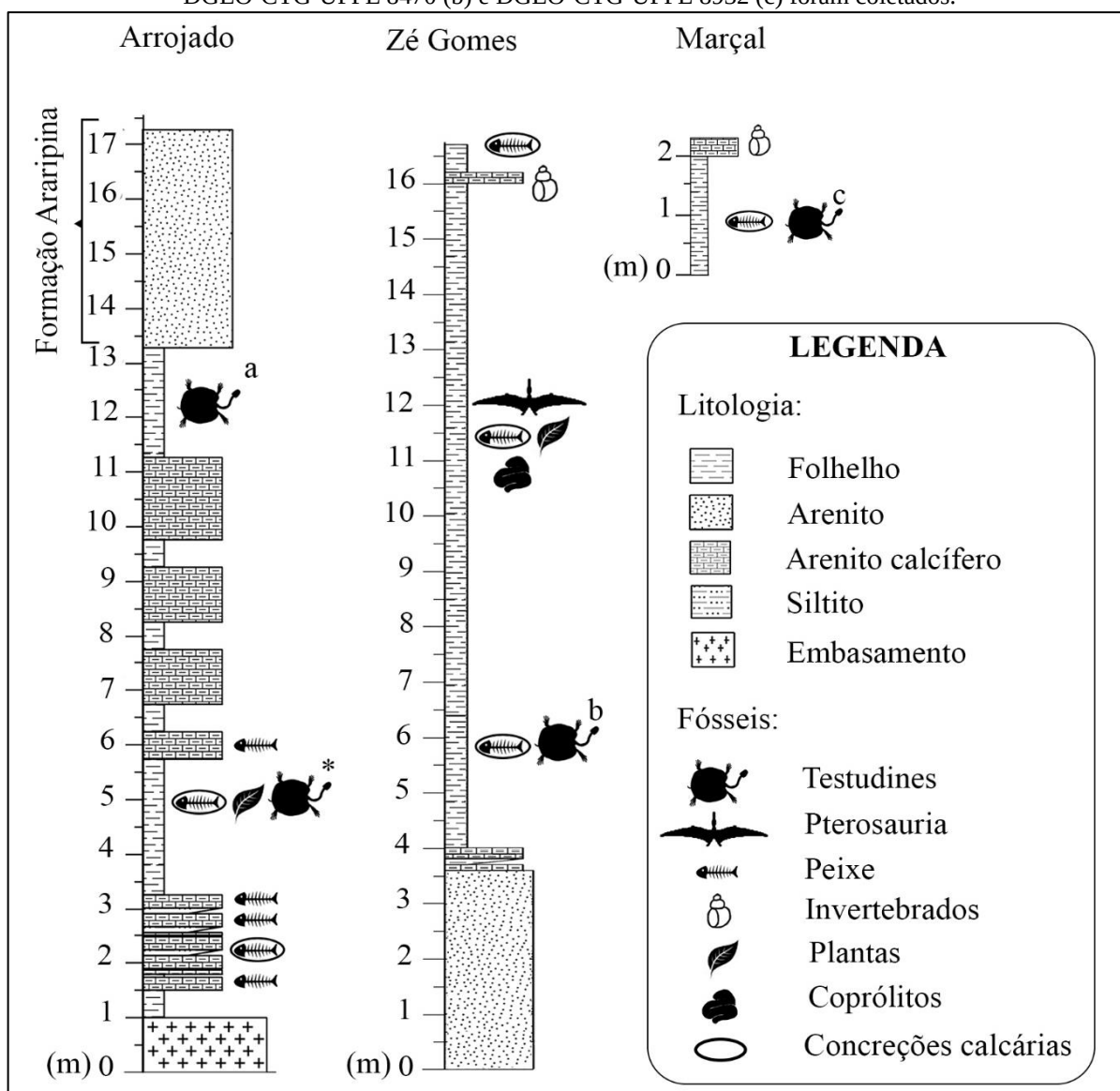


Fonte: a autora (2019).

O material da Formação Romualdo, refere-se a três exemplares de Testudines, um proveniente do sítio arrojado, distrito de Rancharia (7°42'25"S 40°33'31"W), município de Araripina (DGEO-CTG-UFPE 8471) e os demais do município de Exu, sendo um do sítio Zé

Gomes, distrito de mesmo nome (DGEO-CTG-UFPE 8470) ($7^{\circ}31'16''\text{S}$ $39^{\circ}34'18''\text{W}$) e o outro do sítio Marçal, distrito de Tabocas (DGEO-CTG-UFPE 8932) ($7^{\circ}25'43''\text{S}$ $39^{\circ}49'08''\text{W}$) (Figura 6). O afloramento é caracterizado litologicamente por folhelhos, arenitos calcíferos, argilitos e margas de natureza flúvio-lacustre, estuarina e marinha no topo (ARAI, 2014; ARAI; COIMBRA; SILVA-TELLES JR, 2001). Entre os folhelhos são encontrados níveis de nódulos calcários, contendo, geralmente, macrofósseis preservados tridimensionalmente em seu interior. O material de estudo é proveniente de nódulos presentes nos folhelhos (Figura 8).

Figura 8 – Perfil estratigráfico simplificado da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia de Jatobá, dos Sítios Arrojado, Zé Gomes e Marçal, com indicação na coluna onde os fósseis DGEO-CTG-UFPE 8471 (a), DGEO-CTG-UFPE 8470 (b) e DGEO-CTG-UFPE 8932 (c) foram coletados.



Fonte: a autora (2019).

3.2 CONTEXTO GEOLÓGICO

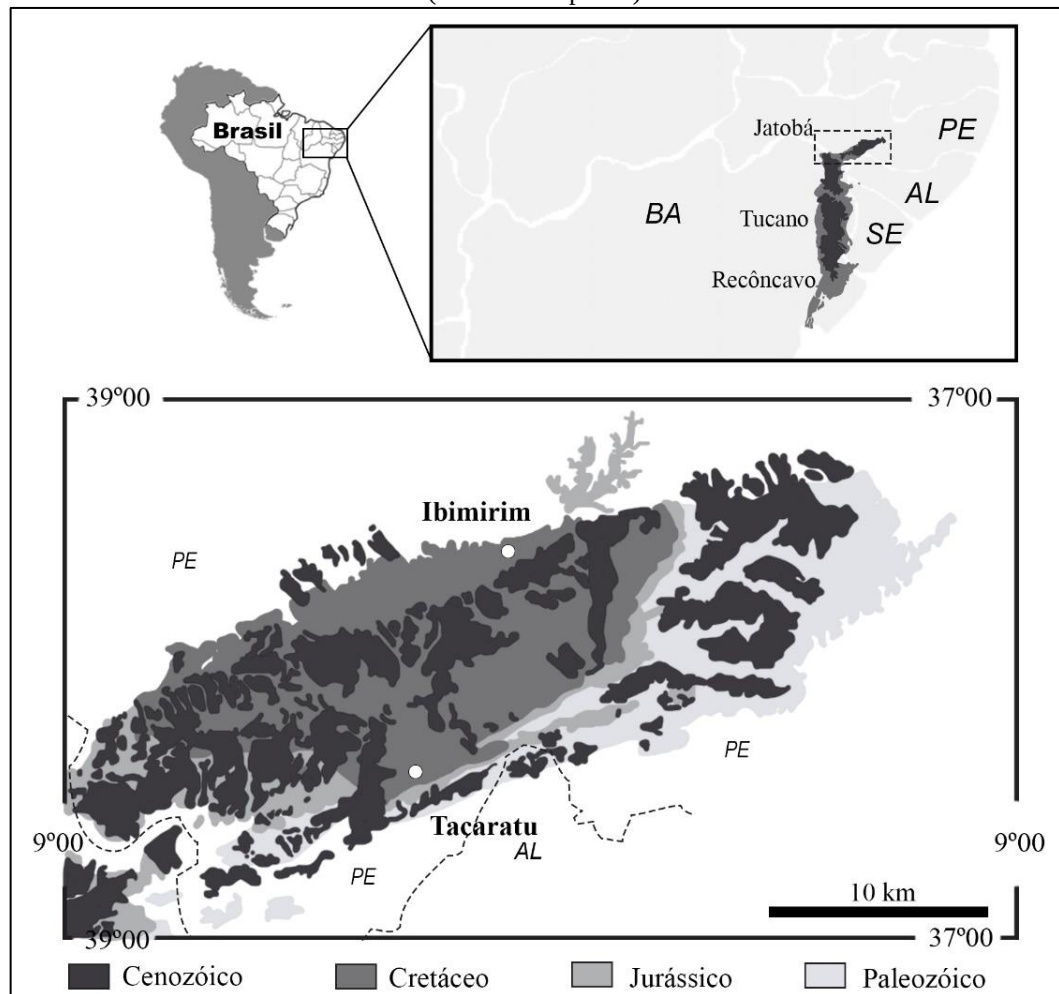
O território pernambucano possui importantes sítios fossilíferos tanto a nível nacional, quanto internacional. As bacias sedimentares presentes no estado se enquadram em dois compartimentos distintos: as bacias situadas dentro da Província Costeira e Continental Marginal (Faixa Costeira Pernambuco/Paraíba e Bacia de Jatobá) e as bacias interiores (Araripe, Cedro, São José do Belmonte, Mirandiba, Carnaubeira, Betânia e Fátima) que se desenvolveram na área de domínio da Província da Borborema (DANTAS; LIMA-FILHO, 2007).

3.2.1 Bacia de Jatobá

A Bacia de Jatobá, instalada na Província Costeira, constitui o prolongamento da Bacia do Tucano Norte e encontra-se localizada quase que totalmente na região centro-sul de Pernambuco e uma pequena porção na região norte de Alagoas, cobrindo uma área total de cerca de 6.000 km² (DANTAS; LIMA-FILHO, 2007). Está disposta no sentido Leste-Oeste por cerca de 55 km e Norte-Sul por cerca de 150 km, no seu trecho mais largo (Figura 9).

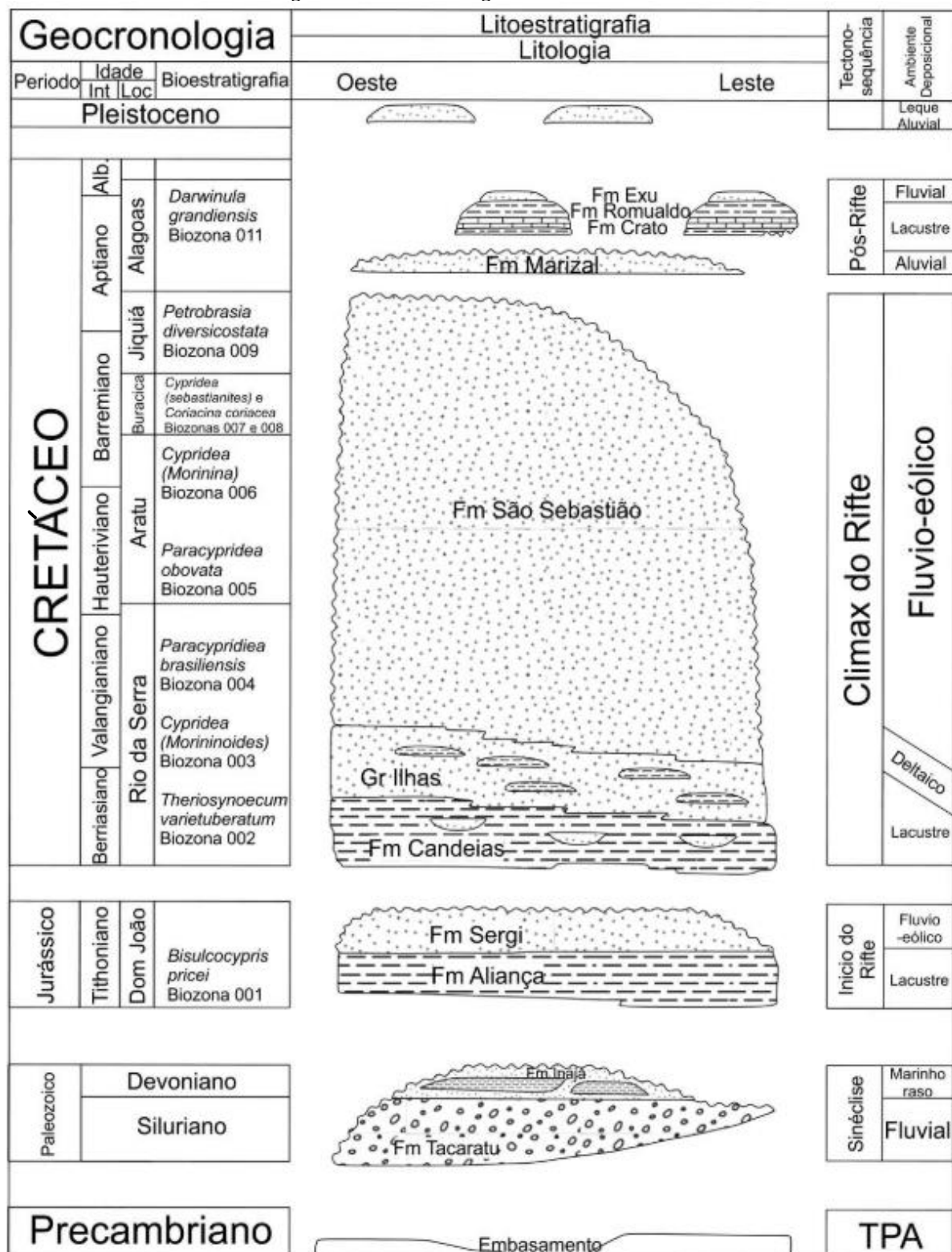
Estratigraficamente, a Bacia de Jatobá está relacionada com a Bacia do Araripe e consequentemente subdividida em cinco sequências: tectono-sequência sinéclise (Grupo Jatobá), tectono-sequência pré-rifte (Grupo Brotas), tectono-sequência sin-rifte (Formação Candeias, Grupo Ilhas e Formação São Sebastião); tectono-sequência pós-rifte (Formação Marizal, Grupo Santana e Formação Exu) e, por último, tectono-sequência zeta, que compreende as coberturas terrígenas continentais, representada pelos depósitos eluviais/coluviais e aluvionares (GUZMÁN *et al.*, 2015; NEUMANN *et al.*, 2010; ROCHA; LEITE, 1999) (Figura 10).

Figura 9 – Localização geográfica da Bacia de Jatobá com os municípios pernambucanos Ibirimir e Tacaratu, estado de Pernambuco, onde foram coletados os fósseis de *Crocodylomorpha* procedentes da Formação Aliança (Jurássico Superior).



Fonte: adaptado de Guzmán *et al.* (2015).

Figura 10 – Carta estratigráfica da Bacia de Jatobá.



Fonte: Guzmán et al. (2015)

3.2.1.1 *Tectono-sequência sinéclise*

A primeira fase da Bacia de Jatobá está representada pelo Grupo Jatobá, formado pelas formações Tacaratu e Inajá.

A Formação Tacaratu caracteriza-se por um conglomerado grosso com seixos subarredondados a arredondados, bem compactados, na base, e predominantemente arenitos grossos a conglomeráticos de coloração creme, creme esbranquiçado e rosáceo, no topo, depositados em sistema de leques aluviais silurianos associados ao fluvial entrelaçado (BARRETO, 1968; CARVALHO, 2010; ROCHA; LEITE, 1999; SANTOS *et al.*, 2011).

A Formação Inajá (Devoniano) é, litologicamente, constituída por arenitos finos, siltitos e folhelhos. Os arenitos, de cor cinza a rósea, violácea, creme amarelada e vermelho ferruginosa, são micáceos e algumas vezes arcósicos, mostram estratificação cruzada e contêm intercalações de arenitos grossos a conglomeráticos, além de folhelhos, margas e lâminas de calcário; os siltitos são amarelos, róseos ou esverdeados e contêm concreções limoníticas e intercalações de argilitos; os folhelhos cinza esverdeados são micáceos e mostram fraturas preenchidas por finos leitos de aragonita. Subordinadamente ocorrem níveis calcíferos e bolsões de argila (DANTAS; LIMA-FILHO, 2007). Baseado em sua fauna fóssil de bivalves e braquiópodes, essa unidade, apresenta ambiente deposicional marinho de plataforma rasa (PEREIRA; ALMEIDA; BARRETO, 2012).

3.2.1.2 *Tectono-sequência de início de rifte*

A fase pré-rifte está representada pelo Grupo Brotas, formado pelas formações Aliança e Sergi.

A Formação Aliança é base da tectono-sequência pré-rifte na Bacia de Jatobá, caracterizado litologicamente por folhelhos e siltitos amarronzados e esverdeados, com intercalações de arenitos calcíferos e calcários (COSTA-FILHO *et al.*, 2005; GUZMÁN *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2010), de ambiente deposicional continental lacustrino raso, com influência fluvial (SILVA *et al.*, 2010). O material de Crocodylomorpha do presente estudo provém da Formação Aliança e, portanto, essa unidade será mais detalhada adiante (ver item 3.2.1.5).

A Formação Sergi caracteriza-se litologicamente por arenitos grossos a finos, por vezes conglomeráticos, com intercalações de siltitos apresentando estratificação cruzada acanalada (COSTA *et al.*, 2007; ROCHA, 2011). Entre os registros fósseis destacam-se lenhos silicificados (BRAUN, 1966; FREITAS; HESSEL; NETO, 2008). Sua idade neojurássica foi

inferida com base na ocorrência de ostracodes não-marinhos (BRAUN, 1966; LIMA, 1984; GUZMÁN-GONZALES *et al.*, 2016)

3.2.1.3 *Tectono-sequência sin-rifte*

A sequência sin-rifte na Bacia de Jatobá está representada pela Formação Candeias, Grupo Ilhas e Formação São Sebastião.

A Formação Candeias é formada por uma sequência predominantemente pelítica, de folhelhos e siltitos argilosos de coloração marrom a cinza esverdeados, finamente laminados, intercalados por arenitos grosseiros a finos, contendo níveis de calcarenitos e calcissiltitos silicificados, fossilíferos e, localmente, níveis de gipsita (ROCHA; LEITE, 1999; ROCHA; AMARAL, 2007).

O Grupo Ilhas, na Bacia de Jatobá, encontra-se indiviso constituindo faixas estreitas e descontínuas bem associadas com os sedimentos da Formação Candeias, composto por ritmitos arenosos cinzas avermelhados, siltitos e folhelhos cinza azulados. Os sedimentos do Grupo Ilhas são interpretados como um ambiente de deposição em planície e frente deltaica e regimes de fluxo superior e inferior, com aporte de material oriundo de um sistema fluvial (GUZMÁN *et al.*, 2015; ROCHA; AMARAL, 2007).

A Formação Candeias é formada por um pacote de folhelhos e siltitos argilosos de coloração marrom e esverdeados, finamente laminados, intercalados a calcários, margas, calcilutitos e calcarenitos fossilíferos silicificados, níveis de gipsita, dolomitos e arenitos calcíferos médios a finos de aspecto maciço com nódulos ferruginosos (COSTA *et al.*, 2007; ROCHA, 2011; ROCHA; AMARAL, 2007; VIANA *et al.*, 1971). Seu ambiente deposicional é interpretado como sendo flúvio-lacustre raso (CAIXETA *et al.*, 1994; COSTA *et al.*, 2007; ROCHA, 2011). Entre os registros fósseis estão ostracodes, restos de peixes (*Lepidotes*) e conchostráceos, fauna que atribui a idade Cretáceo Inferior à unidade (VIANA *et al.*, 1971).

3.2.1.4 *Tectono-sequência pós-rifte*

A tectono-sequência pós-rifte, na Bacia de Jatobá, compreende a Formação Marizal, o Grupo Santana e a Formação Exu.

A Formação Marizal é litologicamente constituída essencialmente por arenitos esbranquiçados de granulação variando de média a grossa, por vezes fina, associados de forma subordinada, a siltitos e argilitos (ROCHA, 2011), além de arenitos conglomeráticos com estruturas do tipo estratificações cruzadas acanaladas de pequeno a médio porte e estruturas de

sobrecarga e fluidificação (GUZMÁN *et al.*, 2015). Sua litologia caracteriza um sistema de leques aluviais e fluvial proximal (NEUMANN *et al.*, 2009). Sua idade foi baseada em palinomorfos e é considerada aptiana (VIANA *et al.*, 1971).

O Grupo Santana, na Bacia de Jatobá, é formado pelas formações Crato e Romualdo (NEUMANN *et al.*, 2010, 2009; ROCHA, 2011; SANTOS *et al.*, 2011) e representa um paleolago que se desenvolveu durante a fase pós-rifte, onde predominavam águas doces a salobras, com alto teor de matéria orgânica, intensa atividade bacteriana, grande diversidade de espécies de ostracodes que confirmam sua idade aptiana (ROCHA, 2011). Contudo, baseado na presença de microfósseis e palinomorfos nas bacias do Araripe e de Jatobá (COIMBRA; ARAI; CARREÑO, 2002; TOMÉ; LIMA FILHO; NEUMANN, 2014), a idade deste paleolago pode estender-se ao albio inferior.

A Formação Crato está caracterizada litologicamente por calcários laminados fossilíferos de coloração creme a cinza claro, intercalados por siltitos, folhelhos e arenitos finos (ROCHA, 2011), interpretados como um ambiente essencialmente lacustre com contribuições flúvio-deltaicas.

A Formação Romualdo, na Bacia de Jatobá, é constituída na base por siltitos e folhelhos, característicos de associação de fácies terrígena lacustre e no topo por calcários que se alternam com níveis de folhelhos pouco espessos e raramente pirobetuminosos (ROCHA, 2011). Apresenta idade aptiana-eoalbiana (COIMBRA; ARAI; CARREÑO, 2002) e é totalmente lacustre sem evidências de influência marinha como sua homônima na Bacia do Araripe (ROCHA, 2011).

A Formação Exu está constituída predominantemente por arenitos grossos a conglomeráticos de coloração creme a lilás, com níveis de conglomerados e intercalações de pelitos de planície de inundação, apresentando estratificações cruzadas planar e acanaladas, em uma associação de fácies característica de sistemas fluviais entrelaçados (ROCHA, 2011).

Mais informações sobre o Grupo Santana e a Formação Exu, presentes também na Bacia do Araripe, são apresentadas mais adiante nos subtópicos 3.2.2.4 e 3.2.2.5.

3.2.1.5 Formação Aliança

A Formação Aliança representa a base da tectono-sequência pré-rifte e é caracterizada litologicamente por folhelhos e siltitos amarronzados e esverdeados, com intercalações de arenitos finos, localmente grossos, além de calcarenitos e calcissiltitos esbranquiçados a

marrom claro, fossilíferos, lenticularizados e mais raramente, níveis de evaporitos (SILVA, 2012). Seu ambiente deposicional é caracterizado como continental flúvio-lacustre (ROCHA, 2011; SILVA *et al.*, 2010).

A idade da Formação Aliança neojurássica (Andar Dom João) foi estabelecida pela abundância de ostracodes dos gêneros *Darwinula* e *Bisulcocypris* nos trabalhos de Viana (1966) e Viana *et al.* (1971) e adotada nos trabalhos subsequentes (GUZMÁN *et al.*, 2015; SILVA, 2012; SILVA *et al.*, 2010). Recentemente, Guzmán-Gonzales *et al.* (2016) realocou as espécies referidas ao estágio local Dom João, aos gêneros *Alicenula* e *Theriosynoecum*. Sendo assim, *Bisulcocypris* é considerada sinonímia de *Theriosynoecum*, por tanto táxon inválido, e as características dos darwinulídeos condizentes com a descrição de *Alicenula* e não com a de *Darwinula*. Além disso, baseada na espécie *Reconcavona? jatobaensis*, Guzmán-Gonzales *et al.* (2016) passa a considerar a Formação Aliança de idade Jurássico Superior/Cretáceo Inferior (Berriasiano).

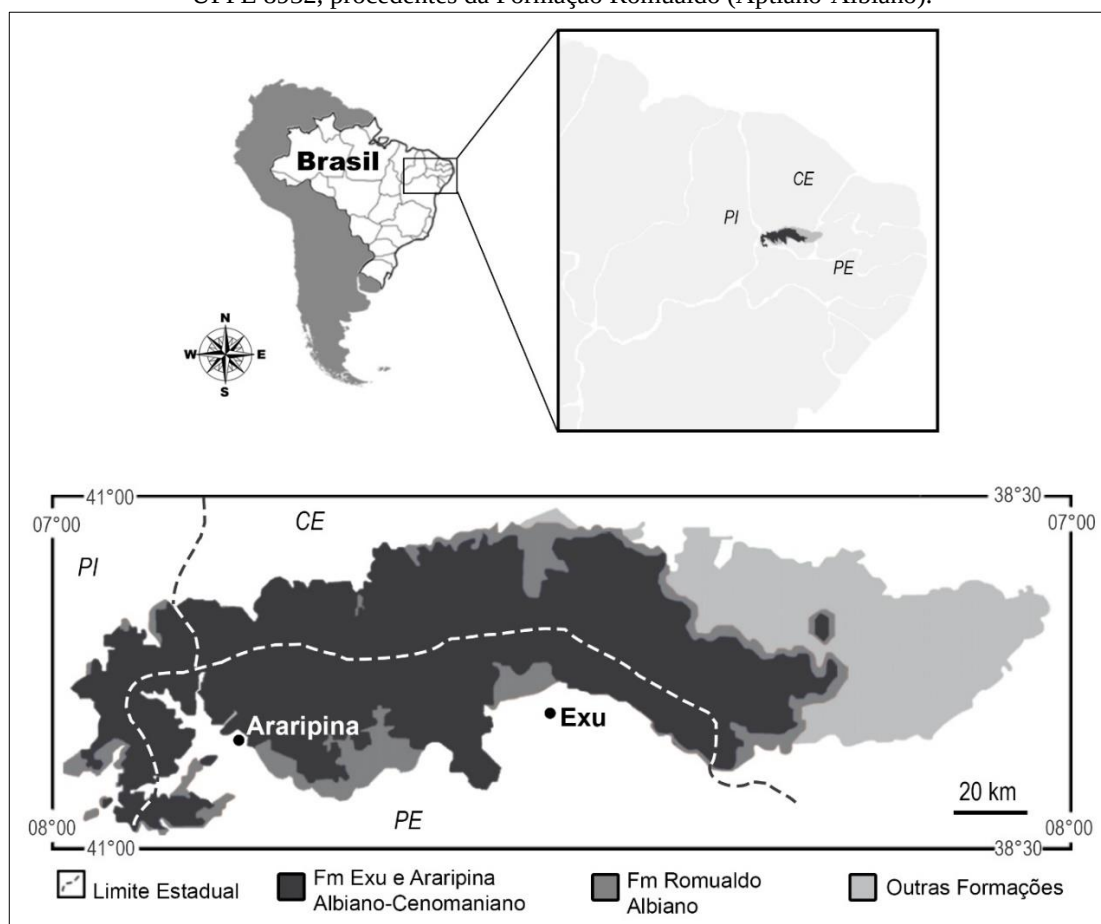
Apesar da Bacia de Jatobá possuir um expressivo registro sedimentar e conteúdo fossilífero das três eras geológicas (Paleozoico, Mesozoico e Cenozoico), os únicos trabalhos sobre fósseis de vertebrados do Mesozoico são os de Derby (1878, 1880), Silva *et al.* (2010) e Souza, Oliveira e Barreto (2015) que relatam a presença de peixes; Silva (2012) que descreve ossos de peixes, principalmente espinhos e dentes de tubarão hybodontiformes, fragmentos de ossos cranianos do celacanto *Mawsonia gigas*, placa dentária de dipnoicos Ceradontidae e muitas escamas de *Lepidotes*, além de Crocodylomorpha e icnofósseis como fragmento de casca de ovos e coprólitos, e, por último, o trabalho de Souza, Oliveira e Barreto (2015) que identifica e descreve uma espécie de icnofóssil para a Formação Candeias.

3.2.2 Bacia do Araripe

A bacia sedimentar do Araripe está posicionada sobre os terrenos pré-cambrianos da Província Borborema. Sua extensão não se limita à Chapada do Araripe, mas também entre os meridianos 38°30' e 40°50' de longitude oeste e os paralelos 7°05' e 7°50' de latitude sul (VIANA; NEUMANN, 2002). Ela ocorre nos estados do Ceará, Piauí e Pernambuco (Figura 11), 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; PADILHA; OLIVEIRA, 2006). A Bacia do Araripe é a mais extensa das bacias interiores do nordeste do Brasil, engloba parte do Vale do Cariri, atingindo uma área de aproximadamente 9.000km² (ASSINE, 1992).

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).

Figura 11 – Localização geográfica da Bacia do Araripe com os municípios pernambucanos, Exu e Araripina, onde foram coletados os fósseis de Testudines DGEO-CTG-UFPE 8470, DGEO-CTG-UFPE 8471 DGEO-CTG-UFPE 8932, procedentes da Formação Romualdo (Aptiano-Albiano).



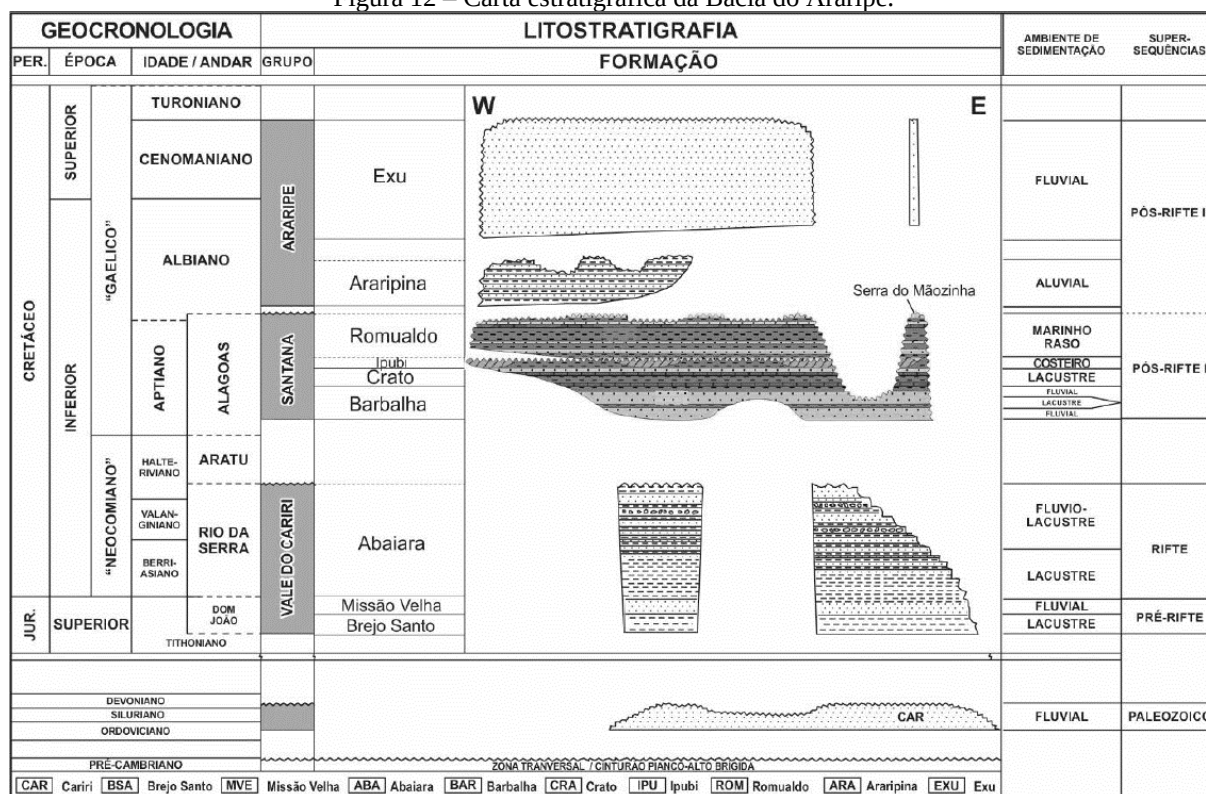
Fonte: adaptado de Viana e Neumann (2002).

A primeira proposta estratigráfica para a Bacia do Araripe foi realizada em 1913 pelo pesquisador Small (ASSINE, 1992). Diversos outros estudos foram realizados, desde então, propondo novas classificações e nomenclaturas, afim de um melhor detalhamento desta bacia (ARAI, 2006, 2014; ARAI; CARVALHO; CASSAB, 2007; ARAI; COIMBRA; SILVA-TELLES JR, 2001; ASSINE, 1992, 1994, 2007; ASSINE *et al.*, 2014; BATISTA *et al.*, 2012; BEURLIN, 1963; MABESOONE; TINOCO, 1973; MARTILL; BECHLY; LOVERIDGE, 2007; NEUMANN, 1999; PONTE; PONTE FILHO, 1996; VIANA; NEUMANN, 2002).

Atualmente, a Bacia do Araripe está dividida em: Formação Cariri, Grupo Vale do Cariri (Fm. Brejo Santo, Fm. Missão Velha e Fm. Abaiara), Grupo Santana (Fm. Barbalha,

Crato, Fm. Ipubi e Fm. Romualdo), Grupo Araripe (Fm. Araripina e Fm. Exu) (ASSINE *et al.*, 2014), composta por quatro tectono-sequências deposicionais, limitadas por discordâncias de caráter regional (ASSINE, 1990, 1992, 2007; ASSINE *et al.*, 2014; PONTE; PONTE FILHO, 1996) (Figura 12).

Figura 12 – Carta estratigráfica da Bacia do Araripe.



Fonte: Custódio (2017)

3.2.2.1 Tectono-sequência sinéclise

A fase sinéclise (Siluriana-Devoniana), primeira tectono-sequência, está representada unicamente pela Formação Cariri. Esta unidade está composta por arenitos médios a grossos mal selecionados. Geralmente contendo níveis conglomeráticos, na base, e arenitos intercalados a níveis siltsosos de claro a arroxeados, no topo (BATISTA *et al.*, 2013; BEURLIN, 1962; SILVESTRE; FAMBRINI; SANTOS, 2017), depositados em grandes sistemas fluviais trançados (ASSINE, 1992, 1994, 2007; ASSINE *et al.*, 2014). As áreas aflorantes exibem estratificações cruzadas tabulares e acanaladas (BATISTA *et al.*, 2013, 2012; SILVESTRE; FAMBRINI; SANTOS, 2017). Segundo Assine (1992) o ambiente de deposição destes sedimentos é tido como fluvial entrelaçado. Entre os fósseis atribuídos a essa unidade

estratigráfica, foram identificadas pegadas de dinossauros (CARVALHO; MELO, 2012; CARVALHO; FREITAS; NEUMANN, 2012; CARVALHO; VIANA; LIMA FILHO, 1993).

3.2.2.2 *Tectono-sequência de Início de Rifte*

A sequência pré-rifte (Jurássico a Neocomiano) é composta pelas formações Brejo Santo e Missão Velha. A Formação Brejo Santo, de idade mesozoica (Andar Dom João – Neojurássico), é constituída essencialmente por argilitos e folhelhos calcíferos castanho-avermelhados, maciços a laminados, siltitos cinza-esbranquiçados a esverdeados e, de forma subordinada, arenitos finos a muito finos argilosos laminados, por vezes de granulometria média com estratificações cruzadas. Intercalam-se nessa sucessão níveis delgados de calcário argiloso e, principalmente, arenitos calcíferos, abundantemente fossilíferos. Os folhelhos também apresentam nódulos calcários (FAMBRINI *et al.*, 2013). A presença de formas exclusivamente não-marinhas, como os ostracodes *Bisulcocypris pricei* e *Darwinula oblonga*, indica sedimentação lacustre (ASSINE, 2007).

A Formação Missão Velha engloba arenitos e conglomerados de grande continuidade lateral, amalgamados ou interdigitados com folhelhos, com a presença de estratificações cruzadas e portadores de abundantes fósseis de troncos silicificados (ASSINE, 2007; FAMBRINI *et al.*, 2011; VALENÇA; NEUMANN; MABESOONE, 2003). Na base desta unidade, estão as camadas de arenitos grosseiros a médios em sequência ascendente, indicativa de depósitos fluviais (VALENÇA; NEUMANN; MABESOONE, 2003), acima, os arenitos tornam-se gradualmente mais finos, indicando a mudança de ambiente de baixa sinuosidade para rios sinuosos (CAVALCANTI; VIANA, 1992).

3.2.2.3 *Tectono-sequência sin-rifte*

A fase clímax de rifte (Neocomiano) é formada apenas pela Formação Abaiara. Constituída litologicamente por sucessão de arenitos finos a médios, com estratificação cruzada, lateralmente intercalados em folhelhos calcíferos, com marcas onduladas, de coloração variada (ASSINE, 2007; FAMBRINI *et al.*, 2011; VALENÇA; NEUMANN; MABESOONE, 2003). Sua litologia é interpretada como pertencente à depósitos distais de sistemas aluviais (VALENÇA; NEUMANN; MABESOONE, 2003). Nesta formação, as assembleias fósseis são bastante ricas, com presença de coprólitos, estruturas de algas, ostracodes, conchostráceos e pólen, além de alguns fragmentos retrabalhados de troncos silicificados (ASSINE, 2007; VALENÇA; NEUMANN; MABESOONE, 2003).

3.2.2.4 Tectono-sequência pós-rifte

Por último, a fase pós-rifte formada pelos grupos Santana e Araripe. Dentre as unidades litoestratigráficas da bacia, o Grupo Santana (ASSINE *et al.*, 2014; NEUMANN; CABRERA, 1999; NEUMANN, 1999) é estratigraficamente o mais complexo e também o mais estudado, não só pelas extensas jazidas de gipsita (Formação Ipubi), mas principalmente por se constituir como o principal jazigo fossilífero do Cretáceo Inferior brasileiro, famoso internacionalmente (Konservat-Lagerstätte) (ASSINE, 1992).

A Formação Barbalha, de idade Aptiana, representa o registro sedimentar inicial do estágio Pós-Rifte. Essa unidade, considerada flúvio-lacustre (ASSINE, 1992, 2007; FAMBRINI *et al.*, 2015), é constituída predominantemente por fácies arenosas com intercalações de pelitos avermelhados e amarelados e níveis delgados de conglomerados e folhelhos pretos betuminosos (CHAGAS; ASSINE; FREITAS, 2007; FAMBRINI *et al.*, 2015). Dentre as estruturas sedimentares presentes destacam-se estratificação cruzada, de médio a pequeno porte, do tipo tabular ou tangencial na base, feições de corte e preenchimento e crostas ferruginosas (GUZMÁN *et al.*, 2015; PONTE; APPI, 1990).

A Formação Crato compõe-se litologicamente de estratos horizontalizados de calcários, intercalados a folhelhos, siltitos e arenitos. Seus estratos são ricamente fossilíferos, incluindo invertebrados (ostracodes, conchostráceos, insetos, aracnídeos, bivalvíos e gastrópodes), vertebrados (actinoptérígios, celacantos, pterossauros, quelônios, crocodilianos, lagartos, aves e anuros) e vegetais (algas, gimnospermas e angiospermas), além de icnofósseis (coprólitos, pistas de invertebrados e estromatólitos) e palinomorfos (VIANA; NEUMANN, 2002).

A Formação Ipubi, de idade aptiana-albiana, compreende rochas siliciclásticas (folhelhos e argilitos betuminosos), evaporitos (gipsita e anidrite secundário) e, ocasionalmente, nódulos calcários (FABIN *et al.*, 2018; KELLNER, 2002). Esta unidade também contém restos de organismos, no entanto, não constitui um depósito paleontológico expressivo (KELLNER, 2002). Sua litologia representa parte da fase I lacustre marinho raso pós-rifte (FABIN *et al.*, 2018).

A Formação Romualdo consiste em arenitos calcários, xistos e margas com concreções calcárias (NEUMANN; CABRERA, 1999), com os famosos fósseis tridimensionalmente preservados (CARVALHO; SANTOS, 2005; KELLNER, 1998). Constitui um dos principais depósitos fossilíferos do país (KELLNER, 2002), cujas concreções calcárias constituem o nível

estratigráfico mais fossilífero da Bacia do Araripe (ASSINE, 2007; ASSINE *et al.*, 2014; MABESOONE; TINOCO, 1973).

Nesta unidade já foram registrados peixes com tecidos moles (MAISEY, 1994; MARTILL; BRITO; WASHINGTON-EVANS, 2008; VIANA; RICHTER, 1998; WILBY; BRIGGS, 1997), dinossauros terópodes (BITTENCOURT; KELLNER, 2004; KELLNER; CAMPOS, 2000; KELLNER; DE A. CAMPOS, 1996; MACHADO; KELLNER, 2005), pterossauros (AURELIANO *et al.*, 2014; BANTIM *et al.*, 2014; BARRETT *et al.*, 2008; KELLNER *et al.*, 2013), crocodilomorfos (KELLNER, 1987; PRICE, 1959) e testudines (DUARTE *et al.*, 2006; GAFFNEY; CAMPOS; HIRAYAMA, 2001; HIRAYAMA, 1998; NAISH, 2007; OLIVEIRA; KELLNER, 2007; PRICE, 1973). Além de invertebrados, como ostracodes, foraminíferos (ANTONIETTO, 2010; TEIXEIRA *et al.*, 2018), gastrópodes, bivalves e equinoides (PEREIRA *et al.*, 2015, 2017) crustáceos (PRADO; CALADO; BARRETO, 2019), vegetais superiores (DE LIMA *et al.*, 2014; LIMA; SARAIVA; SAYÃO, 2012) e algas (FEITOSA; GOBBO-RODRIGUES; KELLNER, 2003).

O reconhecimento de uma superfície de máxima inundação marinha no final da Formação Romualdo permitiu a caracterização de um ciclo transgressivo-regressivo (ASSINE *et al.*, 2014). Seus estratos foram depositados durante o Aptiano-Albiano (LIMA, 1978; NEUMANN; CABRERA, 1999), no entanto, há uma controvérsia sobre essa idade ser Aptiana (ARAI, 2006; ARAI, 2014; ARAI; COIMBRA; SILVA-TELLES JR, 2001; ARAI *et al.*, 2001; HEIMHOFER; HOCHULI, 2010).

Fácies fluviais do Grupo Araripe (formações Araripina e Exu) sobrepõem em discordância erosiva regional os estratos do Grupo Santana (ASSINE *et al.*, 2014). A Formação Araripina caracteriza-se pela presença de arenitos finos e siltitos argilosos, bem estratificados, de coloração avermelhada, arroxeada ou amarelada (ARAI; CARVALHO; CASSAB, 2007; ASSINE, 2007). É pobre em fósseis corpóreos, mas na parte inferior e média estão preservados muitos icnofósseis (ARAI; CARVALHO; CASSAB, 2007).

A Formação Exu é composta por arenitos fluviais quartzosos, friáveis e argilosos, de coloração predominantemente avermelhada, podendo apresentar esbranquiçada nos locais onde a lixiviação atuou com maior intensidade. Apresenta estratificações cruzadas, acanaladas e tabulares (ARAI; CARVALHO; CASSAB, 2007; PONTE; APPI, 1990) e uma associação de fácies característica de sistemas fluviais entrelaçados e, ocasionalmente, ocorrem fácies pelíticas de planície de inundação intercaladas nos arenitos (ASSINE, 2007). Apesar dos

arenitos continentais da Formação Exu serem considerados afossilíferos, foi observado por Chagas (2006) ocorrências de estruturas formadas por bioturbações. A não preservação de organismos tem dificultado a atribuição de uma idade relativa. Assine (1992 e 2007), baseado na cronocorrelação dos sedimentos de bacias adjacentes, como os das formações Açu (Bacia Potiguar) e Itapecuru (Bacia do Parnaíba), posicionou a Formação Exu no intervalo do Albiano ao Cenomaniano.

3.2.2.5 *Araripe pernambucano*

Em Pernambuco, afloram as formações Ipubi, Romualdo, Araripina e Exu da tectono-sequência deposicional pós-rifte da Bacia do Araripe. De acordo com Kellner (1998), o Grupo Santana está dividido em dois *Lagerstätten* distintos, devido ao tipo de rochas e de processo de fossilização: a) a Formação Crato, é considerada proveniente de paleoambiente 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 muitas vezes em três dimensões e com fossilização de partes moles.

Os Testudines (DGEO-CTG-UFPE 8470, DGEO-CTG-UFPE 8471 e DGEO-CTG-UFPE 8932) estudados e descritos na presente tese foram coletados em Exu e Araripina, municípios de Pernambuco, onde aflora a Formação Romualdo (CARVALHO; OLIVEIRA; BARRETO, 2019).

A Formação Romualdo, 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 (ASSINE, 1992). As concreções encerram rica paleoictiofauna considerada de águas salobras, com elementos marinhos, como a raia *Iansan beurleni*, havendo também a presença de tartarugas marinhas e pterossauros (HIRAYAMA, 1998; MAISEY, 1991), além de moluscos e equinoides marinhos (BEURLLEN, 1963, 1966, 1971; MANSO; HESSEL, 2007, 2012).

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

A seguir serão apresentadas a descrição morfológica comparativa e a discussão de cada material fóssil analisado neste estudo.

4.1 DESCRIÇÃO DOS CROCODYLOMORPHA

CROCODYLOMORPHA Walker, 1968

CROCODYLIFORMES Benton e Clark, 1988

MESOEUCROCODYLIA Whetstone e Whybrow, 1983

NEOSUCHIA Benton e Clarck, 1988

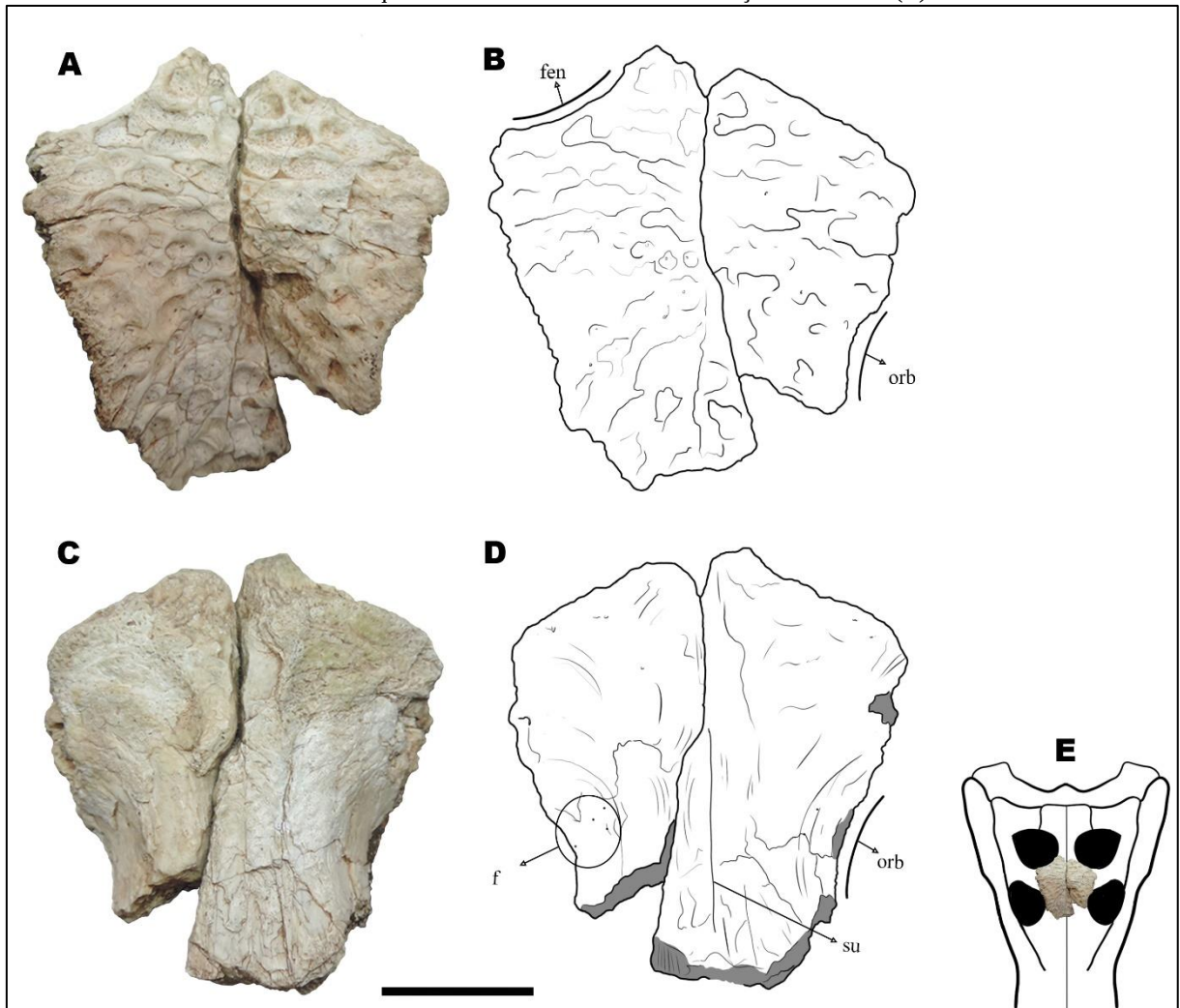
GONIOPHOLIDEDAE Cope, 1875

Gen. et sp. indet.

4.1.1 Fragmento de Crânio

Foram encontrados dois fragmentos de ossos cranianos (DGEO-CTG-UFPE 8575) parcialmente preservados que se complementam entre si, formando o frontal (Figura 13). O osso frontal é pareado e encontra-se completamente fusionado. A fusão completa do frontal confirma que se trata de um indivíduo subadulto a adulto (CLARK, 1994). O processo anterior está incompleto na sua região mais rostral, mas ainda assim sobrepassa o nível da borda das órbitas. Posteriormente, o osso também está incompleto. A borda do frontal que contata com o pós-orbital é estreita. A face dorsal é marcadamente deprimida com a borda das órbitas elevada. A participação do frontal com a margem da órbita é reduzida. Com base nas bordas de contato com o pré-frontal e pós-orbital, esses ossos complementaríamos a expansão lateroposterior da órbita. O limite rostral do frontal está quebrado não sendo possível estimar sobre o contato com o osso nasal. A superfície dorsal apresenta ornamentações de variados formatos e tamanhos, porém de profundidades relativamente constantes (Figura 13 A, B). Na face ventral, apresenta lateralmente as concavidades orbitais com forames (Figura 13 C, D). A sutura que divide os frontais é ligeiramente visível em face ventral. Posteriormente, o frontal forma a margem posteromedial da fossa temporal estendendo-se medialmente. No entanto, o limite com o parietal não foi preservado.

Figura 13 – Osso frontal de *Crocodylomorpha* (DGeo-CTG-UFPE 8575) da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá, em vista dorsal (A) e ventral (C) e seus respectivos desenhos esquemáticos (B e D), e desenho esquemático do crânio com a localização deste osso (E).



Legenda: f = forames; fen = margem da fenestra temporal; orb = margem da órbita; su = sutura. Escala 2cm.

Fonte: a autora (2019).

4.1.2 Dentes Isolados

Foi encontrado um total de quatro dentes que estão representados apenas por suas coroas (Figura 14). Estes variam em forma e tamanho (Quadro 6), mas todos demonstram uma configuração similar na anatomia constituindo um mesmo morfótipo, cônico e robusto com cúspide única, ligeiramente curvo e com esmalte formando cristas conspícuas de ornamentação não anastomosada.

Quadro 6 – Medições dos dentes de *Crocodylomorpha* da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá, dadas em milímetros. Os valores entre parênteses indicam medições incompletas e entre colchetes indicam medições estimadas.

Material	H (mm)	DA (mm)	DB (mm)
DGEO-CTG-UFPE 6651	17.0	4.0	8.0
DGEO-CTG-UFPE 6742	(17.5)	2.5	(3.0)
DGEO-CTG-UFPE 8573	16.0	3.0	6.5
DGEO-CTG-UFPE 8574	12.0	(1.5) [3.0]	(3.0) [6.0]

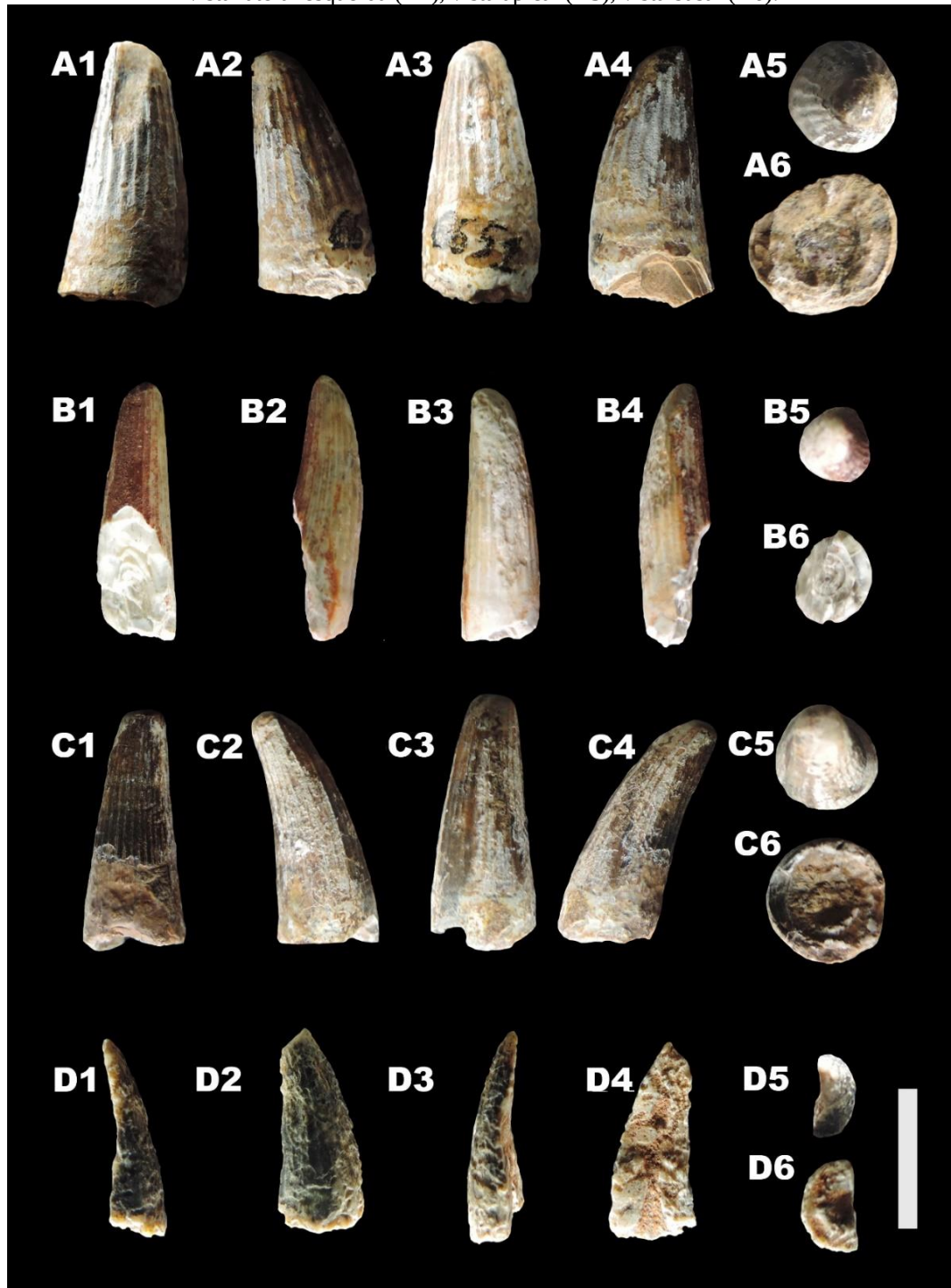
Legenda: H = Altura; DA = Diâmetro do Ápice; DB = Diâmetro da base; mm = milímetros.

Fonte: a autora (2019).

DGEO-CTG-UFPE 6651 encontra-se praticamente inteiro, com uma pequena quebra superficial na porção basal de uma de suas laterais (Figura 14 A1-A6). Possui formato cônico mais alto que largo, de coroa globosa, com seção transversal arredondada, sem compressão labiolingual. O ápice é contundente e arredondado, característica relacionada ao desgaste natural do dente. Em vista lateral, a face labial é fortemente convexa e a lingual levemente côncava. Não possui serrilhas. O esmalte é ornamentado por estrias grossas longitudinais contínuas e regulares, que se estendem verticalmente da base do dente ao longo de toda a altura da coroa até o ápice. Ausência de carena separando as faces labial e lingual. O ápice é contundente e arredondado, mostrando evidências de desgaste.

DGEO-CTG-UFPE 6742 apresenta coroa bastante fragmentada na porção médio-basal em vista lingual (Figura 14 B1-B6). Possui formato cônico mais alto que largo, sendo este menos espesso que DGEO-CTG-UFPE 6651 e DGEO-CTG-UFPE 8573. Em vista lateral, tanto a face labial quanto a face lingual são praticamente retas possuindo uma leve inclinação somente na porção mais apical, com a face labial levemente convexa e lingual côncava. Com pouca ou nenhuma compressão labiolingual. Serrilhas e carenas não foram visualizadas. Apresentam esmalte formados por estrias longitudinais contínuas, sendo que na porção apical da face labial estão desgastadas. O ápice é contundente e arredondado, mostrando evidências de desgastes na face labial.

Figura 14 – Dentes isolados de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá. DGEO-CTG-UFPE 6651 em vista lingual (A1), vista lateral direita (A2), vista labial (A3), vista lateral esquerda (A4), vista apical (A5), vista basal (A6); DGEO-CTG-UFPE 6742 em vista lingual (B1), vista lateral direita (B2), vista labial (B3), vista lateral esquerda (B4), vista apical (B5), vista basal (B6); DGEO-CTG-UFPE 8573 em vista lingual (C1), vista lateral direita (C2), vista labial (C3), vista lateral esquerda (C4), vista apical (C5), vista basal (C6); e DGEO-CTG-UFPE 8574 em vista lingual (D1), vista lateral direita (D2), vista labial (D3), vista lateral esquerda (D4), vista apical (D5), vista basal (D6).



Escala: 1cm.

Fonte: a autora (2019).

DGEO-CTG-UFPE 8573 possui coroa totalmente preservada em forma de cone (Figura 14 C1-C6). É mais alto que largo, sem compressão labiolingual, sendo este mais espesso que DGEO-CTG-UFPE 6742, porém menos espesso que DGEO-CTG-UFPE 6651. Em vista lateral, a face labial é fortemente convexa e a lingual levemente côncava. Não apresenta serrilhas. As estrias, formadas pelo esmalte, são contínuas e regulares como em DGEO-CTG-UFPE 6651 e DGEO-CTG-UFPE 6742. Ausência de carena. Possui ápice contundente e arredondado, com evidências de desgaste.

DGEO-CTG-UFPE 8574 está fragmentado em seção longitudinal, possuindo somente uma das porções laterais (Figura 14 D1-D6). Apresenta formato cônico, mais alto que largo, de coroa globosa, possivelmente com seção transversal arredondada. Em vista lateral, a face labial é levemente convexa e a lingual côncava. Serrilhas e carenas não visualizadas. O esmalte encontra-se bastante desgastado, não sendo possível determinar se as estrias são contínuas ou não.

4.1.3 Vértébras

DGEO-CTG-UFPE 8441 refere-se a treze centros vertebrais interpretados como sendo uma vértebra lombar (c1) por apresentar tamanho maior e indício de um processo transversal, sete vértebras caudais mediais (c2 à c8) por apresentarem tamanho mediano, ausência de processos transversos, e cinco vértebras caudais distais (c9 à c13) por apresentarem centros bastante reduzidos e pela ausência de processos transversos.

Devido ausência de outros registros desse espécime para comparação e a incompletude deste, optou-se por nomear cada vértebra de c1 à c13 considerando apenas o tamanho (do maior para o menor), não sendo possível posicioná-los no exato local da região caudal. Sendo assim, a numeração refere-se apenas a provável ordem de disposição desses ossos ao longo da região caudal.

Todas as vértebras caudais aqui descritas são anficélicas, cujas faces de articulação anterior e posterior são côncavas, seguindo o padrão “primitivo” em Crocodyliformes. Suas medidas podem ser consultadas no

Quadro 7.

Quadro 7 – Medições das vértebras: lombar (c1), caudais (c2-c13) DGEO-CTG-UFPE 8441 e dorsal DGEO-CTG-UFPE 6703, em milímetros. Os valores entre parênteses indicam medições incompletas e entre colchetes indicam medições estimadas.

Vértebras		LMFa	AMFa	LMFp	AMFp	Lmc	Amc	CP
DGEO-CTG-UFPE 8441	c1	(25,5)	(27,0)	(25,0)	(23,5)	(27,0)	(25,5)	(37,0)
	c2	(14,0) [28,0]	25,5	-	-	(10,5) [21,0]	20,5	(35,0)
	c3	20,5	19,5	19,5	17,5	16,0	16,5	35,0
	c4	(9,5) [19,0]	16,0	(10,5) [15,0]	14,5	(9,0) [18,0]	(13,0)	30,3
	c5	(22,0)	(22,0)	(19,0)	(22,0)	17,0	17,5	(26,3)
	c6	16,5	(18,0)	15,0	18,0	16,0	16,0	25,0
	c7	13,0	16,5	12,0	15,5	14,0	14,0	21,5
	c8	11,1	10,1	(9,0)	(10,0)	(10,5)	(9,9)	(18,9)
	c9	9,9	9,0	9,2	8,5	8,1	8,0	21,0
	c10	10,0	9,0	9,5	9,0	7,0	7,5	20,0
	c11	9,5	8,0	8,0	8,9	6,5	7,5	18,8
	c12	7,9	7,1	7,9	6,9	5,1	5,1	17,0
	c13	9,0	8,0	8,0	8,0	6,0	6,2	14,5
DGEO-CTG-UFPE 6703		-	-	3,8	5,8	1,7	3,6	4,4

Legenda: LMFa = largura máxima da face anterior; AMFa = altura máxima da face anterior; LMFp = largura máxima da face posterior; AMFp; Lmc= largura mediana do centro; Amc = altura mediana do centro; CP = comprimento antero posterior máximo.

Fonte: a autora (2019).

C1 possui o centro vertebral mais robusto que as demais aqui descritas (Figura 15 A). Suas faces de articulação, tanto a anterior quanto a posterior, sofreram considerável intemperismo e fragmentação, e apresentam bordas irregulares, no entanto, conservaram a forma anficélica. O centro vertebral é mais longo que largo. A superfície ventral é levemente

côncava em vista lateral. Em vista dorsal, é possível visualizar as bases dos processos laterais que estão situados médio-anteriormente. Tais processos são anteroposteriormente longos ocupando mais da metade do centro vertebral. O canal neural é mais profundo posteriormente. Os demais elementos, como arco e espinho neurais, bem como as zigapófises, não foram preservados.

C2 possui apenas a lateral direita preservada parcialmente, mas é a única com parte do espinho neural (Figura 15 B). No centro, a face de articulação posterior e a lateral esquerda do centro e do espinho não foram preservadas. A face anterior, aparentemente, não possui concavidade como as demais. Em vista lateral, a região ventral é visualmente côncava. Ausência de processos laterais e de forames pneumáticos. A lateral direita da base do espinho neural foi preservada e encontra-se localizada posteriormente. Este apresenta formato laminar, anteroposteriormente longo e lateromedialmente estreito.

C3 possui centro vertebral anteroposteriormente alongado, com faces de articulação anficélicas, sendo a concavidade anterior mais profunda que a posterior (Figura 15 C). Ainda sobre as faces de articulação, essas apresentam contorno circular levemente mais largo que alto. A superfície lateral é côncava na vista ventral e não apresenta nenhuma evidência de processo transversal.

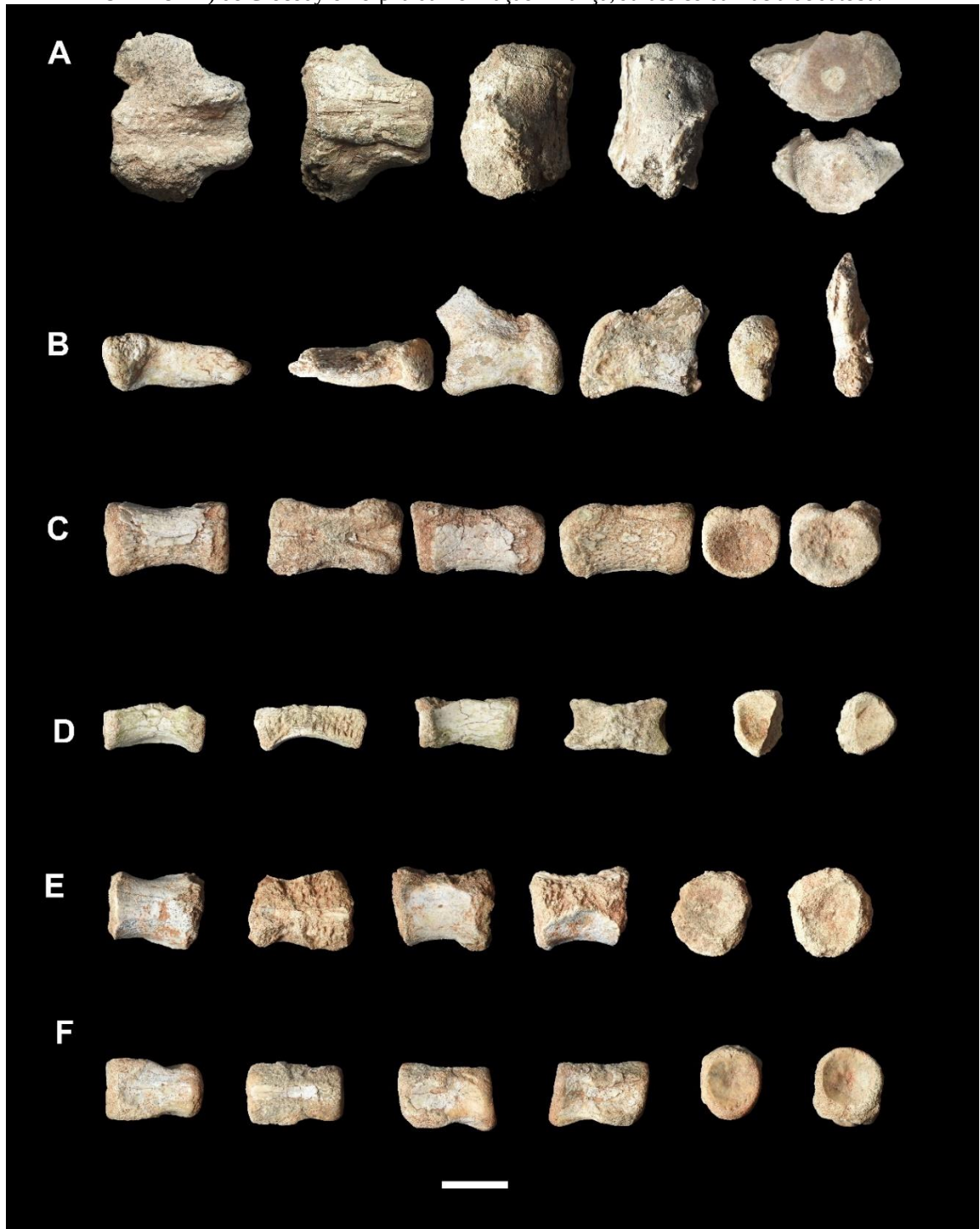
C4 preservou apenas a lateral esquerda do seu centro vertebral (Figura 15 D). As metades das faces de articulação que foram preservadas são visíveis e profundamente côncavas. Em vista dorsal, a lateral preservada é proeminente e côncava. Em vista dorsal, o arco neural não foi preservado, no entanto, pode-se observar uma sutura referente a base do arco, característico de um espécime juvenil que ainda não teve o arco neural fundido ao centro vertebral. Não há evidência de processo transversal. A lateral possui um forame em posição medial.

C5 apresenta ambas superfícies articulares côncavas, porém rasas e com bordas irregulares devido ao desgaste do material (Figura 15 E). O centro é ligeiramente mais longo que largo. As laterais são côncavas em vista lateral, conferindo-lhe aparência de carretel. As laterais possuem um forame em posição medial. Em vista dorsal, apesar do arco neural não ter sido preservado, é possível visualizar um sulco raso referente à base do canal neural.

C6 possui centro vertebral ligeiramente alongado anteroposteriormente, com faces de articulação anterior e posterior acentuadamente côncavas (Figura 15 F). Possui faces laterais também proeminente e côncavas, bem como a face ventral. Em vista dorsal, apesar do arco

neural não ter sido preservado, é possível visualizar um sulco raso referente à base do canal neural.

Figura 15 – Vértebra lombar (C1: A) e vértebras caudais (C2: B; C3: C; C4: D; C5: E; C6: F) (DGEO-CTG-UFPE 8441) de *Crocodylomorpha* da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá.



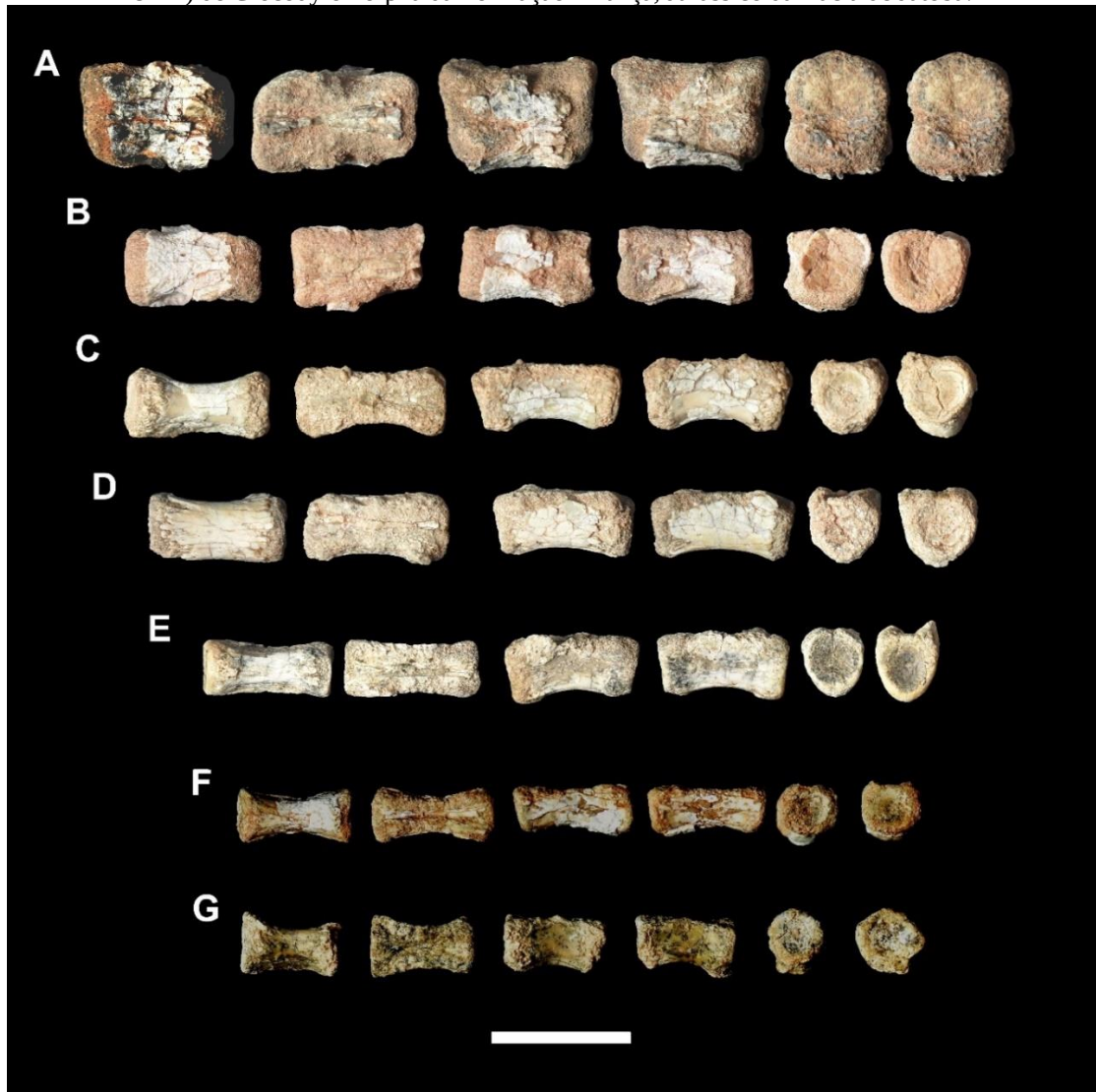
Escala: 2cm.

Fonte: a autora (2019).

C7 apresenta centro vertebral anteroposteriormente alongado, com faces de articulação anficélicas (Figura 16 A). Ainda sobre as faces de articulação, essas apresentam contorno semicircular mais alto que largo. A superfície lateral é ligeiramente côncava e não apresenta nenhuma evidência de processo transverso. Em vista dorsal, é possível visualizar a base do canal neural.

C8 exibe centro vertebral anteroposteriormente ligeiramente alongado, com faces de articulação anficélicas com contorno semicircular (Figura 16 B). A superfície lateral é ligeiramente côncava. Em vista dorsal, é possível visualizar a base do canal neural.

Figura 16 – Vértébras caudais (C7: A; C8: B; C9: C; C10: D; C11: E; C12: F; C13: G) (DGEO-CTG-UFPE 8441) de *Crocodylomorpha* da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá.



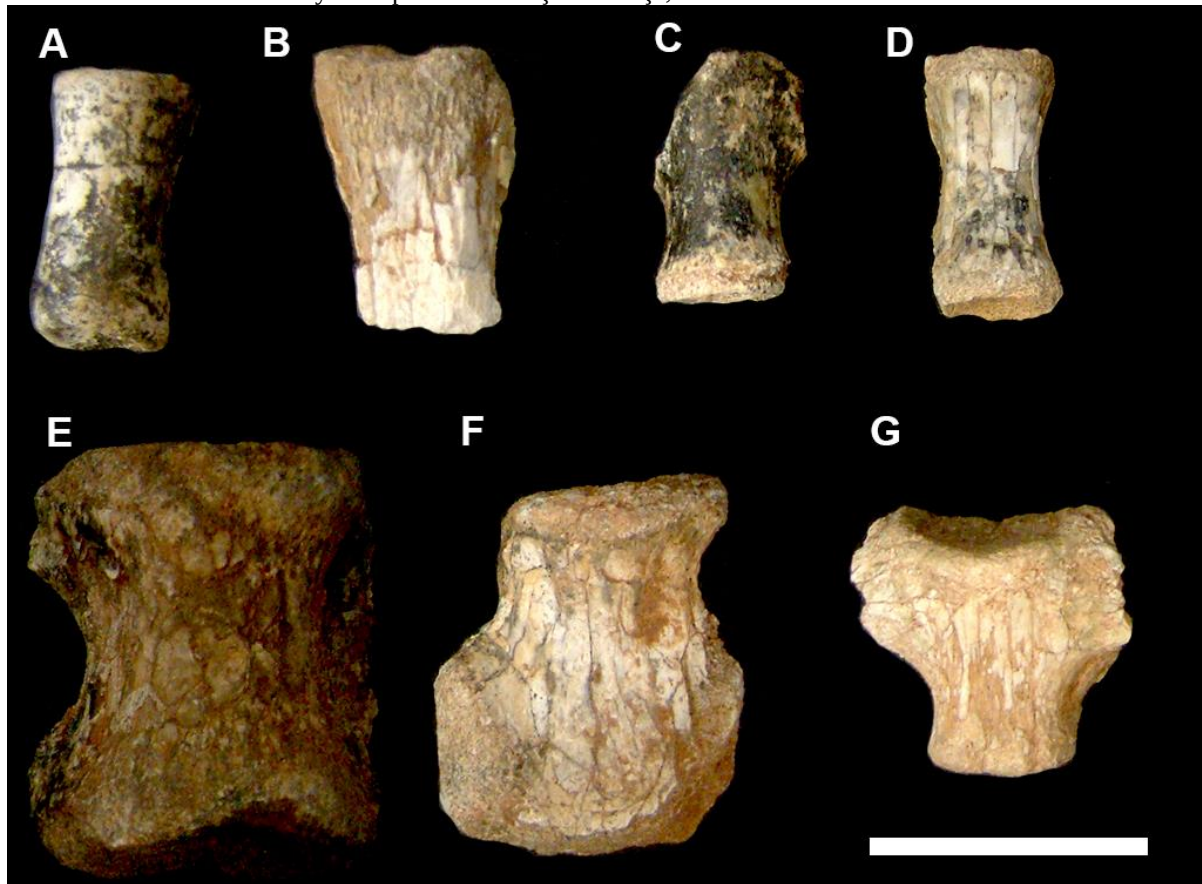
Escala: 2cm.

Fonte: a autora (2019).

C9 – C13 apresentam centros vertebrais anteroposteriormente alongados (Figura 16 C–G). As faces de articulação são irregulares e estão com as bordas desgastadas em c9 (Figura 16 C), c10 (Figura 16 D), c12 (Figura 16 F) e 13 (Figura 16 G), enquanto em c11 (Figura 16 E) as bordas estão inteiras e possuem formato triangular. A face anterior é levemente maior que a face posterior em todas. Na superfície dorsal é possível visualizar um sulco referente ao canal neural, sendo mais raso em c13. O arco neural não foi preservado em nenhuma vértebra. A superfície ventral é acentuadamente côncava em vista lateral. Em vista dorsal, os centros apresentam forma de carretel por possuírem as laterais ligeiramente côncavas, sendo em c9 pouco acentuada. Forames não foram visualizados. O tamanho pequeno, a forma alongada e a ausência de processos transversos sobre o centro indicam que se trata de vértebras caudais distais. C13 foi a menor vértebra encontrada e, portanto, refere-se ao elemento caudal mais distal, no entanto, pode não ser a última vértebra do espécime.

DGEO-CTG-UFPE 8443 referem-se a sete centros vertebrais (Figura 17 A-G) interpretados como sendo quatro vértebras caudais (Figura 17 A-D) e três dorsais (Figura 17 E-G). Apresentam-se anteroposteriormente alongados, com faces de articulação semicirculares. Alguns centros (Figura 17 C, F, G) estão fragmentados medialmente. Somente em um desses centros (Figura 17 F) estão presentes as bases da pós-zigapófises. Na superfície dorsal é possível visualizar um sulco referente ao canal neural em quatro dessas vértebras (Figura 17 A, C-E). A superfície ventral é levemente côncava em vista lateral. Em vista dorsal, os centros apresentam forma de carretel por possuírem as laterais ligeiramente côncavas. Forames não foram visualizados em nenhum desses centros.

Figura 17 – A-G Centros de vértebras (DGEO-CTG-UFPE 8443) caudais (A-D) e dorsais (E-G) de *Crocodylomorpha* da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá.



Escala: 2cm.

Fonte: a autora (2019).

DGEO-CTG-UFPE 6703 trata-se de um fragmento de vértebra (Figura 18) interpretado como sendo da região torácica. Foi preservado somente a parte medioposterior do centro vertebral. Em vista dorsal, é possível visualizar o canal neural. Os demais elementos, como arco e espinho neurais não foram preservados. A superfície ventral é levemente côncava em vista lateral e apresenta uma pequena crista localizada posteriormente. A face lateral possui um forame superior. Não foi visualizada nenhum processo transversal, nem zigapófises e espinho hemal. A face de articulação posterior é anficélica e, embora apresente as bordas fraturadas, é possível determinar que esta possui formato ovalado dorsoventralmente mais alongado que lateralmente.

Figura 18 – Fragmento de vértebra dorsal (DGEO-CTG-UFPE 6703) de *Crocodylomorpha* da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá. Em vista lateral direita (A), frontal (B), lateral esquerda (C), caudal (D), dorsal (E), ventral (F).



Legenda: f = forame; c = crista; cn = canal neural. Escala 2cm.

Fonte: a autora (2019).

4.1.4 Osteodermos

DGEO-CTG-UFPE 8442 (Figura 19 A) refere-se a 10 fragmentos de osteodermos isolados de *Crocodylomorpha* pouco diagnósticos. Todos fortemente ornamentados na face dorsal por depressões profundas de formato circular ou ovalado e, quando preservada, as extremidades apresentam-se levemente arredondadas. Quilhas e facetas de articulação não foram visualizadas. Na face ventral de alguns foi possível visualizar pequenos forames, porém sem ranhura. A espessura do material varia entre 2.0 mm a 4.5 mm.

DGEO-CTG-UFPE 6700 (Figura 19 B-K) diz respeito à três osteodermos inteiros (Figura 19 B, C e E) e sete fragmentados (D, F-K). Todos são fortemente ornamentados em sua

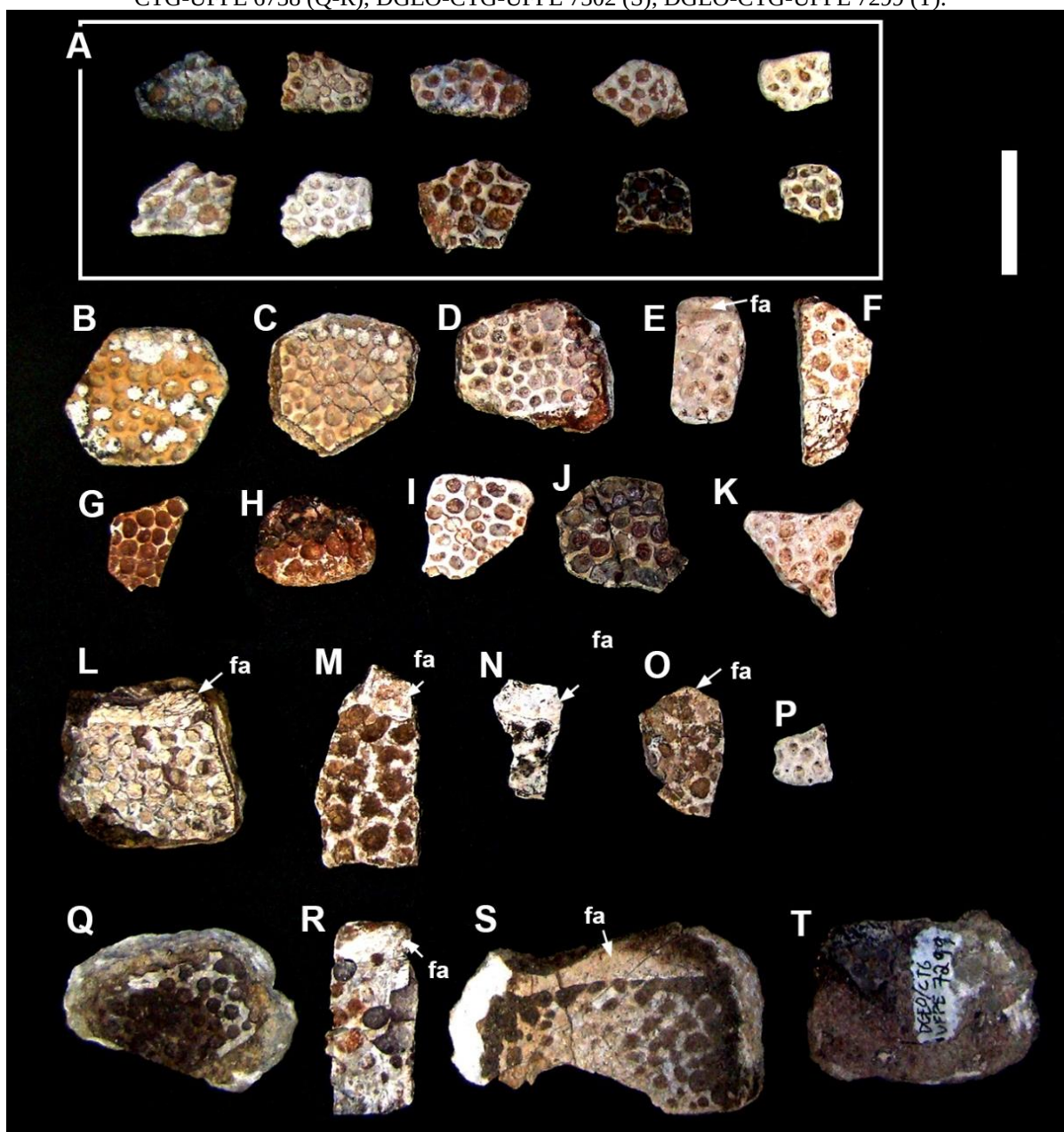
face externa por depressões profundas de formato semicircular e quadrangular, não possuindo quilhas. Suas bordas, quando preservadas, são levemente arredondadas. Entre estes, somente um apresenta faceta de articulação (Figura 19 E), este possui formato retangular com 2 cm de comprimento, 1,1 cm de largura e 0,6 cm de espessura. Dois deles (Figura 19 B e C) possuem formato hexagonal típico de osteodermos ventrais em mesoeucrocódilos (BENTON; CLARK, 1988; PINHEIRO *et al.*, 2011; POL; GASPARINI, 2009), esses osteodermos possuem 2,6 cm (Figura 19 B) e 2,4 cm (Figura 19 C) de diâmetros máximos, menores que o osteodermo descrito por Pinheiro *et al.* (2011), com 3,5 cm. Em sua face dorsal apresentam aproximadamente 50 poços de formato semicircular (Figura 19 B e C). Alguns apresentam forame em sua face interna, no entanto, ranhuras não foram visualizadas.

DGEO-CTG-UFPE 6647 (Figura 19 L-P) refere-se à cinco osteodermos fragmentados. Em face externa, todos apresentam-se fortemente ornamentados e, à exceção de um deles (Figura 19 P), todos possuem faceta de articulação, o que lhes caracterizam como sendo osteodermos dorsais. Somente um desses osteodermos encontra-se quase inteiro (Figura 19 L), este apresenta formato quadrangular de 2,7 cm de comprimento, 3 cm de largura com bordas levemente arredondadas e espessura de 0,4 cm.

DGEO-CTG-UFPE 6738 (Figura 19 Q e R) representa dois fragmentos de osteodermos. Ambos bastante ornamentados com poços de formato semicirculares ou ovalados. Somente um deles apresenta faceta de articulação, sendo este, portanto, um osteodermo dorsal. No osteodermo Q a face ventral encontra-se coberta por sedimentos, portanto, não pode ser visualizada. Este apresenta largura de 2,7 cm; comprimento de 1,9 cm e espessura aproximada de 0,3 cm. Já o osteodermo R apresenta largura de 3,2 cm; comprimento de 1,5 cm e espessura de 0,5 cm.

DGEO-CTG-UFPE 7299 (Figura 19 T) trata-se de um osteodermo completo de formato quadrangular mais largo mediolateralmente que comprido anteroposteriormente. Possui 3,8 cm de largura, 2,9 cm de comprimento e 0,4 cm de espessura. Este encontra-se quase totalmente coberto por sedimento em sua face dorsal, no entanto, é possível visualizar as ornamentações de formato semicircular em uma de suas bordas. Não pôde ser visualizado a presença de faceta nem de quilha. A face ventral, no entanto, está aparente e é levemente côncava em vista axial. Ranhuras e forames não estão aparentes.

Figura 19 – Fragmentos de osteodermos de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá. DGEO-CTG-UFPE 8442 (A); DGEO-CTG-UFPE 6700 (B-K); DGEO-CTG-UFPE 6647 (L-P); DGEO-CTG-UFPE 6738 (Q-R); DGEO-CTG-UFPE 7302 (S); DGEO-CTG-UFPE 7299 (T).

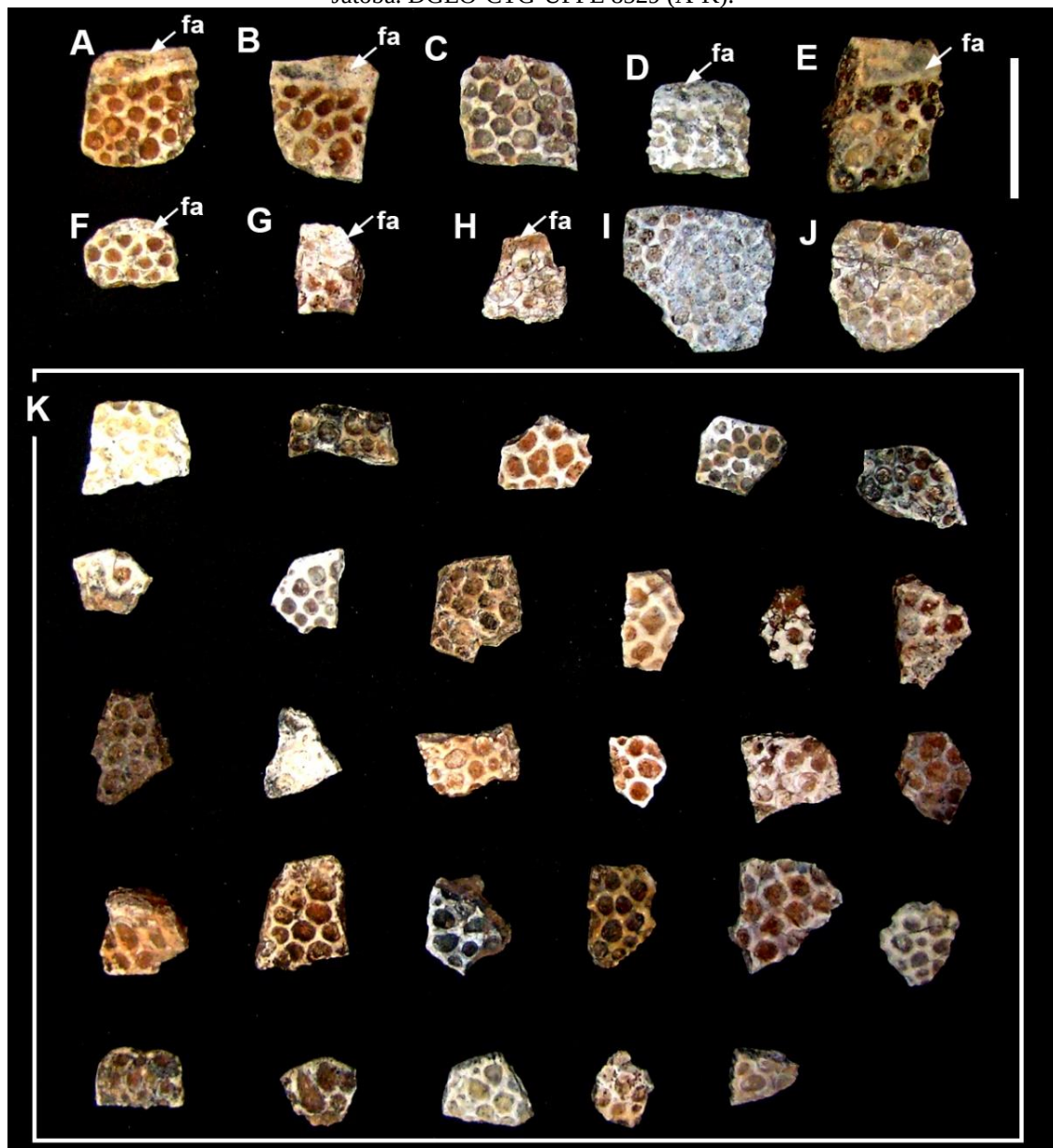


Legenda: fa = faceta de articulação. Escala: 2 cm.
Fonte: a autora (2019).

DGEO-CTG-UFPE 7302 (Figura 19 S) é um osteodermo dorsal, visto que este apresenta faceta de articulação. Apresenta poços de formato semicircular pouco profundos. Ausência de quilha na face externa. Em face ventral não foi visualizado nenhum forame, nem ranhuras. Apresenta 5,1 cm de largura, 3,2 cm de comprimento e 0,7 cm de espessura. Esse exemplar foi coletado em afloramento da Formação Aliança no município de Tacaratu, PE.

DGEO-CTG-UFPE 8529 refere-se a 38 fragmentos de osteodermos isolados (Figura 20). Todos fortemente ornamentados na face dorsal por poços profundos de formato circular ou ovalado e, quando preservada, as extremidades apresentam-se levemente arredondadas. Facetas de articulação foram visualizadas somente em sete deles (Figura 20 A-B, D-H). Nenhum apresenta quilha. Alguns apresentam forame em sua face interna, no entanto, ranhuras não foram visualizadas.

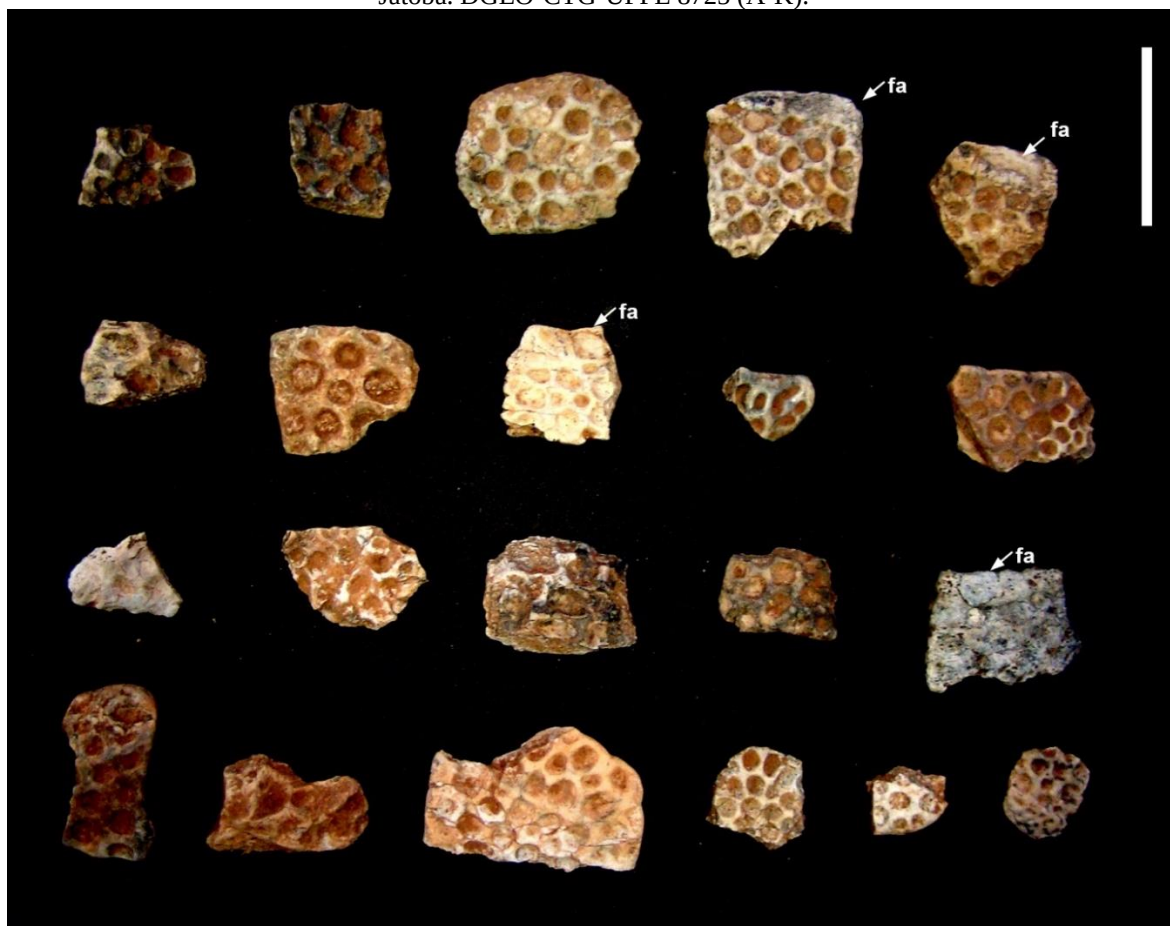
Figura 20 – Fragmentos de osteodermos de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá. DGEO-CTG-UFPE 8529 (A-K).



Legenda: fa = faceta de articulação. Escala: 2 cm.
Fonte: a autora (2019).

DGEO-CTG-UFPE 8725 refere-se à 21 fragmentos de osteodermos (Figura 21). Todos fortemente ornamentados na face dorsal por depressões profundas de formato circular ou ovalado e, quando preservada, as extremidades apresentam-se levemente arredondadas. Facetas de articulação foram visualizadas somente em três deles. Quilhas não foram visualizadas. Na face ventral, não foi possível visualizar nenhum forame, nem ranhuras.

Figura 21 – Fragmentos de osteodermos de Crocodylomorpha da Formação Aliança, Jurássico da Bacia de Jatobá. DGEO-CTG-UFPE 8725 (A-K).



Legenda: fa = faceta de articulação. Escala: 2 cm.
Fonte: a autora (2019).

4.2 DISCUSSÃO

Os dentes apresentam características da família Goniopholididae, descritas por Andrade *et al.* (2011), como: coroa subcircular em corte transversal, sem compressão lateral evidente, mas com superfícies lingual e labial assimétricas. A face labial é levemente mais arqueada do que a face lingual. A ornamentação do esmalte está presente nas superfícies lingual e labial, na forma de cristas apicobasais. Estas cristas são bem definidas e conspícuas de

ornamentação não anastomosada semelhante ao Goniopholididae descrito por Kuzmin *et al.* (2013). No entanto, difere em algumas características como ausência de carenas e de faceta apicobasal nas faces labial e lingual como em *Machimosaurus* (Teleosauridae) do Jurássico da Europa (YOUNG *et al.*, 2014).

As vértebras são do tipo anficélicas, ou seja, possuem faces anterior e posterior do centro vertebral côncavas. Essa característica é um padrão primitivo em Crocodyliformes (NASCIMENTO, 2008). Também pôde-se observar a ausência de arco neural em todas as vértebras aqui estudadas. A fusão do processo neural ao centro vertebral ocorre em indivíduos adultos, assim sendo o presente espécime encontra-se em seu estágio ontogenético juvenil.

Os osteodermos apresentados assemelham-se ao osteodermo identificado como sendo de Mesoeucrocodylia no trabalho de Pinheiro *et al.* (2011), da Bacia de Lima Campos, Ceará, Brasil, por possuírem o seguinte conjunto de características: face dorsal ornamentada com depressões profundas de formato circular ou ovalado, face ventral sem ranhuras, presença de forâmens em algumas das placas e, quando preservada, extremidades levemente arredondadas. Com base nas medições realizadas nos osteodermos que se encontram inteiros, pode-se dizer que pertenciam à uma espécie de pequeno porte, ou à um organismo juvenil.

4.2.1 Considerações Tafonômicas e Paleoecológicas dos Crocodylomorpha da Formação Aliança

Para análise tafonômica levou-se em consideração o grau de preservação, disposição dos espécimes e restos associados. Os níveis fossilíferos estão associados aos arenitos, no entanto, a maior parte dos fósseis foi encontrada em um raio de 20m² dispersos e soltos na superfície do terreno, desarticulados, retrabalhados e por vezes fragmentados. Os elementos não mostram arredondamentos em suas extremidades, indicando que os bioclastos foram transportados apenas por curtas distâncias. Reforçando esta hipótese, foram preservados, por exemplo, as estrias e o esmalte nos dentes aqui descritos. O desgaste de parte do material é uma evidência de exposição subaérea prolongada, causada pelo intemperismo.

Do ponto de vista paleoecológico, crocodilianos são, geralmente, indicadores de clima quente e úmido (BROCHU, 2001). No entanto, foi observado que alguns Crocodyliformes possuem algumas estratégias para sobreviver a um ambiente seco, que consiste de seu enterramento em sedimentos arenosos à procura de umidade e isolamento térmico (CARVALHO *et al.*, 2010).

Associado aos materiais de *Crocodylomorpha* aqui descritos foram encontrados escamas e dentes isolados de peixes ósseos, celacantos e dipnoicos, e peixes cartilaginosos, hibodontídeos. A presença de um mesoeucrocodilo em sedimentos de origem lacustrina com influência fluvial associado a essa fauna de peixes é coerente com a hipótese de que o conjunto desses fósseis constituem uma assembleia de organismos de água doce (PINHEIRO *et al.*, 2011; SILVA, 2012; SILVA *et al.*, 2010).

Segundo as características morfológicas, os dentes encontram-se classificados, de acordo com Ciampaglio, Wray e Corliss (2005), como sendo do Tipo 3: agarrador, esmagador e cortador, por apresentar cônicos e robustos, esse tipo de dentição é usado para perfurar e agarrar a presa e/ou arrancar pedaços de carne (SILVA *et al.*, 2007). Baseado nisso, podemos inferir que esses animais possuíam uma dieta essencialmente piscívora.

Segundo Silva (2012), osteodermos com essas características morfológicas (osteodermos pequenos e com ornamentações profundas) indicam que esses animais, provavelmente precisavam de um tempo maior se aquecendo ao sol, antes de retornar à água. No entanto, o aumento da superfície de contato é um fator que diminui a necessidade de exposição ao sol. Ou seja, quanto mais ornamentações e quanto maior sua profundidade, maior seria também a superfície de contato nessas placas. Sendo assim, a dissipação de calor é mais rápida e eficaz, diminuindo a necessidade de exposição ao sol. Essa maior área permite ao animal uma troca de calor mais rápida e mais eficiente (MARINHO; RIBEIRO; CARVALHO, 2006; SEIDEL, 1979). Apesar de que outros autores afirmam que a ligação entre os osteodermos e a troca de calor seja um fator circunstancial (FARLOW; HAYASHI; TATTERSALL, 2010) ou simplesmente que não há provas de que estejam relacionadas (GRIGG; KIRSHNER, 2015).

4.3 DESCRIÇÃO COMPARATIVA DOS TESTUDINES

Sistemática Paleontológica

TESTUDINES Linnaeus, 1758

PLEURODIRA Cope, 1864

PELOMEDUSOIDES Cope, 1868

BOTHREMYDIDAE Baur, 1891

Cearachelys placidoi Gaffney *et al.*, 2001.

4.3.1 DGEO-CTG-UFPE 8471

DGEO-CTG-UFPE 8471 é um espécime pequeno, com carapaça ligeiramente mais longa que larga, em forma de cúpula arredondada (Figura 22). A porção anterior da carapaça é levemente distorcida, com um sutil deslocamento do primeiro neural e costal. Sua porção posterior está danificada e as últimas neurais, a suprapigal e a pigal são pouco evidentes (Figura 22 A, B). As medidas do exemplar encontram-se no

Quadro 8.

Quadro 8 – Medições (em centímetros) do casco do Testudine DGEO-CTG-UFPE 8471. As medidas foram aferidas como preservadas.

DGEO-CTG-UFPE 8471	CM (cm)	LM (cm)	AM (cm)
Carapaça	11,5	8,5	4
Plastrão	9,8	9,0	

Legenda: CM – comprimento máximo; LM – largura máxima; AM – altura máxima do casco.

Fonte: a autora (2019).

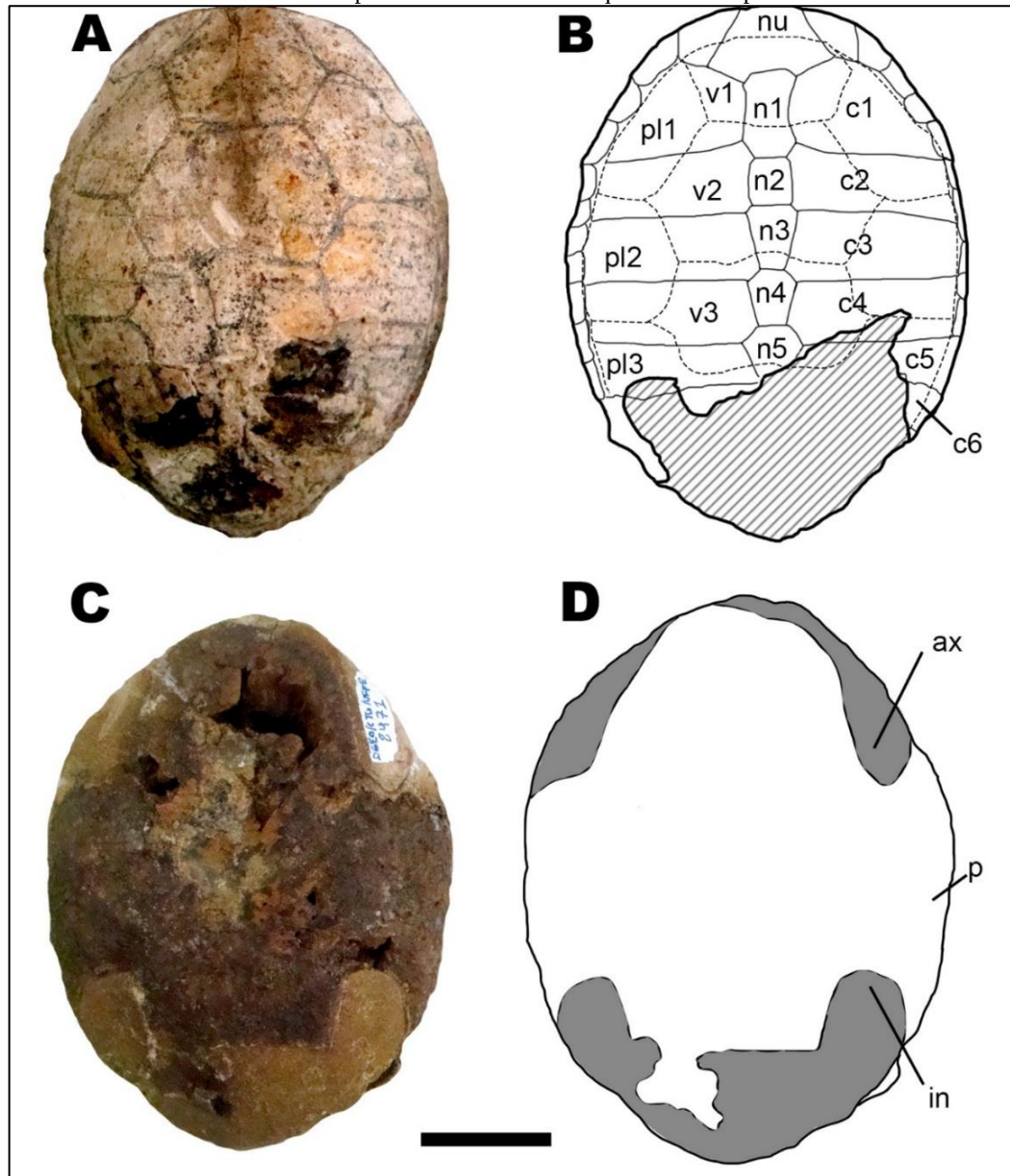
Placas ósseas da carapaça

Nucal: A placa nucal é mais larga que longa e possui forma hexagonal. Contata anterolateralmente o primeiro periférico, posterolateralmente a primeira costal e posteriormente a primeira neural.

Neurais: a primeira neural possui forma hexagonal, e entra em contato com a nucal anteriormente, a primeira costal lateralmente, a segunda costal posterolateralmente, e a segunda neural posteriormente. A segunda neural é quadrangular, como em *Cearachelys placidoi*, ela contata o segundo par de costais lateralmente, além da primeira e terceira neurais em porções anteriores e posteriores, respectivamente. Essa placa não contata a primeira costal, como os

demais Pleurodira do Grupo Santana, exceto *Euraxemys essweini*. A terceira e a quarta neurais são hexagonais com a lateral anterior mais curta que a lateral posterior. A quinta neural está quebrada posteriormente, mas, com base em partes preservadas, podemos estabelecer que essa placa também tem formato hexagonal. As últimas neurais estão ausentes, no entanto, é possível estabelecer, com base na impressão desses ossos, que DGEO-CTG-UFPE 8471 possuía oito neurais.

Figura 22 – Testudine fóssil (DGEO CTG UFPE 8471) oriundo de Araripina (PE), Formação Romualdo (Aptiano-Albiano), Bacia do Araripe. A. Vista dorsal da carapaça. B. Desenho esquemático da carapaça em vista dorsal. C. Vista ventral do plastrão. D. Desenho esquemático do plastrão em vista ventral.



Legenda: ax, entalhe axilar; c, costal; in, entalhe inguinal; n, neural; nu, nugal; p, ponte; pl, escudo pleural; v, escudo vertebral. Linhas finas: suturas das placas ósseas; linhas tracejadas: limites dos escudos; áreas cinza: sedimento; hachura: área fragmentada. Escala: 3 cm.

Fonte: a autora (2019).

As placas suprapigal e pigal não foram preservadas em DGEO-CTG-UFPE 8471.

Costais: a carapaça do exemplar está composta por oito costais, sendo que as placas posteriores não foram preservadas. A primeira costal é longa anteroposteriormente e sua margem anterior contata posteromedialmente a nugal e a borda posterior da primeira periférica. A borda laterodistal mantém contato com a segunda e a terceira periféricas estendendo-se até a borda anteromedial da quarta periférica. A borda lateromedial da primeira costal contata a lateral da primeira neural. E a borda posterior contata a segunda costal. As demais costais (da segunda à oitava) são semelhantes em seus formatos retangulares. Da segunda à quarta, a largura lateromedial é basicamente constante. Da quinta à oitava placa suas larguras diminuem gradualmente e suas laterais distais estão voltadas posteriormente.

Periféricas: O contorno distal da carapaça é danificado e, conseqüentemente, os periféricos que se encontram preservados estão incompletos.

Escudos da carapaça

Em DGEO-CTG-UFPE 8471 os sulcos dos contatos entre os escudos epidérmicos estão bem preservados na sua maioria, no entanto, os últimos escudos vertebrais e pleurais não foram preservados. Escudos cervicais são ausentes como em tartarugas *Pelomedusoides* (GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006).

Escudo vertebral: Dentre os escudos vertebrais de DGEO-CTG-UFPE 8471 somente os três primeiros estão preservados. Estes cobrem as séries neurais e as porções lateromediais dos costais. O casco desse espécime, como já mencionado, encontra-se fragmentado anteriormente, assim sendo o primeiro escudo vertebral apresenta forma retangular, anteroposteriormente estreita, como em *Cearachelys placidoi*. Sua borda anterior é ligeiramente convexa e a posterior levemente côncava. Anteriormente, esse escudo compreende a metade posterior do nugal e da primeira periférica adjacente ao nugal, e posterolateralmente acomete a primeira costal e a primeira neural anteromedialmente. O segundo e terceiro escudos vertebrais apresentam forma hexagonal mais largo que longo. O segundo compreende a metade posterior da primeira neural, a segunda neural e a metade anterior da terceira neural, a região posteromedial da primeira costal, a região medial da segunda costal e a anteromedial da terceira

costal. O terceiro escudo encontra-se fragmentado na sua porção posterolateral direita, porem seus limites podem ser inferidos tomando como base o lado preservado. Abrange a região posterior da terceira placa neural, a quarta neural e a metade anterior da quinta neural, a região posteromedial do terceiro costal, a região medial do quarto costal e a anteromedial do quinto costal.

Pleural: Os dois primeiros pares de escudos pleurais estão preservados completamente e o terceiro, parcialmente. O quarto par não foi preservado. O primeiro escudo pleural é quadrangular e cobre a porção laterodistal da primeira costal e a metade anterior da porção laterodistal da segunda costal, de modo que o sulco entre o primeiro e o segundo pleurais está na segunda costal. O segundo escudo pleural tem forma pentagonal e cobre a metade posterior da porção distal da segunda costal, a porção distal da terceira costal e a parte anterior da porção distal da quarta costal, isto é, o sulco entre o segundo e terceiro pleural está na quarta costal. O terceiro par de escudos pleurais está fragmentado, tanto o esquerdo quanto o direito. O terceiro pleural esquerdo está preservado na sua porção anterior, cobrindo metade posterior da porção distal da quarta costal, a porção distal da quinta costal. O escudo adjacente direito está preservado na sua porção lateral distal. Não foi possível visualizar o sulco entre o terceiro e o quarto escudos, visto seu estado fragmentário, mas é provável que este se encontre na sexta costal.

Plastrão

O plastrão em DGEO-CTG-UFPE 8471 encontra-se completamente calcitizado e os limites entre suas placas ósseas, bem como os sulcos entre os escudos epidérmicos, não estão visíveis (Figura 22 C, D). No entanto, é possível observar o contorno do plastrão. Baseado na impressão e no contorno como preservado, o plastrão apresenta lobo anterior anteroposteriormente longo e lateralmente largo, ponte lateralmente larga, porém estreita anteroposteriormente, lobo posterior, largo anteriormente, incompleto posteriormente. Os entalhes axilares e inguinais são rasos.

4.3.2 DGEO-CTG-UFPE 8932

DGEO-CTG-UFPE 8932 também é um espécime pequeno, com carapaça e plastrão articulados, quase completos, com casco ligeiramente mais longo que largo, em forma de cúpula arredondada (Figura 23). O formato de cúpula do espécime difere do padrão dorsoventralmente

achatado de *Araripemys barretoii*, mas é concordante com os padrões de *Cearachelys placidoi*, *Euraxemys essweini* e *Brasilemys josai*. As medidas do exemplar encontram-se no Quadro 9.

Quadro 9 – Medições (em centímetros) do casco do Testudine DGEO-CTG-UFPE 8932. As medidas foram aferidas como preservadas.

DGEO-CTG-UFPE 8932	CM (cm)	LM (cm)	AM (cm)
Carapaça	12,0	11,0	5,0
Plastrão	11,0	10,00	

Legenda: CM – comprimento máximo; LM – largura máxima; AM – altura máxima da carapaça.

Fonte: a autora (2019).

Placas ósseas da carapaça

O exemplar possui carapaça quase completa, faltando-lhe alguns periféricos na porção caudal (Figura 23 A, B). A carapaça está composta por uma placa nugal, oito neurais, oito pares de costais, onze pares de periféricas, uma suprapigal e uma pigal.

Nugal: O escudo nugal é mais largo que longo e apresenta formato hexagonal. Contata anterolateralmente o primeiro periférico, posterolateralmente o primeiro costal e posteriormente o primeiro neural.

Neurais: A série neural de DGEO-CTG-UFPE 8932 está completa e a placa costal não interfere no contato entre o último neural e o suprapigal, como na maioria dos pelomedusoides. Como *Cearachelys placidoi* e *Euraxemys essweini*, DGEO-CTG-UFPE 8932 tem oito ossos neurais, diferindo de *Araripemys barretoii*, com nove neurais, e *Brasilemys Josai*, que tem uma série incompleta de 7 neurais, cuja oitava costal intervém no contacto entre a sétima neural e a suprapigal. A primeira placa neural apresenta forma hexagonal. Entra em contato, anteriormente, com a nugal, lateralmente com a primeira costal, posterolateralmente com a segunda costal e posteriormente com a segunda neural. A segunda placa neural é quadrangular, como em *Cearachelys placidoi*, ela contata a segunda costal lateralmente, além do primeiro neural e terceiro neural em porções anterior e posterior, respectivamente. Esta placa não contata a primeira costal, como nas demais Pleurodira do Grupo Santana, exceto *Euraxemys essweini* (GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006). A terceira placa apresenta forma hexagonal com as laterais anteriores mais curtas que as laterais posteriores. Contata anterolateralmente a segunda costal, posterolateralmente a terceira costal e posteriormente a quarta neural. A quarta placa neural também apresenta formato hexagonal com as laterais anteriores mais curtas que as

posteriores. Contatando, lateralmente, a terceira e quarta costais e, posteriormente, a quinta neural. A quinta neural apresenta formato hexagonal com as laterais anteriores mais curtas que as posteriores. Contata, lateralmente, a quarta e a quinta costais e, posteriormente, a sexta neural. A sexta neural apresenta formato hexagonal com as laterais anteriores mais curtas que as posteriores. Contata, lateralmente, a quinta e a sexta costais e, posteriormente, a sétima neural. A sétima neural também apresenta formato hexagonal com a lateral anterior mais curta que a lateral posterior, sendo suas laterais posteriores paralelas entre si. Contata, lateralmente, a sexta e a sétima costais e, posteriormente, a oitava neural. A oitava neural é trapezoidal como em *Cearachelys placidoi*, diferindo de *Euraxemys essweini* que é hexagonal, contata, lateralmente, o oitavo costal e, posteriormente, o suprapigal.

Em DGEO-CTG-UFPE 8932, assim como em *Cearachelys placidoi*, a oitava neural não entra em contato com a sétima costal, diferindo de *Araripemys barretoii* e *Euraxemys essweini*, que possuem contato extensivo entre essas placas e *Brasilemys josai*, onde a oitava neural é ausente.

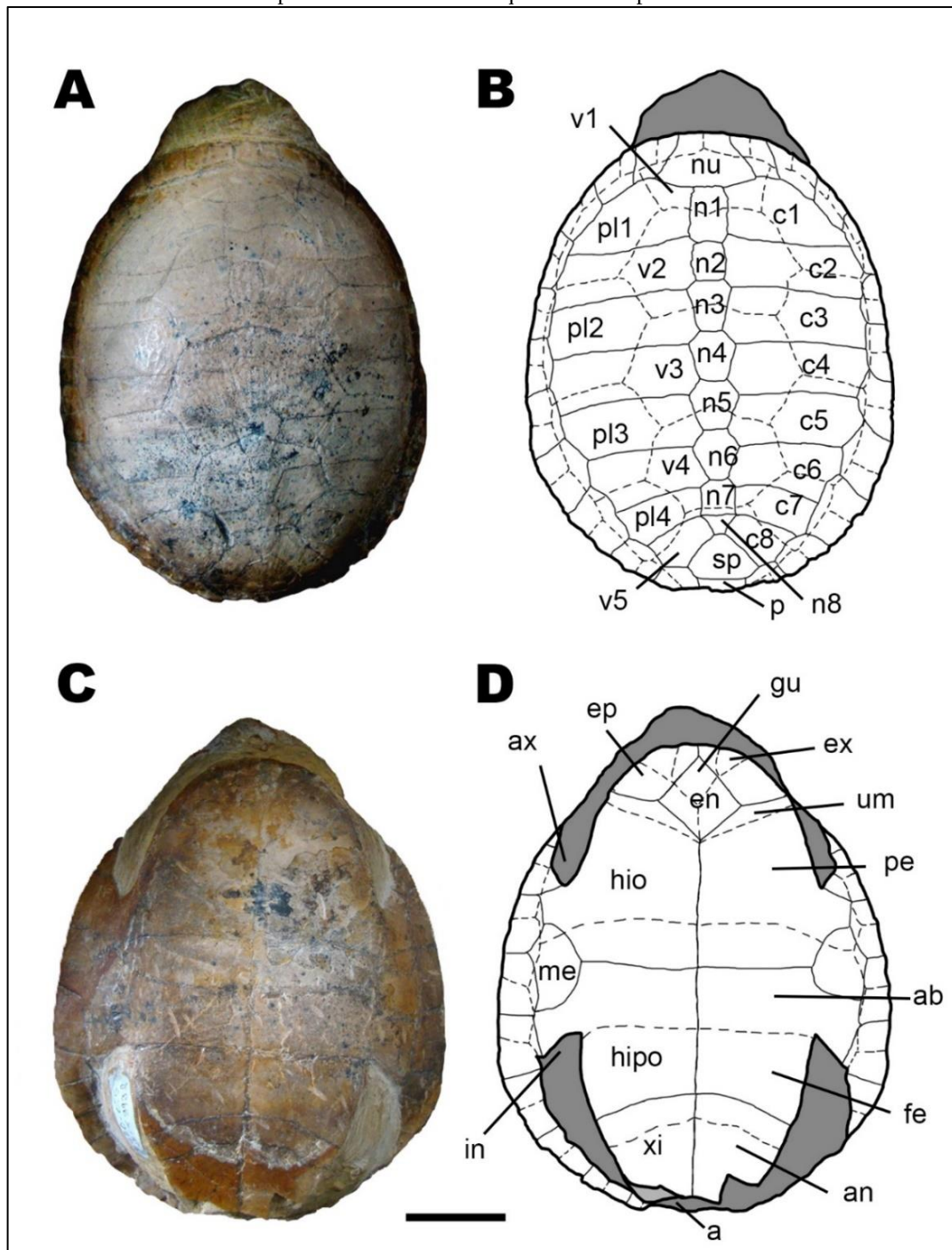
Suprapigal: Em DGEO-CTG-UFPE 8932 esta placa é hexagonal, contata anteriormente o oitavo neural, anterolateralmente o oitavo costal, posterolateralmente o décimo primeiro periférico e, posteriormente, o pigal.

Pigal: está fragmentado em DGEO-CTG-UFPE 8932 ainda na sua porção anterior, sendo visualizado basicamente apenas o seu contato com a suprapigal.

Costais: A carapaça está composta de oito placas costais. A primeira costal é mais comprida anteroposteriormente. Sua margem anterior contata a lateral posterior da nuchal e a borda posterior da primeira periférica. A borda laterodistal mantém contato com a segunda e terceira periféricas estendendo-se até a borda média anterior da quarta periférica. A borda lateromedial contata a lateral da primeira neural. A borda posterior contata a segunda costal. As demais costais (da segunda à oitava) são semelhantes em seus formatos retangulares. Da segunda à quarta, a largura lateromedial é basicamente constante. Da quinta a oitava placa suas larguras diminuem progressivamente e suas laterais distais estão voltadas posteriormente.

Periféricas: O espécime está com a borda posterior da carapaça danificada e, conseqüentemente, as placas periféricas dessa região encontram-se fragmentadas ou não foram preservadas. É possível visualizar ao menos onze pares de periféricas, sendo que três últimos pares estão incompletos e as placas que contatam a pigal não foram preservadas.

Figura 23 – Testudine fóssil (DGeo CTG UFPE 8932) oriundo de Exu (PE), Formação Romualdo (Aptiano-Albiano), Bacia do Araripe. A. Vista dorsal da carapaça. B. Desenho esquemático da carapaça em vista dorsal. C. Vista ventral do plastrão. D. Desenho esquemático do plastrão em vista ventral.



Legenda: a, entalhe anal; ab, abdominal; an, escudo anal; ax, entalhe axilar; c, costal; en, entoplastrão; fe, escudo femoral; hio, hioplastrão; hipo, hipoplastrão; in, entalhe inguinal; me, mesoplastrão; n, neural; nu, nuchal; p, pigal; pe, escudo peitoral; pl, escudo pleural; sp, suprapigal; um, escudo umeral; v, escudo vertebral xi, xifiplastrão. Linhas finas: suturas das placas ósseas; linhas tracejadas: limites dos escudos; área cinza: sedimento. Escala: 3 cm.

Fonte: a autora (2019).

Escudos da carapaça

Em DGEO-CTG-UFPE 8932 é possível visualizar 5 escudos vertebrais, 4 pares de escudos pleurais e 12 pares de escudos marginais. O escudo cervical é ausente assim como em tartarugas Pelomedusoides, diferindo de alguns Testudines (DE LA FUENTE; ITURRALDE-VINENT, 2001; GAFFNEY; TONG; MEYLAN, 2006; MEYLAN, 1996).

Vertebral: O primeiro escudo vertebral tem uma forma retangular, anteromedialmente estreita, como em *Cearachelys placidoi*, com uma borda anterior ligeiramente convexa e um limite posterior côncavo. Esse escudo compreende a metade posterior da placa nugal e parte da primeira periférica, metade anterior da primeira neural e parte anteromedial da primeira costal. O segundo e terceiro escudos vertebrais são os mais largos da série e possuem formato hexagonal. O segundo escudo compreende metade posterior da primeira neural, segunda neural, metade anterior da terceira neural, região posteromedial da primeira costal, região medial da segunda costal e anteromedial da terceira costal. O terceiro escudo possui borda anterior sendo ligeiramente convexo e fortemente côncavo em vista posterior. Abrange a região posterior da terceira neural, a quarta neural, metade anterior da quinta neural, a região posteromedial da terceira costal, região medial da quarta costal e anteromedial da quinta costal. O quarto escudo vertebral também tem forma hexagonal e corresponde metade posterior da quinta neural, sexta neural e quase inteiramente a sétima neural, metade caudal da quinta costal, a porção medial da sexta costal e região medial da sétima costal quase completamente. O sulco entre o quarto e o quinto escudos vertebrais se sobrepõe à sétima placa neural, semelhante à *Cearachelys placidoi*. O quinto escudo neural cobre uma pequena porção posterior da sétima neural, a oitava neural, a suprapigal e a pigal.

Pleural: O espécime possui quatro pares de escudos pleurais, que diminuem de tamanho quanto mais posteriores. O primeiro e o quarto escudos são quadrangulares, enquanto o segundo e o terceiro são pentagonais. O primeiro pleural cobre a porção distal da primeira costal e a metade anterior da porção distal da segunda costal, de modo que o sulco entre o primeiro e o segundo pleural está na segunda costal. O segundo pleural cobre a metade posterior da porção distal da segunda costal, a porção distal da terceira costal e a parte anterior da porção distal da quarta costal, isto é o sulco entre o segundo e terceiro pleural está na quarta costal. O terceiro pleural está sobre a metade posterior da porção distal da quarta costal, a porção distal da quinta costal e parte anterior da porção distal da sexta costal. O sulco entre o terceiro e quarto

pleural está na sexta costal. O quarto pleural cobre parte posterior da porção distal da sexta costal, a porção distal da sétima costal e a parte anterior da porção distal da oitava costal, isto é, o sulco entre o segundo e terceiro pleural está na oitava costal, parte da sétima e oitava costais.

Placas ósseas do plastrão

O plastrão do exemplar está bem preservado, apresentando uma pequena quebra na porção posterior do xifiplastrão faltando-lhe alguns periféricos na porção caudal (Figura 23 C, D). Está composto por epiplastrão, hioplastrão, mesoplastrão, hipoplastrão, xifiplastrão, pareados, além de um entoplastrão.

Epiplastrão: Os epiplastrões possuem formato quadrangular e se contatam entre si na linha média anterior e medioposteriormente se separam com a inserção do entoplastrão. Posteriormente contata com o hioplastrão.

Entoplastrão: O entoplastrão tem formato de losango e separa parcialmente os epiplastrões posteriormente e os hioplastrões anteriormente.

Hioplastrão: O hioplastrão é a maior placa. Contata anteriormente o epiplastrão, anteromedialmente o entoplastrão, posteriormente o hipoplastrão. Na porção distal posterior contata o mesoplastrão. Lateralmente culmina com o entalhe axilar.

Mesoplastrão: O mesoplastrão é pequeno, está localizado lateralmente e tem formato semicircular. Contata anteriormente o hioplastrão e posteriormente o hipoplastrão.

Hipoplastrão: O hipoplastrão contata anteriormente o hioplastrão, anterodistalmente o mesoplastrão, posteriormente o xifiplastrão, estendendo-se lateroposteriormente formando o entalhe inguinal.

Xifiplastrão: O xifiplastrão contata anteriormente o hipoplastrão. Está fragmentado na porção posterior, no entanto, é possível visualizar a impressão do limite esquerdo posterior e inferir que o entalhe anal é raso.

Escudos do plastrão

Gular: O escudo gular tem formato pentagonal e separa totalmente o os extragulares e parcialmente os humerais. Está localizado na porção média dos epiplastrões e estende-se até a metade anterior do entoplastrão. Os sulcos entre o gular e os extragulares são praticamente paralelos entre si e não contatam o entoplastrão. O sulco entre o gular e o humeral inicia-se concomitante ao contato ento-eplastrão, de modo que esse sulco não contata com o

epiplastrão, estendendo-se medialmente quanto mais posterior formando um “v” cujo eixo localiza-se no meio do entoplastrão.

Extragular: Os escudos extragulares possuem forma triangular e estão totalmente separados medialmente pelo escudo gular. O extragular está localizado totalmente na região média do epiplastrão. O contato entre o extragular e o umeral está na porção média do epiplastrão.

Umeral: O escudo umeral tem formato quadrangular mais largo lateromedialmente que longo anteroposteriormente. Contata anteriormente o escudo gular, anteromedialmente o extragular, posteromedialmente o umeral adjacente e posteriormente o peitoral. Esse escudo cobre a metade posterior do epiplastrão e do entoplastrão e a porção anterior do hioplastrão. O contato entre o humeral e o peitoral não contata o entoplastrão.

Peitoral: O escudo peitoral contata os humerais anteriormente e o escudo abdominal posteriormente. O sulco pectoro-abdominal está localizado na parte posterior do hipoplastrão e parte anterior do mesoplastrão. Este sulco é ligeiramente côncavo lateralmente.

Abdominal: O escudo abdominal é mais largo lateromedialmente que longo anteposteriormente. Contata anteriormente o escudo peitoral e posteriormente o escudo femoral. Este escudo cobre quase todo o mesoplastrão, parte posterior do hioplastrão e a metade anterior do hipoplastrão. O sulco abdo-femoral localiza-se logo abaixo do início do entalhe inguinal, na região média do hipoplastrão.

Femoral: O escudo femoral possui contato anterior com o abdominal e posterior com o escudo anal. Sua maior parte está localizada na porção médio posterior do hioplastrão e uma pequena porção posterior na região anterior do xifiplastrão. O contato femo-anal situa-se na porção anterior do xifiplastrão e é ligeiramente côncava lateralmente e convexa medialmente.

Anal: O escudo anal cobre quase que totalmente o xifiplastrão, exceto pela porção anterior. Contata anteriormente o escudo femoral. Lateral e posteriormente culmina com os limites do xifiplastrão que formam a extensão do entalhe inguinal e o entalhe anal respectivamente.

ARARIPEMYDIDAE Price, 1973

Araripemys barreto Price, 1973

4.3.3 DGEO-CTG-UFPE 8470

O espécime DGEO-CTG-UFPE 8470 tem tamanho médio (Figura 24), lateralmente mais largo que comprido anteroposteriormente (Quadro 10). Está representado por alguns ossos do esqueleto axial (vértebras cervicais e caudais) e apendicular (cintura escapular e ossos dos membros anteriores) (Figura 24 A, B) e plastrão (Figura 24 C, D).

Quadro 10 – Medidas (em centímetros) do casco do Testudine DGEO-CTG-UFPE 8470. As medidas foram aferidas como preservadas.

DGEO-CTG-UFPE 8470	CM (cm)	LM (cm)
Plastrão	17,0	20,5

Legenda: CM – comprimento máximo; LM – largura máxima; AM – altura máxima da carapaça.

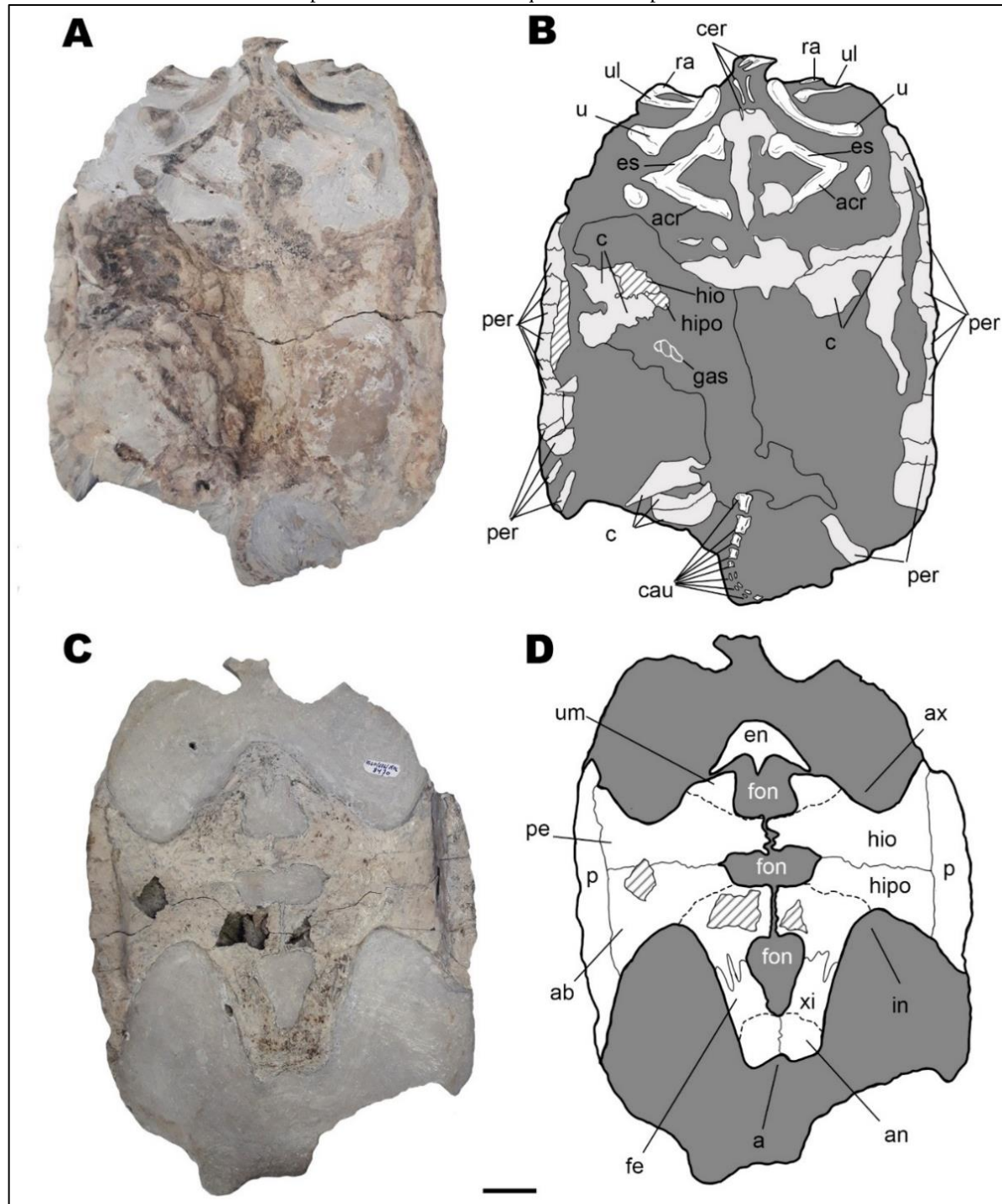
Fonte: a autora (2019).

O plastrão de DGEO-CTG-UFPE 8470 está quase completo (Figura 24 C, D). No entanto, durante a preparação mecânica, algumas quebras foram produzidas no hioplastrão esquerdo e no hipoplastrão esquerdo e direito. Os entalhes axilares e inguinais são bastante pronunciados. O plastrão é formado por entoplastrão, hioplastrão, hipoplastrão e xifiplastrão. O epiplastrão não foi preservado. O mesoplastrão está ausente. Todos os ossos do plastrão estão fortemente unidos por suturas. As suturas entre o entoplastrão e o hioplastrão, e entre o hipoplastrão e o xifiplastrão são interdigitais com sinuosidades longas e profundas, semelhantes a *Araripemys barreto* (MEYLAN, 1996; OLIVEIRA; KELLNER, 2005; SCHLEICH, 1990; SERENO; ELSHAFIE., 2013). A ponte é anteroposteriormente estreita e lateromedialmente larga.

Placas ósseas do plastrão

Entoplastrão: essa placa apresenta forma de “v” invertido e está articulado com o hipoplastrão. Possui um prolongamento que se estreita posteriormente na região medial. Essa projeção preenche parcialmente a primeira fontanela na sua porção anteromedial.

Figura 24 – Testudine fóssil (DGeo CTG UFPE 8470) oriundo de Exu (PE), Formação Romualdo (Aptiano-Albiano), Bacia do Araripe. A. Vista dorsal da carapaça. B. Desenho esquemático da carapaça em vista dorsal. C. Vista ventral do plastrão. D. Desenho esquemático do plastrão em vista ventral.



Legenda: a, entalhe anal; ab, abdominal; acr, processo acromial; an, escudo anal; ax, entalhe axilar; c, costal; cau, vértebra caudal; cer, vértebra cervical; en, entoplastrão; es, escápula; fe, escudo femoral; fon, fontanela; gas, gastrópode; hio, hioplastrão; hipo, hipoplastrão; in, entalhe inguinal; p, ponte; pe, escudo peitoral; per, periféricas; ra, rádio; u, úmero; ul, ulna; um, escudo umeral; xi, xifoplastrão. Linhas finas: suturas das placas ósseas; linhas tracejadas: limites dos escudos; área cinza: sedimento; hachura: área fragmentada. Escala: 3 cm. Fonte: a autora (2019).

Hioplastrão: é lateromedialmente amplo e anteroposteriormente curto. Está articulado anteriormente com o entoplastrão e posteriormente com o hipoplastrão. É acentuadamente côncavo anteriormente dando forma ao entalhe axilar. Na sua porção medioposterior inicia-se a segunda fontanela.

Hipoplastrão: é lateromedialmente amplo e anteroposteriormente curto. Está articulado anteriormente com o hioplastrão e posteromedialmente com o xifiplastrão. Anteromedialmente completa a formação da segunda fontanela, juntamente com o xifiplastrão. É acentuadamente côncavo posteriormente dando forma ao entalhe inguinal.

Xifiplastrão: é longo anteroposteriormente e sua largura estreita gradativamente quanto mais posterior. Contata anteriormente com o hipoplastrão através de suturas interdigitais alongadas. Na sua porção medial encontra-se a terceira fontanela. O entalhe anal é curto e raso.

Fontanelas: o plastrão de DGEO-CTG-UFPE 8470 apresenta o típico padrão de *Araripemys barretoii* com três grandes fontanelas na linha média (entre ento e hioplastrão, hio e hipoplastrão e hipo e xifiplastrão) e ausência de mesoplastrão. Essas características diferem dos demais Pelomedusoides do Grupo Santana, como *Cearachelys placidoi* e *Euraxemys essweini*, e *Santanachelys gaffneyi*, que possui apenas uma fontanela (hio-hipoplastral). A primeira fontanela possui formato quadrangular parcialmente cortado anteromedialmente pela projeção do entoplastrão. Essa fontanela termina posteriormente na metade do hioplastrão. A segunda fontanela, localizada medialmente entre o hioplastrão e o hipoplastrão, apresenta formato retangular, com eixo lateral duas vezes maior que o eixo longitudinal. A terceira fontanela apresenta formato de triângulo invertido com extremidades arredondadas. Ocupa toda a região central do xifiplastrão.

Escudos do plastrão

Em DGEO-CTG-UFPE 8470 estão preservados cinco escudos: umeral, peitoral, abdominal, femoral e anal.

Umeral: Esse escudo engloba totalmente o entoplastrão e estende-se até a porção anterior do hioplastrão. Seu limite posterior apresenta contorno convexo e termina logo no limite posterior da primeira fontanela.

Peitoral: Esse escudo estende-se da parte anterior do hioplastrão, onde contata com o escudo umeral, até o limite hio-hipoplastral, onde contata com o escudo abdominal, mas os limites entre estes escudos não estão aparentes.

Abdominal: Estende-se de seu contato com o escudo umeral até o entalhe inguinal. O par de escudos abdominais não se contatam medialmente, estando separados pelo par de escudo femoral.

Femoral: O escudo femoral contata anteriormente com a segunda fontanela, anterolateralmente com os escudos abdominais e posteriormente com o escudo anal. Recobre a região médio anterior do hipoplastrão e a metade anterior do xifiplastrão, bem como a terceira fontanela.

Anal: essa placa está restrita a porção posterior do xifiplastrão.

Cintura escapular

A cintura escapular na DGEO-CTG-UFPE 8470 é representada pelas duas escápulas com o processo acromial. A escápula forma com o processo acromial um ângulo de aproximadamente 60°. Ambos os ossos são estruturas colunares finas e a escápula é ligeiramente maior lateromedialmente que o processo acromial.

Membro anterior

Úmero, rádio e ulna foram preservados em ambos os lados. O úmero é cilíndrico e curvo ao longo de sua linha central, com face medial convexa e face lateral côncava. Embora desarticulado, o úmero encontra-se próximo à posição da fossa glenóide, na extremidade proximal, e às superfícies de articulação do rádio e da ulna, na face distal.

Vértebras

Em DGEO-CTG-UFPE 8470, três vértebras cervicais e nove caudais estão preservadas em vista dorsal.

Vértebras cervicais: as três vértebras cervicais representam a sexta, sétima e oitava. Seus centros são lateralmente estreitos e bastante alongados anteroposteriormente, permitindo inferir um pescoço alongado, como em *Araripemys barretoii* e *Taquetochelys decorata*.

Vértebras caudais: nove pequenas vértebras caudais articuladas são preservadas e seu centro é ligeiramente mais longo que largo, assumindo uma forma retangular.

4.4 DISCUSSÃO

Comparando-se DGEO-CTG-UFPE 8470 com os demais táxons descritos na Bacia do Araripe, é possível associá-la à espécie *Araripemys barretoii*, por apresentar o seguinte conjunto de características: plastrão curto e largo, com lobo anterior pontudo; entalhes axilares e

inguinais bastante pronunciados; ausência de mesoplastrão; Entoplastrão em forma de “V”; presença de três fontanelas na linha medial do plastrão, sendo uma delas entre o entoplastrão e o hioplastrão, uma entre o hioplastrão e o hipoplastrão, e outra entre o hipoplastrão e o xifiplastrão; suturas ento-hioplastral e hipo-xifiplastral do tipo interdigital apresentando sinuosidades longas e profundas; xifiplastrão e entalhe anal bastante pronunciados (ver Quadro 11 – Características do plastrão de DGEO-CTG-UFPE 8470, DGEO-CTG-UFPE 8471 E DGEO-CTG-UFPE 8932 comparada com os Testudines descritos para a Bacia do Araripe Quadro 11).

DGEO-CTG-UFPE 8471 está associada à espécie *Cearachelys placidoi* por apresentar o conjunto de características que segue: carapaça moderadamente adornada, em forma de domo, com contorno oval; ausência de fontanelas na carapaça; Ausência de contato entre o primeiro costal e o segundo neural (Quadro 12). Um grande lobo anterior do plastrão maior que qualquer outro Pelomedusoides do Grupo Santana de formato arredondado e ausência de fontanelas no plastrão (Quadro 11).

Quadro 11 – Características do plastrão de DGEO-CTG-UFPE 8470, DGEO-CTG-UFPE 8471 E DGEO-CTG-UFPE 8932 comparada com os Testudines descritos para a Bacia do Araripe

Espécies	Mesoplastrão	Fontanelas	Sutura Ento-hioplastral	Sutura Hipo-xifiplastral	Lobo Anterior	Entoplastrão
<i>Araripemys barretoii</i>	Ausente	Três	Profundo	Profundo	Pontudo	Em forma de “V”
<i>Cearachelys placidoi</i>	Presente	Ausente	Raso	Raso	Arredondado	Mais largo que longo
<i>Euraxemys essweini</i>	Presente	Ausente	Raso	Raso	Arredondado	Mais longo que largo
<i>Santanachelys gaffneyi</i>	Ausente	Uma	Raso	Profundo	Arredondado	Em forma de “T”
DGEO-CTG-UFPE 8470	Ausente	três	Profundo	Profundo	Pontudo	Em forma de “V”

DGEO-CTG-UFPE 8471	Não preservado	Ausente	Não preservado	Não preservado	Arredondado	Não preservado
DGEO-CTG-UFPE 8932	Presente	Ausente	Raso	Raso	Arredondado	Mais largo que longo

Fonte: a autora (2019).

O espécime DGEO-CTG-UFPE 8932 é identificado como *Cearachelys placidoi* por apresentar o seguinte conjunto de características: carapaça moderadamente ornamentada, em forma de domo, com contorno oval; ausência de fontanelas na carapaça; série neural completa com oito neurais; neural oito com quatro lados; ausência de contato entre o primeiro costal e o segundo neural; ausência de contato entre a sétima costal e a oitava neural (Quadro 12). Lobo anterior do plastrão maior que qualquer outro Pelomedusoides do Grupo Santana, com formato arredondado; ausência de fontanelas no plastrão; presença de um par de mesoplastrão laterais; suturas ento-hioplastral e hipo-xifiplastral rasas; entoplastrão mais largo que longo (Quadro 11).

Quadro 12 – Características da carapaça de DGEO-CTG-UFPE 8471 E DGEO-CTG-UFPE 8932 comparada com os Testudines descritos para a Bacia do Araripe

Espécies	Fontanela	Altura	Total de Neurais	Contato entre: Costal 1 - Neural 2	Contato entre: Costal 7 - Neural 8	Nº de Lados do Neural 8
<i>Araripemys barretoii</i>	Presente	Achatada	Nove	Ausente	Amplo	Seis
<i>Cearachelys placidoi</i>	Ausente	Domo	Oito	Ausente	Ausente	Quatro
<i>Euraxemys essweini</i>	Ausente	Domo	Oito	Presente	Amplo	Seis
<i>Brasilemys josai</i>	Ausente	Domo	Sete	Ausente	Neural 8 Ausente	Neural 8 Ausente
DGEO-CTG-UFPE 8471	Ausente	Domo	Cinco (Oito)	Ausente	Não preservado	Não preservado

DGEO-CTG-UFPE 8932	Ausente	Domo	Oito	Ausente	Ausente	Quatro
--------------------	---------	------	------	---------	---------	--------

Fonte: a autora (2019).

4.4.1 Considerações Tafonômicas e Paleoecológicas dos Testudines da Formação Romualdo

Os fósseis de Testudines foram encontrados preservados em concreções calcárias típicas da Formação Romualdo. DGEO-CTG-UFPE 8471 e DGEO-CTG-UFPE 8932 apresentam casco completo com carapaça e plastrão articulados, enquanto que DGEO-CTG-UFPE 8470 consiste de plastrão e alguns ossos articulados como os dos membros anteriores, vértebras cervicais e vértebras caudais, sem preservação da carapaça. A preservação dos elementos articulados, juntamente com ausência de arredondamento, indica que os exemplares não foram transportados.

As condições bioestratinômicas das carapaças sugerem uma preservação autóctone/parautóctone, tendo havido soterramento rápido, mas não imediato, o que causou desarticulação e transporte de alguns elementos ósseos.

Durante a diagênese, as carapaças foram preservadas sem alteração química importante, com exceção do plastrão DGEO-CTG-UFPE 8471 que sofreu, em parte, dissolução e substituição por calcita. A carapaça de DGEO-CTG-UFPE 8470 deve ter sido perdida por processos de intemperismo, após exposição prolongada do fóssil à superfície da terra, até o momento da coleta.

5 CONCLUSÃO

Com relação aos fósseis de Crocodylomorpha, os presentes elementos ósseos descritos compõem-se do mais completo e detalhado estudo desse grupo para a Formação Aliança formalmente descritos e figurados até o momento.

Cada grupo individual de elemento de Crocodylomorpha é compatível em tamanho e ornamentação. A atribuição de todo o material pertencer ao mesmo táxon é a suposição mais provável.

A fusão completa do frontal confirma que o espécime era um indivíduo subadulto/adulto.

As vértebras são do tipo anficélicas, padrão primitivo em Crocodyliformes.

Os osteodermos configuram características semelhantes aos de Mesoeucrocodylia.

Apesar de ser difícil determinar com exatidão a taxonomia dos materiais de Crocodylomorpha da Formação Aliança, devido sua natureza fragmentária, com base nas evidências morfológicas dos dentes, podemos inferir que o espécime pertencia a Família Goniopholididae.

Crocodylomorpha jurássicos são raros no Brasil, portanto, o material aqui apresentado demonstra-se de grande importância para os registros jurássicos desses animais em território brasileiro. Além disso, o presente trabalho revela o elevado, e ainda pouco estudado, potencial paleontológico da Formação Aliança na pesquisa e entendimento do Jurássico brasileiro.

No que diz respeito aos Testudines, DGEO-CTG-UFPE 8471 e DGEO-CTG-UFPE 8932 estão associados à espécie *Cearachelys placidoi*.

DGEO-CTG-UFPE 8470 está associada à espécie *Araripemys barreto*.

DGEO-CTG-UFPE 8471 e DGEO-CTG-UFPE 8932 representam os primeiros exemplares de *Cearachelys placidoi* em Pernambuco.

DGEO-CTG-UFPE 8470 e DGEO-CTG-UFPE 8932 são os primeiros Testudines descritos do município de Exu, Pernambuco.

Embora a Bacia do Araripe tenha sido bastante estudada por décadas, pouco se sabe sobre a relação dos fósseis nos estados do Piauí e Pernambuco. Esta evidência contribui para o conhecimento sobre a biota do Grupo Santana, e mostra que ainda há muito a ser estudado nesta região.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. B. DE *et al.* A new Berriasian species of *Goniopholis* (Mesoeucrocodylia, Neosuchia) from England, and a review of the genus. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 163, p. 66–108, 2011.
- ANTONIETTO, L. S. **Ostracodes da Formação Santana (Cretáceo inferior, Aptiano Superior), Bacia do Araripe, NE - Brasil: taxonomia, distribuição estratigráfica e paleoecologia**. 2010. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2010.
- ARAI, M. Revisão estratigráfica do Cretáceo inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil. **Geociências**, v. 25, n. 1, p. 7–15, 2006.
- ARAI, M. Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective. **Brazilian Journal of Geology**, v. 44, n. 2, p. 339–350, 2014.
- ARAI, M.; CARVALHO, I. DE S.; CASSAB, R. DE C. T. Bacias Sedimentares Brasileiras: Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 6, n. 72, p. 371–389, 2007.
- ARAI, M.; COIMBRA, J. C.; SILVA-TELLES JR, A. C. Síntese Bioestratigráfica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil). In: Simpósios sobre a Bacia do Araripe e bacias interiores do Nordeste, 1-2., 2001, Crato. **Anais [...]**. Crato: BARROS, L. M.; NUSENS, P. C.; FIGUEIRA, J. B. M., (Eds.), Chapada do Araripe: 109–117, 2001.
- ASSINE, M. L. **Sedimentação e tectônica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil)**. 1990. 124 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 1990.
- ASSINE, M. L. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 3, p. 289–300, 1992.
- ASSINE, M. L. Paleocorrentes e Paleogeografia na Bacia do Araripe , Nordeste Do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, n. 4, p. 223–232, 1994.
- ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 371–389, 2007.
- ASSINE, M. L. *et al.* Sequências deposicionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 22, n. 1, p. 3–28, 2014.
- AURELIANO, T. *et al.* On the Occurrence of Pterosauria in Exu, Pernambuco (Lower Cretaceous Romualdo Formation, Araripe Basin), Northeastern Brazil. **Estudos Geológicos**, v. 24, n. 2, p. 15–27, 2014.
- BANTIM, R. A. M. *et al.* A new toothed pterosaur (Pterodactyloidea: Anhangueridae) from

the Early Cretaceous Romualdo Formation, NE Brazil. **Zootaxa**, v. 3869, n. 3, p. 201–223, 2014.

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 of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 275, n. 1641, p. 1385-1391, 2008.

BARRETO, A. M. F. *et al.* Aprendendo ciências com a Paleontologia e os fósseis de Pernambuco. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 47., 2014, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: 2014

BARRETO, A. M. F. *et al.* A criação de museus como estratégia para preservação do patrimônio fossilífero da Bacia sedimentar do Araripe em Pernambuco, NE do Brasil. **Anuario do Instituto de Geociências**, v. 39, n. 2, p. 36-42, 2016.

BARRETO, A. M. F. ; GHILARDI, A. M. ; DUQUE, R. R. C. . **A Paleontologia e os fósseis do Araripe Pernambucano**. Recife: UFPE – Editora Universitária, 2015. 41p.

BARRETO, P. M. C. O Paleozoico da Bacia do Jatobá, Pernambuco. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 17, n. 1, p. 29-45, 1968.

BARRETT, P. M. *et al.* Pterosaur distribution in time and space: An atlas. **Zitteliana Reihe B: Abhandlungen der Bayerischen Staatssammlung fur Palaontologie und Geologie**, n. 28, p. 61-107, 2008.

BATISTA, D. L. O registro de quelônios do cretáceo Brasileiro. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n. 1, p. 180, 2005.

BATISTA, D. L.; CARVALHO, I. DE S. O Gênero *Araripemys* (Chelonii, Pleurodira) no Cretáceo Brasileiro. *In: CARVALHO, I. DE S. et al., (eds.). Paleontologia: Cenários de Vida*. Rio de Janeiro: Interciência, 2007. p. 291-297.

BATISTA, Z. V. *et al.* Associação de Fácies e Sistemas Depositionais da Formação Cariri, Parte Leste da Bacia do Araripe. **Estudos Geológicos**, v. 23, n. 2, p. 45-58, 2013.

BATISTA, Z. V. *et al.* Análise de fácies da Formação Cariri, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 22, n. 2, p. 3-20, 2012.

BENTON, M. J.; CLARK, J. Archosaur phylogeny and the relationships of the Crocodylia. *In: BENTON, M. J. The Phylogeny and Classification of Tetrapods*. Volume 1: Amphibians, Reptiles, Birds. 1988. p. 295-338.

BEURLIN, K. A geologia da Chapada do Araripe. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 34, n. 2, p. 365-370, 1962.

BEURLIN, K. Geologia e estratigrafia da Chapada do Araripe. *In: Congresso Nacional de Geologia*, 17., 1963, Recife. **Anais [...]**. Recife: SBG/SUDENE: 47-47, 1963.

BEURLLEN, K. Novos equinóides no Cretáceo do Nordeste do Brasil. **Anais Academia Brasileira de Ciências**, v. 38, p. 455-464, 1966.

BEURLLEN, K. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 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.

BITTENCOURT, J.; KELLNER, A. On a sequence of a sacrocaudal theropod dinosaur vertebrae from Lower Cretaceous Santana Formation, Northeastern Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 62, n. 3, p. 309–320, 2004.

BRAUN, O. P. G. Estratigrafia dos sedimentos da parte interior de região nordeste do Brasil: (Bacias de Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe). In: DNPM/DGM (Ed.). **Boletim**. Rio de Janeiro, n. 236, 1966, 75p.

BRITO, I. M. As unidades litoestratigráficas da passagem Jurássico-Cretáceo no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 17, n. 2, p. 81–85, 1987.

BROCHU, C. A. Progress and Future Directions in Archosaur Progress and Future Directions in Archosaur Phylogenetics. **Journal of Paleontology**, v. 75, n. 6, p. 1185–1201, 2001.

BUSCALIONI, A. D. et al. Loss of carpal elements in crocodilian limb evolution: morphogenetic model corroborated by palaeobiological data. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 62, p. 133–144, 1997.

CAIXETA, J. *et al.* Bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 8, n. 1, p. 163–172, 1994.

CAMPOS, D. A. **Tartarugas fósseis do Brasil**. 1977. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 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.

CANADIAN MINISTER OF THE ENVIRONMENT. **CITES Identification Guide – Crocodilians**: guide to the identification of crocodilian species controlled under the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, 148 p. 1999.

CARDOSO, R. N. Conchostráceos do Grupo Bahía: Brasil. **Boletim do Instituto de Geologia**, v. 1, n. 2, p. 1–76, 1966.

CARPENTER, C. C.; FERGUSON, G. W. Variation and Evolution of Stereotyped behavior in reptiles. In: GANS, C.; TINKLE, D. W. (eds). **Biology of the Reptilia**: Ecology and Behavior. Academic Press, London v. 7, p. 335-554, 1977.

CARVALHO, I. S.; MELO, J. H. G. Bacias Interiores do Nordeste. Chapada do Araripe. In: HASUI, I.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M.; BARTORELLI, A. (orgs.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Editora BECA, 2012. p. 502-509.

CARVALHO, I. *et al.* Répteis Fósseis de General Salgado, SP Registro de transformações ambientais na Bacia Bauru durante o Cretáceo. In: WINGE, M. *et al.* (Eds.). **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. [s.l.: s.n.]. p. 211–224.

CARVALHO, I. S.; FREITAS, F.I.; NEUMANN, V. Chapada do Araripe. In: HASUI, I.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. & BARTORELLI, A. (orgs.) **Geologia do Brasil**. São Paulo: Editora BECA, 2012, p. 510-513.

CARVALHO, I. S.; VIANA, M. S. S.; LIMA FILHO, M.F. Os icnofósseis de Vertebrados da Bacia do Araripe (Cretáceo Inferior, Ceará, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 65, n. 4, p. 459, 1993.

CARVALHO, A. R. A.; GHILARDI, A. M.; BARRETO, A. M. F. A new side-neck turtle (Pelomedusoides: Bothremydidae) from the early Paleocene (Danian) Maria Farinha Formation, Paraíba Basin, Brazil. **Zootaxa**, v. 4126, n. 4, p. 491–513, 2016.

CARVALHO, A. R. DE A.; BARRETO, A. M. F. Novos Materiais de *Araripemys barreto* da Formação Romualdo (Albiano - Bacia do Araripe), Pernambuco, Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 25, n. 1, p. 3–14, 31 jul. 2015.

CARVALHO, A. R. DE A.; OLIVEIRA, G. R.; BARRETO, A. M. F. New occurrences of fossil Testudines of the Romualdo Formation, Aptian-Albian of the Araripe Basin, Pernambuco, Northeast Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 94, p. 1–8, 2019.

CARVALHO, M. S. S. DE; SANTOS, M. E. C. M. Histórico das Pesquisas Paleontológicas na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n. 1, p. 15–34, 2005.

CARVALHO, R. R. DE. **Origem e Proveniência da Sequência Siliciclástica Inferior da Bacia do Jatobá**. 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

CARVALHO, I. DE S. *Candidodon*: um crocodilo com heterodontia (Notosuchia, Cretáceo Inferior- Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 66, n. 3, p. 331–346, 1994.

CAVALCANTI, V. M. M.; VIANA, M. S. S. Revisão estratigráfica da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 64, n. 2, p. 155–168, 1992.

CHAGAS, D. B. DAS. **Litoestratigrafia da Bacia do Araripe: reavaliação e propostas para revisão**. 2006. 127 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Estadual

Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2006.

CHAGAS, D. B. DAS; ASSINE, M. L.; FREITAS, F. I. DE. Fácies sedimentares e ambientes deposicionais da Formação Barbalha no Vale do Cariri, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Geociências**, v. 26, n. 4, p. 313–322, 2007.

CIAMPAGLIO, C. N.; WRAY, G. A.; CORLISS, B. H. A Toothy Tale of Evolution: Convergence in Tooth Morphology among Marine Mesozoic - Cenozoic Sharks, Reptiles, and Mammals. **The Sedimentary Record**, p. 4–8, 2005.

CLARK, J. M. Patterns of evolution in Mesozoic Crocodyliformes. In: N.C. Fraser and H-D. Sues (eds.), **In the Shadow of Dinosaurs**. Cambridge University Press, Cambridge, p. 84-97, 1994.

COIMBRA, J. C.; ARAI, M.; CARREÑO, A. L. Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe basin, northeastern Brazil. **Geobios**, v. 35, n. 6, p. 687–698, nov. 2002.

COSTA-FILHO, W. D. *et al.* Hidrogeologia da Bacia de Jatobá : Sistema Aquífero Tacaratu / Inajá. In.: **Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro**. Meta C, Caracterização Hidrogeológica do Sistema Aquífero Tacaratu/Inajá, 2005. p. 1–497.

COSTA, I. P. *et al.* Sub-bacias de Tucano Sul e Central. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 433–443, 2007.

CUSTÓDIO, M. A. **Arquitetura Estratigráfica da Formação Romualdo, Pós-Rifte da Bacia do Araripe, Brasil**. 2017. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, São Paulo, 2017.

DANTAS, J.R.A. & LIMA-FILHO, C.A. 2007. **Síntese da Geologia de Pernambuco**. Disponível em: http://www.dnpm-pe.gov.br/Sint_PE/SintesePE_01.htm. Acesso em: 10 nov. 018.

DE LA FUENTE, M. S.; ITURRALDE-VINENT, M. A New Pleurodiran Turtle from the Jagua Formation (Oxfordian) of Western Cuba. **Journal of Paleontology**, v. 75, n. 4, p. 860–869, jul. 2001.

DE LIMA, F. J. *et al.* A new angiosperm from the crato formation (Araripe Basin, Brazil) and comments on the early cretaceous monocotyledons. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 4, p. 1657–1672, 2014.

DERBY, O. A. Contribuições para o estudo da geologia do Valle do rio São Francisco. **Archivos do Museu Nacional**, v. 4, n. 87, p. 119, 1878.

DERBY, O. A. Geology of the Rio São Francisco, Brazil. **American Journal of Sciences**, v. 19, n. 119, p. 236, 1880.

DUARTE, L. D. *et al.* *Santanachelys gaffneyi* (Testudines ; Cryptodira ; Protostegidae): Tartaruga Marinha Fóssil Mais Antiga Do Mundo. **Saúde & Ambiente em revista**, v. 1, n. 1, p. 30, 2006.

DUQUE, R. R. C.; BARRETO, A. M. F. Novos Sítios Fossilíferos da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, Exu, Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 1, p. 05-14, 2018.

FABIN, C. E. *et al.* Stratigraphic Relations of the Ipubi Formation: Siliciclastic-Evaporitic Succession of the Araripe Basin. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, n. 2 suppl 1, p. 2049–2071, 25 jun. 2018.

FAMBRINI, G. L. *et al.* Estratigrafia, arquitetura deposicional 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. **Geologia USP - Serie Científica**, v. 11, n. 2, p. 55–87, 2011.

FAMBRINI, G. L. *et al.* Análise estratigráfica da Formação Brejo Santo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil: implicações paleogeográficas. **Geologia USP. Série Científica**, v. 13, n. 4, p. 3–28, 1 dez. 2013.

FAMBRINI, G. L. *et al.* Sucessão Faciológica da Formação Barbalha, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 25, n. 1, p. 137–164, 31 jul. 2015.

FARLOW, J. O.; HAYASHI, S.; TATTERSALL, G. J. Internal vascularity of the dermal plates of *Stegosaurus* (Ornithischia, Thyreophora). **Swiss Journal of Geosciences**, v. 103, n. 2, p. 173–185, 2010.

FEITOSA, A. Á. S.; GOBBO-RODRIGUES, S. R.; KELLNER, A. W. A. **Partes vegetativas de Carófitas fossilizadas no membro romualdo (Albiano, Formação Santana), Bacia do Araripe, Nordeste Brasileiro**. Museu Nacional, 2003.

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. **Palaeontology**, v. 48, n. 6, p. 1301–1310, 2005.

FORTIER, D. C.; SCHULTZ, C. L. A new neosuchian crocodylomorph (Crocodyliformes, Mesoeucrocodylia) from the early Cretaceous of North-east Brazil. **Palaeontology**, v. 52, n. 5, p. 991–1007, 2009.

FREITAS, F. I. DE; HESSEL, M. H.; NETO, J. DE A. N. Troncos fósseis da Formação Missão Velha na porção leste da Bacia do Araripe, Ceará. **Revista de Geologia**, v. 21, n. 2, p. 193–206, 2008.

GAFFNEY, E. S.; CAMPOS, D. D. A.; HIRAYAMA, R. *Cearachelys*, a new side-necked turtle (Pelomedusoides, Bothremydidae) from the early Cretaceous of Brazil. **American**

Museum of Natural, n. 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, n. 300, p. 1–698, 2006.

GALLO, V. *et al.* 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, 10 mar. 2001.

GODOY, P. L. *et al.* An additional Baurusuchid from the cretaceous of Brazil with evidence of interspecific predation among crocodyliformes. **PLoS ONE**, v. 9, n. 5, p. 1–12, 2014.

GRIGG, G. C.; KIRSHNER, D. Crocodylians Closer Up: The external features of crocodylians. *In: **Biology and evolution of Crocodylians***. CSIRO, 2015. p. 81-111.

GUZMAN-GONZALEZ, J. *et al.* Non-marine ostracoda from the Aliança Formation in the northcentral portion of the Jatobá Basin, Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 19, n. 1, p. 15-24, 2016.

GUZMÁN, J. *et al.* Estratigrafia da Bacia de Jatobá: Estado da Arte. **Estudos Geológicos**, v. 25, n. 1, p. 53–76, 2015.

HEIMHOFER, U.; HOCHULI, P.-A. Early Cretaceous angiosperm pollen from a low-latitude succession (Araripe Basin, NE Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, v. 161, n. 3–4, p. 105–126, jul. 2010.

HIRAYAMA, R. oldest known sea turtle. **Nature**, v. 392, n. 6677, p. 705–708, 1998.
IORI, F. V. *et al.* Taxonomic reappraisal of the sphagesaurid crocodyliform *Sphagesaurus montealtensis* from the Late Cretaceous Adamantina Formation of São Paulo State, Brazil. **Zootaxa**, v. 3686, n. 2, p. 183–200, 2013.

JOHNSON, M. M. *et al.* Re-description of ‘*Steneosaurus*’ *obtusidens* Andrews, 1909 , an unusual macrophagous teleosaurid crocodylomorph from the Middle Jurassic of England. **Zoological Journal of the Linnean Society**, p. 1–34, 2017.

KARDONG, K. V. Skeletal System: The Axial Skeleton. *In: **Vertebrates: comparative anatomy, function, evolution***. 6. ed. New York: The McGraw-Hill Companies, 2012. p. 224-324.

KELLNER, A. W. A. Ocorrência de um novo crocodiliano no Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 59, n. 3, p. 219–232, 1987.

KELLNER, A. W. A. Panorama e Perspectiva do Estudo de Répteis Fósseis no Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 70, p. 646–676, 1 jan. 1998.

KELLNER, A. W. A. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. *In*:

SCHOBENHAUS, C. et al. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**. 1 ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 01, p. 121–130, 2002.

KELLNER, A. W. A. *et al.* The largest flying reptile from Gondwana: A new specimen of *Tropeognathus* cf. *T. mesembrinus* Wellnhofer, 1987 (Pterodactyloidea, Anhangueridae) and other large pterosaurs from the Romualdo Formation, Lower Cretaceous, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 113–135, 2013.

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. DE A. Brief Review of Dinosaur Studies and Perspectives in Brazil. **Advances in anatomy, embryology, and cell biology**, v. 72, n. 4, p. 509–529, 2000.

KELLNER, A. W. A.; DE A. CAMPOS, D. First Early Cretaceous theropod dinosaur from Brazil with comments on Spinosauridae. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen**, v. 199, n. 2, p. 151–166, 1996.

KELLNER, A. W. A.; PINHEIRO, A. E. P.; CAMPOS, D. A. A new sebecid from the paleogene of Brazil and the crocodyliform radiation after the K-pg boundary. **PLoS ONE**, v. 9, n. 1, 2014.

KISCHLAT, E. E. Observações preliminares sobre os quelônios pleurodiras da Formação Tremembé, Bacia de Taubaté, estado de São Paulo, Brasil. *In*: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 12., 1991, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: 67-67, 1991.

KISCHLAT, E. E. **Quélidas (Chelonii, Pleurodira) da Bacia de Taubaté, Cenozóico do estado de São Paulo, Brasil**. 1993. 242 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1993.

KUZMIN, I. T. *et al.* Goniopholidid Crocodylomorph From the Middle Jurassic Berezovsk Quarry Locality (Western Siberia, Russia) **Proceedings of the Zoological Institute RAS**, n. 317, n. 4, p. 452–458, 2013.

LI, C. *et al.* An ancestral turtle from the Late Triassic of southwestern China. **Nature**, v. 456, n. 7221, p. 497–501, 2008.

LI, C. *et al.* A Triassic stem turtle with an edentulous beak. **Nature**, v. 560, n. 7719, p. 476–479, 2018.

LIMA, F. J.; SARAIVA, A. Á. F.; SAYÃO, J. M. Revisão da Paleoflora das Formações Missão Velha, Crato e Romualdo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 22, n. 1, p. 99–115, 2012.

LIMA, M. R. Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil). I.

Introdução geológica e descrição sistemática dos esporos da Subturma Azonotriletes. **Ameghiniana**, v. 15, p. 333–365, 1978.

LIMA, M. R. Palinologia do linhito de Jatobá (Cretáceo do Nordeste do Brasil). I – Introdução, contexto estratigráfico, identificação de espécies cretáceas. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 33., 1984, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: 536–547, 1984.

LINZEY. Reptiles: Morphology, Reproduction, and Development. *In*: **Vertebrate Biology**. v. 3. New York: The McGraw–Hill Companies, 2003. p. 198–263.

LYSON, T. R. *et al.* Transitional fossils and the origin of turtles. **Biology Letters**, v. 6, n. 6, p. 830–833, 2010.

MABESOONE, J. M.; TINOCO, I. M. Palaeoecology of the Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil) BT - Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 14, n. 2, p. 97–118, 1973.

MACHADO, E. B.; KELLNER, A. W. A. Notas sobre spinosauridae (Theropoda, dinosauria). **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n. 1, p. 158–173, 2005.

MAISEY, J. G. (Ed.). **Santana Fossil: An Illustrated Atlas**. TFH Publications, USA, New Jersey. 1991. 459 p.

MAISEY, J. G. Predator-prey relationships and trophic level reconstruction in a fossil fish community. **Environmental Biology of Fishes**, v. 40, n. 1, p. 1–22, 1994.

MANSO, C. L. DE C.; HESSEL, M. H. Revisão Sistemática de *Pygidiolampas araripensis* (Beurlen, 1966), (Echinodermata: Cassiduloida) da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Geociências**, v. 26, n. 3, p. 271–277, 2007.

MANSO, C. L. DE C.; HESSEL, M. H. 17407 Equinóides do Araripe. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, n. 1, p. 187–197, 2012.

MARINHO, T. S.; CARVALHO, I. DE S. An armadillo-like sphagesaurid crocodyliform from the Late Cretaceous of Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 27, n. 1, p. 36–41, 2009.

MARINHO, T. S.; RIBEIRO, L. C. B.; CARVALHO, I. DE S. Morfologia de osteodermos de crocodilomorfos do sitio paleontologica de Peiropolis (Bacia Bauru, Cretaceo Superior). **Anuário do Instituto de Geosciências**, v. 29, n. 2, p. 42–51, 2006.

MARINHO, T. S. *et al.* Gondwanasuchus scabrosus gen. et sp. nov., a new terrestrial predatory crocodyliform (Mesoeucrocodylia: Baurusuchidae) from the Late Cretaceous Bauru Basin of Brazil. **Cretaceous Research**, v. 44, p. 104–111, 2013.

MARSHAL, O. C. Notice of some new reptilian remains from the Cretaceous of Brazil. **American Journal of Sciences and Arts**, v. 47, p. 1–3, 1869.

MARTILL, D. M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R. F. **The crato fossil beds of Brazil:** Window into an ancient world. Cambridge University Press. 2007. 657 p.

MARTILL, D. M.; BRITO, P. M.; WASHINGTON-EVANS, J. Mass mortality of fishes in the Santana Formation (Lower Cretaceous, ?Albian) of northeast Brazil. **Cretaceous Research**, v. 29, n. 4, p. 649–658, 2008.

MARTINELLI, A. G. *et al.* The first *Caipirasuchus* (Mesoeucrocodylia, Notosuchia) from the Late Cretaceous of Minas Gerais, Brazil: new insights on sphagesaurid anatomy and taxonomy. **PeerJ**, v. 6, p. e5594, 2018.

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.

MONTEFELTRO, F. C. *et al.* A new neosuchian with Asian affinities from the Jurassic of northeastern Brazil. **Naturwissenschaften**, v. 100, n. 9, p. 835–841, 2013.

MOOK, C. C. Notes on the postcranial skeleton in the Crocodilia. **Bulletin of the American Museum of Natural History**, v. 44, p. 67–100, 1921.

NAISH, D. Turtles of the crato formation. *In*: MARTILL, D. M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R. F. (Eds.). **The Crato Fossil Beds of Brazil:** Window into an Ancient World. Cambridge University Press, 2007. p. 452–457.

NASCIMENTO, G. H. DO; OLIVEIRA, E. V. Bioestratigrafia da Formação Aliança (Jurássico), Bacia de Jatobá, com base em ostracodes. *In*: Congresso Nacional de Iniciação Científica, 23., 2012, Recife. **Anais [...]**. Recife: 1–4. 2012.

NASCIMENTO, P. M. **Descrição morfológica e um posicionamento filogenético de um Baurusuchidae (Crocodyliformes, Mesoeucrocodylia) do Cretáceo Superior da Bacia Bauru, região de General Salgado (SP).** 2008. 215 f. Dissertação (Mestrado em Ciências, na Área de Zoologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

NEUMANN, V. *et al.* Microfácies carbonáticas e comportamento isotópico de C e O nos calcários laminados aptianos lacustres da Serra Negra, Bacia do Jatobá, Nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 20, n. 1, p. 89–100, 2010.

NEUMANN, V. H.; CABRERA, L. Una nueva propuesta estratigrafica para la tectonosecuencia post-rift de la Cuenca de Araripe, Noreste de Brasil. *In*: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 5., 1999, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: 279–285, 1999.

NEUMANN, V. H. DE M. L. **Estratigrafía, sedimentología, geoquímica y diagénesis de los sistemas lacustres Aptiense-Albienses de la cuenca de Araripe (Nordeste de Brasil).** 1999. 250 f. Tese (Doutorado em Ciências Geológicas) – Universitat de Barcelona, Barcelona, 1999.

NEUMANN, V. H. DE M. L. *et al.* Microfácies e microestruturas dos calcários laminados das serras do Periquito e Negra, Bacia do Jatobá. Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás, 5., Ceará. **Anais [...]**. Ceará: 8, 2009.

OLIVEIRA, G. R. *et al.* First turtle from the ipubi formation (early cretaceous), Santana Group, Araripe Basin, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 14, n. 1, p. 61–66, 2011.

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: Zoludesign, 2013, p. 72-79.

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. 61, n. 1425, p. 53–61, 2007.

OLIVEIRA, G. R.; KELLNER, A. W. A. Rare hatchling specimens of *Araripemys* Price, 1973 (Testudines, Pelomedusoides, Araripemydidae) from the Crato Formation, Araripe Basin. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 79, n. 7, p. 137–142, 2017.

OLIVEIRA, G. R.; ROMANO, P. S. R. Histórico dos achados de tartarugas fósseis do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 65, n. 1, p. 113–133, 2007.

PÁEZ, V. P. *et al.* **V. Biología y Conservación de las Tortugas Continentales de Colombia**. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C., Colombia, 2012. 528 p.

PAULA-COUTO, C. Idade geológica das bacias cenozóicas do vale do Paraíba e de Itaboraí. **Boletim do Museu Nacional**, v. 25, p. 1–18, 1958.

PEREIRA, P. A. *et al.* Moluscos da Formação Romualdo , Aptiano- Albiano , Bacia do Araripe , Nordeste do Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi Ciencias Naturais**, v. 10, n. 2, p. 231–246, 2015.

PEREIRA, P. A. *et al.* Paleoecologia e Paleogeografia dos Moluscos e Equinoides da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe , Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 40, n. 2, p. 180–198, 2017.

PEREIRA, P. A.; ALMEIDA, J. A. C. DE; BARRETO, A. M. F. Paleoecologia dos bivalves e braquiópodes da Formação Inajá (Devoniano), Bacia do Jatobá (PE), Brasil. **Estudos**

Geológicos, v. 22, n. 1, p. 37–53, 2012.

PINHEIRO, A. E. P.; FIGUEIREDO, R. G.; RIFF, D. Diversidade, evolução e Biogeografia dos Crocodylomorpha da América do Sul e África durante o Mesozóico. *In*: GALLO, V. *et al.* (Eds.). **Paleontologia de Vertebrados: Relações entre América do Sul e África**. Rio de Janeiro: Interciência. 2012. p. 243–281.

PINHEIRO, F. L. *et al.* Fauna de vertebrados eocretácicos de um afloramento da bacia de Lima Campos, Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 14, n. 2, p. 189–198, 2011.

PINTO, I. D.; SANGUINETTI, Y. T. *Bisulcocypris*: a new Mesozoic genus and preliminary notes about its relation with Metacypris and allied forms. **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, v. 7, n. 1, p. 76–90, 1958.

POL, D. *et al.* A new notosuchian from the late cretaceous of Brazil and the phylogeny of advanced notosuchians. **PLoS ONE**, v. 9, n. 4, 2014.

POL, D.; GASPARINI, Z. B. DE. Skull anatomy of *Dakosaurus andiniensis* (Thalattosuchia: Crocodylomorpha) and the phylogenetic position of Thalattosuchia. **Journal of Systematic Palaeontology**, v. 7, n. 2, p. 163–197, 2009.

PONTE, F. C.; APPI, C. J. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. *In*: Congresso Brasileiro de Geologia, 36., 1990, Natal. **Anais [...]**. Natal: 211–226, 1990.

PONTE, F. C.; MEDEIROS, R. A.; PONTE FILHO, F. C. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe: Parte 1 – Análise de seqüências. *In*: Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, 2., 1997, Crato. **Anais [...]**. Crato: DNPM (Eds.), Crato: 1997.

PONTE, F. C.; PONTE FILHO, F. C. Evolução Tectônica e Classificação da Bacia do Araripe. *In*: Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 1996, Rio Claro. **Anais [...]**. Rio Claro: UNESP (Eds.), 123–133, 1996.

PRADO, L. A. C. DO *et al.* New brachyuran crabs from the Aptian – Albion Romualdo Formation, Santana Group of Brazil: Evidence for a Tethyan connection to the Araripe Basin. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 63, n. 4, p. 737–750, 2018.

PRADO, L. A. C. DO; FAMBRINI, G. L.; BARRETO, A. M. F. Tafonomy of macroinvertebrates and Albion marine ingression as recorded by the Romualdo Formation (Cretaceous, Araripe Basin, Brazil). **Brazilian Journal of Geology**, v. 48, n. 3, p. 519–531, 2018.

PRADO, L. A. C. DO; CALADO, T. C. DOS S.; BARRETO, A. M. F. New records of shrimps from the Lower Cretaceous Romualdo Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil, with new taxa of Penaeoidea (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata). **Cretaceous Research**, v. 99, p. 96–103, 2019.

PRICE, L. I. Sobre um Crocodilídeo Notossúquio do Cretácico Brasileiro. **Boletim do Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM**, v. 188, p. 1-59, 1959.

PRICE, L. I. Quelônio Amphichelydia no Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 3, p. 84–96, 1973.

PRITCHARD, P. C. H. **Encyclopedia of Turtles**. TFH Publications, New Jersey. 1979. 895p.
RIFF, D. *et al.* Crocodilomorfos: a maior diversidade de répteis fósseis do Brasil. **Terra**, v. 9, p. 12–40, 2012.

ROCHA, D. E. G. A. **Caracterização do Intervalo Carbonática do Sistema Lacustre Aptiano da Bacia do Jatobá, NE do Brasil**. 2011. 128 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2011.

ROCHA, D. E. G. A.; LEITE, J. F. **Estudo hidrogeológico da Bacia do Jatobá – PE**, Recife: CPRM, v. 2, p. 1-19, 1999.

ROCHA, D. E. G. A. DA; AMARAL, C. D. A. Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Jatobá: Sistema Aquífero Tacaratu/Inajá. Meta B: Caracterização Geológica e Geométrica dos Aquíferos. *In: Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro*. 2007. 35 p.

ROMANO, P. S. R. The tale of the headless turtle. **Zootaxa**, v. 4200, n. 2, p. 327–330, 2016.

ROMER, A. S. **Osteology of the Reptiles**. University of Chicago Press, Chicago, 1956.

RUEDA-ALMOACID, J. V. *et al.* **Las tortugas y los cocodrilos de los países andinos del trópico**. Conservación Internacional: Serie Guías Tropicales de Campo. Nº 6. Bogotá, Colômbia. 538 p. 2007.

SALISBURY, S. W. *et al.* A new crocodilian from the Lower Cretaceous Crato Formation of north-eastern Brazil. **Palaeontographica Abteilung A**, v. 270, p. 3–47, 2003.

SANTOS, C. *et al.* Caracterização sedimentológica e micropaleontológica dos calcários bioclásticos da Serra do Periquito, Bacia de Jatoba – PE. **Estudos Geológicos**, v. 21, n. 1, p. 21–39, 2011.

SARAIVA, A. Á. F.; PINHEIRO, A. P.; SANTANA, W. A remarkable new genus and species of the planktonic shrimp family Luciferidae (Crustacea, Decapoda) from the Cretaceous (Aptian/Albian) of the Araripe Sedimentary Basin, Brazil. **Journal of Paleontology**, v. 92, n. 3, p. 459–465, 2018.

SCHLEICH, H. H. Neues material zu *Araripemys barreto* Price 1973 (Testudines: Pleurodira). **Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie**, v. 30, p. 39–49, 1990.

SCHOCH, R. R.; SUES, H. D. A Middle Triassic stem-turtle and the evolution of the turtle body plan. **Nature**, v. 523, n. 7562, p. 584–587, 2015.

SEIDEL, M. R. The osteoderms of the American alligator and their functional significance. **Herpetologica**, v. 35, p. 375–380, 1979.

SERENO, P. C.; ELSHAFIE, S. J. A New Long-Necked Turtle, *Laganemys tenerensis* (Pleurodira: Araripemydidae), from the Elrhaz Formation (Aptian–Albian) of Niger. In:

BRINKMAN, D. (Ed.). . **Morphology and Evolution of Turtles**. Frankfurt: Springer-Verlag, 2013. p. 215–250.

SHEN, X. X. *et al.* Multiple genome alignments facilitate development of NPCL markers: A case study of tetrapod phylogeny focusing on the position of turtles. **Molecular Biology and Evolution**, v. 28, n. 12, p. 3237–3252, 2011.

SILVA, M. C. DA *et al.* Relação entre a Morfologia da Dentição e os Hábitos Alimentares dos Vertebrados da Bacia da Paraíba, Nordeste do Brasil. In: CARVALHO, I. DE S. *et al.* (Eds.). **Paleontologia: Cenários de Vida**. Rio de Janeiro: Interciência, 2007. v. 1, p. 441–448.

SILVA, M. C. DA. **Os Vertebrados da Bacia da Paraíba (Cretáceo Superior-Paleoceno), Nordeste do Brasil**. 2007. 150 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2007.

SILVA, M. C. DA *et al.* Paleoictiofauna da Formação Aliança (Jurássico Superior), Bacia de Jatobá, Nordeste do Brasil. In: CARVALHO, I. DE S. *et al.* **Paleontologia: Cenários de Vida**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010, p. 595–608.

SILVA, M. C. DA. **Paleovertebrados da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá, Nordeste do Brasil**. 2012. 163 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, 2012.

SILVESTRE, D.; FAMBRINI, G.; SANTOS, A. Caracterização Faciológica Das Formações Cariri E Brejo Santo Em Afloramentos a Ne Do Município Missão Velha (Ceará – Brasil). **Estudos Geológicos**, v. 27, n. 1, p. 19–33, 2017.

SOUZA, K.; OLIVEIRA, É. V.; BARRETO, A. M. F. Presença de *Taenidium* Heer, 1877 na Formação Candeias, Cretáceo Inferior, Bacia de Jatobá, Pernambuco. **Estudos Geológicos**, v. 25, n. 2, p. 83–88, 2015.

SOUZA, R. G. *et al.* Systematic revision of *Sarcosuchus hartti* (Crocodyliformes) from the Recôncavo Basin (Early Cretaceous) of Bahia, north-eastern Brazil. **Zoological Journal of the Linnean Society**, XX p. 1–27, 2019.

SOUZA, R. G.; RIFF, D.; KELLNER, A. W. A. Taxonomic revision of *Thoracosaurus bahiensis* marsh, 1869, a supposed gavialoidea (Reptilia, crocodylia) from cretaceous deposits of the Recôncavo Basin, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 18, n. 3, p. 565–568, 2015.

TAVARES, S. A. S.; RICARDI-BRANCO, F.; CARVALHO, I. DE S. Osteoderms of *Montealtosuchus arrudacamposi* (Crocodyliformes, Peirosauridae) from the Turonian-Santonian (Upper Cretaceous) of Bauru Basin, Brazil. **Cretaceous Research**, v. 56, p. 651–661, 2015.

TEIXEIRA, M. C. *et al.* Faciologia orgânica da Formação Romualdo (Grupo Santana, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe): caracterização da matéria orgânica sedimentar e interpretação paleoambiental. **Geologia USP. Série Científica**, v. 17, n. 4, p. 19, 2018.

TOMÉ, M. E. T. R.; LIMA FILHO, M. F.; NEUMANN, V. H. M. L. Taxonomic studies of non-marine ostracods in the Lower Cretaceous (Aptian-lower Albian) of post-rift sequence from Jatobá and Araripe basins (Northeast Brazil): Stratigraphic implications. **Cretaceous Research**, v. 48, p. 153–176, 2014.

VALENÇA, L. M. M.; NEUMANN, V. H.; MABESOONE, J. M. An overview on Callovian-Cenomanian intracratonic basins of Northeast Brazil: Onshore stratigraphic record of the opening of the southern Atlantic. **Geologica Acta**, v. 1, n. 3, p. 261–275, 2003.

VIANA, C. F. Stratigraphic distribution of Ostracoda in the Bahia Supergroup (Brazil). **West African Micropaleontological Colloquium**, v. 2, p. 240–256, 1966.

VIANA, C. F. *et al.* Revisão estratigráfica da Bacia do Recôncavo/Tucano. **Boletim Técnico da Petrobras**, v. 14, n. 3–4, p. 157–192, 1971.

VIANA, M. S. S.; NEUMANN, V. H. DE M. L. Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE: Riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, p. 113–120, 2002.

VIANA, M. S. S.; RICHTER, M. Preservation of biomineralized tissues of fishes from the Santana Formation (Lower Cretaceous of the Araripe Basin , NE - Brazil). **Acta Geologica Leopoldensia**, p. 91–100, 1998.

VIDAL, F. W. H.; PADILHA, M. W. M.; OLIVEIRA, R. R. DE. Aspectos do aproveitamento dos rejeitos da pedra cariri - Ceará. *In.*: Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste, 5., 2006, Recife. **Anais [...]**. Recife: 6, 2006.

WILBY, P. R.; BRIGGS, D. E. G. Taxonomic trends in the resolution of detail preserved in fossil phosphatized soft tissues. **Geobios**, n. 20, p. 493–502, 1997.

WYNEKEN, J.; GODFREY, M. H.; BELS, V. (EDS.). **Biology of Turtles**. London/New York: CRC Press Boca Raton, 2008. 404 p.

YOUNG, M. T. *et al.* Tooth serration morphologies in the genus *Machimosaurus* (Crocodylomorpha, Thalattosuchia) from the Late Jurassic of Europe. **Royal Society Open Science**, v. 1, n. 3, p. 1–14, 2014.

ZANGERL, R. The Turtle shell. *In*: GANS, C. **Biology of the Reptilia, Morphology.** Academic P ed. London/New York, 1969, p. 311–339.