



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA**

**SAULO LIMAVERDE SARAIVA**

**NOVAS INFORMAÇÕES SOBRE *Araripemys barretoii* (TESTUDINES:  
PLEURODIRA) DAS FORMAÇÕES CRATO E ROMUALDO (CRETÁCEO  
INFERIOR), BACIA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL**

**FORTALEZA**

**2017**

SAULO LIMAVERDE SARAIVA

NOVAS INFORMAÇÕES SOBRE *Araripemys barretoii* (TESTUDINES: PLEURODIRA)  
DAS FORMAÇÕES CRATO E ROMUALDO (CRETÁCIO INFERIOR), BACIA DO  
ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geologia. Área de concentração: Paleontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Eduarda Santos de Castro Leal.

Coorientador: Prof. Dr. Gustavo Ribeiro de Oliveira.

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- S247n Saraiva, Saulo Limaverde.  
Novas informações sobre *Araripemys barreto* (testudines: pleurodira) das formações Crato e Romualdo (cretáceo inferior), bacia do Araripe, nordeste do Brasil / Saulo Limaverde Saraiva. – 2017.  
60 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2017.  
Orientação: Profa. Dra. Maria Eduarda Santos de Castro Leal.  
Coorientação: Prof. Dr. Gustavo Ribeiro de Oliveira.
1. Araripe. 2. Cretáceo. 3. *Araripemys barreto*. 4. Variação intra-específica. 5. Dimorfismo sexual. I.  
Título.

CDD 551

---

SAULO LIMAVERDE SARAIVA

NOVAS INFORMAÇÕES SOBRE *Araripemys barretoii* (TESTUDINES: PLEURODIRA)  
DAS FORMAÇÕES CRATO E ROMUALDO (CRETÁCIO INFERIOR), BACIA DO  
ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geologia. Área de concentração: Paleontologia.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Maria Eduarda Santos de Castro Leal (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Paulo Cascón  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Daniel Costa Fortier  
Universidade Federal do Piauí (UFPI)

Aos pequenos, Niels e Helena.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa.

À Profa. Eduarda pela excelente orientação, paciência, saco de me ouvir, apoio psicológico e coragem de me orientar.

Ao Prof. Niels pela co-orientação, pelas aulas de campo em Jutland, por quase conseguir me ensinar a levar a vida de boa e pelos litros de sorvete.

Ao Prof. Gustavo pela co-orientação, por ter me recebido em Recife, pela paciência e pelas cervejas.

Ao meu colega Rodrigo Pegas por toda a ajuda, sugestões e ideias legais.

Aos meus colegas Rafael - pela ajuda com a descrição - e Thales - pela ajuda com as ilustrações - e ao resto do pessoal do LAPASI/UFRPE: Isa, Mariana, Monk e Tassia pela companhia, conversas científicas e cafés.

À Chiara Villa da Universidade de Copenhague pelo auxílio com a tomografia e aos meus três colegas do Antrolab-KU: Adria, Catherine e Rebeca.

Aos Professores Thomas Pape e Peter Rask Moller por gentilmente cederem os exemplares da coleção zoológica da Universidade de Copenhague para estudos comparativos.

Aos professores participantes da banca examinadora Daniel Fortier e Paulo Cascón pela gentileza de compor a banca e pelas sugestões.

Ao Prof. Marcio por ter me iniciado na paleontologia e por ter me aturado durante todos esses anos no laboratório.

Ao meu amigo e colega de laboratório Irineudo por toda a ajuda e toda a paciência comigo ao longo do mestrado.

Às seguintes pessoas da geologia por um motivo ou outro: Aerson, Airton, Almir, Celina, Flora, Iana, Isabelle, Jersica, Joel, Milagros, Nathalia, Ramon, Stefanny e Weber. Ao Mateus e ao Robert em especial pelas quantidades insalubres e desumanas de café consumidas ao longo do tempo.

Às seguintes pessoas fora da geologia por motivos bem claros: Ivan por, continuamente, impedir meu suicídio, Luelc por sempre acreditar em mim mais do que eu mesmo, Ronaldo por toda a diversão e insanidade, Lilian por ser a Lilian e Suzana por ser a Suzana.

À minha irmã Sarah que me conhece melhor do que ninguém pelo azar de me ter como irmão.

“Working under sub-optimal conditions.”

(Profa. Eduarda)

“Done is better than perfect.”

(Sarah)

## RESUMO

A Bacia do Araripe localizada no nordeste do Brasil possui uma rica fauna fóssil de vertebrados e invertebrados do Cretáceo. Entre os vertebrados, várias tartarugas foram encontradas nesta bacia e cinco espécies válidas foram descritas até o momento, várias delas procedentes da Formação Romualdo. Aqui são descritos quatro novos espécimes de *Araripemys barretoii* – incluindo a primeira ocorrência de um indivíduo quase completo, apresentando crânio, da Formação Crato – uma espécie presente em ambas as formações e relatar variação entre indivíduos desta espécie. Este estudo revela variação intra-específica nos ossos da carapaça e dimorfismo sexual que eram desconhecidos para *A. barretoii*.

**Palavras-chave:** Araripe. Cretáceo. *Araripemys barretoii*. Variação intra-específica. Dimorfismo sexual.

## ABSTRACT

The Araripe Basin (northeastern Brazil) has a rich Cretaceous fossil fauna of both vertebrates and invertebrates. Among the vertebrates, several turtles were found and five valid species were describe to this date, most of them proceeding from the Romualdo Formation. Here it is described four new specimens of *Araripemys barretoii* - including the first appearance of an almost complete individual, bearing a skull, from Crato Formation - a species known to occur on both formations and to report variation among individuals of this species. This new report reveals intra-specific variation on carapace bones and sexual dimorphism that were unknown to *A. barretoii*.

**Keywords:** Araripe. Cretaceous. *Araripemys barretoii*. Intra-specific variation. Sexual dimorphism.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Representação esquemática dos dois modos de retração da cabeça em tartarugas. <b>a</b> Vista lateral do sistema cervical em uma cryptodira. Em cryptodiras a cabeça é retraída no plano vertical. <b>b</b> Vista dorsal do sistema cervical em uma pleurodira. Em pleurodiras a cabeça é retraída no plano horizontal. Modificado de Herrel et al. (2008).....	15
Figura 2	– Reconstrução de <i>Araripemys barretoii</i> . <b>a</b> Vista dorsal <b>b</b> Vista ventral. Modificado de Meylan (1996).....	18
Figura 3	– Localização geográfica da Chapada do Araripe. Retirado de Catto et al. (2016).....	19
Figura 4	– Coluna estratigráfica da Bacia do Araripe. Retirado de Valença et al. (2003).....	20
Figura 5	– Fotografia do espécime LP UFC/CRT 722 inteiro em vista ventral .....	27
Figura 6	– Crânio do espécime LP UFC CRT 722. <b>a</b> ) Fotografia. <b>b</b> ) Desenho esquemático .....	29
Figura 7	– Modelo 3-D do crânio do espécime LP UFC/CRT 722 em vista ventral mostrando o hióide esquerdo.....	32
Figura 8	– Ossos neurais 2-5 do espécime LP UFC/CRT 722. <b>a</b> ) Corte tomográfico <b>b</b> ) Desenho esquemático. Escala 2,5 cm.....	34
Figura 9	– Desenho esquemático do espécime LP UFC/CRT 722.....	40
Figura 10	– Fotografia da carapaça do espécime MPSC R 878.....	41
Figura 11	– Fotografia do plastrão do espécime MPSC R 878. Escala 5cm .....	42
Figura 12	– Desenho esquemático da carapaça do espécime MPSC R 878 .....	44
Figura 13	– Desenho esquemático do plastrão do espécime MPSC R 878 .....	46
Figura 14	– Fotografia do espécime MPSC R 2107.....	48
Figura 15	– Desenho esquemático do espécime MPSC R 2107.....	49
Figura 16	– Fotografia do espécime UFRPE 5302.....	50

- Figura 17 – Desenho esquemático do espécime UFRPE 5302..... 51
- Figura 18 – Diferenças nos xifoplastrões em *A. barretoii* potencialmente relacionadas com dimorfismo sexual. Machos (círculo com seta) são caracterizados por extremidades delgadas dos xifoplastrões e pelo entalhe anal em forma de “U”. Fêmeas (círculo com cruz invertida) são caracterizadas por extremidades arredondadas dos xifoplastrões e pelo entalhe anal em forma de “V”. **a** MPSC R 878. **b** LP UFC CRT 722. **c** MPSC R 2107..... 53
- Figura 19 Variação na série neural em *A. barretoii*. **a** Reconstrução da carapaça de *A. barretoii*. Modificado de Meylan (1996). **b** UFRPE 5302. **c** MPSC R 878..... 54

## **LISTA DE ABREVIATURAS INSTITUCIONAIS**

AMNH	American Museum of Natural History
KU	University of Copenhagen
MPSC	Museu de Paleontologia de Santana do Cariri
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
URCA	Universidade Federal do Cariri

## LISTA DE ABREVIATURAS ANATÔMICAS

<i>C</i>	Vértebra cervical	<i>mc</i>	Metacarpal
<i>Ca</i>	Vértebra caudal	<i>Mx</i>	Maxila
<i>co</i>	Costal	<i>N/n</i>	Neural
<i>D</i>	Vértebra dorsal	<i>nu</i>	Nucal
<i>d</i>	Dígito	<i>Op</i>	Opistótico
<i>En</i>	Entoplastrão	<i>P/p</i>	Periferal
<i>Eo</i>	Exoccipital	<i>Pa</i>	Parietal
<i>Ep</i>	Epiplastrão	<i>Py</i>	Pygal
<i>Fe</i>	Fêmur	<i>Q</i>	Quadrado
<i>Fon/fon</i>	Fontanela	<i>Qj</i>	Quadradojugal
<i>Fr</i>	Frontal	<i>Ra</i>	Rádio
<i>Fst</i>	Forâme estapediotemporal	<i>r</i>	Costela
<i>Hyo</i>	Hióide	<i>So</i>	Supraoccipital
<i>Hyopl</i>	Hioplastrão	<i>Spy</i>	Suprapygal
<i>Hyppl</i>	Hipoplastrão	<i>Sq</i>	Esquamosal
<i>Hu</i>	Úmero	<i>Ul</i>	Ulna
<i>Isc</i>	Ísqüio	<i>un</i>	Ungual
<i>Ju</i>	Jugal	<i>Xp</i>	Xifoplastrão

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
1.1	<i>Ordem Testudines</i> .....	14
1.1.1	<i>Variação em Testudines</i> .....	16
1.1.2	<i>Araripemys barretoii</i> .....	20
1.2	<i>Contexto geológico</i> .....	20
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	22
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	23
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÃO</b> .....	25
4.1	<i>LP UFC/CRT 722</i> .....	25
4.2	<i>MPSC R 878</i> .....	41
4.3	<i>MPSC R 2107</i> .....	47
4.4	<i>UFRPE 5302</i> .....	49
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	52
5.1	<i>Dimorfismo sexual</i> .....	52
5.2	<i>Variação intra-específica</i> .....	53
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	55
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	55

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Ordem Testudines

Tartarugas (Ordem Testudines) são répteis notáveis pela posse do característico casco ósseo que é uma novidade evolutiva na historia dos vertebrados. O casco é composto por uma carapaça dorsal, um plastrão ventral e uma ponte óssea conectando os dois e sua origem pode ser traçada ao período Triássico, baseado nas tartarugas mais antigas conhecidas – *Pappochelys rosinae* (260 m.a.) e *Odontochelys semitestacea* (240 m.a.) – que mostram que o plastrão surgiu antes da carapaça através da fusão serial dos ossos da gastrália em ambientes aquáticos (Schoch & Sues, 2015; Li et al., 2008). Contudo, se acredita que as mais antigas tartarugas com cascos completos do final do Triássico - *Proganochelys quenstedti* e *Proterochersis robusta* – eram terrestres (Scheyer & Sanders, 2007) assim como a mais antiga tartaruga-tronco - *Eunotosaurus africanus* do final do Permiano – cujo suposto estilo de vida fossorial pode ter sido o impulso inicial por trás da evolução do casco (Lyson et al., 2016).

As tartarugas eram tradicionalmente consideradas como os únicos remanescentes vivos dos anapsidas, um grupo de répteis do final do Permiano - início do Triássico, mas essa interpretação foi contestada e as tartarugas são agora consideradas como pertencentes ao clado diapsida e a condição anapsida como sendo secundária. Estudos moleculares vem há bastante tempo propondo uma origem diapsida para as tartarugas, as agrupando junto com os arcossauros, mas esta hipótese era considerada controversa dado que não era corroborada por dados paleontológicos. A descoberta recente de *Pappochelys* junto com descrições de novos espécimes de *Eunotosaurus* forneceram a evidência necessária para corroborar a hipótese dado que ambos *Eunotosaurus* e *Pappochelys* apresentam evidências de redução das fenestras craniais. Estes dados sugerem fortemente que a origem das tartarugas ocorreu durante a grande radiação diapsida mas a sua posição exata dentro do clado continua incerta (Lyson et al., 2016).

Além do casco ósseo, as tartarugas também possuem outras características morfológicas únicas tais como mandíbulas sem dentes e cintura escapular envolvida pelas costelas. A Ordem Testudines é atualmente dividida em duas sub-ordens baseadas no modo de retração do pescoço. Tartarugas Cryptodira (hidden-necked) retraem seus pescoços verticalmente na forma da letra "S" enquanto que tartarugas Pleurodiras (side-necked) retraem seus pescoços lateralmente para dentro do casco (Herrel et al., 2008) (Fig.1). As duas sub-ordens compõem o grupo monofilético Casichelyidae (Gaffney, 1975). Todas as espécies vivas

e a maior parte das espécies fósseis pertencem ao grupo Casichelyidae tendo *Proganochelys* como taxon irmão.

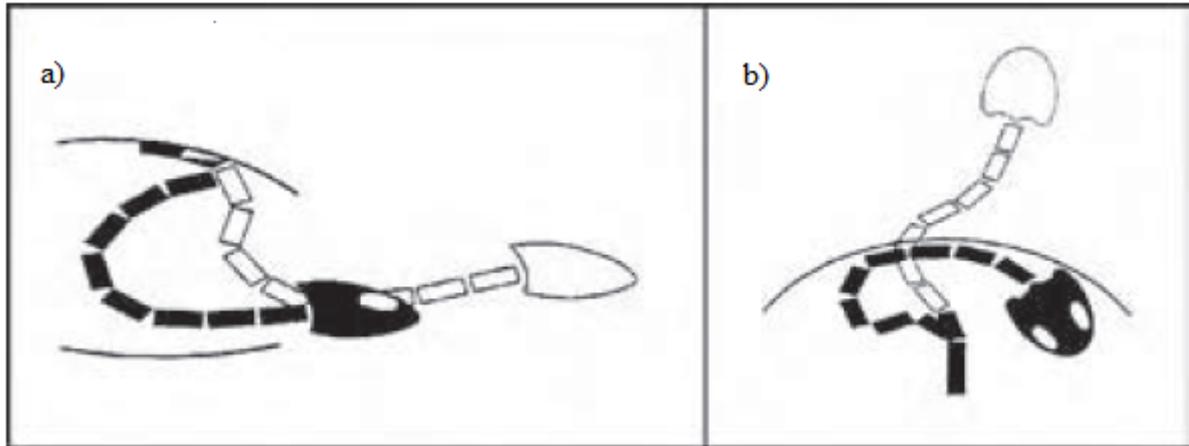


Figura 1: Representação esquemática dos dois modos de retração da cabeça em tartarugas. **a** Vista lateral do sistema cervical em uma cryptodira. Em cryptodiras a cabeça é retraída no plano vertical. **b** Vista dorsal do sistema cervical em uma pleurodira. Em pleurodiras a cabeça é retraída no plano horizontal. Modificado de Herrel et al. (2008).

Entre as tartarugas vivas, as Pleurodiras apresentam menor diversidade de espécies do que as Cryptodiras e, atualmente, estão restritas apenas a habitats de água doce no hemisfério sul. A diversidade de espécies e habitats e a distribuição geográfica das Pleurodiras eram consideravelmente maiores no passado e parecem ter atingido seu auge entre o final do Cretáceo (cerca de 100 m.a.) e o Paleoceno (cerca de 55 m.a.) (Gaffney et al., 2006, Danilov & Parham, 2008). *Proterochersis* do Triássico compartilha a principal sinapomorfia pós-cranial das Pleurodiras, a fusão da pélvis com o casco através de suturas, e era considerada como sendo a pleurodira mais basal, embora apenas o casco seja conhecido. Rougier et al. (1995) sugeriram que a fusão da pelvis com o casco surgiu antes das Pleurodiras e que *Proterochersis* deveria ser considerada como grupo irmão de Casichelydia ao invés de uma pleurodira basal. A mais antiga ocorrência não ambígua de uma tartaruga pleurodira – *Caribemys oxfordiensis* – uma forma marinha, é registrada para o Jurássico Superior (Oxfordiano) da Formação Jagua em Cuba (de la Fuente e Iturralde-Vinent, 2001). O grupo-coroa das Pleurodiras, por sua vez, aparece pela primeira vez no registro fóssil durante o Cretáceo Inferior (Barremiano) com o ocorrência de *Atolchelys lepida* (Pelomedusoides, Bothremydidae) na Formação Morro do Chaves da Bacia de Sergipe-Alagoas (Romano et al., 2014), seguida por *Laganemys tenerensis* do Cretáceo Inferior (Albiano-Aptiano) da Formação Elharz da Bacia de Illumedem em Niger (Serenó & ElShafie, 2013) e por

*Araripemys barretoii* das Formações Crato e Romualdo da Bacia do Araripe no Brasil (Meylan, 1996).

A sub-ordem Pleurodira é dividida em dois clados: as hiperfamílias Cheloides e Pelomedusoides. As Cheloides são compostas por uma única família Chelidae cuja ocorrência se inicia no Cretáceo e se dá até o período atual (Fuente et al., 2001; Lapparent de Broin and Fuente, 2001; Fuente, 2003; Bona and Fuente, 2005), enquanto as Pelomedusoides são compostas por cinco famílias, as atuais Pelomedusidae e Podocnemididae e as extintas Bothremydidae, Euraxemydidae e Araripemydidae (Gaffney et al., 2006). A família Araripemydidae foi criada por Price (1973) para acomodar os novos gênero e espécie *Araripemys barretoii* da Formação Romualdo da Bacia do Araripe do nordeste do Brasil. Posteriormente, Broin (1980) nomeou um novo gênero – *Taquetochelys* – baseado em fragmentos de casco. *Taquetochelys* foi incluso na família Araripemydidae baseado principalmente na ornamentação do casco mas, dado que o material é incompleto e não possui características diagnósticas suficientes, o gênero é, no momento, considerado como *incertae sedis* dentro de Pelomedusoides (Gaffney et al., 2006; Fuente and de Broin, 1997). Fielding et al. (2005) descreveu uma nova espécie – *Araripemys arturi* – e a incluiu no gênero *Araripemys* baseado em material fragmentado mas o taxon também era fracamente estabelecido devido a dúvidas quanto a natureza das características utilizadas e foi considerado como sinônimo de *A. barretoii* em revisões subsequentes (Gaffney et al., 2006). Araripemydidae era um taxon redundante até a descoberta e descrição de um novo gênero e espécie fortemente corroborados *Laganemys tenerensis* do Cretáceo de Níger (Serenó & ElShafie, 2013).

### 1.1.1 Variação em Testudines

O casco das tartarugas possui um número limitado de caracteres e apresenta grande quantidade de variação (Romano, 2014, Mautner et al., 2017). A variação que se manifesta mais comumente no casco ocorre nos ossos neurais da carapaça (Meylan, 1987; Pritchard, 1988; Rhodin et al., 1993). A suposta condição ancestral de oito ossos neurais predominantemente hexagonais pode ser modificada por aumento ou redução do número de elementos, normalmente no final da série, pela ausência de exposição de elementos que ocorre quando os neurais são cobertos pelos ossos ao redor mas não são perdidos e por mudanças na forma (Pritchard, 2008). Variação intra-específica de ossos neurais é difundida entre os taxa vivos e já foi registrada para o gênero *Araripemys* (Meylan, 1996). O plastrão apresenta

menos variação no número de componentes, mas apresenta tanto ou mais variação na forma dos elementos quanto a carapaça (Pritchard, 2008).

Dimorfismo sexual se manifesta no casco de várias maneiras: a diferença de tamanho entre machos e fêmeas, o formato da carapaça que tende a ser mais arredondado e abobadado em fêmeas e mais alongado e achatado em machos, a forma côncava do plastrão de machos de espécies terrestres e, em algumas espécies, a ocorrência de uma desossificação da concavidade plastral considerada como um “auxílio friccional” para a cópula, o formato do xifoplastrão que é arredondado na porção posterior e com o entalhe anal em forma de “V” em fêmeas – se acredita que esta configuração ossea facilita a postura de ovos – e delgados e pontiagudos com o entalhe anal em forma de “U” em machos – que se acredita facilitar a extensão e o curvamento da cauda durante a cópula (Pritchard, 2008). A ocorrência de dimorfismo sexual já foi relatada para tartarugas fósseis por Cadena (2015) que demonstrou nas Pleurodiras basais do gênero *Notoemys* do Jurássico da Colômbia.

### 1.1.2 *Araripemys barretoii*

O gênero *Araripemys* é representado por uma única espécie *Araripemys barretoii* conhecida do Cretáceo do Brasil (Fig.2). O holotipo e a maior parte dos espécimes conhecidos são provenientes da Formação Romualdo (Albiano Inferior) da Bacia do Araripe (Meylan 1996; Gaffney et al., 2006) mas a espécie também ocorre na Formação Crato (Aptiano Superior) da mesma bacia (Fielding et al., 2005; Oliveira & Kellner, 2005) e na Formação Itapecuru da Bacia do Parnaíba (Kischlat & Carvalho, 2000; Batista, 2005). Grande parte dos espécimes provenientes da Formação Romualdo exibem elementos craniais e pós-craniais, mas para a Formação Crato os únicos espécimes descritos na literatura são um fragmento de casco junto com um membro posterior (Fielding et al., 2005) e um plastrão isolado (Oliveira & Kellner, 2005). Até o momento, nenhum espécime completo e/ou crânio foi descrito para esta formação.

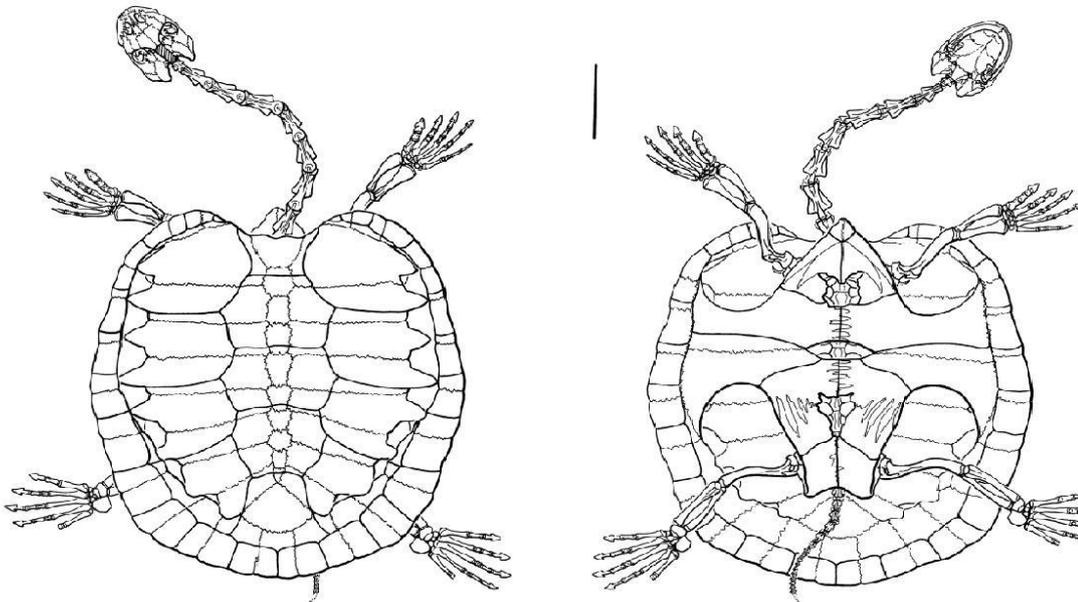


Figura 2: Reconstrução de *Araripemys barretoii*. **a** Vista dorsal **b** Vista ventral. Modificado de Meylan (1996). Escala 5cm.

### 1.2 Contexto geológico

A Bacia do Araripe é uma bacia sedimentar localizada na fronteira entre os estados do Ceará, Pernambuco e Piauí no nordeste do Brasil (Fig.3) e cobre uma área de aproximadamente 9000 km<sup>2</sup> contendo não apenas a Chapada do Araripe, mas também o Vale do Cariri (Neumann & Cabrera, 1999). A Chapada do Araripe se estende da cidade de Simões no estado do Piauí, a oeste, por aproximadamente 160 km, até a cidade de Brejo Santo no estado do Ceará, a leste, e possui extensão no sentido norte-sul variando entre 30 e 50 km. A origem desta bacia intracratônica é relacionada à quebra do Gondwana e à abertura do Oceano Atlântico Sul durante o Cretáceo Inferior (Matos, 1999).

O Grupo Santana, da Bacia do Araripe, possui um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Brasil e um dos melhores registros mesozóicos do mundo. Diversas propostas foram apresentadas para a coluna estratigráfica desta bacia (Beurlen, 1971; Brito, 1990; Martill & Wilby, 1993; Ponte & Appi, 1990; Ponte & Ponte-Filho, 1996; Neumann & Cabrera, 1999; Assine, 1992, 2007) sendo utilizada neste trabalho a coluna proposta por Valença et al. (2003) (Fig.4).

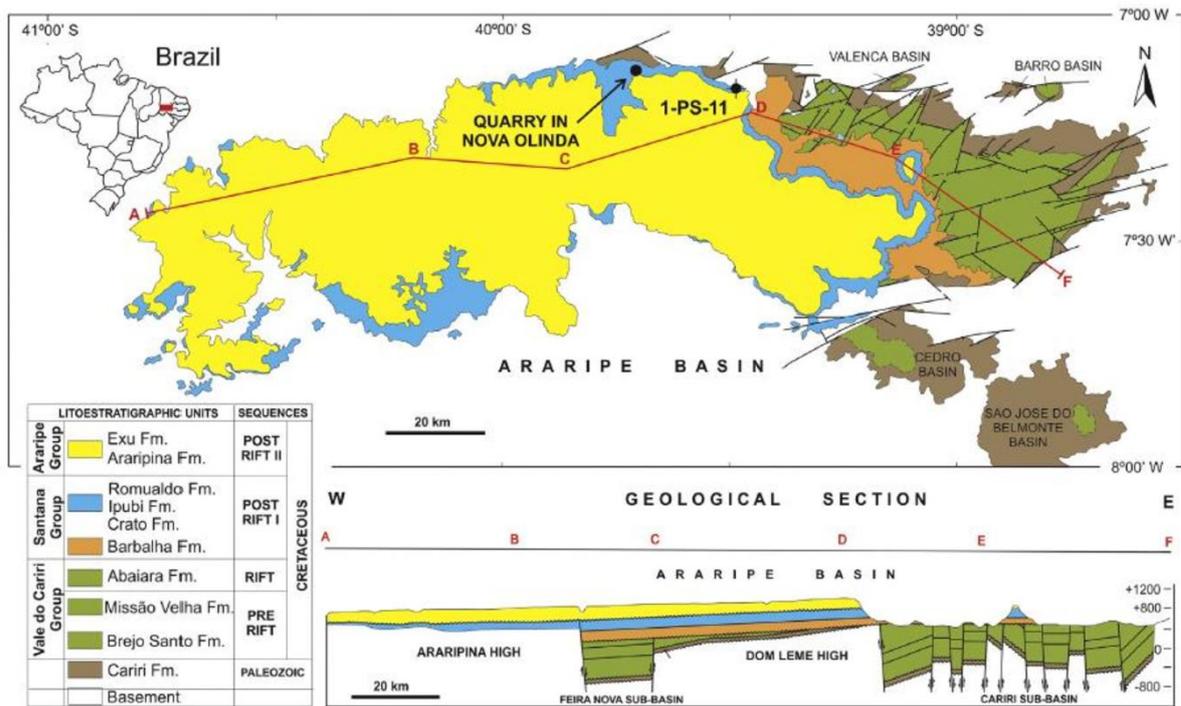


Figura 3: Localização geográfica da Chapada do Araripe. Retirado de Catto et al. (2016).

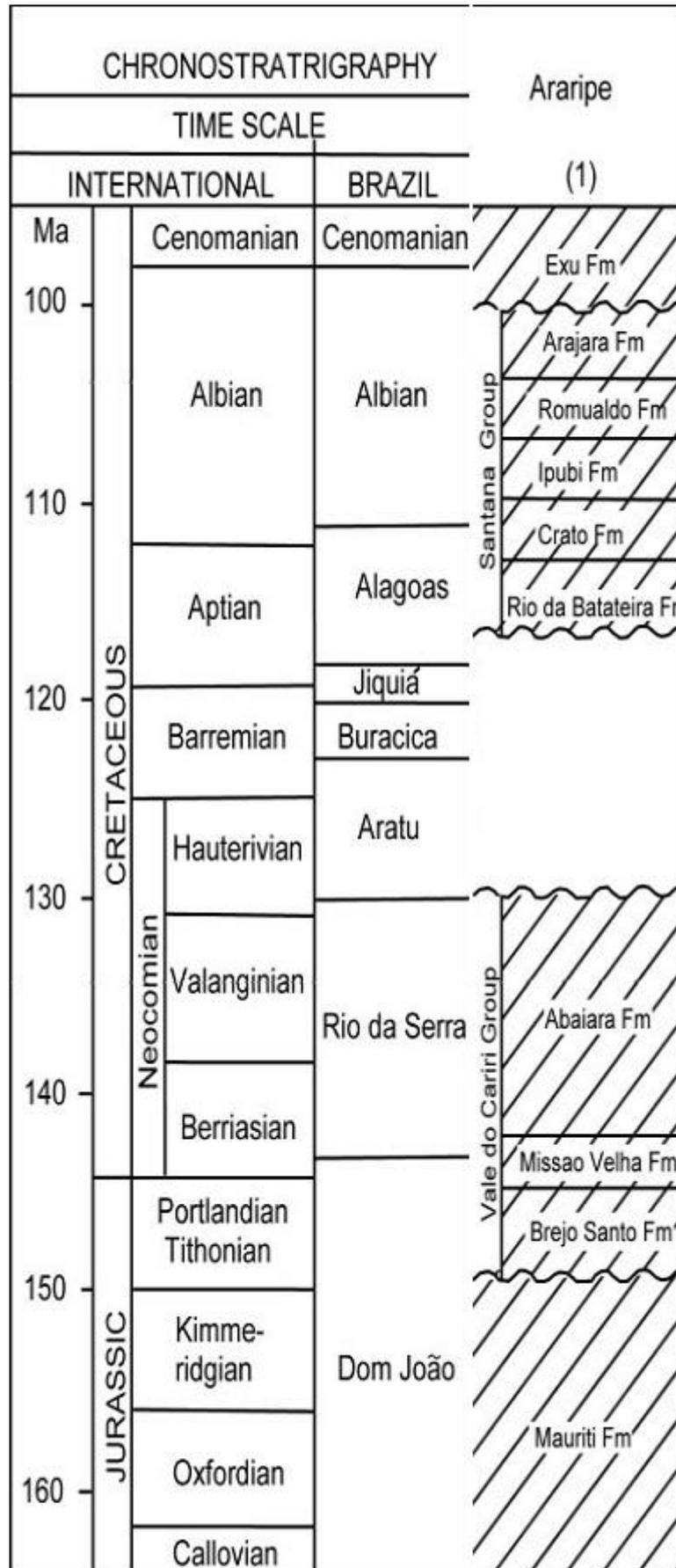


Figura 4: Coluna estratigráfica da Bacia do Araripe. Retirado de Valença et al. (2003).

O Grupo Santana é um *fossilagerstätte* Cretáceo, mundialmente famoso por sua diversidade taxonômica e extraordinária preservação de estruturas orgânicas incluindo tecidos moles (Martill et al., 2007; Campos & Kellner, 1997; Kellner & Campos, 1998, Pinheiro et al., 2012). O Grupo é composto, da base para o topo, pelos calcários laminados da Formação Crato, os folhelhos e evaporitos da Formação Ipubi e pelas margas e concreções carbonáticas da Formação Romualdo. As Formações Crato e Romualdo são dois *konservatlagerstätten* distintos com diferentes peculiaridades tafonômicas e formas de preservação dos fósseis - compactados na Formação Crato e tridimensionais dentro de nódulos calcários na Formação Romualdo - e diferentes abundâncias relativas dos taxa comuns às duas formações (Martill, 1998, 2007).

O paleoambiente proposto para a Formação Crato é a de um sistema lacustre, constituído principalmente por espessos depósitos carbonáticos finamente laminados, que sofreu expansões e contrações através de eventos transgressivos e regressivos representados pelas camadas de folhelhos e arenitos intercaladas com o calcário laminado (Neumann & Cabrera, 1999). A origem continental do sistema é confirmada por valores de isótopos estáveis de carbono e oxigênio que mostram a natureza fechada ou semi-fechada do sistema (Heimhofer et al., 2010). Tradicionalmente, a extraordinária preservação dos fósseis na Formação Crato tem sido atribuída a condições anóxicas e, em alguns períodos, hipersalinas do fundo da coluna de água sem nenhuma contribuição significativa de atividade microbológica (Martill, 1993; Davis & Martill, 1999; Heimhofer et al., 2010). No entanto, novas informações micro-petrográficas, baseadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV), difração de raios-X (DRX), micro-fluorescência de raios-X (micro-XRF) e análises geoquímicas de carbono orgânico total (COT), mostram que uma comunidade microbiana desempenhou um papel crucial na deposição dos carbonatos e na excelente preservação do conteúdo fossilífero desta Formação (Catto et al., 2016).

A Formação Ipubi é formada por uma sequência de evaporitos, principalmente de gipsita e anidrita com folhelhos intercalados e espessura máxima estimada em 30 metros. As camadas de gipsita concentram-se na porção oeste da bacia a partir da cidade de Ipubi até a cidade de Araripina (PE). A descontinuidade das camadas mais a existência de folhelhos pirobetuminosos contendo fragmentos de peixes, vegetais carbonizados e ostracodes marinhos sugere a existência de ambientes supramarginais sujeitos a grandes variações de salinidade e no nível da coluna de água determinado por um clima árido a semi-árido. Há pouca dúvida quanto ao fato dos evaporitos da Formação Ipubi terem sido depositados em condições hipersalinas (Silva, 1986; Martill e Wilby, 1993; Martill et al., 2007).

A Formação Romualdo é uma sequência de espessura variável apresentando folhelhos escuros, siltitos, margas, argilitos e arenitos finos. Os folhelhos apresentam concreções carbonáticas contendo fósseis normalmente muito bem preservados (Martill, 2007). A interpretação paleoambiental admitida para esta Formação é a de uma grande laguna (Beurlen, 1971; Kellner, 2002) resultante de uma extensa transgressão marinha, corroborada pela presença de equinóides nas camadas mais superiores (Castro et al., 2006). Ponte (1992) afirma que, todas as formações mesozóicas da Bacia do Araripe são de origem essencialmente continental, tendo como única exceção a Formação Romualdo, que possui origem marinha litorânea. A fossilização desta unidade ocorre através da formação e preservação das concreções carbonáticas pela precipitação de substâncias a partir de soluções aquosas e crescimento intra-rochoso. Segundo Martill (1988), a formação destas concreções ocorria rapidamente e concomitante à deposição do sedimento adjacente, impedindo a completa decomposição dos organismos e mantendo a forma tridimensional dos corpos.

A Paleofauna do Grupo Santana apresenta grande diversidade taxonômica, embora esta seja bastante distinta entre as Formações Crato e Romualdo (Martill et al., 2007; Maisey, 1991). A Paleobiota da Formação Crato é bastante rica em invertebrados, especialmente artrópodes (Grimaldi, 1990; Martill et al., 2007), e em vertebrados como peixes (Leal & Brito, 2004; Dietz, 2007), anfíbios (Leal & Brito, 2006), aves (Carvalho et al., 2016) e répteis (Kellner, 1998). Dentre os répteis encontrados na Formação Crato ocorrem restos de pterossauros (Kellner, 1998), crocodilomorfos (Salisbury et al., 2003), lagartos (Bonfim & Marques, 1997) e tartarugas (Viana & Neumann, 2002; Oliveira & Kellner, 2005; Fielding et al., 2005; Oliveira, 2007). A Formação Romualdo mostra uma paleofauna similar em diversidade, embora menos abundante em invertebrados e mais rica em vertebrados, especialmente peixes (Maisey, 1991; Brito & Seret, 1996; Brito & Martill, 1999) e répteis (Maisey, 1991; Kellner & Campos, 2000) incluindo a maior parte das espécies de tartarugas conhecidas para esta Bacia (Price, 1973; Hirayama, 1998; Broin, 2000; Gaffney, Campos & Hirayama, 2001).

## 2 OBJETIVOS

Os objetivos desta dissertação são a descrição osteológica de quatro novos espécimes de *Araripemys barretoï* - sendo três provenientes da Formação Crato e um proveniente da

Formação Romualdo - e fornecer informações morfológicas adicionais para a diagnose da espécie como também relatar variações observadas - intra-específica e dimorfismo sexual - como tentativa de estabelecer padrões de variação morfológica observáveis para espécie, algo nunca feito antes embora vários indivíduos desta espécie sejam conhecidos. Existem poucos trabalhos que abordem a questão da variação morfológica em tartarugas pleurodiras, tanto para espécies atuais quanto para espécies fósseis.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### **Exemplares utilizados**

Os exemplares utilizados neste trabalho são: LP UFC/CRT 722 pertencente ao acervo da coleção do Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Ceará (UFC); MPSC R 878 e MPSC R 2107 pertencentes ao acervo do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri (MPSC) e UFRPE 5302 pertencente ao acervo da coleção do Laboratório de Paleontologia e Sistemática (LAPASI) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

#### **Material comparativo**

Foram utilizados para fins comparativos os seguintes espécimes da coleção do museu de zoologia da Universidade de Copenhagen (KU): *Pelomedusa galeata*: KU SNM-CN 195; *Pelomedusa subrufa*: KU SNM-CN R2821; *Pelusios derbianus*: KU SNM-CN 192; *Hydromedusa maximiliani*: KU SNM-CN 211; *Phrynops hilarii*: KU SNM-CN 214; KU SNM-CN 266 e os seguintes espécimes fósseis do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri (MPSC): *Araripemys barretoii*: MPSC R 134p e cp; MPSC R 135; MPSC R 136; MPSC R 137; MPSC R 778; MPSC R 873; MPSC R 874; MPSC R 1305; MPSC R 2308; MPSC R 2309.

#### **Preparação**

O exemplar LP/UFC CRT 722 foi preparado mecanicamente em 2015 no Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Ceará (UFC) - utilizando agulhas e pincéis - e no Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Cariri (URCA) utilizando canetas

pneumáticas. Preparação química utilizando ácido acético (5-10 %) foi realizada em 2016, segundo o protocolo de Toombs e Rixon (1959) com modificações descritas em Silva e Kellner (2006) e utilizando o protocolo pessoal de Sten Lennard Jakobson no Museu de Geologia (Geologisk Museum) da Universidade de Copenhagen (KU). Posteriormente, o material foi consolidado de acordo com protocolo de Cnudde et al. (2007).

Os exemplares MPSC R 878, MPSC R 2107 e UFRPE 5302 foram preparados no Laboratório de Paleontologia e Sistemática da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em 2015 mediante ataque químico com ácido fórmico (3%) segundo o protocolo descrito em Silva e Kellner (2006) sob orientação do Prof. Dr. Gustavo Ribeiro.

### **CT-Scanning**

O exemplar LP/UFC CRT 722 foi escaneado duas vezes nas dependências do Laboratório de Antropologia Forense – Universidade de Copenhagen (Antrolab – KU). O primeiro escaneamento foi realizado utilizando voltagem de 140 kV e corrente de 220.00 mA. O escaneamento foi realizado no espécime inteiro ao longo do eixo coronal em um total de 1471 cortes com resolução de imagem em 512 x 512 pixels. Cada pixel equivale a 0.684 mm. Cada imagem possui campo de visão de 35.00 cm. O segundo escaneamento foi realizado utilizando voltagem de 140 kV e corrente de 220.00 mA. O escaneamento foi realizado no crânio e nas vértebras cervicais em um total de 567 cortes com resolução de imagem em 512 x 512 pixels. Cada pixel equivale a 0.355 mm. Cada imagem possui campo de visão de 18.20 cm. As imagens foram tratadas utilizando o software de edição e processamento de imagens 3D Mimics versão 10.01 para a geração do modelo 3D do crânio do exemplar LP/UFC 722.

#### PALEONTOLOGIA SISTEMÁTICA

Ordem Testudines Linnaeus, 1758

Sub-ordem Pleurodira Cope, 1864

Hiperfamília Pelomedusoides Cope, 1868

Família Araripemydidae Price, 1973

*Araripemys barretoii* Price, 1973

Diagnose combinada: Pleurodira pelomedusóide apresentando: extensa emarginação temporal e da bochecha como em Pelomedusidae; basisfenóide muito longo - quase alcançando os palatinos – com expansão posterior resultando em uma forma única entre Pelomedusóides; superfície de trituração estreita sem cristas acessórias e com fina crista labial em contraste com Bothremydidae e Podocnemididae; *incisura columellae auris* não encerrada por osso; *fossa precolumellaris* profunda, como em Chelidae e Pelomedusidae; contato quadrado-basioccipital ausente, como em Chelidae e Pelomedusidae; extensa exposição ventral do exoccipital, em contraste com todas as outras Pelomedusóides; pro-ótico amplamente exposto ventralmente e formando o *foramen posterius canalis carotici interni*, em contraste com Euraxemydidae, Bothremydidae e Podocnemididae; *processus interfenestralis* do opistótico amplamente exposto ventralmente, em contraste com Euraxemydidae, Bothremydidae e Podocnemididae (Gaffney et al., 2006); carapaça muito achatada e ornamentada na qual o primeiro par de ossos costais alcançam a a margem do casco entre o nugal e os primeiros ossos periferais; pescoço muito longo; plastrão reduzido com mesoplastrões e escudos gulares ausentes; entoplastrão em forma de “V” invertido; epiplastrões em forma de “J” formando uma extremidade pontiaguda anteriormente; três fontanelas plastrais; pós-zigapófises unidas formando uma unica superfície de articulação nas vértebras cervicais 2-8 e primeira vértebra torácica fortemente suturada ao nugal (Meylan, 1996).

## 4 DESCRIÇÃO

### 4.1 LP UFC/CRT 722

O espécime possui aproximadamente 34 centímetros de comprimento e está exposto em posição ventral, exceto pelo crânio que foi rotacionado, provavelmente, na altura do atlas e está em posição dorsal e orientado em direção à parte posterior do corpo. LP/UFC CRT 722 está preservado achatado ventrodorsalmente - embora com diferentes intensidades de

achatamento em diferentes ossos - no calcário laminado de coloração bege da Formação Crato em três lajes separadas (partes a, b e c) que dividem o espécime transversalmente na altura dos hioplastrões e longitudinalmente no lado esquerdo do casco.

LP/UFC CRT 722 apresenta crânio bem preservado, achatado mas ainda tridimensional; seis vértebras cervicais e nove torácicas são visíveis, as vértebras torácicas emergem através do plastrão indicando a ocorrência de achatamento ventrodorsal – devido à razões tafonômicas – do espécime; o úmero direito está incompleto na porção distal enquanto o úmero esquerdo se encontra completo assim como o rádio e a ulna esquerdos; carpo e dígitos esquerdos estão expostos em vista lateral; o fêmur está preservado em ambos os lados; o par de ísquios estão expostos em vista lateral e deslocados para uma posição posterior aos xifoplastrões; epiplastrões completos exceto pela porção distal do epiplastrão direito; entoplastrão incompleto na porção distal direita; hioplastrões fragmentados na linha mediana; hipoplastrões e xifoplastrões presentes e completos; duas fontanelas estão presentes, uma entre o par de hioplastrões e o par de hipoplastrões e uma entre os pares de hipoplastrões e de xifoplastrões. A fontanela anterior provavelmente resulta da quebra da porção medial dos hioplastrões e, originalmente, compunha duas fontanelas distintas (Fig.5).



Figura 5: Fotografia do espécime LP UFC/CRT 722 inteiro em vista ventral.

## Crânio

O crânio é alongado no sentido anterior-posterior, sendo cerca de duas vezes mais longo do que largo. O teto craniano está afundado próximo ao contato dos frontais um com o outro e com os parietais. O parietal esquerdo está deslocado para uma posição mais alta em relação ao parietal direito. A mandíbula está esmagada abaixo do crânio e levemente basculada para a direita (Fig.6).

As órbitas são mais alongadas – no sentido anterior-posterior – do que arredondadas, contrastando com as de *Araripemys* e *Laganemys*. As órbitas são posicionadas dorsalmente no crânio, assim como a abertura nasal, e são muito próximas uma da outra, provavelmente devido à deformação tafonômica dado à ausência dos pré-frontais e ao afundamento do teto craniano próximo ao contato dos frontais e parietais (Fig.6).

O teto craniano é composto pelos pares de ossos comumente encontrados em outras tartarugas pelomedusóides, não apresentando ossos nasais (Meylan 1996; Gaffney et al. 2006). Os ossos pré-frontais não foram preservados. A crista supraoccipital se estende posteriormente tanto quanto o esquamosal e o processo paraoccipital formado pelo opistótico ultrapassa o comprimento da crista supraoccipital, uma característica distintiva de *Araripemys*.

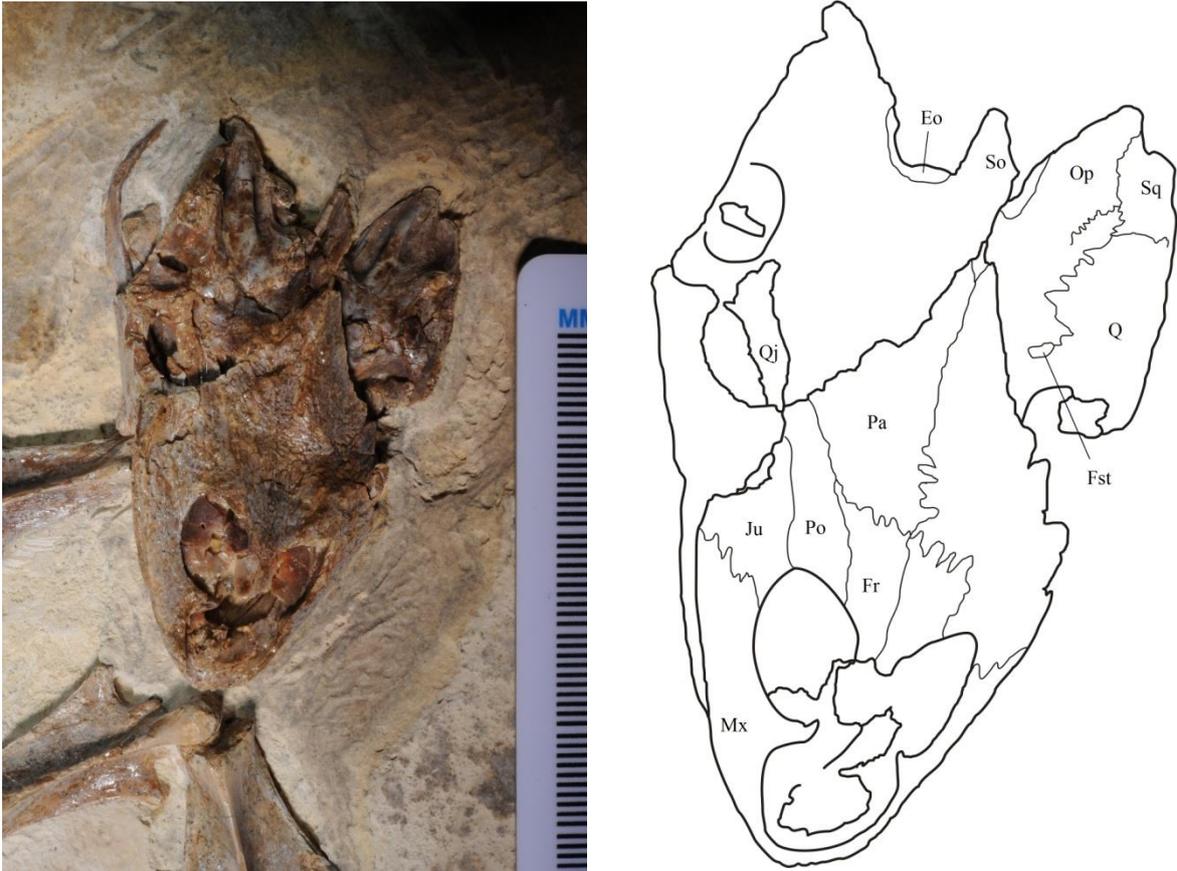


Figura 6: Crânio do espécime LP UFC CRT 722. a) Fotografia. b) Desenho esquemático.

### Teto craniano dorsal

A *Pré-maxila* é um osso pareado que contacta a maxila posterolateralmente e sua contraparte medialmente. As únicas suturas claramente visíveis no espécime são as entre a maxila direita e a pré-maxila e entre ambas pré-maxilas. O par de pré-maxilas forma a margem ventral da abertura nasal e compõe uma pequena porção da crista labial.

A *Maxila* contacta a pré-maxila anteriormente, palatino medialmente e o jugal posteriormente formando a maior parte da mandíbula superior. Ela também compõe a margem externa da abertura nasal e a margem ventral da órbita. Uma textura formada por pequenos poços pode ser observada na superfície das maxilas assim como nas das pré-maxilas.

O *Palatino* forma a maior parte da fossa orbital. Ambos os palatinos estão severamente danificados e pequenos pedaços foram perdidos durante a preparação com ácido. Nenhuma sutura pôde ser observada.

O *Jugal* contacta a maxila anteroventralmente através de uma sutura bastante interdigitada e o contacta também o pós-orbital dorsalmente através de uma sutura quase reta. O jugal contribue com uma pequena porção da margem posterior da órbita e com uma grande

porção da margem anterior da emarginação lateral do crânio.

O *Pós-orbital* é um osso alongado que cobre parte do teto craniano e contribue para o contorno das margens orbital e temporal. Ele contacta o frontal e o parietal por sua margem interna e o jugal anteriormente pela maior parte da margem externa.

O *Quadradojugal* é um osso bastante alongado que contacta o quadrado posteriormente. O par direito está melhor preservado do que sua contraparte esquerda e ainda está ligado ao quadrado. Apenas a porção distal do quadradojugal esquerdo pode ser vista se apoiando perpendicularmente contra o quadrado esquerdo. Pela posição relativa do quadradojugal esquerdo pode se inferir que ele compunha a maior parte da emarginação lateral do crânio.

O *Quadrado* é um grande osso da região posterior do crânio portando o cavum tympani. O quadrado contacta o esquamosal posterodorsalmente mas não opistótico posteriormente como esperado em *Araripemys*, aparentemente o contato se dá com pró-ótico - que se estende mais posteriormente neste espécime impedindo o contato entre os dois ossos mencionados acima. O quadrado também forma parte do contorno do forame estapediotemporal – o qual é claramente visível no lado esquerdo do crânio.

O *Esquamosal* contacta o quadrado anteriormente e o opistótico lateralmente. A restauração do crânio de *Araripemys* apresentada em Gaffney et al. (2006) mostra que o esquamosal contacta o quadradojugal anteriormente através de uma sutura estreita, mas esse contato não foi observado neste espécime.

Os *Frontais* são um par de ossos que se contactam medialmente, contactam também os pós-orbitais lateralmente e os parietais posteriormente através de uma sutura muito interdigitada. A margem anterior dos frontais compõe, junto com os pós-orbitais, jugais e maxillas, o contorno das órbitas.

Os *Parietais* são um par de ossos que compõem a maior parte do teto craniano. Anteriormente eles contactam os frontais através de uma sutura muito interdigitada. Medialmente, eles contactam um ao outro através de uma longa sutura que se apresenta interdigitada no seu primeiro quarto de seu comprimento e quase reta nos três quartos seguintes. Lateralmente eles contactam os pós-orbitais. Posteriormente eles contactam o supraoccipital. A margem posterior é profundamente escavada pela emarginação temporal

### **Caixa craniana**

O *Pró-ótico* está preservado em ambos os lados mas suas suturas não puderam ser distinguidas devido à várias fraturas que percorrem a parte caudal do crânio.

Em vista dorsal, o *Opistótico* contacta o esquamosal e o exoccipital lateralmente e aparenta alcançar o pró-ótico anteriormente. O opistótico apresenta curvatura ligeiramente convexa em contraste com os exemplares AMNH 24453 e AMNH 24454 – descritos em Gaffney et al. (2006) - nos quais a curvatura se apresenta levemente côncava. O opistótico apresenta um proeminente processo (processo paraoccipital) que se estende posteriormente além do esquamosal – característica distintiva de Pelomedusóides.

O *Supraoccipital* está quase inteiramente preservado exceto por uma pequena porção da crista logo atrás do contato – dorsal e anterior – com os parietais. Os demais contatos se dão, provavelmente, com o pró-ótico anterolateralmente e com o opistótico posterolateralmente embora não tenha sido possível delimitar as suturas.

Os *Exoccipitais* estão preservados em ambos os lados. Os contatos se dão com o opistótico lateralmente. Os exoccipitais compõem grande parte do forâme magno – como esperado para *Araripemys*.

O *Basioccipital* está preservado dado que o côndilo occipital está presente - como pode ser observado nas imagens da tomografia – e levando em consideração que o basioccipital compõe cerca de um terço do côndilo em *Araripemys* – mas nenhuma sutura pôde ser determinada.

O *Basisfenóide* não é visível devido à posição de preservação do crânio mas pode ser observado nas imagens da tomografia. A tomografia revela que o basisfenóide está preservado mas a maior parte está oculta por trás do hióide esquerdo. As suturas não puderam ser distinguidas utilizando as imagens tomográficas assim como nenhuma outra sutura craniana.

## **Mandíbula**

A mandíbula está preservada quase em posição anatômica. Ela se encontra esmagada abaixo do crânio, ligeiramente basculada para o lado direito. A mandíbula é composta pelos seguintes ossos pareados: dentário, coronóide, angular, suprangular, pré-articular e articular. Os ossos articular, angular, suprangular, coronóide e dentário do lado direito estão completamente expostos enquanto que a maior parte do lado esquerdo está oculto por baixo do crânio ou coberto pela matriz calcária. O angular é um osso alongado que contacta o articular posteriormente, o suprangular dorsalmente e o dentário anteriormente. O *articular* é um pequeno osso na região posterior da mandíbula que se encontra ainda em articulação com o quadrado. Os contatos se dão com o angular anteroventralmente e com o suprangular anterodorsalmente. O *suprangular* contacta o angular ventralmente, o articular posteriormente e o dentário anteriormente e forma a margem externa da fossa meckelli. O *coronóide* está

levemente inclinado em direção ao crânio e desarticulado mas ainda em contato posterior com o suprangular e pela posição de preservação é possível ver que o contato anteroventral com o dentário. O *dentário* é o maior elemento da mandíbula. Os contatos se dão com o angular e o suprangular posteriormente e pela posição de preservação com o coronóide posterodorsalmente. A porção visível do dentário esquerdo permite visualizar parte da superfície de trituração. O osso articular está em posição de articulação com o quadrado em ambos os lados. O lado interno e parte da superfície de trituração do dentário esquerdo estão expostos através da abertura nasal. Os dentários estão separados um do outro como esperado dado que a sínfise destes ossos é suturada e não fusionada em *Araripemys* assim como em outras tartarugas pelomedusídeas (Meylan, 1996) fornecendo um ponto fraco para quebra.

### **Hióide**

Ambos os hióides estão preservados mas apenas o direito pode ser visto ligeiramente deslocado em direção à porção posterior do crânio. A porção anterior do hióide direito está preservada entre o axis – por baixo – e o lado direito da mandíbula por cima. O hióide esquerdo só pode ser observado através da tomografia e está posicionado abaixo do crânio esmagado contra o palato (Fig.7). Os hióides são ossos lateralmente achatados e ligeiramente curvados próximo à extremidade proximal.

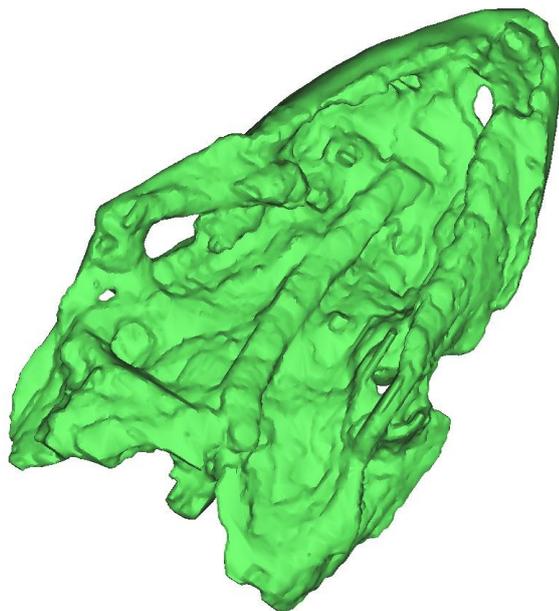
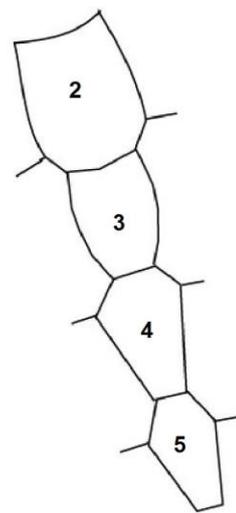
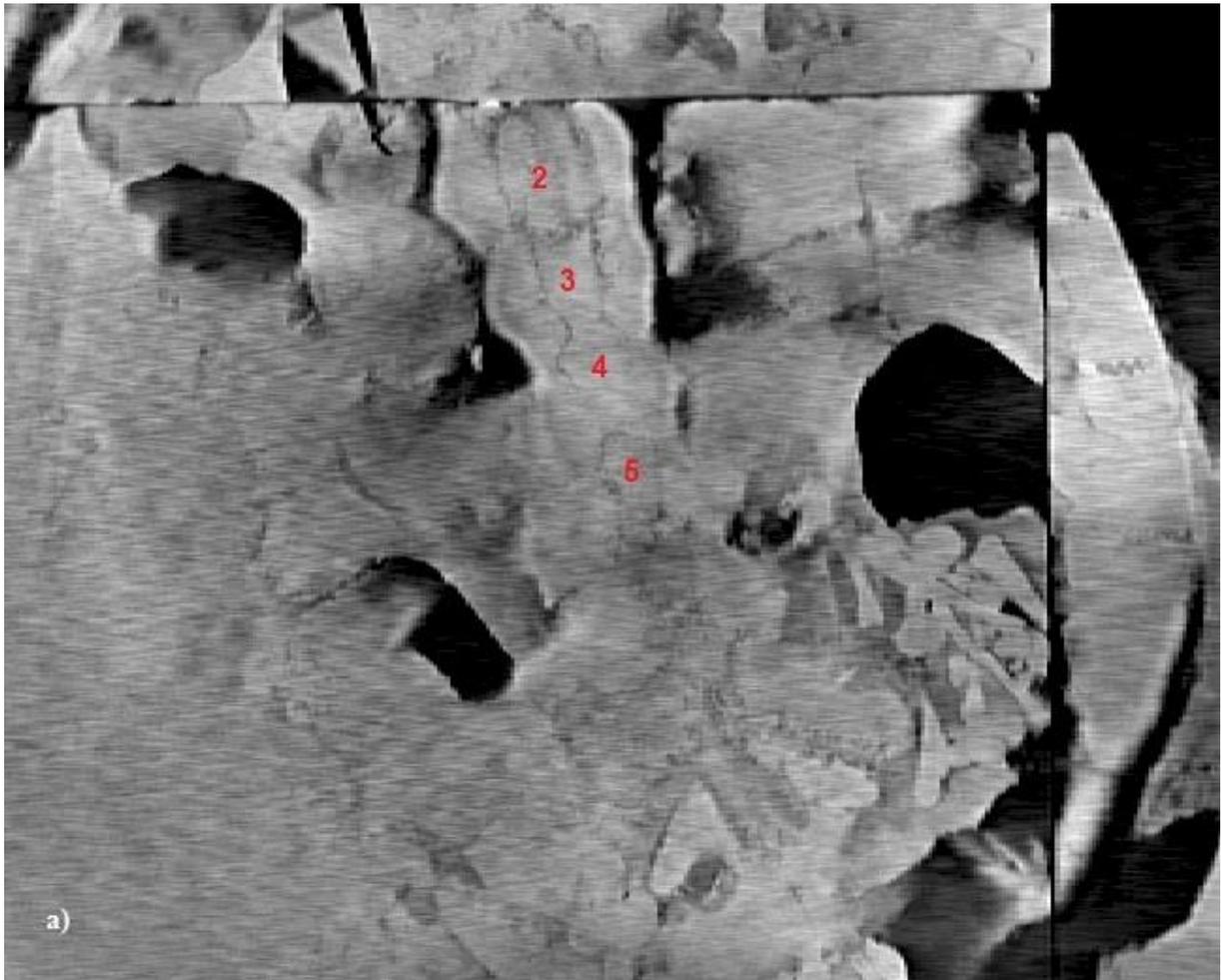


Figura 7: Modelo 3-D do crânio do espécime LP UFC/CRT 722 em vista ventral mostrando o hióide esquerdo.

## Carapaça

A carapaça possui aproximadamente 20 cm de comprimento e 18,5 cm de largura. A maior parte da carapaça não é visível devido ao espécime estar exposto em vista ventral, contudo, alguns osso periferais estão expostos assim como alguns ossos costais – 1 e 2 próximos aos membros anteriores; 4 e 5 próximos aos membros posteriores – que podem ser observados através das aberturas do plastrão para os membros. O formato da carapaça é ovalado e alongado no sentido antero-posterior em contraste com o formato arredondado padrão de *Araripemys barretoii*. O espécime apresenta a profunda emarginação da região anterior da carapaça típica de Araripemydidae. Periferais 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 de ambos os lados e o pygal estão expostos em vista ventral, exceto pelo periferal 9 direito e metade do periferal 10 direito que não foram preservados. O osso pygal e os periferais 11 de ambos os lados estão parcialmente cobertos pela matriz calcária que não pôde ser removida devido ao fato de estar dando suporte às vértebras caudais. A ornamentação da carapaça é desconhecida – devido a forma como o espécime está preservado – exceto pelos osso periferais que exibem a textura de pequenos poços típica de Araripemydidae. Os periferais 4, 5, 6 e 7 de ambos os lados apresentam maior densidade de poços do que os demais. A *série neural* pode ser visualizada - junto com as margens internas de alguns ossos costais - através das imagens geradas pela tomografia. Os ossos neurais 2-9 são visíveis assim como o suprapygal. O osso neural 2 parece hexagonal e contacta ambos o segundo e terceiro pares de costais e também o osso neural 3. O osso neural 3 possui forma quadrangular e possui apenas quatro contatos: o terceiro par de costais e os neurais 2 e 4. O osso neural 4 possui forma hexagonal e contacta os pares terceiro e o quarto de costais e os neurais 3 e 5. O osso neural 5 possui forma hexagonal e contacta os pares quarto e quinto de costais (Fig.8). O osso neural 9 aparenta ser aproximadamente quadrangular – ao invés de triangular como esperado em *Araripemys barretoii* – e contacta o neural 8, o oitavo par de costais e o suprapygal. A forma e os contatos do ossos neurais 6, 7 e 8 não são distinguíveis. A fórmula neural é: ? – 6 > 4 < 6 < 6 - ? - ? - ? – 4, completa ela provavelmente seria a típica fórmula de *Araripemys*: 6 > 6 > 4 < 6 < 6 < 6 > 6 > 3, exceto pelo neural 9 que aparenta ter quatro lados neste espécime.



b)

Figura 8: Ossos neurais 2-5 do espécime LP UFC/CRT 722. a) Corte tomográfico b) Desenho esquemático. Escala 2,5 cm.

## Plastrão

O plastrão está completo exceto pelas extremidades distais do epiplastrão esquerdo e do entoplastrão e por pequenos fragmentos ao longo da linha mediana. O plastrão é menor do que a carapaça tendo 17,5 cm de comprimento e 16 cm de largura. O comprimento do plastrão é inferior ao da carapaça. O plastrão apresenta ambas as ornamentações em pequenos poços e em cristas-e-sulcos, típicas de Araripemydidae (Fig.5). Um total de nove ossos compõem o plastrão, a saber; um entoplastrão único e pares de epi-, hio-, hipo- e xifoplastrões. Mesoplastrões são ausentes. Duas fontanelas medianas estão presentes, a anterior sendo bastante maior do que a posterior, mas isso é, provavelmente, devido à quebra de partes dos hioplastrões e originalmente deveriam haver três fontanelas. A ponte óssea ligando o plastrão à carapaça possui cerca da metade do comprimento do plastrão.

O *epiplastrão* é um elemento estreito com uma extremidade anterior ampla e uma extremidade posterior estreita. Ambos os epiplastrões formam um ângulo inferior a 45° com a linha mediana. A margem exterior apresenta ligeira concavidade. Os epiplastrões possuem vasto contato medial com os hioplastrões e com o entoplastrão, mas curto contato entre si (Fig.9).

O *entoplastrão* possui formato de cabeça de flecha com um processo pontiagudo posteromedial e dois processos pontiagudos posterolaterais. As margens externas do entoplastrão contactam as margens internas dos epiplastrões através de cerca da metade do seu comprimento e os processos anteriores dos hioplastrões pela outra metade (Fig.9). Os poços da textura do entoplastrão são maiores dos que os apresentados pelos outros osso do plastrão, exceto os epiplastrões que tem poços de diâmetros similares.

O *hioplastrão* junto com o hioplastrão compõe a maior parte do plastrão. Um processo anterior delgado e pontiagudo está presente e contacta tanto os epiplastrões quanto o entoplastrão - visível apenas no lado direito dado que o esquerdo não foi preservado. A margem anterior é profundamente côncava para acomodar os membros anteriores (entalhe axilar). As margens externas possuem vasto contato com a borda da carapaça e estão ligadas aos periferais 4 e 5. As margens internas de ambos hioplastrões estão quebradas mas, provavelmente, compõem a maior parte do contorno das duas fontanelas anteriores. Posteriormente, os hioplastrões apresentam largo contato com os hioplastrões através de uma sutura levemente interdigitada (Fig.9). A maior parte da textura observada nos hioplastrões é do tipo em sulcos ao invés dos poços arredondados presente nos demais ossos do plastrão exceto os hioplastrões que apresentam ornamentação similar.

O *hipoplastrão* possui um formato similar ao do *hioplastrão* com uma profunda concavidade (entalhe inguinal) para acomodar os membros posteriores compondo a maior parte da porção posterior. A região posterior contacta o *xifoplastrão* através de uma sutura profundamente interdigitada. A margem contacta o *hioplastrão* como mencionado acima. As margens externas contactam os periferais 6 e 7 (Fig.9). As margens internas não são claramente discerníveis devido à deformação tafonômica causada pelo esmagamento das vértebras contra o *plastrão*.

O *xifoplastrão* é um elemento delgado que possui vasto contato anterior com o *hipoplastrão* como mencionado acima. As margens externas seguem o contorno do *hipoplastrão*. A margem posterior é pontiaguda e forma uma curva em direção à porção mediana do *plastrão* encontrando sua contraparte dando ao entalhe anal uma forma de “U”. As margens internas não são discerníveis como com outros ossos *plastrais* devido à deformação tafonômica causada pelo esmagamento das vértebras contra o *plastrão*. As extremidades estreitas e pontiagudas do *xifoplastrão* junto o entalhe anal em forma de “U” indicam que este indivíduo era provavelmente um macho, de acordo com os trabalhos de Pritchard (2008) – sobre tartarugas atuais – e de Cadena (2015) sobre *pleurodiras* fósseis.

### **Vértebras cervicais**

As vértebras cervicais estão preservadas em articulação umas com as outras e com ambos crânio e restante do corpo. O atlas é um pequeno osso observável apenas através da tomografia, o corpo vertebral está visível mas os contornos exatos são difíceis de definir. O axis está quase completamente abaixo da porção direita do crânio. As demais vertebrae cervicais (3-8) estão expostas em vista ventral. O pescoço está em posição de “S” com as vértebras formando ângulos de aproximadamente 90° umas com as outras (Fig.9).

Os centros das *vértebras cervicais pós-axiais* são procélicos. Uma quilha ventral percorre o comprimento de cada vértebra, a quilha é mais pronunciada nas vértebras 6 e 7. A quilha forma uma extremidade arredondada que se estende posteriormente além da face posterior do centro. Um processo transversal sub-triangular se estende lateralmente de cada vértebra cervical. Os processos transversos das vertebrae 3, 4 e 5 não são tão proeminentes como os das vértebras 6 e 7. As extremidades do processo transversal da sétima vertebra são notavelmente arredondados. A oitava vértebra cervical é proporcionalmente mais larga e curta comparada às demais (Fig.9). Por estarem expostas em vista ventral as zigapófises não puderam ser observadas e as imagens da tomografia não revelam detalhes sobre as zigapófises.

### **Vértebras dorsais**

As vértebras dorsais 3-9, primeira vértebra sacral e parte da segunda vértebra sacral estão expostas ventralmente através da linha média do plastrão devido ao esmagamento ventrodorsal do espécime. A primeira vértebra dorsal está abaixo do entoplastrão e a segunda vértebra dorsal não está preservada exceto pela extremidade anterior do centro. A terceira vértebra dorsal contacta as costelas do 3º e 4º pares de costais. A quarta vértebra dorsal contacta as costelas do 4º par de costais. A sexta vértebra contacta a costela do quinto costal esquerdo. A sétima vértebra contacta as costelas do sexto par de costais. Os centros vertebrais tem formato de ampolheta – mais pronunciado na terceira e na quarta vértebra - e o comprimento do centro diminui das vértebras dorsais anteriores para as posteriores, condição similar à da *Laganemys*. Uma quilha ventral pode ser observada nas dorsais 3-6, mas não são tão pronunciadas como as quilhas das vértebras cervicais. As demais vértebras dorsais são ventralmente arredondadas sem sinais de quilha.

### **Vértebras caudais**

Algumas vértebras caudais estão preservadas. As três vertebbras mais anteriores – vértebras 12, 13 e 14 - estão ainda em contato e articuladas entre si. As vértebras 13 e 14 apresentam processos transversos pouco desenvolvidos. As vértebras restantes estão espalhadas e ainda parcialmente cobertas pela matriz calcária que não foi inteiramente removida durante a preparação.

### **Membro anterior**

O úmero, rádio, ulna carpo e falanges esquerdos estão preservados ainda em posição de articulação. Os ossos mencionados surgem a partir da abertura axilar do plastrão juntamente com as metades distais da escápula e do coracóide – ambos ainda em contato com o úmero. O membro anterior direito possui preservados os seguintes ossos; úmero, rádio, três ossos carpais, três ossos metacarpais e três falanges. Apenas o úmero, o rádio, dois carpais e a ponta de uma falange estão expostos, os demais ossos são visíveis apenas através de imagens tomográficas.

O *Úmero* esquerdo está exposto em vista ventral apresentando formato tridimensional preservado. O processo medial está quebrado enquanto o processo lateral está inteiro. Uma ampla fossa intertubercular se encontra entre os dois processos mencionados. O eixo é quase

cilíndrico proximalmente se tornando progressivamente achatado e expandido formando uma extremidade distal ampla.

O *Rádio* é ligeiramente mais longo do que a ulna. A extremidade distal desse osso é mais estreita do que a extremidade proximal – que é expandida – enquanto a *Ulna* apresenta quase o formato oposto com uma extremidade proximal delgada e cilíndrica e uma extremidade distal expandida e ampla. Cicatrizes de pontos de inserção de músculos podem ser vistas na extremidade proximal do rádio e na extremidade distal da ulna.

O *Carpo* esquerdo está exposto em vista lateral e os seguintes ossos podem ser vistos: um intermédio encaixado entre as extremidades distais do rádio e da ulna, três ossos carpais arredondados provavelmente pertencendo ao dígito I a III baseado em suas posições relativas

As *Falanges* do membro anterior esquerdo estão comprimidas e superpostas umas as outras, mas ainda distinguíveis. Os dígito I e II estão completos ambos apresentando metacarpais e todas as falanges – duas para o primeiro dígito e três para o segundo. O primeiro metacarpal é cerca de duas vezes mais curto e largo do que o segundo metacarpal. Dígito III e IV estão representados apenas pelas duas falanges distais e o dígito V apenas pela ponta da última falange distal. As falanges distais dos dígito I a III são elementos ósseos robustos que provavelmente possuíam garras, enquanto as falanges distais dos dígito IV e V são elementos simples e delgados que provavelmente não possuíam garras. A fórmula falangeal é 2-3-?-?-?, mas, provavelmente, o espécime apresentava a fórmula 2-3-3-3-3 que se sabe ser comum entre tartarugas subaquáticas.

### **Membro posterior**

Ambos os membros posteriores estão preservados embora desarticulados. O membro posterior direito apresenta: fêmur preservado em vista ventral quase paralelo à margem externa do xifoplastrão direito; tibia, fíbula, metatarsais e falanges desarticulados. O membro posterior esquerdo apresenta fêmur quase totalmente exposto em vista lateral, tibia fragmentada, dois metatarsais e duas falanges.

O *Fêmur* é quase tão grande quanto o úmero mas não apresenta a mesma robustez. Cerca de um terço do fêmur direito está coberto por outros ossos com as extremidades distais e proximais expostas. A extremidade proximal possui uma ampla fossa entre os trocânteres enquanto a extremidade distal apresenta ambos epicôndilos ventral e dorsal e uma fossa interepicondilar extremamente rasa. O fêmur esquerdo está completamente exposto apresentando eixo levemente arqueado, côncavo no lado ventral, uma cabeça arredondada na extremidade distal e um trocânter maior acompanhando a curvatura do eixo na extremidade

proximal. O trocânter menor não pôde ser visualizado.

A *Tíbia* e a *Fíbula* tem tamanhos similares, mas a tíbia apresenta maior robustez. Ambos os ossos estão preservados no membro posterior direito embora estejam desarticulados. Apenas a extremidade proximal da tíbia esquerda está preservada, o restante do osso foi provavelmente perdido durante o corte dos lajes. A fíbula esquerda não foi preservada. O eixo de ambas tíbia e fíbula não são tão arqueados quanto os eixos do rádio e da ulna.

Os elementos tarsais estão espalhados, comprimidos contra outros ossos e ainda parcialmente cobertos pela matriz calcária. A identificação não é possível dado fato dos ossos não se encontrarem em suas posições originais, embora algumas falanges sejam distinguíveis – dois ungueais do membro posterior direito e um do membro posterior esquerdo.

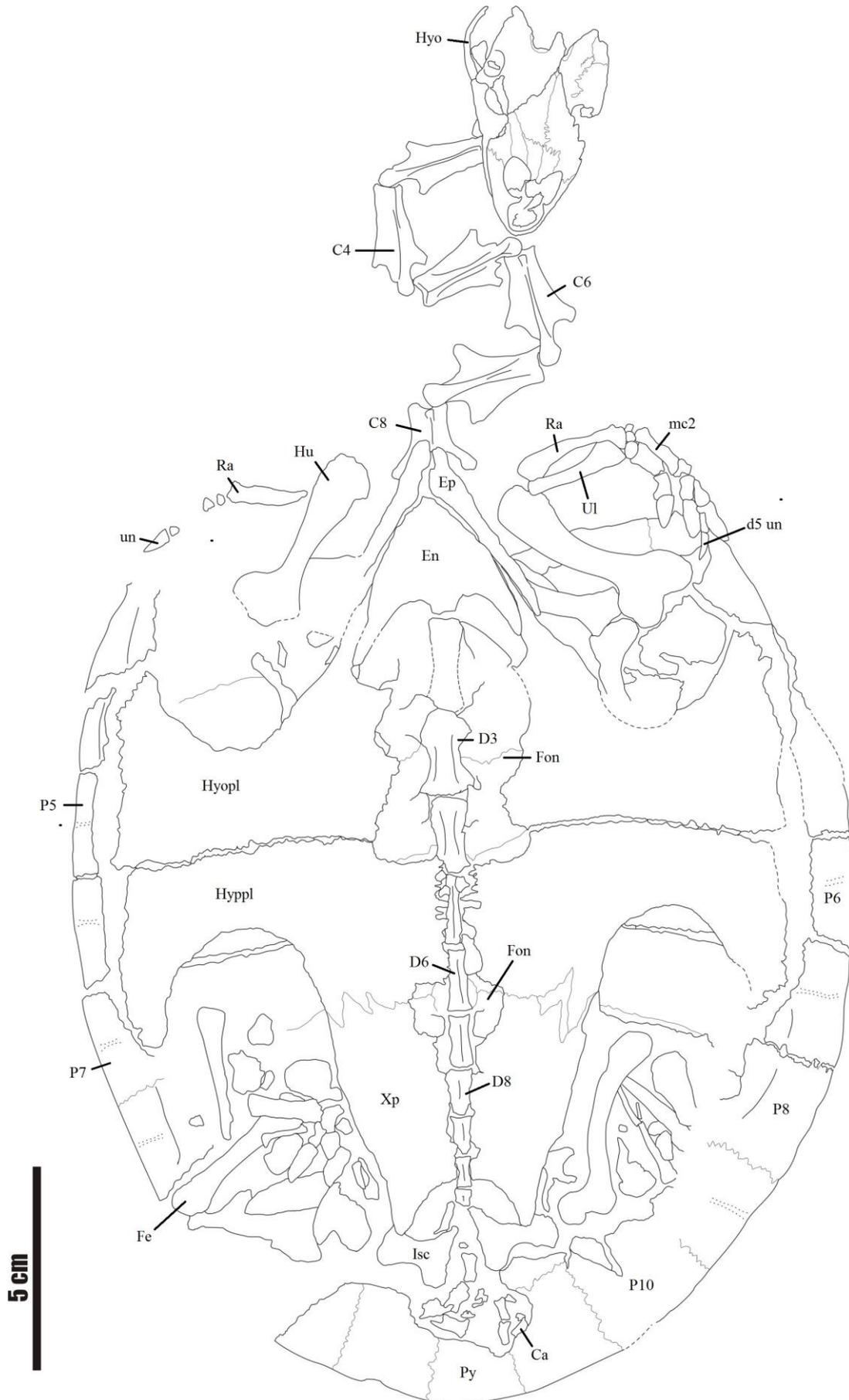


Figura 9: Desenho esquemático do espécime LP UFC/CRT 722.

#### 4.2 MPSC R 878

O espécime provém da Formação Romualdo e apresenta carapaça e plastrão completos. A carapaça de MPSC R 878 possui cerca de 14 centímetros de comprimento e apresenta cor clara bastante distinta da coloração marrom escura dos espécimes provenientes da Formação Crato. MPSC R 878 foi extensivamente preparado e sofreu adulterações antes de ser tombado em coleção.



Figura 10: Fotografia da carapaça do espécime MPSC R 878.



Figura 11: Fotografia do plastrão do espécime MPSC R 878. Escala 5cm.

### Carapaça

A carapaça está quase completa – apenas dois ossos periferais estão ausentes – e é composta pelos seguintes ossos: um nugal, 10 neurais – invés dos usuais 9 de *Araripemys* – um suprapygal, oito pares de costais, onze pares de periferais e um pygal. Marcas de escudos queratinosos podem ser observadas no osso pygal e nos periferais do lado esquerdo do casco. Nenhuma marca foi observada nos ossos costais, neurais e periferais do lado direito do casco exceto pelo periferal 11. A ornamentação em pequenos poços típica da família Araripemydidae pode ser observada em vários ossos costais e neurais, mas não em nenhum osso periferal (Fig.10).

O *Nugal* é um pequeno osso que compõe a porção central da emarginação nugal da

carapaça. O comprimento da margem anterior é cerca de duas vezes mais longo do que o da margem posterior e as margens laterais são inclinadas dando ao nugal um formato triangular. O nugal contacta o primeiro par de costais lateralmente e a primeira neural posteriormente.

A *Série neural* é composta por 10 ossos ao invés dos usuais nove. A fórmula neural é  $6 < 6 > 4 < 5 > 6 > 6 > 6 > 6 > 4 < 4$ . A fórmula neural difere do padrão típico de *Araripemys* por apresentar a primeira neural menor do que a segunda, pela quarta neural contactar o osso costal 3 esquerda e além de possuir um elemento adicional no final da série, a última neural possui quatro contatos ao invés de três (Fig.12).

O *Suprapygal* é um osso grande cerca de duas vezes mais largo do que o costal 8. O suprapygal possui seis contatos, a decimal neural e o oitavo par de costais anteriormente e o pygal e o décimo primeiro par de periferais posteriormente. As margens laterais do suprapygal compõem parte do contorno do último par de fontanelas costais (Fig.12).

O oito pares de *Costais* estão preservados. O primeiro par de costais alcançam a emarginação nugal impedindo o contato entre o nugal e as primeiras periferais. Todas as costais apresentam extremidades distais de costelas exceto os costais um e dois do lado direito, costais dois e três do lado esquerdo apresentam extremidades quebradas de costelas. Fontanelas entre as margens externas dos costais e as margens internas dos periferais são visíveis em ambos os lados do casco (Fig.10;12).

Os ossos *Periferais* estão todos preservados exceto pelos periferais dois e três – que estão ausentes - e um e quatro – que estão quebrados e incompletos – do lado direito (Fig. 10;12). Os periferais da porção anterior da carapaça são ossos pequenos e retangulares enquanto que os da porção posterior são consideravelmente maiores e possuem formato mais quadrado. Os periferais 4, 5, 7, 8, 9 e 10 do lado esquerdo e os periferais 11 de ambos os lados apresentam marcas do escudos marginais.

O *Pygal* é um osso quadrangular não pareado similar ao periferais posteriores. O pygal possui aproximadamente o mesmo tamanho que o periferal 11 mas apresenta menor largura. Um sulco indicando a presença do último par de escudos marginais e do último escudo vertebral é claramente visível (Fig.12).

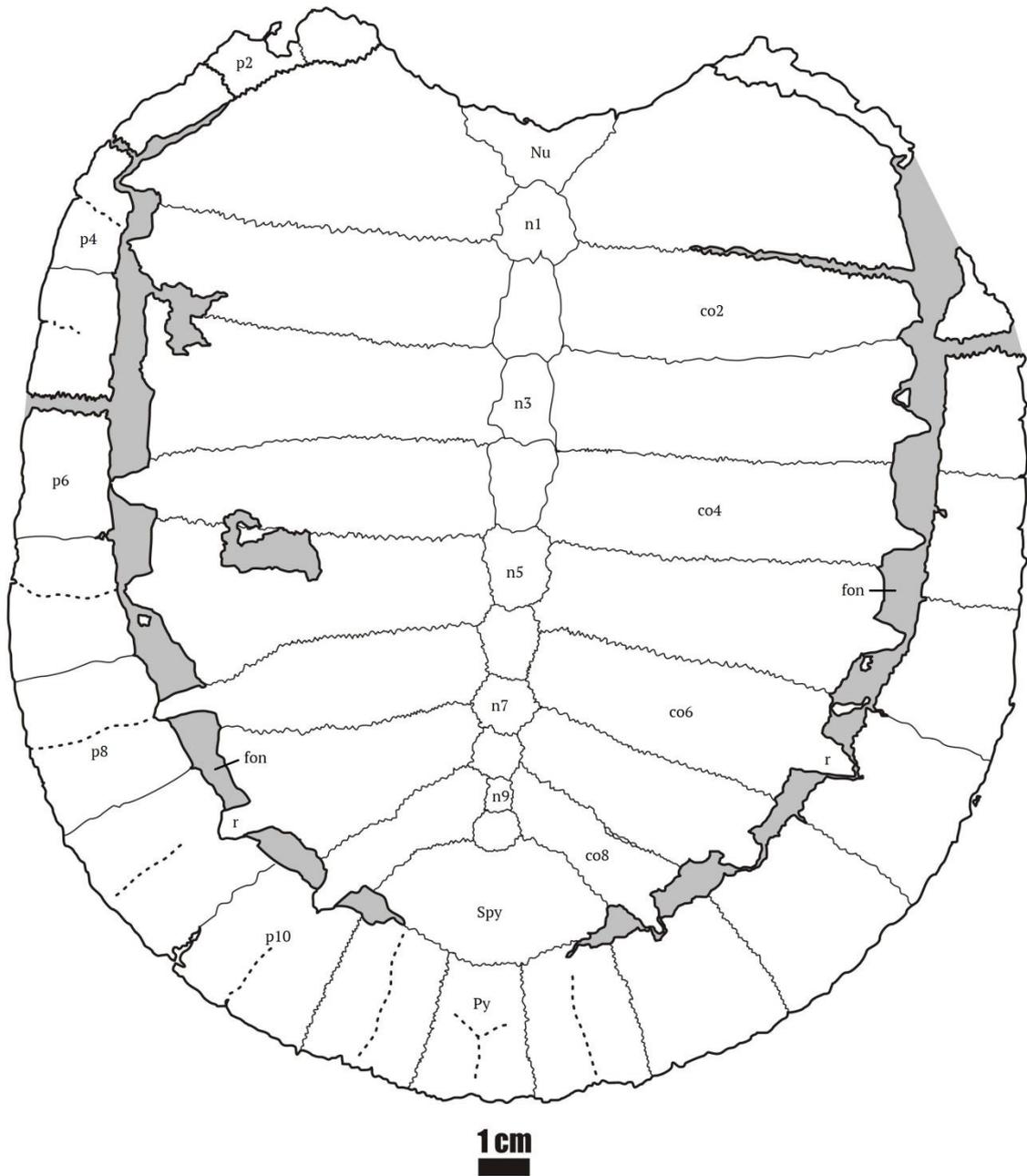


Figura 12: Desenho esquemático da carapaça do espécime MPSC R 878.

## Plastrão

O plastrão está completo com todos os ossos ainda firmemente suturados uns aos outros e possui cerca de 10 centímetros de comprimento e de largura. Os ossos do plastrão não apresentam variação e seguem o mesmo padrão descrito para o exemplar LP UFC/CRT 722. Uma densa ornamentação em pequenos poços é difundida pela superfície de todos os ossos plastrais, mas não há sinais da ornamentação do tipo cristas-e-sulcos vista nos espécimes provenientes da Formação Crato. Restos de resina sintética usada para a adulteração do espécime ainda podem ser vistos no plastrão (Fig.11).

A extremidade distal do *Epiplastrão* direito está quebrada assim como o processo posterior mediano do *Entoplastrão* e as margens internas dos *Hioplastrões*. Três fontanelas estão presentes. A primeira é circundada pelo entoplastrão anteriormente e pelo par de hioplastrões posterolateralmente, a segunda é circundada por ambos os pares de hioplastrões e hipoplastrões e a terceira é circundada pelos pares de hipoplastrões e xifoplastrões (Fig.11;13). Os xifoplastrões possuem extremidades distais arredondadas e entalhe anal em forma de “V” (Fig.13). Essas características indicam que este indivíduo era, possivelmente, uma fêmea segundo os trabalhos de Pritchard (2008) e Cadena (2015).

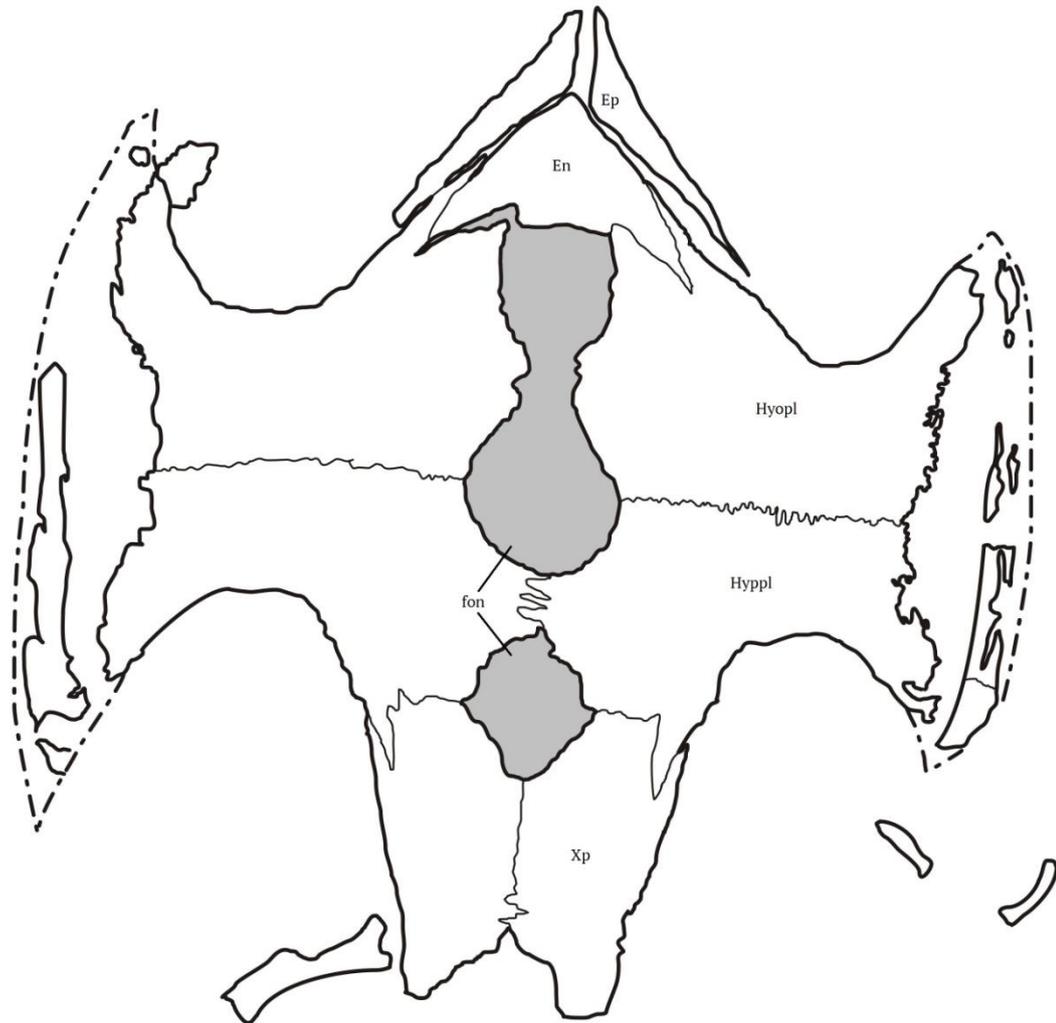


Figura 13: Desenho esquemático do plastrão do espécime MPSC R 878.

### 4.3 MPSC R 2107

O espécime é composto apenas pelo casco. Apenas o plastrão incompleto está preservado e exposto em vista ventral em uma única laje calcária proveniente da Formação Crato (Fig.14). MPSC R 2107 possui aproximadamente 15 cm de comprimento e 15 cm de largura e é composto pelos seguintes ossos pareados: hioplastrões, hipoplastrões e xifoplastrões e apresenta três fontanelas. O par de epiplastrões e o entoplastrão único estão ausentes. Os hioplastrões estão bem preservados não apresentando sinais de quebra, embora o par esteja ligeiramente separado um do outro através da sutura mediana que apresenta extensa interdigitação. As margens anteriores dos hioplastrões apresentam um contorno que indica que o entoplastrão possuía forma de cabeça de flecha típica de *Araripemys*. Os hioplastrões apresentam marcas dos escudos abdominais e compõem grande porção do contorno da fontanela anterior. As margens posteriores contactam os hipoplastrões e compõem cerca de metade do contorno da segunda fontanela. Os hipoplastrões estão completos – exceto pela porção posterior da margem externa do hipoplastrão direito – ainda em contato com ambos os pares de hioplastrões e xifoplastrões mas não em contato um com o outro através da linha mediana. As margens anteriores apresentam extenso contato com os hioplastrões e compõem a maior parte do contorno da segunda fontanela plastral. As margens posteriores contactam os xifoplastrões através de uma sutura notavelmente interdigitada – característica típica do gênero *Araripemys* – e compõem grande porção da terceira fontanela plastral. Os hipoplastrões apresentam marcas dos escudos femorais. Ambos os xifoplastrões estão preservados exceto pela extremidade distal do xifoplastrão esquerdo que está quebrada. Os xifoplastrões apresentam marcas dos escudos anais, ainda estão em contato um com o outro e possuem extenso contato com os hipoplastrões anteriormente. As margens anteromedianas compõem parte do contorno da terceira fontanela junto com os hipoplastrões (Fig.15). A extremidade distal do xifoplastrão direito – que se encontra preservada por inteiro – é delgada e alongada e o entalhe anal é em forma de “U” de forma similar ao espécime LP UFC 722. Esta condição indica que este indivíduo era possivelmente um macho pelas mesmas razões apresentadas para o espécime LP UFC 722.

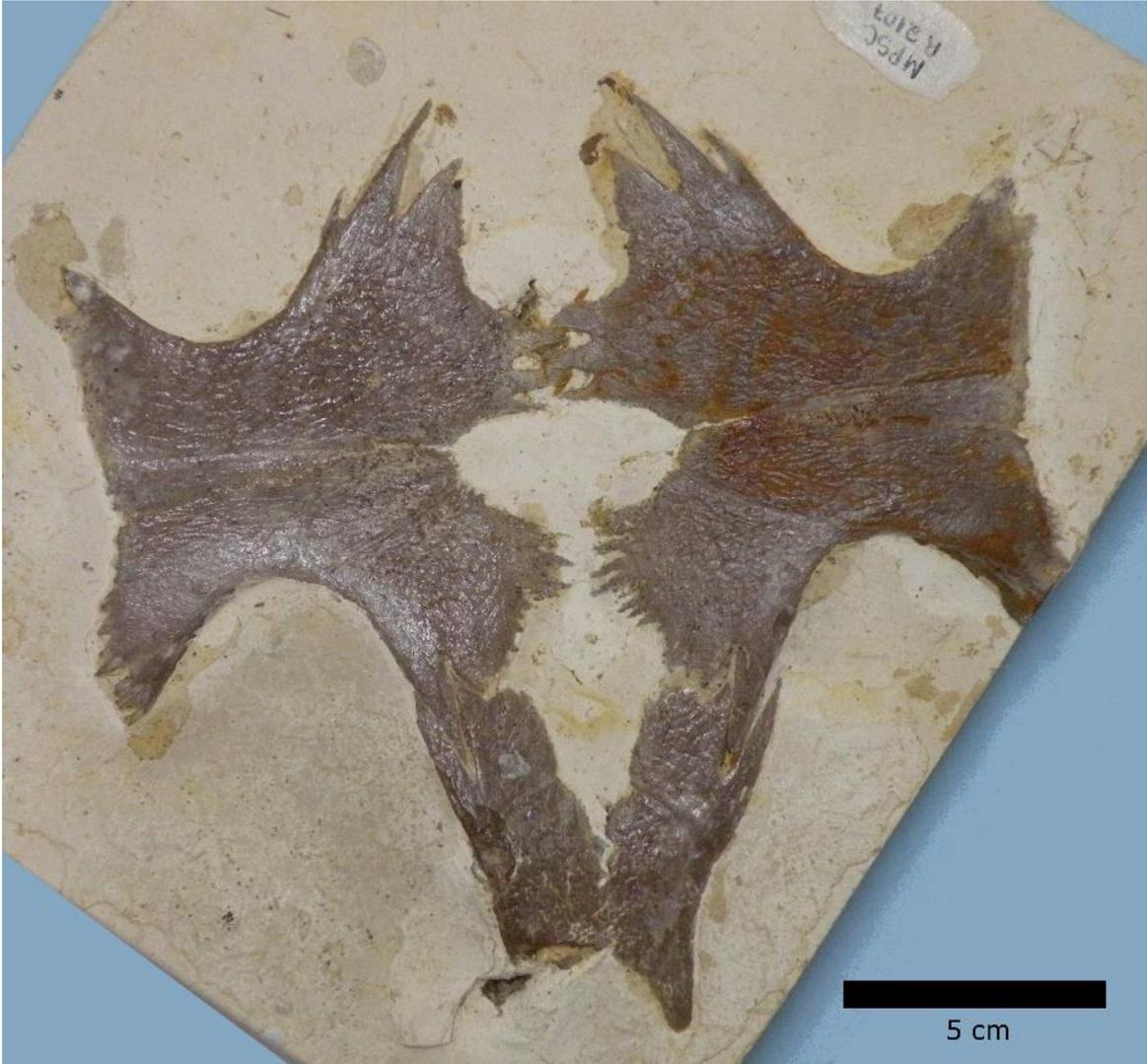


Figura 14: Fotografia do espécime MPSC R 2107.



Figura 15: Desenho esquemático do espécime MPSC R 2107.

#### 4.4 UFRPE 5302

O espécime é composto apenas pelo casco. Apenas a porção posterior da carapaça está preservada em uma única laje calcária proveniente da Formação Crato (Fig.16). O espécime possui aproximadamente 8 cm de comprimento na porção medial da carapaça e 13 cm de largura máxima medido a partir do periferal 7 até a ponta da sexta costela direita. Os ossos periferais 9, 10 e 11 estão preservados em ambos os lados. Um pequeno fragmento do periferal 8 está preservado no lado direito da carapaça enquanto o lado esquerdo apresenta os periferais 5, 6, 7 e 8 completos e a maior parte do periferal 4. O osso pygal apresenta formato

triangular ao invés do formato quadrado usual e não contacta o suprapygal devido aos periferais 11 de ambos os lados se encontrarem medialmente impedindo o contato do pygal com o suprapygal. Os ossos costais 6, 7 e 8 estão preservados em ambos os lados. O costal 5 está presente e completo no lado esquerdo da carapaça assim como um fragmento do costal 4. Os costais 8 se encontram medialmente - uma condição conhecida em species atuais e fósseis - impedindo o contato entre o osso neural 9 e o suprapygal. A série neural está incompleta apresentando apenas os ossos neurais 8 e 9 e um fragmento do neural 7 (Fig.17). Os ossos costais, neurais e suprapygal exibem a ornamentação em pequenos poços típica de Araripemydidae - enquanto os periferais exibem a textura em cristas-e-sulcos. Marcas de escudos epidérmicos - os últimos três escudos vertebrais, os dois últimos pares de escudos laterais e vários escudos marginais - podem ser claramente observados no espécime (Fig.16).

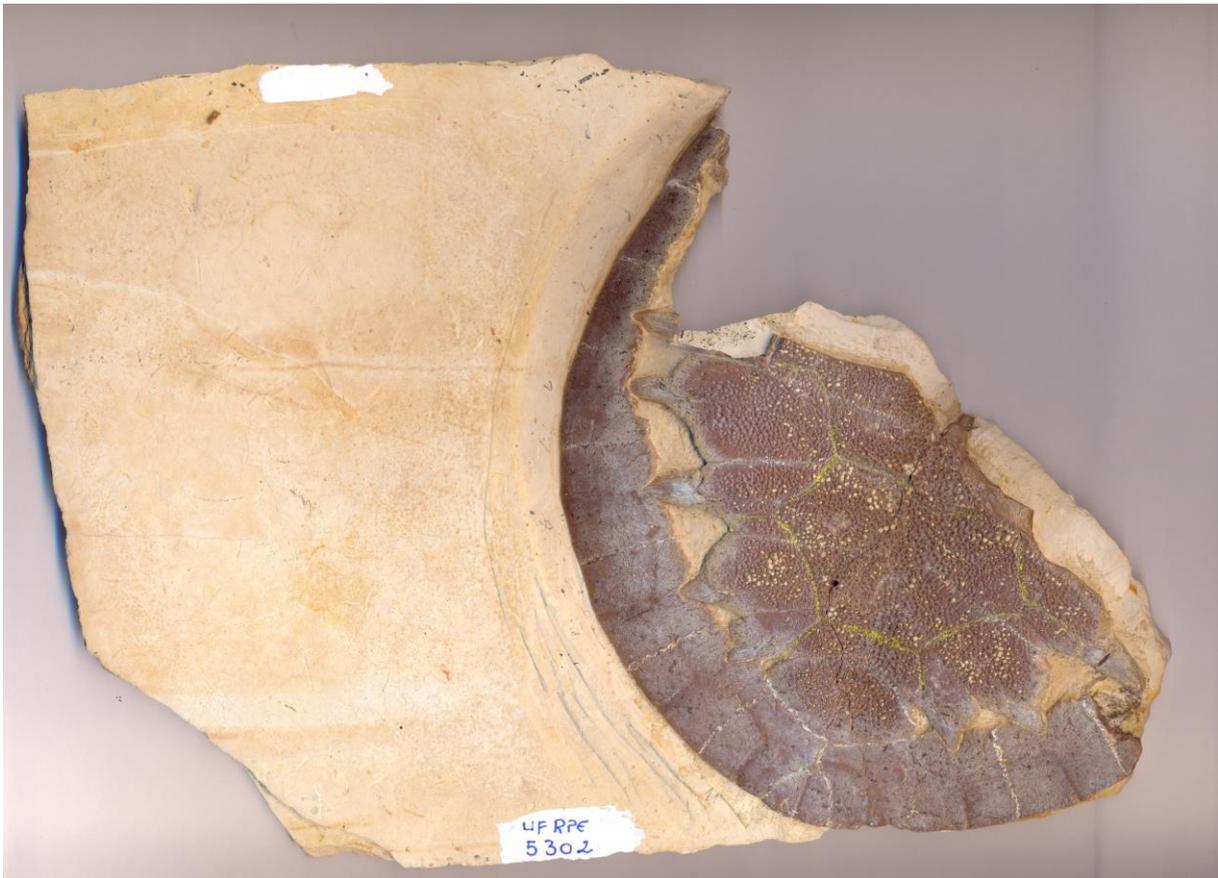


Figura 16: Fotografia do espécime UFRPE 5302.

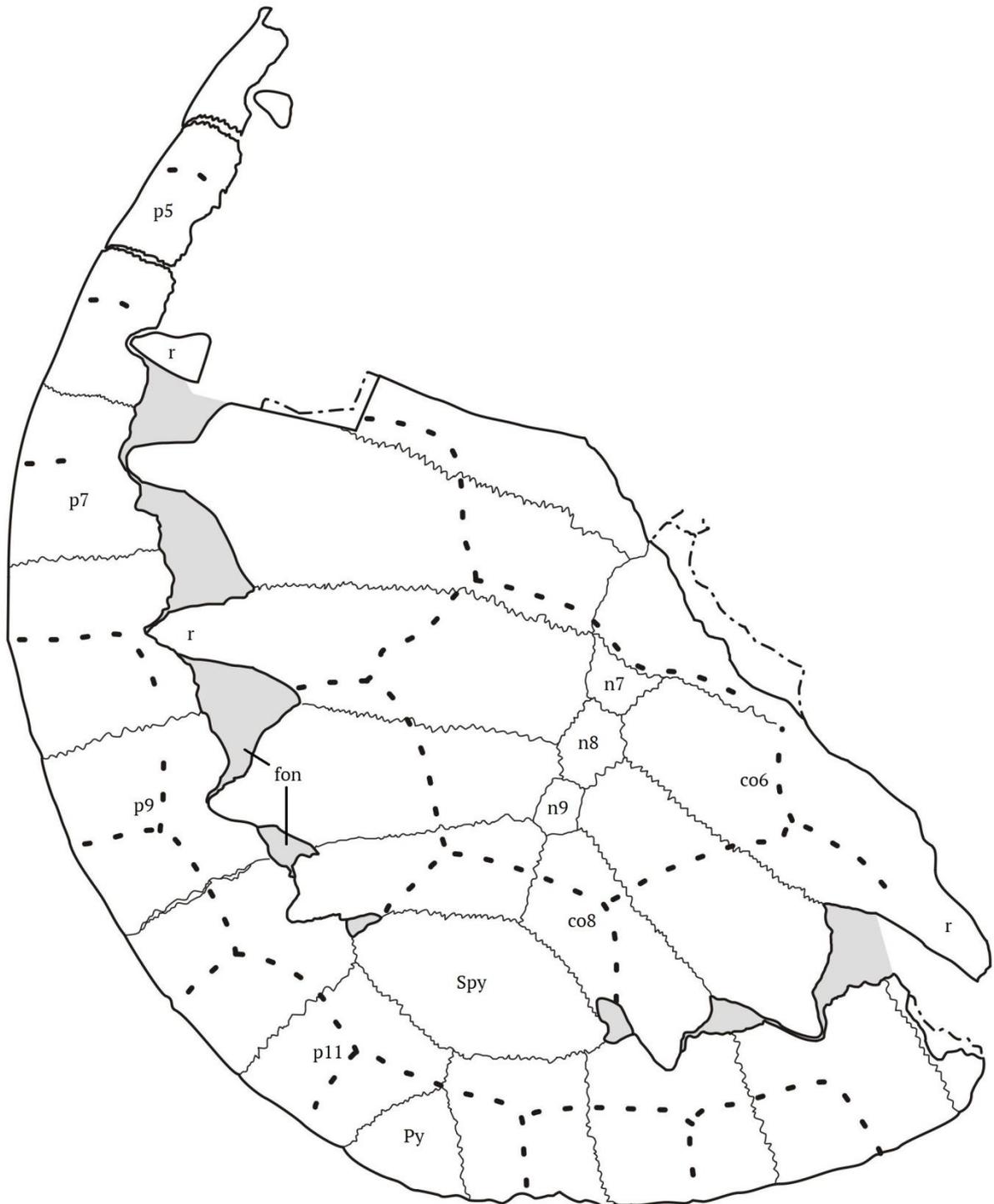


Figura 17: Desenho esquemático do espécime UFRPE 5302.

## 5 DISCUSSÃO

Varição morfológica está na base da taxonomia e sistemática, dado que ela é o que permite o reconhecimento de taxa distintos, portanto, a clara identificação e descrição de variação se torna necessária para o reconhecimento apropriado de variação taxonômica (Leal & Brito, 2007). Em tartarugas, já se foi relatada variação de origem intra-específica (Mautner et al., 2017), ontogenética (Sheil & Greenbaum, 2005) e relativa a dimorfismo sexual (Macale et al., 2011). A identificação de variações morfológicas em tartarugas tem implicações importantes para a taxonomia e sistemática dado que caracteres que variam intra-especificamente são utilizados em estudos desta natureza e podem comprometer resultados, por exemplo, Fielding et al. (2005) ao erigir uma nova espécie de *Araripemys* utilizou características diagnósticas consideradas inválidas devido ao fato de que elas poderiam representar variação sexual, individual ou ontogenética (Gaffney et al., 2006; Oliveira and Kellner, 2007) resultando na sinonimização da nova espécie com *A. barretoii*. O conhecimento de variação morfológica devido à dimorfismo sexual assim com a variações individuais e ontogenéticas irão permitir um refinamento dos caracteres utilizados para propósitos filogenéticos ou sistemáticos, ao menos no nível taxonômico de espécie.

### *Dimorfismo sexual*

Dimorfismo sexual em tartarugas se manifesta de várias maneiras: a diferença de tamanho entre machos e fêmeas, o formato da carapaça que tende a ser arredondado e abobadado em fêmeas enquanto em machos tende a ser mais alongado e achatado, a forma do plastrão que é côncava em machos de espécies terrestres (Pritchard, 2008). Os novos espécimes de *Araripemys barretoii* LP UFC 722 e MPSC R 2107 compartilham os xifoplastrões delgados e pontiaguados junto com o entalhe anal em forma de “U” (Fig. 18) indicando que são, possivelmente, machos desta espécie. Dimorfismo sexual expresso nos xifoplastrões já foi relatado para pleurodiras fósseis, sua ocorrência foi demonstrada nas espécies *Notoemys zapatoensis*, *Notoemys laticentralis* e *Platycheilus oberndorferi* do Jurássico da Colômbia (Cadena, 2013). O contorno alongado da carapaça e as fontanelas intercostais de LP UFC 722 são outras duas características morfológicas potencialmente associadas com dimorfismo sexual, neste caso representando um macho, de acordo com Pritchard (2008). Em contraste, MPSC R 878 possui xifoplastrões com extremidades distais arredondadas e entalhe anal em forma de “V” e apresenta um contorno de carapaça mais

arredondado do que alongado (Fig. 18) indicando que este espécime representa uma fêmea. MPSC R 878 também apresenta fontanelas intercostais. A presença de fontanelas intercostais em indivíduos adultos é característica em machos de algumas espécies atuais, por exemplo *Macrochelys temminckii*, e em fêmeas de outras espécies, por exemplo *Graptemys barbouri* (Pritchard, 2008). Como fontanelas intercostais foram encontradas nos supostos dois sexos entre os espécimes deste estudo, esta característica é considerada inconclusiva para determinação sexual em *Araripemys barretoii* no momento. Estudos mais aprofundados incluindo mais espécimes podem ajudar a resolver esta questão futuramente.

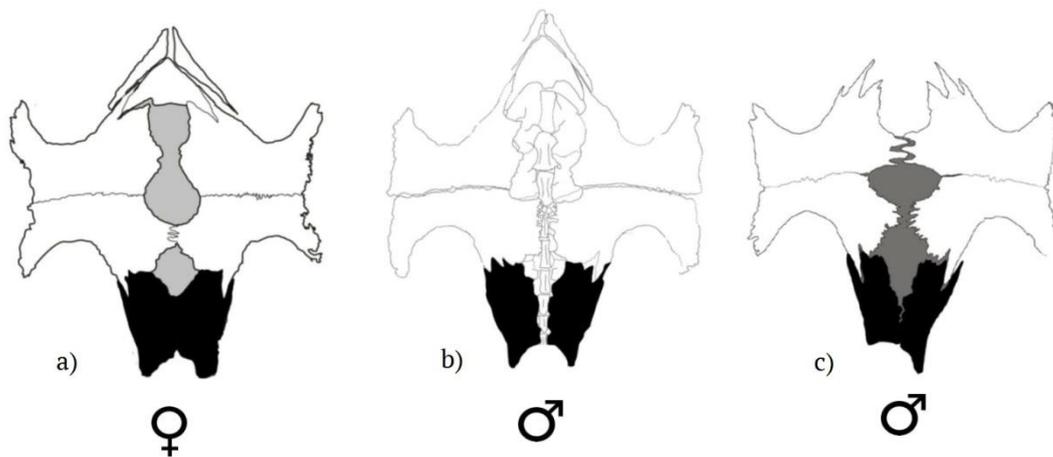


Figura 18: Diferenças nos xifoplastrões em *A. barretoii* potencialmente relacionadas com dimorfismo sexual. Machos (círculo com seta) são caracterizados por extremidades delgadas dos xifoplastrões e pelo entalhe anal em forma de “U”. Fêmeas (círculo com cruz invertida) são caracterizadas por extremidades arredondadas dos xifoplastrões e pelo entalhe anal em forma de “V”. **a** MPSC R 878. **b** LP UFC CRT 722. **c** MPSC R 2107.

#### *Variação intra-específica*

Em Testudines, existe uma impressionante quantidade de variação nos ossos da carapaça (Pritchard, 1988) – costais, periferais - em especial nos elementos mediais da carapaça: os neurais e suprapygaiais (Meylan, 1987; Rhodin et al., 1993; Mautner et al., 2017). A suposta condição ancestral de cerca de oito ossos neurais predominantemente hexagonais pode ser modificada por aumento ou redução do número de elementos e mudanças na forma dos ossos neurais (Pritchard, 2008). Variação nos ossos neurais ocorre tanto entre espécies quanto entre indivíduos da mesma espécie (Pritchard, 1988). Os novos espécimes de

*Araripemys barretoii* MPSC R 878 e UFRPE 5302 apresentam ambas configurações incomuns de ossos neurais. *Araripemys barretoii* possui tipicamente nove ossos neurais com a seguinte fórmula neural  $6 > 6 > 4 < 6 < 6 < 6 > 6 > 3$  - a reconstrução da carapaça publicada em Meylan (1996) se baseia nos seguintes espécimes: AMNH 22550, AMNH 22556, AMNH 24453 (Fig.19). Em constraste, MPSC R 878 possui 10 ossos neurais em vez de nove e a seguinte fórmula neural  $6 < 6 > 4 < 5 > 6 > 6 > 6 > 6 > 4 < 4$  (Fig.19). Ela diverge do típico padrão de *Araripemys* por possuir a primeira neural menor do que a segunda, pela quarta neural contactar o terceiro costal esquerdo e, além do elemento adicional no final da série, o último neural possui quatro contatos em vez de três. A maior parte dos ossos neurais de UFRPE 5302 foram perdidos dado que o espécime é apenas um fragmento de carapaça. Não obstante, este espécime apresenta duas divergências da morfologia típica do casco de *Araripemys barretoii*: A série neural é interrompida em sua porção final pelo oitavo par de costais que se encontram medialmente – uma condição já relatada em *Araripemys barretoii* por Meylan (1996) nos espécimes AMNH 22556 e AMNH 24453 provenientes da Formação Romualdo e em diversas espécies atuais, por exemplo: *Chelodina oblonga*, *Chelus fimbriatus*, *Phrynops hilarii*, *Pelomedusa subrufa*, *Pelusios castaneus*, *Podocnemis unifilis* (Pritchard, 1988) - impedindo o contato entre o osso neural 9 e o suprapygal e um osso pygal com formato triangular ao invés da forma quadrada usual e que não contacta o suprapygal devido ao ossos periferais 11 de ambos os lados se encontrarem medialmente impedindo o contato entre o pygal e o suprapygal (Fig.19).

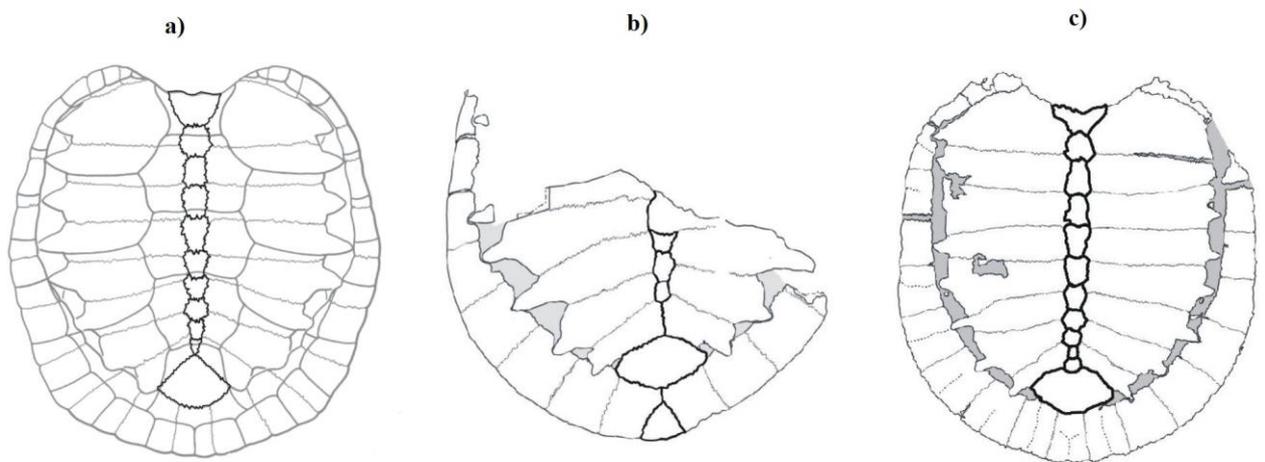


Figura 19: Variação na série neural em *A. barretoii*. **a** Reconstrução da carapaça de *A. barretoii*. Modificado de Meylan (1996). **b** UFRPE 5302. **c** MPSC R 878.

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho amplia o conhecimento acerca da espécie *Araripemys barretoii* ao descrever o primeiro exemplar completo incluindo crânio proveniente da Formação Crato. Este exemplar junto com os demais descritos neste trabalho permitiu a visualização de uma gama de variação intra-específica não relatada para *Araripemys barretoii* e por este motivo não foi erigida uma nova espécie baseada no novo exemplar. *Araripemys barretoii* apresenta variação na série neural tanto pela interrupção da série pelo contato medial de ossos costais quanto pelo aumento do número de elementos. A variação quanto a forma dos xifoplastrões permitiu o reconhecimento de possível dimorfismo sexual neste espécie, informação difícil de obter para a grande maioria de espécies fósseis de todos os taxa. O grande número de exemplares desta espécie permite análises mais completas de ambos os tipos de variação relatados neste trabalho e poderá gerar dados mais detalhados em estudos futuros.

## REFERÊNCIAS

- ASSINE, M. L. **Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Geociências*. 22: 289-300. 1992.
- ASSINE, M. L. **Araripe Basin.** *Boletim de Geociências da Petrobrás*. 15 (2): 371-389. 2007.
- BATISTA, D. L. **Nova ocorrência de *Araripemys barretoii* (Pelomedusoides: Araripemydidae) na Formação Itapecuru, Bacia do Parnaíba.** In: Congresso Brasileiro de Paleontologia, 19. *CD Resumos*. Aracaju, Sergipe. 2005.
- BEURLIN, K. **As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil).** *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro. 43: 411 – 415. 1971.
- BONA, P., & DE LA FUENTE, M. S. **Phylogenetic and paleobiogeographic implications of *Yaminuechelys major* (Staeche, 1929) new comb., a large long-necked chelid turtle from the Early Paleocene of Patagonia, Argentina.** *Journal of Vertebrate Paleontology*. 25 (3): 569-582. 2005.

BRITO, I. M. **Breve histórico sobre a estratigrafia da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil.** In: Campos, D. de A., Viana, M.S.S., Brito, P.M., Beurlen, G. (Eds.), *Atas do Simposio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste*, Crato. 1-18. 1990.

CADENA, E. A., JARAMILLO, C. A., BLOCH, J. I. **New Material of the Platyhelid Turtle *Notoemys zapatoacaensis* from the Early Cretaceous of Colombia; Implications for Understanding Pleurodira Evolution.** *Morphology and Evolution of Turtles*. Springer. 105-120. 2013.

CASTRO, J. C., VALENCA, L. M. M., NEUMANN, V. H. **Ciclos e Sequências Depositionais das Formações Rio da Batateira e Santana (Andar Alagoas), Bacia do Araripe, Brasil.** *Geociências*. São Paulo. 25 (3): 289-296. 2006.

CATTO, B., JAHNERT, R. J., WARREN, L. V., VAREJAO, F. G., & ASSINE, M. L. **The microbial nature of laminated limestones: Lessons from the Upper Aptian, Araripe Basin, Brazil.** *Sedimentary Geology*. 341: 304-315. 2016.

CAMPOS, D. A. & KELLNER, A. W. A. **Short note on the first occurrence of Tapejaridae in the Crato Member (Aptian), Santana Formation, Araripe Basin, Northeast Brazil.** *Anais da Academia brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro. 66 (2): 253. 1997.

CARVALHO, I. S., NOVAS, F. E., AGNOLÍN, F. L., ISASI, M. P., FREITAS, F. I., & ANDRADE, J. A. **Um novo gênero e espécie de Ave enantiornithine do Cretáceo Inferior do Brasil.** *Brazilian Journal of Geology*. 45 (2): 161-171. 2016.

CNUDDE, V., DIERICK, M., VLASSENBOECK, J., MASSCHAELE, B., LEHMANN, E., JACOBS, P., & VAN HOOREBEKE, L. **Determination of the impregnation depth of siloxanes and ethylsilicates in porous material by neutron radiography.** *Journal of Cultural Heritage*. 8 (4): 331-338. 2007.

DANILOV, I., & PARHAM, J. **A reassessment of some poorly known turtles from the middle Jurassic of China, with comments on the antiquity of extant turtles.** *Journal of Vertebrate Paleontology*. 28: 306-318. 2008.

DAVIS, S. & MARTILL, D. M. **The gonorynchiform fish *Dastilbe* from the Lower Cretaceous of Brazil.** *Palaeontology*. 42: 715-740. 1999.

DIETZ, K. **Redescription of *Dastilbe crandalli* (Chanidae, Eutelostei) from the Early Cretaceous Crato Formation of north-eastern Brazil.** *Journal of Vertebrate Paleontology*. 27: 8-16. 2007.

DE LA FUENTE, M. S., & LAPPARENT DE BROIN, F. de. **An Araripemys-like decorated turtle in the Paleocene of Northwestern Argentina.** *Geobios*. 30 (2): 235-242. 1997.

DE LA FUENTE, M. S., & ITURRALDE-VINENT, M. **A new pleurodiran turtle from the Jagua Formation (Oxfordian) of western Cuba.** *Journal Information*. 75 (4): 860-869. 2001.

DE LA FUENTE, M. S. **Two new pleurodiran turtles from the Portezuelo Formation (Upper Cretaceous) of Northern Patagonia, Argentina.** *Journal of Paleontology*. 77 (3):

559-575. 2003.

FIELDING, S., MARTILL, D. M., & NAISH, D. **Solnhofen-style soft-tissue preservation in a new species of turtle from Crato Formation (Early Cretaceous, Aptian) of northeast Brazil.** *Paleontology*. 48 (6): 1301-1310. 2005.

GAFFNEY, E. S. **A Phylogeny and Classification of the Higher Categories of Turtles.** *Bulletin of the American Museum of Natural History*, New York. 155 (5): 391-436. 1975.

GAFFNEY, E. S. **The comparative osteology of the Triassic turtle Proganochelys.** *Bulletin of the American Museum of Natural History*, New York. 194:1-263. 1990.

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*, New York. 300: 1-700. 2006.

GRIMALDI, D. A. **Insects from the Santana Formation, Lower Cretaceous, of Brazil.** *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 195: 1-191. 1990.

HEIMHOFER, U., ARIZTEGUI, D., LENNIGER, M., HESSELBO, S. P., MARTILL, D. M., & RIOS-NETTO, A. M. **Deciphering the depositional environment of the laminated Crato fossil beds (Early Cretaceous, Araripe Basin, North-eastern Brazil).** *Sedimentology*. 57 (2): 677-694. 2010.

HERREL, A., VAN DAMME, J., & AERTS, P. **Cervical anatomy and function in turtles.** In J. Wyneken, M. Godfrey & V. Bels (Eds.), *Biology of Turtles*. Boca Raton: CRC Press. 163-185. 2008.

KELLNER, A. W. A. **Panorama e Perspectiva do Estudo de Répteis Fósseis no Brasil.** *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro. 70 (3): 647-676. 1998.

KELLNER, A. W. A. **Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro.** In: SIGEP, Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília. 121 – 130. 2002.

KELLNER, A. W. A. & CAMPOS, D. A. **Archosaur soft tissue from the Cretaceous of the Araripe Basin, Northeastern Brazil.** *Boletim do Museu Nacional*, nova série, Geologia, Rio de Janeiro. 42: 1 – 22. 1998.

KELLNER, A. W. A. & CAMPOS, D. A. **Brief review of dinosaur studies and perspectives in Brazil.** *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro. 72 (4): 509 – 564. 2000.

KISCHLAT, E. E., & CARVALHO, I. S. **A Specimen of Araripemys barretoei Price (Chelonii, Pleurodira) from the Itapecuru Formation (Lower Cretaceous of Northeastern Brazil).** In: Simpósio Brasileiro de Paleontologia de Vertebrados, 2, *Boletim de Resumos*, Museu Nacional-UFRJ. Rio de Janeiro. p. 33. 2000.

LAPPARENT DE BROIN, F. de, & DE LA FUENTE, M. S. **Oldest world Chelidae**

(**Chelonii, Pleurodira**) from the Cretaceous of Patagonia. *Comptes Rendues de l'Académie des Sciences de Paris, Sciences de la Terre et des Planetes*. Paris. 333: 463-470. 2001.

LEAL, M. E. C. & BRITO, P. M. **The ichthyodectiform *Cladocyclus gardneri* (Actinopterygii: Teleostei) from the Crato and Santana Formation, Lower Cretaceous of Araripe Basin, NE Brazil.** *Annales de Paleontologie*. 90: 103–113. 2004.

LEAL, M. E. C. & BRITO, P. M. **Anura do Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil.** In: Gallo, V., Brito, P. M., Silva, H. M. A. & Figueiredo, F. J. (eds), *Paleontologia de Vertebrados – grandes temas e contribuições científicas*. Rio de Janeiro: Interciência. 145–152. 2006.

LEAL, M. E. C., & BRITO, P. M. **Intraspecific variation of the caudal fin skeleton in *Osteoglossum bicirrhosum* Cuvier 1829 (Teleostei: Osteoglossomorpha: Osteoglossidae).** *Zootaxa*. 1434 (1): 1-26. 2007.

LI, C., WU, X. C., RIEPPEL, O., WANG, L. T., & ZHAO, L. J. **An ancestral turtle from the Late Triassic of southwestern China.** *Nature*. 456: 497-501. 2008.

MACALE, D., VENCHI, A., & SCALICI, M. **Shell shape and size variation in the Egyptian tortoise *Testudo kleinmanni* (Testudinidae, Testudines).** *Folia Zoologica*. 60 (2): 167-175. 2011.

MAISEY, J. G. **Santana Fossils: Na Illustrated Atlas.** T. F. H. Publications, Neptune, New Jersey. 459 pg. 1991.

MARTILL, D. M. **Preservation of Fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil.** *Paleontology*. Portsmouth. 31 (1): 1-18. 1988.

MARTILL, D. M. **Fossils of Santana and Crato Formations, Brazil.** *Palaentological Association Field Guides to Fossils*. 5: 1-158. 1993.

MARTILL, D. M., WILBY, P. R. **Stratigraphy.** In: Martill, D.M. (Ed.), *Fossils of the Santana and Crato formations, Brazil. Field Guides to Fossils*. The Paleontological Association, Londres. 5: 20-50. 1993.

MARTILL, D. M., BECHLY, G., LOVERIDGE, R. F. **The Crato Fossil Beds of Brazil – Window Into an Ancient World.** Cambridge University Press. New York. 625 pg. 2007.

MARTILL, D. M., LOVERIDGE, R., HEIMHOFER, U. **Halite pseudomorphs in the Crato Formation (Early Cretaceous, Late Aptian–Early Albian), Araripe Basin, Northeast Brazil: further evidence for hypersalinity.** *Cretaceous Research*. 28 (4): 613-620. 2007

MATOS, R. M. D. **History of the northeastern Brazilian rift system: kinematic implications for the break-up between Brazil and West Africa.** In: *The Oil and Gas Habitats of the South Atlantic*, Cameron, N.R., Bate, R.H., Clure, V.S., (Eds.), Geological Society of London. London. 153: 55-73. 1999.

MAUTNER, A. K., LATIMER, A. E., FRITZ, U., & SCHEYER, T. M. **An updated description of the osteology of the pancake tortoise *Malacochersus tornieri* (Testudines:**

**Testudinidae) with special focus on intraspecific variation.** *Journal of morphology*. 278 (3), 321-333. 2017.

MEYLAN, P. A. **The phylogenetic relationships of soft-shelled turtles (family Trionychidae).** *Bulletin of the American Museum of Natural History*, New York. 186: 1-101. 1987.

MEYLAN, P. **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*. 16 (1): 20-33. 1996.

NEUMANN, V. H. & CABRERA, L. **Una Nueva Propuesta Estratigráfica para la Tectonosecuencia Post-Rifte de la Cuenca de Araripe, Nordeste de Brasil.** In: Simposio Sobre o Cretáceo do Brasil. Serra Negra. 5:279 – 285. 1999.

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*. Rio de Janeiro. 63: 523-528. 2005.

OLIVEIRA, G. R., & KELLNER, A. W. A. **Taxonomic status of *Araripemys "arturi"* Fielding, Martill & Naish, 2005 (Testudines, Pleurodira, Araripemydidae).** In: *Paleontologia: Cenários de Vida*. Rio de Janeiro. Interciência. 393-399. 2007.

OLIVEIRA, G. R. **Aspectos Tafonômicos de Testudines da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil.** *Anuário do Instituto de Geociências*, Rio de Janeiro. 30 (1): 83-93. 2007.

PINHEIRO, F. L., HORN, B. L. D., SCHULTZ, C. L., ANDRADE, J. A. F. G., SUCERQUIA, P. A. **Fossilized bacteria in a Cretaceous pterosaur headcrest.** *Lethaia*, 45: 495-499. 2012.

PONTE, F. C. & APPI, C. J. **Proposta de Revisão da Coluna Litoestratigráfica da Bacia do Araripe.** *Congresso Brasileiro de Geologia*. Anais. 1: 211 – 226. 1990

PONTE, F. C. **Sistemas deposicionais na Bacia do Araripe, nordeste do Brasil.** *Simpósio sobre as Bacias Cretáceas Brasileiras*, 2, Rio Claro, Resumos, UNESP: 81-84. 1992.

PONTE, F. C. & PONTE-FILHO, F. C. **Evolução Tectônica e Classificação da Bacia do Araripe.** *Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, Rio Claro. 4:123 – 133. 1996.

PRICE, L. **Quelônio amphichelydia no Cretáceo inferior do nordeste do Brasil.** *Revista Brasileira de Geociências*. 3: 84-96. 1973.

PRITCHARD, P. **A survey of neural bone variation among recent chelonian species, with functional interpretations.** *Acta Zool. Cracov.* 31 (26): 625-686. 1988.

PRITCHARD, P. **Evolution and structure of the turtle shell.** In J. Wyneken, M. Godfrey & V. Bels (Eds.), *Biology of turtles*. Boca Raton: CRC press. 45–83. 2008.

RHODIN, A. G. J., MITTERMEIER, R. A., & HALL, P. M. **Distribution, osteology, and**

**natural history of the Asian giant softshell turtle, *Pelochelys bibroni*. Papua New Guinea. *Chelonian Conservation and Biology*. 1 (1): 19-30. 1993.**

ROMANO, P. S. R., GALLO, V., RAMOS, R. R. C. & ANTONIOLI, L. ***Atolchelys lepida*, a new side-necked turtle from the Early Cretaceous of Brazil and the age of crown Pleurodira. *Biology Letters*. 10 (7). 2014.**

ROUGIER, G. W., DE LA FUENTE, M.S., & ARCUCCI, A. B. **Late Triassic turtles from South America. *Science*. 268: 855–858. 1995.**

SALISBURY, S. W., FREY, E., MARTILL, D. M., & BUCHY, M. C. **A new crocodylian from the Lower Cretaceous Crato Formation of north-eastern Brazil. *Palaeontographica*, Stuttgart. 270, Lfg. 1-3, p. 3 – 47. 2003.**

SCHOCH, R. R., & SUES, H. **A Middle Triassic stem-turtle and the evolution of the turtle body plan. *Nature*. 523: 584-587. 2015.**

SERENO, P. C., & ELSHAFIE, S. J. **A new long-necked turtle, *Laganemys tenerensis* (Pleurodira: Araripemydidae), from the Elrhaz Formation (Aptian–Albian) of Niger. *Morphology and evolution of turtles*. Springer. 215-250. 2013.**

SHEIL, C. A., & GREENBAUM, E. **Reconsideration of skeletal development of *Chelydra serpentina* (Reptilia: Testudinata: Chelydridae): evidence for intraspecific variation. *Journal of Zoology*. 265 (3): 235-267. 2005.**

SILVA, M. A. M da. **Lower Cretaceous unconformity truncating evaporite-carbonate sequence, Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, 16 (3): 306-310. 1986.**

SILVA, H. P., & KELLNER, A. W. A. **A combinação de técnicas na preparação de vertebrados fósseis: o exemplo de *Thalassodromeus sethi* (Pterosauria, Tapejaridae). In: Gallo, V.; Brito, P. M.; Silva, H. M. A.; Figueiredo, F. J.. (Org.). *Paleontologia de Vertebrados: Grandes Temas e Contribuições Científicas*. Interciência. 193-301. 2006.**

TOOMBS, H. A. & RIXON, A. E. **The Use of Acids in the Preparation of Vertebrate Fossils. *Curator: The Museum Journal*. 2: 304–312. 1959.**

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

VIANA, M. S. S. & NEUMANN, V. H. L. **Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo. In: SIGEP, Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília. 113 – 120. 2002.**