



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

JANIELE CRUZ SANTOS

DESCRIÇÃO DE UM NOVO ESPÉCIME DE PTEROSSAURO
(PTERODACTYLOIDEA, TAPEJARIDAE) DA FORMAÇÃO CRATO, CRETÁCEO
INFERIOR DA BACIA DO ARARIPE (CE, BRASIL)

FORTALEZA

2020

JANIELE CRUZ SANTOS

DESCRIÇÃO DE UM NOVO ESPÉCIME DE PTEROSSAURO (PTERODACTYLOIDEA,
TAPEJARIDAE) DA FORMAÇÃO CRATO, CRETÁCEO INFERIOR DA BACIA DO
ARARIPE (CE, BRASIL)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Sedimentar e Paleontologia.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Costa Fortier.

FORTALEZA

2020

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)

- S235d Santos, Janiele Cruz.
Descrição de um novo espécime de pterossauro (Pterodactyloidea, Tapejaridae) da Formação Crato, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe (CE, Brasil) / Janiele Cruz Santos. – 2020.
71 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Fortaleza, 2020.
Orientação: Prof. Dr. Daniel Costa Fortier .
1. Pterosauria. 2. Osteologia. 3. Mesozóico. I. Título.

CDD 551

JANIELE CRUZ SANTOS

DESCRIÇÃO DE UM NOVO ESPÉCIME DE PTEROSSAURO (PTERODACTYLOIDEA,
TAPEJARIDAE) DA FORMAÇÃO CRATO, CRETÁCEO INFERIOR DA BACIA DO
ARARIPE (CE, BRASIL)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Geologia. Área de concentração: Geologia Sedimentar e Paleontologia.

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Daniel Costa Fortier (Orientador)
Universidade Federal do Piauí - Campus Amílcar Ferreira Sobral (UFPI)

Profa. Dra. Karla Janaína Gonçalves Leite
Museu do Ceará

Prof. Dr. Felipe Pinheiro Lima
Universidade Federal do Pampa - Campus São Gabriel (UNIPAMPA)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por ter chegado até aqui.

Durante esses dois anos de mestrado algumas pessoas sempre estiveram presentes em minha vida, outras passaram e umas permaneceram até aqui. Contribuindo assim, para o meu crescimento pessoal e acadêmico. Expresso aqui, em poucas palavras minha gratidão a elas.

A minha mãe Maria Nilda e irmã Gisele Cruz, por todo apoio e amor durante toda minha vida. Ao meu sobrinho Levi, pela alegria que nos proporciona.

Aos demais familiares que torceram por mim.

Ao meu orientador Daniel Costa Fortier, primeiramente por ter aceito a orientação, pela ajuda, correções, conselhos e paciência. E mesmo a distância se fez presente.

A Artur André, superintendente da Agência Nacional de Mineração (ANM) antigo (DNPM) escritório Crato, por disponibilizar o material para pesquisa.

A Maria Eduarda, por ter me inserido no mundo da paleontologia, pela ajuda no início dessa etapa e consecução de material para pesquisa.

As paleontólogas Karla Janaína e Dayanne Abreu pela amizade, apoio em momentos difíceis do mestrado, conselhos, sugestões, correções e referências bibliográficas fornecidas.

Aos membros Marcus André e Karla Janaína que compuseram a banca do meu exame de qualificação, pelas valiosas contribuições para essa dissertação.

A bióloga Lucieny Raquel e ao geólogo Joel Pedrosa, pela paciência, ajuda e todos os ensinamentos durante a preparação do material, como também, o fornecimento de equipamentos. Sem vocês essa etapa não teria sido possível.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Geologia - UFC, por todo conhecimento compartilhado. A coordenadora da pós-graduação Profa. Dra. Cynthia Romariz, por todo apoio durante a concessão de empréstimo do material para pesquisa, e pelos esclarecimentos sobre o funcionamento do programa.

Ao Professor Marcio Mendes, pela disponibilidade do Laboratório de Paleontologia da UFC.

A Central Analítica da Física - Universidade Federal do Ceará, pelas análises de amostras feitas em MEV.

Ao amigo João Cássio pela ilustração feita do material.

Aos paleontólogos Taissa Rodrigues e Rodrigo Pêgas pelas referências bibliográficas para pterossauros disponibilizadas.

As contemporâneas de pós-graduação, Rayane, Dayse e em especial a Adriana Trajano, pela ajuda na confecção das fotos do material e pelas várias discussões acadêmicas.

A bióloga Milena Dantas pela amizade, desde a graduação acompanha minha trajetória acadêmica, mesmo distante emana suas energias positivas.

A geóloga Camila Praxedes, por toda amizade, pelos momentos bons e ruins compartilhados durante essa etapa da minha vida. A geografa Aline Moreira, pelas conversas, incentivo e além de tudo, mais do que eu, achar meus projetos muito bons.

Aquelas pessoas que conheci no Programa de Pós Graduação em Geologia da - UFC e em Fortaleza, por uma coisa e outra. A Valdete Lira, Katia, Amanda, Saulo, Cleantony, Irineuldo, Pâmela, Lana, Vália, Dayme, Cassiano, Samara, Fábio e Agnaldo.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil - (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Nunca deixe que lhe digam que não vale a
pena

Acreditar no sonho que se tem

Ou que seus planos nunca vão dar certo

Ou que você nunca vai ser alguém...

Se você quiser alguém em quem confiar

Confie em si mesmo

Quem acredita sempre alcança...”

Flavio Hugo Venturini / Renato Russo

RESUMO

Pterosauria é um grupo de vertebrados extintos que viveram durante a Era Mesozoica. Esses arcossauros tiveram sua primeira ocorrência datada do Triássico Superior e viveram até o final do Cretáceo. São divididos tradicionalmente em dois grandes grupos: Rhamphorhynchoidea (basais, parafilético) e os Pterodactyloidea (mais derivados, monofilético). Para a Bacia do Araripe, localizada no Nordeste do Brasil, até o momento 30 espécies de pterossauros foram descritas. A Formação Crato apresenta uma sequência carbonática espessa, finalmente laminada de origem lacustre, reconhecida internacionalmente por possuir um registro fossilífero abundante e bem diversificada. Há uma fauna diversa de invertebrados e vertebrados, representada por artrópodes, pequenos peixes, anfíbios, lagartos e pterossauros. Este trabalho tem como objetivo realizar a descrição osteológica de um novo espécime de pterossauro. A partir das análises feitas, foram apresentadas características morfológicas pertencentes a família dos Tapejaridae. As informações presentes nesta pesquisa ampliam o conhecimento sobre a anatomia pós-craniana deste grupo para a Bacia do Araripe.

Palavras-chave: Pterosauria. Osteologia. Mesozóico.

ABSTRACT

Pterosauria is a group of extinct vertebrates that lived during the Mesozoic Era. These archosaurs had their first occurrence dating back to the Upper Triassic and lived until the end of the Cretaceous. They are traditionally divided into two major groups: Rhamphorhynchoidea (basal, paraphyletic) and Pterodactyloidea (more derived, monophyletic). For the Araripe Basin, located in the Northeast of Brazil, so far 30 species of pterosaurs have been described. The Crato Formation presents a thick, finally laminated carbonate sequence of lacustrine origin, internationally recognized for having an abundant and well diversified fossil record. There is a diverse fauna of invertebrates and vertebrates, represented by arthropods, small fish, amphibians, lizards and pterosaurs. This work aims to describe the osteology a new specimen of pterosaur. From the analyses, morphological characteristics belonging to the Tapejaridae family were presented. The information present in this research increases the knowledge about the post-cranial anatomy of this group to the Araripe Basin.

Keywords: Pterosauria. Osteology. Mesozoic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa geológico e de localização da Bacia do Araripe.....	17
Figura 2 - Esquema litoestratigráfico da Bacia do Araripe.....	18
Figura 3 - (A) Formação Crato, vista geral de frente de lavra em Nova Olinda - CE, exibindo calcários laminados na parte inferior e sucessão de arenitos com folhelhos interestratificados na parte superior. (B) Calcários finamente laminados micríticos, com marcada ritimicidade em alguns intervalos.....	21
Figura 4 - Exemplos de fósseis (A) Camarão <i>Cratolirion bognerianum</i> . (B) Pterossauro, <i>Ludodactylus Sibbicki</i> . (C) Pteridófitas, <i>Ruffordia</i> sp.....	21
Figura 5 - Escavação principal do Parque dos pterossauros. É possível observar as concreções calcárias encaixadas nos folhelhos indicadas pelas setas.....	23
Figura 6 - Exemplos de fósseis. Concreções típicas da Formação Romualdo do Grupo Santana. (A) uma concreção dividida com uma amostra de <i>Notelops</i> sp. em que tecido mole extenso (branco) é preservado. (B) uma concreção prévia à preparação descreve bem o peixe fechado, neste caso uma amostra de <i>Pycnodont Neoprosclinetes</i> sp.....	24
Figura 7 - Exemplos de fósseis. Concreções típicas da Formação Romualdo do Grupo Santana. (A) uma concreção dividida com uma amostra de <i>Notelops</i> sp. em que tecido mole extenso (branco) é preservado. (B) uma concreção prévia à preparação descreve bem o peixe fechado, neste caso uma amostra de <i>Pycnodont Neoprosclinetes</i> sp.....	24
Figura 8 - Esquema indicando as diferenças morfológicas surgidas ao habito aéreo, nos tetrápodes em diferentes períodos da história evolutiva. Em escuro, os ossos do membro anterior de cada um, observe que o pterossauro tem um quarto dígito muito longo, sustentando a membrana alar. A: Pterossauro, B: Ave, C: Mamífero.(Morcego).....	26
Figura 9 - Cladograma de Arcossauros.....	27
Figura 10 - (A) Exemplo de Rhamphorhynchoidea, 1 - abertura separadas entre as fenestras nasais e anterorbitais. 2 - presença de dentes em toda extensão das maxilas. 3 - presença de costelas nas vértebras cervicais medianas. 4 - metacarpais relativamente curtos e 5 - cauda longa. (B) Exemplo de Pterodactyloidea, 1 - confluência entre as fenestras nasais e anterorbitais. 2 - a	

presença de dentes podem estar concentrados em regiões específicas ou, até mesmo, ausentes. 3 - alongamento dos metacarpais, 4 - cauda reduzida e 5 - redução do quinto dígito do membro posterior.....	28
Figura 11 - Diversidade de cristas sagitais de Pterodactyloidea.....	30
Figura 12 - Imagem do primeiro fóssil de pterossauro conhecido pela ciência registrado na literatura.....	31
Figura 13 - Cladograma temporal simplificado de Pterossauros.....	33
Figura 14 - (A) Holótipo de <i>Anhanguera blittersdorffi</i> (MN 4805-V), (B) material referido (n.40 Pz-DBAV-UERJ) espécimes em vista lateral.....	34
Figura 15 - Exemplo de fóssil, (Tapejaridae) holótipo de <i>Tapejara wellnhoferi</i> (MN9565-V), descrito por Kellner (1989). O espécime está exposto em vista lateral.....	35
Figura 16 - Material fóssil. (A), esqueleto apendicular incompleto. (B), parte do rádio esquerdo (C), contraparte do fêmur direito.....	38
Figura 17 - Preparação do material.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS INSTITUCIONAIS

ANM	Agencia Nacional de Mineração
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineração
MEV	Microscopia Eletronica de Varredura
UFC	Universidade Federal do Ceará
UFPI	Universidade Federal do Piauí
UNIPAMPA	Universidade Federal do Pampa

LISTA DE ABREVIATURAS ANATÔMICAS

I	Primeiro dígito do pedal
II	Segundo dígito do pedal
III	Terceiro dígito do pedal
IV	Quarto dígito do pedal
c	Corpo
ca	Cabeça
co	Colo
CF	Contra parte do fêmur direito
F	Fêmur
fa	Falange ungueal
MTAR	Metatarsos
pf	Fóvea da cabeça
PH1D4	Primeira falange do dígito IV manual
PH2D4	Segunda falange do dígito IV manual
RD	Rádio
R	Parte do Rádio
T	Tíbia
tma	Trôcante maior
UL	Ulna

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Contexto geológico da Bacia do Araripe	17
3.2	Considerações geológicas e paleontológicas do Grupo Santana	20
3.3	Os Pterosauria	25
3.3.1	<i>Características gerais</i>	25
3.4	Pterossauros do Grupo Santana da Bacia do Araripe	31
3.4.1	<i>Anhangueridae</i>	33
3.4.2	<i>Tapejaridae</i>	34
4	MATERIAIS E MÉTODOS	35
4.1	Preparação	37
4.2	Taxonomia e sistemática paleontológica	37
5	RESULTADOS (ARTIGO)	38
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS	64
	ANEXO A – TABELA COM NOMES PROPOSTOS PARA PTEROSAUIROS DA BACIA DO ARARIPE	72

1 INTRODUÇÃO

A pesquisa dos primeiros vertebrados a alcançarem voo ativo, os pterossauros, tem despertado curiosidade dos paleontólogos, ganhando assim interesse. No Brasil, o registro desses arcossauros já foram encontrados em diferentes regiões como Formação Gramame (Bacia da Paraíba), Formação Alcântera (Bacia São Luís – Grajaú, Maranhão), Bacia do Recôncavo na Bahia, Bacia do Paraná no Paraná e (Grupo Santana, Bacia do Araripe) no Ceará. Entretanto, a Bacia do Araripe, localizada principalmente no estado do Ceará, Nordeste do país, destaca-se nos achados desse grupo extinto, onde possui uma rica fauna desses animais com aproximadamente 30 espécies descritas (e.g. PINHEIRO, 2014). O Grupo Santana tem evidência marcante de dois clados, Anhagueridae e Tapejaridae (KELLNER, 2006; LEAL *et al.*, 2018).

Os Tapejaridae, geograficamente são distribuídos pelo mundo, sendo um grupo que fortemente aparece no Brasil. O clado sugiu no fim do Jurássico, porém, foi entre o Cretáceo inferior para a metade do Cretáceo (Aptiano/Albiano) que sua grande diversificação aconteceu (KELLNER, 2006).

Os pterossauros da Bacia do Araripe são descritos em sua maioria por material craniano. Na Bacia, há presença de material pós craniano desses fósseis, entretanto, ainda são poucos estudados e conhecidos. Portanto, o presente estudo, sobre a osteologia pós-craniana de um novo espécime de pterossauro, permitirá ampliar o conhecimento sobre a fauna deste grupo, bem como, contribuir com o conhecimento sobre a diversidade morfologia e anatomia pós-craniana do grupo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar a descrição osteológica de um novo espécime de pterossauro da Formação Crato, Grupo Santana - Bacia do Araripe.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar o espécime com material osteológico já descrito na literatura para pterossauros;
- Contribuir com novas informações para a diversidade de pterossauro do Grupo Santana.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

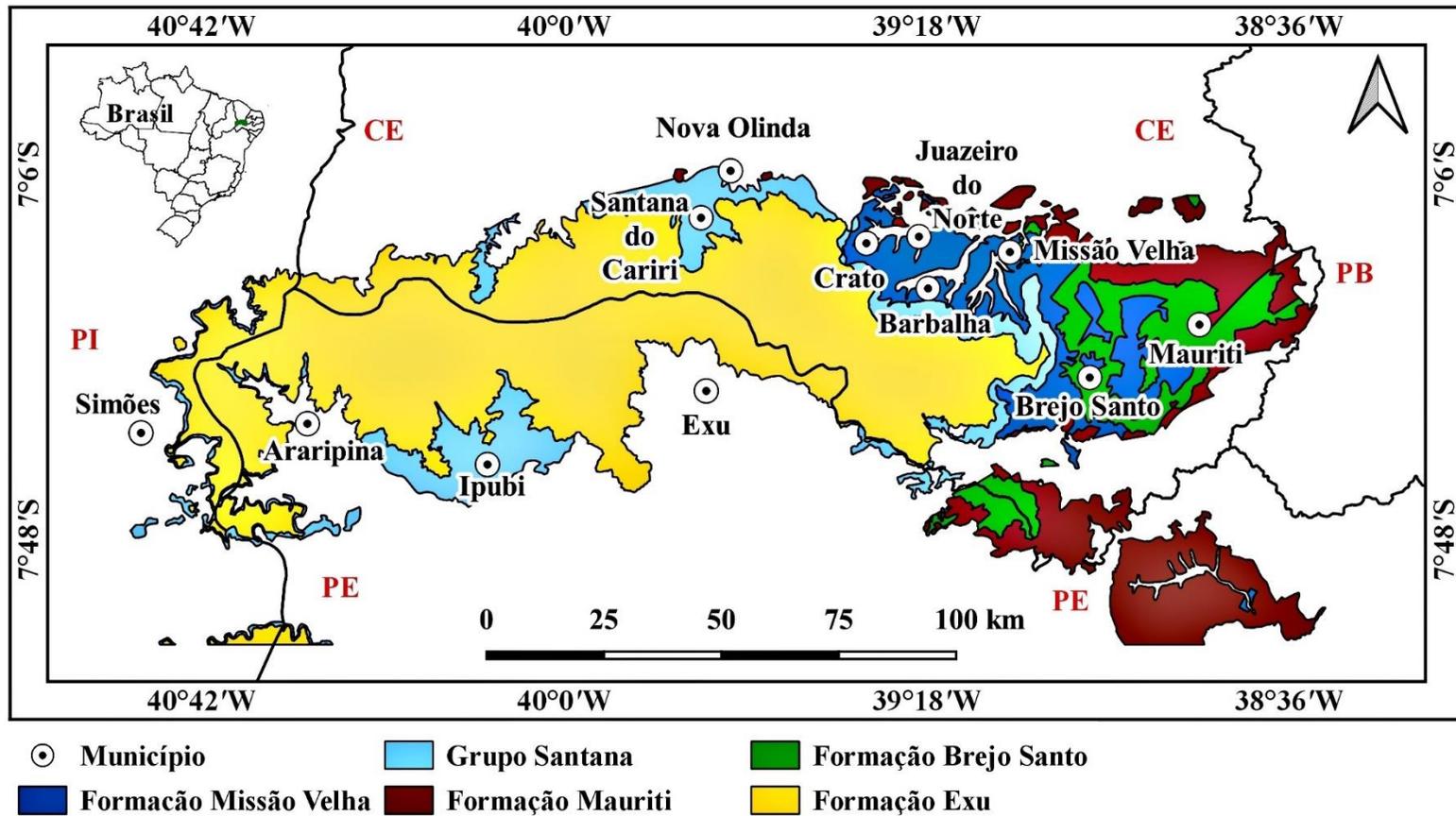
3.1 Contexto geológico da Bacia do Araripe

A Bacia do Araripe está localizada no Nordeste do Brasil, abrangendo parte de três estados: sul do Ceará, noroeste de Pernambuco e o leste do Piauí (MARTILL, 1988; ASSINE 1994; ARAI *et al.*, 2004, HEIMHOFER, 2010). Está inserida em terrenos Pré-Cambrianos situados ao Sul da Zona de Cisalhamento de Patos (PONTE; APPI 1990; ASSINE *et al.*, 2014), sendo a mais extensa das bacias interiores do Nordeste. Sua área de ocorrência não se limita à Chapada do Araripe, estendendo-se também pelo Vale do Cariri, em um total de aproximadamente 9.000 km², apresentando uma história geológica bastante complexa, por ser caracterizada por uma evolução poli-histórica (Fig. 01) (ASSINE, 1992; ASSINE, 2007; ASSINE *et al.*, 2014).

Em 1913, Small realizou o primeiro estudo de descrição em detalhe da coluna estratigráfica do Araripe, dividindo a sua estratigrafia em quatro unidades: Conglomerado Basal, Arenito Inferior, Calcário Santana e Arenito Superior (ASSINE, 1992; CHAGAS, 2006). Entretanto, a subdivisão litoestratigrafia dessas rochas tem sido bastante debatida por diversos autores (e.g. BEURLLEN, 1962, 1963 1971; BRITO, 1990; MARTILL; WILBY, 1993; PONTE; APPI 1990; PONTE; PONTE FILHO, 1996; NEUMANN; CABRERA, 1999; ASSINE, 2007) (PONTE; APPI, 1990; MARTILL, 2007; CAMACHO; OLIVEIRA, 2017).

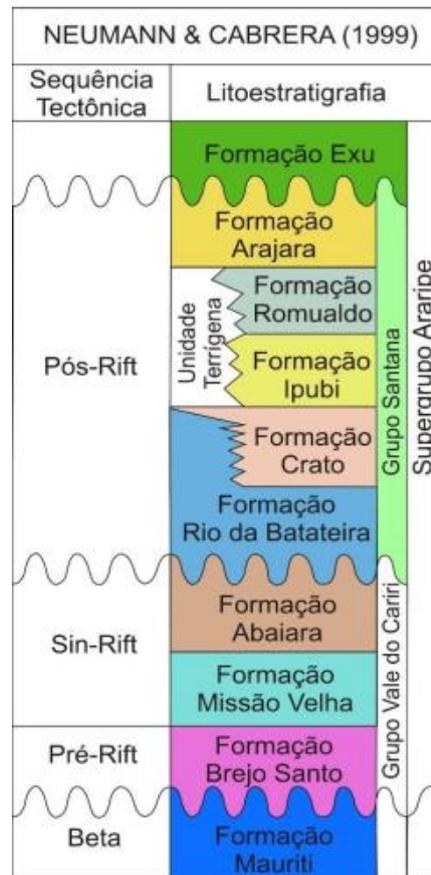
Nesta dissertação será utilizada a classificação litoestratigráfica proposta por Neumann e Cabrera (1999), atualmente a mais utilizada (Fig. 02). Segundo ASSINE *et al.*, 2014 nessa divisão litoestratigrafica, os autores fizeram uma nova subdivisão para a Tectono-Sequência Pós-Rifte, elevando a categoria de Formação aos Membros Crato, Ipubi e Romualdo, inserindo-as com as Formações Rio da Batateira e Arajara, no Grupo Santana. O grupo Vale do Cariri, Grupo Santana e a Formação Exu formam o Supergrupo Araripe. A Formação Mauriti foi excluída do Supergrupo por retratar uma história deposicional distinta (ASSINE *et al.*, 2014).

Figura 01: Mapa geológico e de localização da Bacia do Araripe.



Fonte: Adaptado de ASSINE *et al.*, 2014. Base de dados disponibilizados pelo Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) Elaborado com software livre QGIS, 2020. Datum sigaas 2000.

Figura 02: Esquema litoestratigráfico da Bacia do Araripe.



Fonte: Retirado de SOUSA (2018).

Na base da coluna litoestratigráfica está a Formação Mauriti (Fig. 02), composta por arenitos de coloração clara (brancos, acinzentados ou amarelos grosseiros, angulares) mal selecionados com níveis conglomeráticos. Essa formação repousa sobre o Complexo do Embasamento sendo sobreposta discordantemente pela Formação Brejo Santo, de idade neojurássica (PONTE; APPI, 1990). É considerada afossilífera e em função a semelhança litológica com a Formação Tacaratu (Bacia de Tucano-Jatobá) (ASSINE, 2007). Em 1966, Braun atribuiu idade paleozóica para essa formação; seguindo uma mesma linha de raciocínio, em 1972, Ghignone estabeleceu tais unidades correlatas ao Grupo Serra Grande, defendendo que inteiramente faziam parte da Bacia do Parnaíba, que no Siluriano estendia-se muito além do seu atual limite oriental. Essa proposta foi adotada por diversos autores, como Caputo e Crowell (1985). Entretanto, a idade paleozóica foi questionada por Carvalho, Viana e Lima-Filho (1995), sugerindo idade Cretáceo inferior para essa formação mediante a constatação de pegadas de dinossauros em estratos da unidade, que geralmente são encontradas em rochas do Jurássico e Cretáceo (CARVALHO *et al.*, 1995; ASSINE, 2007; ARAI, 2007).

O Grupo Vale do Cariri as formações Brejo Santo, Missão Velha e Abaiara, possuem idade neojurássica a eocretácica, marcando os primeiros registros da primeira fase de sedimentação continua na bacia. Representando a Tectono-Sequencia Pré-Rifte está à Formação Brejo Santo e Missão Velha (Fig. 02) (PONTE; APPI, 1990; PORTELA *et al.*, 2017). A Formação Brejo Santo é constituída por sedimentos continentais vermelhos, predominando folhelhos argilitos e siltitos de origem lacustre rasa, arenitos finos e médios de origem fluvial e secundariamente eólica. Já a Formação Missão Velha é formada por arenitos de origem fluvial, com granulação predominante grosseira (PONTE; APPI, 1990).

A Tectono-Sequencia Sin-Rifte (Fig. 02) é representada pela Formação Abaiara, composta por arenitos finos, argilosos, friáveis, laminados, siltitos e folhelhos que variam entre as cores, amarelo, avermelhado, cinza e esverdeado, a litologia desta formação indica um ambiente lacustre raso e fluvial (PONTE; APPI, 1990).

A Tectono-Sequência Pós-Rifte (Fig. 02) compreende a formação Exu, e as formações Rio Batateira, Crato, Ipubi, Romualdo e Arajara no qual compõe o Grupo Santana, que serão detalhadas ainda neste trabalho. A Formação Exu, com idade Albiana, Cenomaniana é constituída por uma sequencia monótona de arenito vermelho, friáveis e argilosos, de granulometria variável geralmente caulínicos. Essa formação que não apresenta evidências de perturbações tectônicas recobre o Grupo Santana e tem se mostrado afossífera (PONTE; APPI, 1990; PONTE; MEDEIROS; PONTE FILHO, 2001).

3.2 Considerações geológicas e paleontológicas do Grupo Santana

Entre as unidades que compõe a sequência sedimentar do Araripe está o Grupo Santana, que faz parte da Sequência Pós-Rifte (Fig. 02). Neste grupo estão as Formações Rio Batateira, Crato, Ipubi, Romualdo e Arajara. As Formações Crato e Romualdo são reconhecidas internacionalmente por apresentarem depósitos do tipo *Lagerstätten*, possuindo um rico conteúdo fóssilífero com uma excelente preservação destes fósseis (ARAI *et al.*, 2004; PORTELA *et al.*, 2017). Em tais espécimes fósseis, formas tridimensionais e detalhes de microestruturas são mantidas, muitas vezes permitindo uma reconstrução da morfologia original com minuciosidade (ARAI *et al.*, 2004; ASSINE *et al.*, 2014). O material de estudo deste trabalho encontra-se preservado no calcário laminado da Formação Crato.

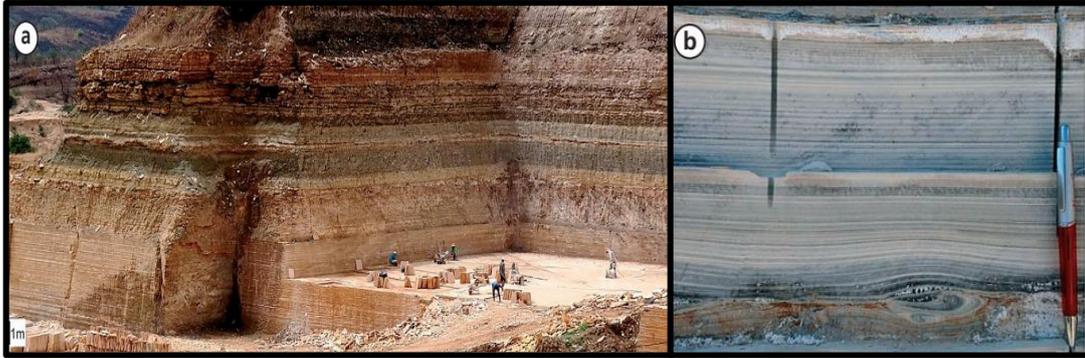
A Formação mais antiga do Grupo Santana é a Formação Rio Batateira, que se inicia com espessos bancos de arenitos brancos e amarelos, médios e grosseiros, mal selecionados, com estratificações cruzadas. Também ocorrem, em menor frequência, arenitos finos, brancos, limpos e laminados. As camadas de folhelhos com laminas carbonáticas marcam a determinação do sistema lacustre da Bacia do Araripe (PONTE; APPI, 1990; NEUMANN; CABRERA 1999; TEIXEIRA *et al.*, 2017). As camadas, principalmente dos folhelhos betuminosos, são fossilíferos. Há fragmentos de peixes, conchostráceos, ostracodes. O intervalo superior a Formação Rio Batateira, entre os folhelhos e calcários laminados da Formação Crato é um indicativo da transição Aptiano-Albiano para a Bacia (PONTE; APPI, 1990; NEUMANN; CABRERA 1999).

Na sequência vem a Formação Crato, cuja sua principal característica uma sequência carbonática espessa, representado por bancos de calcários cremes, com restos de algas com intercalações de argilitos carbonáticos laminados e níveis pelíticos betuminosos, depositados em um ambiente lacustre (Fig. 03) (KELLNER, 1987; NEUMANN; CABRERA 1999; ARAI *et al.*, 2004).

Os depósitos lacustres são constantemente relacionados a uma riqueza extraordinária de biota fóssil bem preservada e oferecem informações importantes sobre a fauna e a flora do passado (HEIMHOFER *et al.*, 2010). A excelente preservação dos fósseis do Crato propõe que a deposição e fossilização dos organismos ocorreram sobre ótimas condições deposicionais, além disso, pode-se observar nestes espécimes estruturas delicadas bem preservadas, como antenas e asas de insetos, bem como tecidos moles agregados a restos de vertebrados (HEIMHOFER *et al.*, 2010).

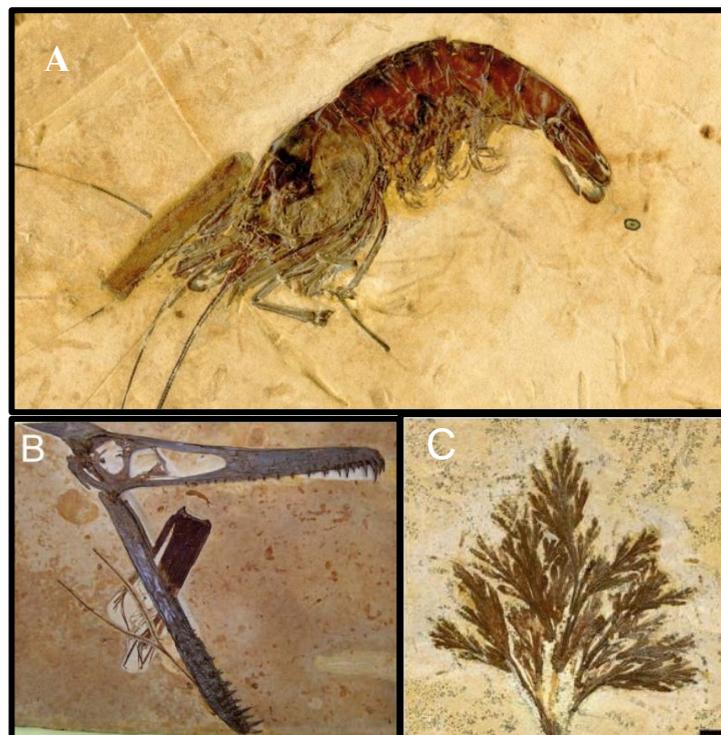
A Formação Crato tem seu registro fossilífero abundante e bem diversificado, há uma fauna diversa representada por invertebrados, vertebrados e plantas (Fig.04). São exemplos os ostracodes, crustáceos, aracnídeos, coníferas, pequenos peixes, anfíbios, lagartos, pterossauros, aves e crocodilos (ARAI *et al.*, 2004; FREY *et al.*, 2003 ASSINE, 2007; HEIMHOFER *et al.*, 2010; ASSINE *et al.*, 2014; LEITE; FORTIER, 2018).

Figura 03: (A) Formação Crato, vista geral de frente de lavra em Nova Olinda - CE, exibindo calcários laminados na parte inferior e sucessão de arenitos com folhelhos interestratificados na parte superior. (B) Calcários finamente laminados micríticos, com marcada ritimicidade em alguns intervalos.



Fonte: Modificado de ASSINE *et al.*, (2014).

Figura 04: Exemplos de fósseis (A) Camarão *Cratolirion bognerianum*. (B) Pterossauro, *Ludodactylus Sibbicki*. (C) Pteridófitas, *Ruffordia* sp.



Fonte: (A) Modificado de VAREJÃO *et al.*, (2019). (B) Modificado de PINHEIRO, (2014). (C) Modificado de LEITE, (2013).

Sobre os calcários laminados da Formação Crato situa-se a Formação Ipubi composta principalmente por gipsita e anidrita, com leitos de folhelhos escuros intercalados. Suas

camadas de gipsita possui espessura máxima de 30 metros, e apesar de haver várias ocorrências em toda a bacia, tais camadas de gipsita concentram-se, sobretudo, na porção oeste de Ipubi a Araripina (Pernambuco) (ASSINE, 1992; PONTE; APPI, 1990; NEUMANN; CABRERA, 1999). No intervalo de suas camadas há intercalações de folhelhos betuminosos abundantes em fragmentos vegetais carbonizados e ostracodes não-marinhos, apesar disto seu conteúdo fóssilífero ainda é pouco conhecido (ASSINE, 1992; PONTE; APPI, 1990; NEUMANN; CABRERA, 1999).

A Formação Romualdo é caracterizada por ampla gama de litologias (conglomerados estratificados, arenitos finos a grossos, calcários laminados, margas, folhelhos, calcários coquinoídeos e coquinas), formando uma sequência de 8 a 15 metros de espessura. Tipicamente, suas concreções variam em tamanho entre 20 cm e 40 cm em média, sendo abundantes em fósseis (Fig. 05) (ARAI *et al.*, 2004; MARTILL, 2007; TEIXEIRA *et al.*, 2017).

Figura 05: Escavação principal do Parque dos pterossauros. É possível observar as concreções calcárias encaixadas nos folhelhos indicadas pelas setas.



Fonte: Modificado de MOURA-FÉ (2016).

Sua assembleia fóssilífera é composta por vertebrados como Osteichthyes, Pterosauria, Testudines, Crocodylomorpha e Dinosauromorpha, invertebrados como Artrópodes e

Moluscos, vegetais como Gimnospermas, microfósseis como grãos de pólen, esporos e ostracodes (Fig. 06 e 07) (KELLNER, 1987; CARVALHO; VIANA, 1993; ARAI *et al.*, 2004; MARTILL, 2007; ASSINE, 2007; ASSINE *et al.*, 2014).

Figura 06: Exemplos de fósseis. Concreções típicas da Formação Romualdo do Grupo Santana. (A) uma concreção dividida com uma amostra de *Notelops sp.* em que tecido mole extenso (branco) é preservado. (B) uma concreção prévia à preparação descreve bem o peixe fechado, neste caso uma amostra de Pycnodont, *Neoprosclinetes penalvai sp.*

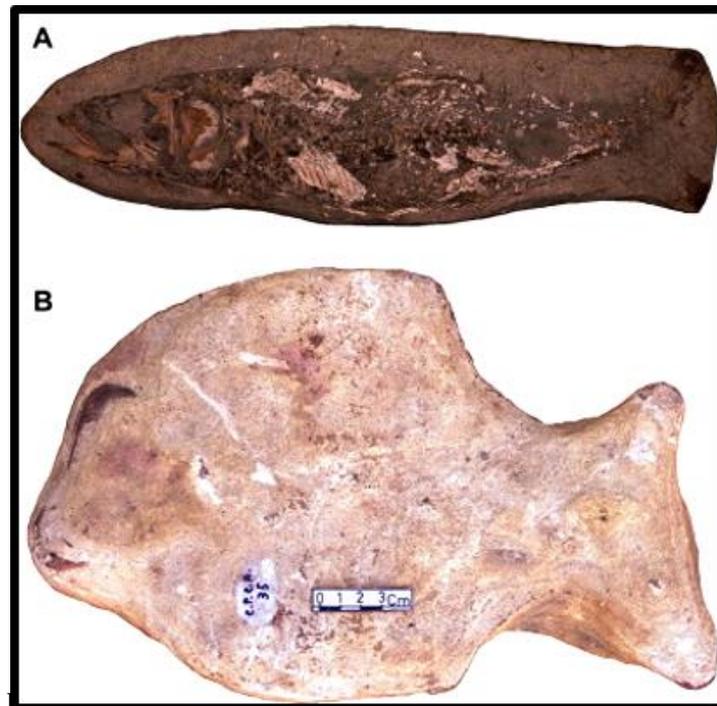


Figura 07: Exemplo de um crânio fóssil de Pterossauro *Tropeognathus mesembrinus* da Formação Romualdo do Grupo Santana.



Fonte: Modificado de BANTIM (2013). Escala 50mm.

A última unidade do Grupo Santana, a Formação Arajara, é uma sequência de siltitos, argilitos e arenitos finos argilosos, bem estratificados exibindo estruturas sedimentares do tipo marcas onduladas, laminadas cruzadas e eventualmente, estruturas de fluidização. A coloração predominante de seus sedimentos são os tons de vermelho e amarelo. Sobre a Formação Arajara repousa a Formação Exu (PONTE; APPI, 1990; NEUMANN; CABRERA, 1999).

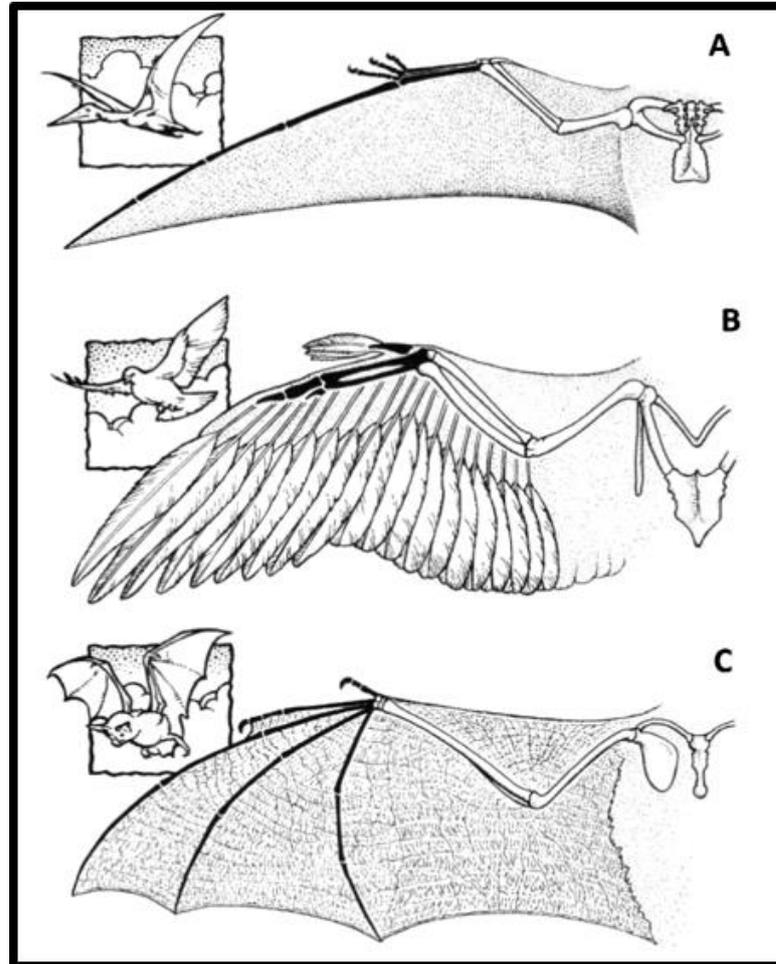
3.3 Os Pterosauria

3.3.1 Características gerais

Algumas mudanças no modo de vida levaram a modificações no plano corporal de tetrápodes, sendo acontecimentos macroevolutivos raros na história evolutiva destes animais (PINHEIRO, 2014; PINHEIRO *et al.*, 2011). Nos vertebrados, são conhecidos apenas três grupos que conquistaram o ambiente aéreo, os pterossauros, aves e morcegos, seguindo essa ordem cronológica. Porém, estes grupos não possuem um parentesco próximo surgindo em tempo geológicos diferentes, alçando o voo através de mudanças morfológicas diferentes entre eles, basicamente por modificações extremas dos membros anteriores (PINHEIRO, 2014; PINHEIRO *et al.*, 2011).

Pterosauria é um clado composto por arcossauros voadores (do grego *pterus* = asa e *sauria* = lagarto). A mais evidente mudança desse grupo é o alongamento do quarto dígito (IV) que forma a base para a membrana alar, onde os membros anteriores são compostos deste dígito alar e mais três dígitos de comparativamente pequena dimensão e um osso chamado pteróide. Esse grupo possui uma pronunciada pneumatização de seu esqueleto axial e apendicular, tendo paredes ósseas finas, desconhecidas em qualquer grupo tetrápode (Fig. 08) (WELLNHOFER, 1970; KELLNER, 2006).

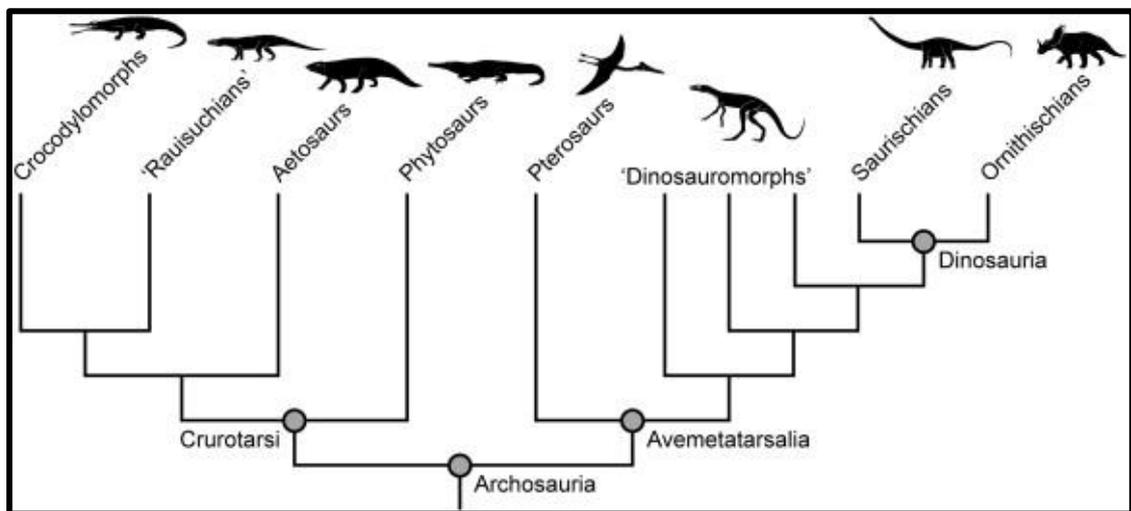
Figura 08: Esquema indicando as diferenças morfológicas surgidas ao hábito aéreo, nos tetrápodes em diferentes períodos da história evolutiva. Em escuro, os ossos do membro anterior de cada um, observe que o pterossauro tem um quarto dígito muito longo, sustentando a membrana alar. A: Pterossauro, B: Ave, C: Mamífero. (Morcego).



Fonte: Retirado de FASTOVSKY; WEISHAMPEL (2005).

Os Arcossauros apareceram no Triássico Médio e, dentro de um curto intervalo de tempo, passaram a dominar todas as faunas de grandes vertebrados para o restante do Mesozóico (SERENO,1991; SERENO, 1997; BENTON, 2004). Dividem-se em dois clados: Crurotarsi (crocodilos, jacarés e gaviás) e Avemetatarsalia (Pterosauria, Dinosauromorpha e Dinosauria composto por Saurischia e Ornithischia) (Benton, 1999) (Fig.09). Os pterossauros foram arcossauros que protagonizaram o voo ativo, suas modificações corporais levaram a esse sucesso evolutivo (SERENO,1991; SERENO, 1997; BENTON, 2004).

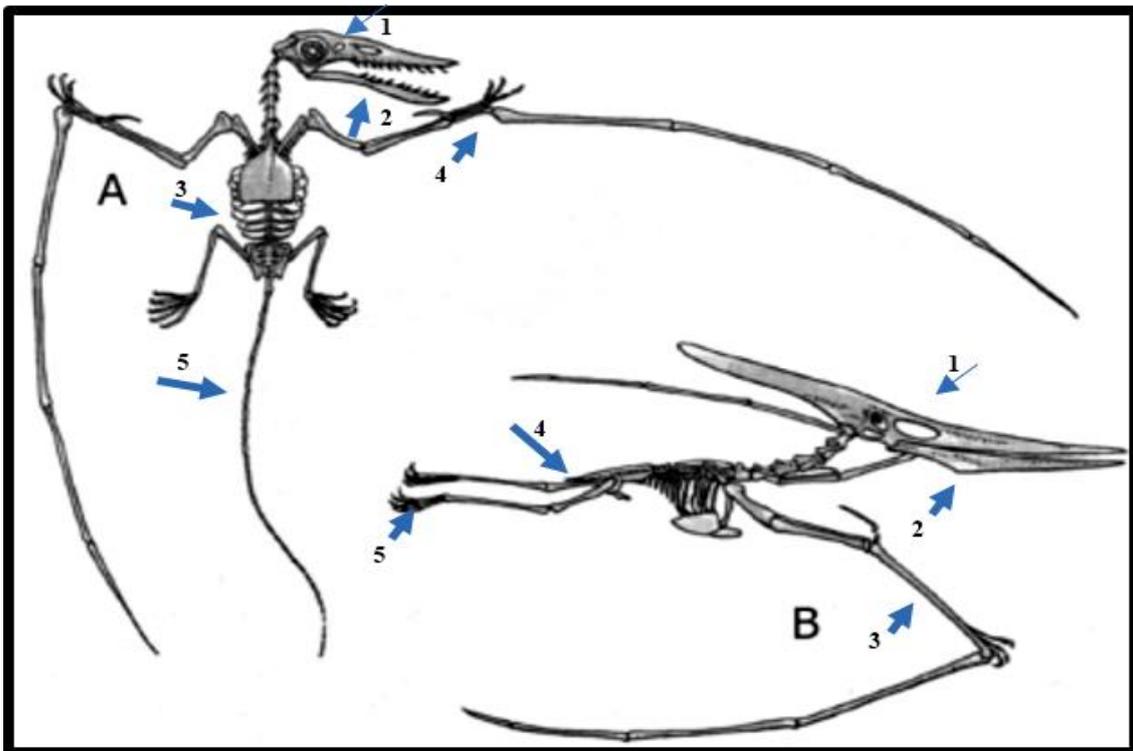
Figura 09: Cladograma de Arcossauros.



Fonte: Adaptado de BRUSATTE *et al.*, (2010).

Os pterossauros são vertebrados divididos tradicionalmente em dois grandes grupos: Rhamphorhynchoidea (basais, parafilético, conhecidos também por não-Pterodactyloidea) e Pterodactyloidea (mais derivados, monofilético). Ambos grupos possuem características esqueléticas específicas, como por exemplo nos Rhamphorhynchoidea a abertura entre as fenestras nasais e anterorbitais separadas, presença de dentes em toda extensão das maxilas, presença de costelas nas vértebras cervicais medianas, metacarpais relativamente curtos e cauda longa. Já em Pterodactyloidea pode-se destacar a confluência entre as fenestras nasais e anterorbitais, a presença de dentes podem estar concentrados em regiões específicas ou, até mesmo, ausentes, alongamento dos metacarpais, cauda reduzida e redução do quinto dígito do membro posterior (Fig.10) (CHATTERJEE; TEMPLIN, 2004; KELLNER, 2003 WITTON, 2013, PINHEIRO, 2014).

Figura 10: (A) Exemplo de Rhamphorhynchoidea, 1 - abertura separadas entre as fenestras nasais e anterorbitais. 2 - presença de dentes em toda extensão das maxilas. 3 - presença de costelas nas vértebras cervicais medianas. 4 - metacarpais relativamente curtos e 5 - cauda longa. (B) Exemplo de Pterodactyloidea, 1 - confluência entre as fenestras nasais e anterorbitais. 2 - a presença de dentes podem estar concentrados em regiões específicas ou, até mesmo, ausentes. 3 - alongamento dos metacarpais, 4 - cauda reduzida e 5 - redução do quinto dígito do membro posterior.

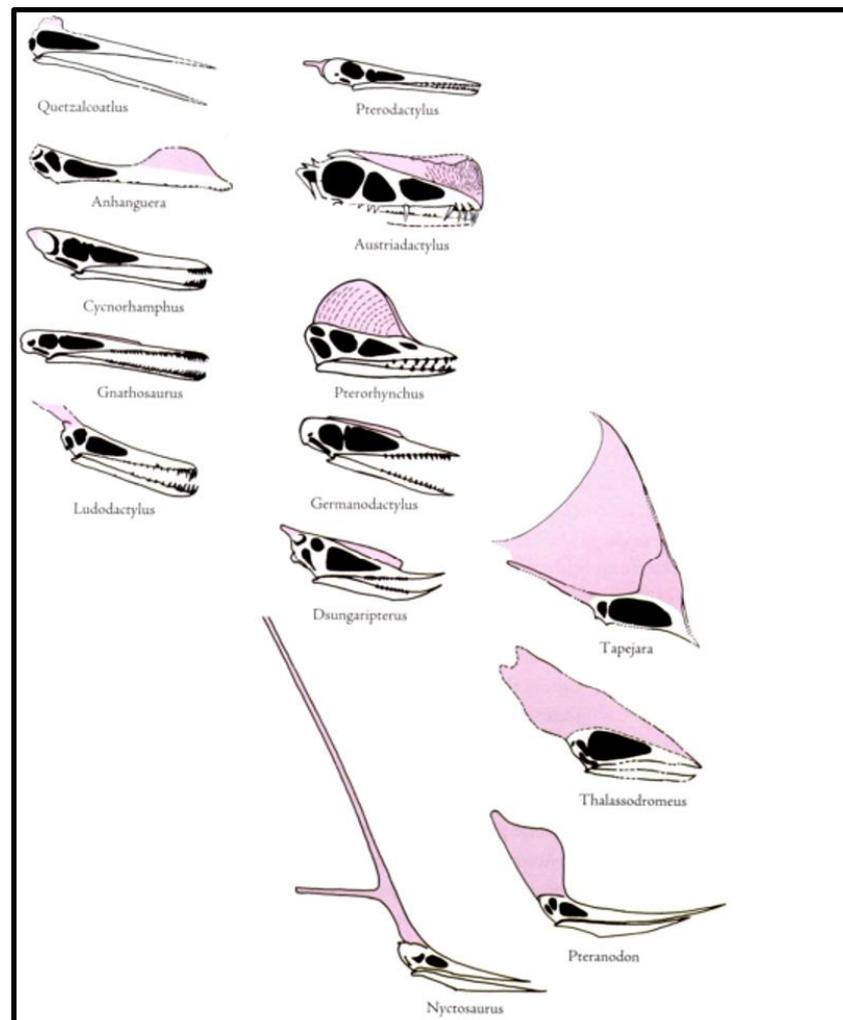


Fonte: Adaptado de POUGH *et al.*, (2008).

Por muito tempo achava-se que Rhamphorhynchoidea não possuíam cristas sagitais, no entanto, alguns achados (e.g. *Raeticodactylus filisurensis*) comprovaram que as cristas também apareciam nos basais, o que mostra que eram presentes na maioria da Pterosauria (STECHEER, 2008). Já os pterodactilóides apresentam uma grande diversidade de cristas sagitais (Fig.11) (KELLNER, 2003; UNWIN, 2005).

As cristas cranianas chamam atenção pela sua morfologia e tamanho. A explicação funcional são variadas e ainda não exatas, porém, podem ter sido usadas para diversas funções como dimorfismos sexual, função aerodinâmica e estabilidade do voo enquanto alimentavam-se. Vários caracteres sinapomórficos são fundamentados em crânios e cristas, tornando-se assim o crânio a região mais importante para fins taxonômicos neste grupo (SAYÃO; KELLNER, 2006; KELLNER, 2006; BANTIM, 2013).

Figura 11: Diversidade de cristas sagitais de Pterodactyloidea.



Fonte: Adaptado de UNWIN (2005).

O primeiro registro fóssil de pterossauro foi encontrado em depósitos do Jurássico em rochas calcárias proveniente da Baviera, sul da Alemanha. Trata-se de um esqueleto completo de *Pterodactylus antiquus* (Fig.12), descrito por Cosimo Alessandro Collini (1784), curador da coleção de história natural de Mannheim na Alemanha, onde foi determinado que tratava-se de uma nova criatura para ciência possivelmente de hábitos anfíbios. Duas décadas depois, Georges Cuvier reconheceu que aquele material era de um Arcossauro com capacidade de voar (WELLNHOFER, 1970; UNWIN, 2005; KELLNER, 2012; WITTON, 2013).

Figura 12: Imagem do primeiro fóssil de pterossauro conhecido pela ciência registrado na literatura.



Fonte: Adaptado de WITTON (2013).

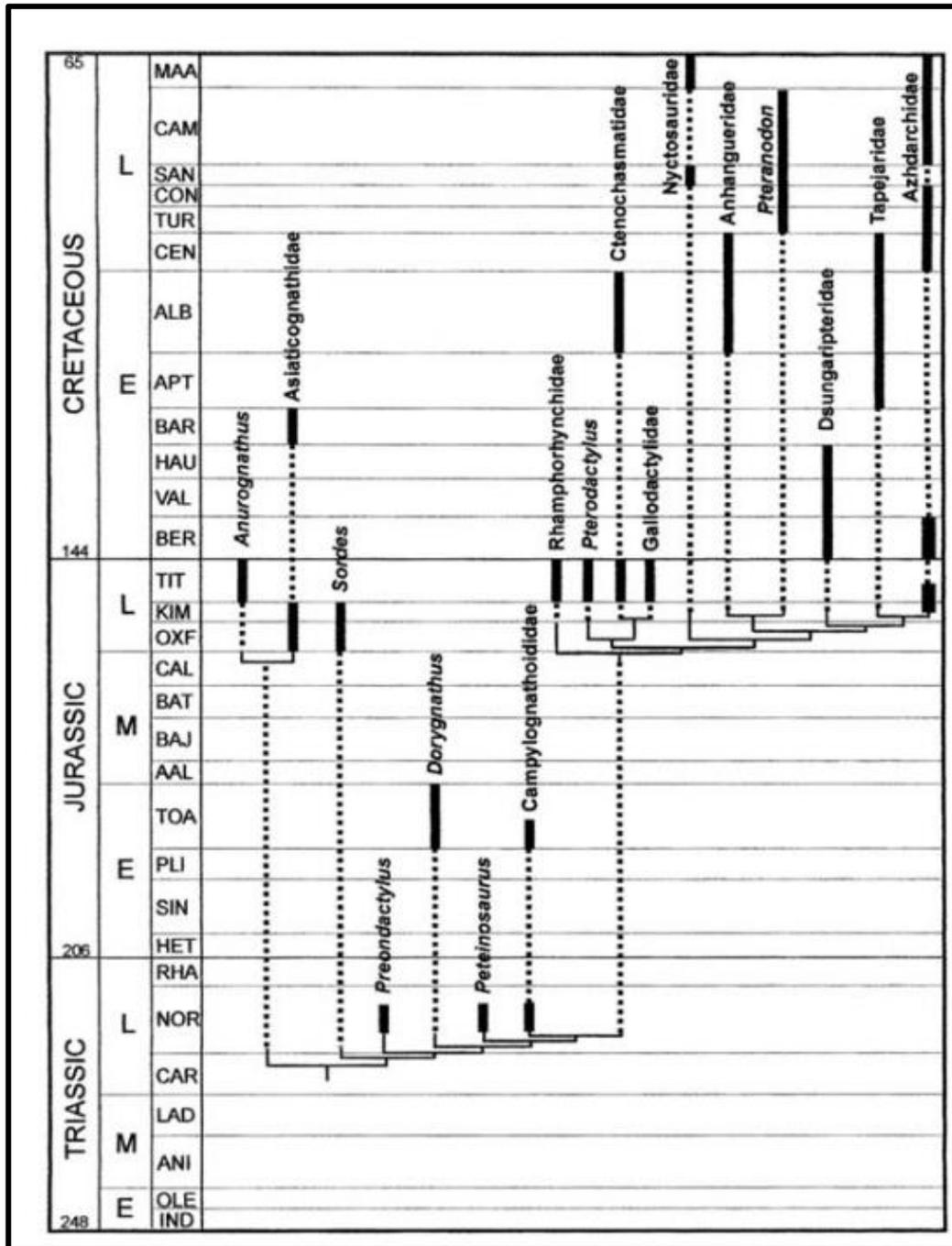
A partir dos primeiros achados de pterossauros, foram encontrados outros exemplares, seguido de vários debates sobre a classe qual pertencia o animal. Atualmente, há uma estimativa de 240 espécies de pterossauros descritas, das quais, cerca de 150 são consideradas válidas (KELLNER, 2015). Essa diferença se deve ao fato da grande maioria das espécies terem sido propostas em material bastante fragmentado (KELLNER, 2015).

Pesquisas recentes mostram que 60% das localidades com registros de fósseis de pterossauro são do período Cretáceo, especialmente o Superior, já no Triássico Superior e Jurássico Inferior são intervalos com menos amostras (PINHEIRO *et al.*, 2011). Algumas unidades como os Grupos Jehol e Tugulu na China, Niobrara e Javelina nos Estados Unidos e Grupo Santana no Brasil destacam-se nos achados fósseis desses arcossauros voadores (KELLNER, 2015; CHENG *et al.*, 2018).

3.4 Pterossauros do Grupo Santana da Bacia do Araripe

Para o Grupo Santana, Bacia do Araripe no Nordeste do Brasil é conhecido o grande grupo Pterodactyloidea que divide-se em Archaeopterodactyloidea e Dsungaripteroidea (Fig.13) sendo este último, dividido em Nyctosauridae e em Ornitocheiroidea. Os pterossauros da Bacia do Araripe são atribuídos aos Ornitocheiroidea que ramifica-se em Pteranodontoidea e Tapejaroidea (KELLNER, 2003).

Figura 13: Cladograma temporal simplificado de Pterossauros.



Fonte: KELLNER, (2003).

Para a Bacia do Araripe já foram descritas aproximadamente 30 espécies de pterossauros (Anexo A). Geralmente, seus achados estão presentes em nódulos calcários da Formação Romualdo e no calcário laminado da Formação Crato. Seus fósseis são excepcionalmente bem preservados, apresentando formas tridimensionais dos frágeis ossos, como também, há presença de tecidos não ossificados. Desde a primeira descrição de espécie

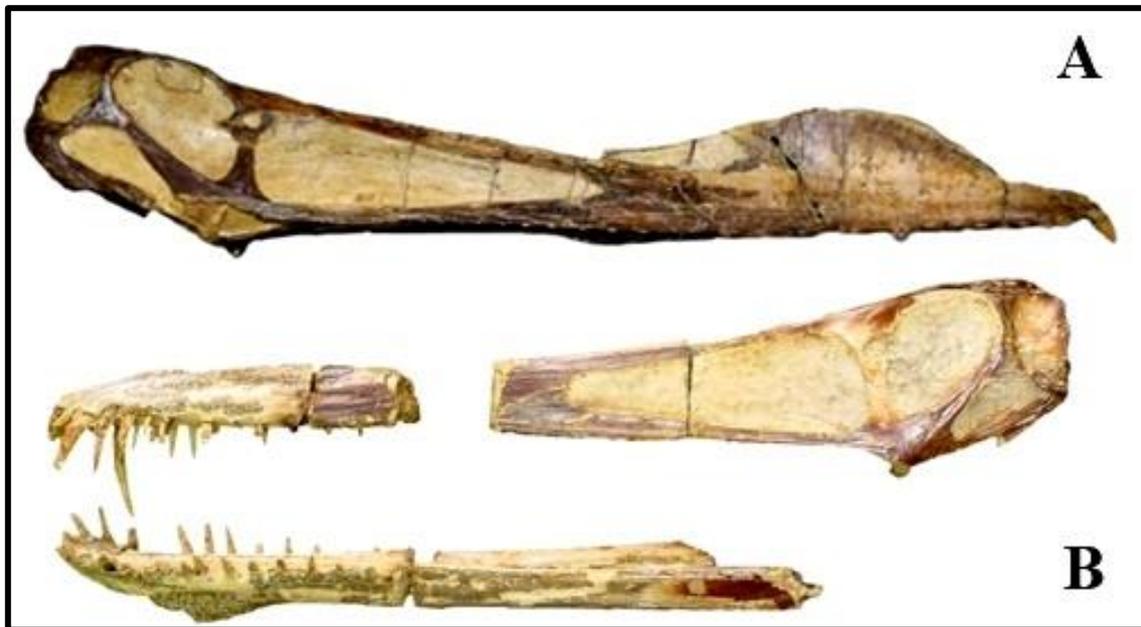
de pterossauro feito por Price (1971) as pesquisas tem crescido, com a descoberta de dezenas de fósseis desse grupo para a Bacia do Araripe (KELLNER; CAMPOS, 1994; SAYÃO; KELLNER, 2006; KELLNER, 2012; CHENG *et al.*, 2018).

A Bacia do Araripe tem evidência marcante de dois clados, Tapejaridae e Anhangueridae (KELLNER, 2006; LEAL *et al.*, 2018).

3.4.1 Anhangueridae

Os Anhangueridae não são apenas restritos ao Brasil, porém possui seus principais registros provenientes da Bacia do Araripe. Sua primeira descrição foi realizada por (CAMPOS; KELLNER, 1985), denominada de *Anhanguera blittersdorffi* (Figura 15). Foi revisada por (KELLNER; TOMIDA, 2000), onde são diagnosticados pela presença de cristas sagitais ósseas localizadas na pré-maxila e mandíbula, expansões distais do pré-maxilar e dentário (RODRIGUES; KELLNER, 2013) (Figura 15).

Figura: 14. (A) Holótipo de *Anhanguera blittersdorffi* (MN 4805-V), (B) material referido (n.40 Pz-DBAV-UERJ) espécimes em vista lateral.

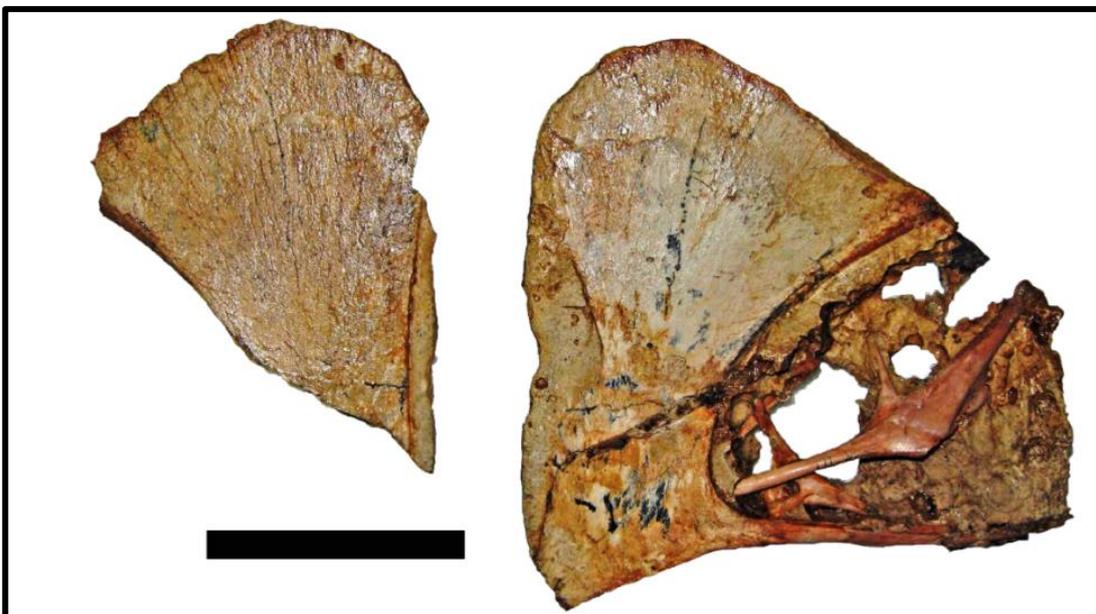


Modificado de BANTIM (2013).

3.4.2 Tapejaridae

Em sua história evolutiva, surgiram no final do Jurássico, porém, é na passagem entre o Cretáceo inferior para a metade do Cretáceo (Aptiano/Albiano) que tiveram grande diversificação (WITTON, 2013). Os Tapejaridae (Fig. 15) forma um clado que dividi-se em dois subgrupos: Tapejarinae e Thalassodrominae. São encontrados em vários depósitos do período Cretáceo, sendo considerado um grupo monofilético (SAYÃO; KELLNER, 2006; PINHEIRO *et al.*, 2011). Na sua descrição original tem como características diagnósticas, 1) crista sagital grande e alta, posicionada na região anterior do crânio e estendida posteriormente; 2) rostró inclinado ventralmente; 3) ausência de crista medial no palato; 4) órbita situada abaixo da margem dorsal da fenestra naso-antorbital (KELLNER, 1989). Em análises posteriores, Pinheiro *et al.*, (2011) reconhece apenas três sinapomorfias para Tapejaridae: (1) fenestra naso-antorbital compondo mais de 45% do comprimento total do crânio; (2) órbita em forma de pêra invertida e (3) processo lacrimal do jugal delgado e posicionado subverticalmente.

Figura: 15. Exemplo de fóssil, (Tapejaridae) holótipo de *Tapejara wellnhoferi* (MN9565-V), descrito por Kellner (1989). O espécime está exposto em vista lateral.



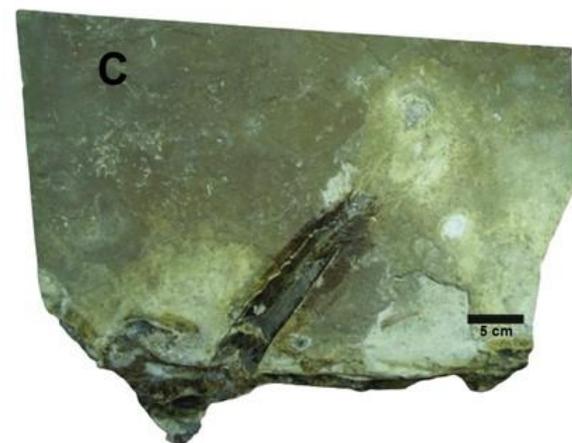
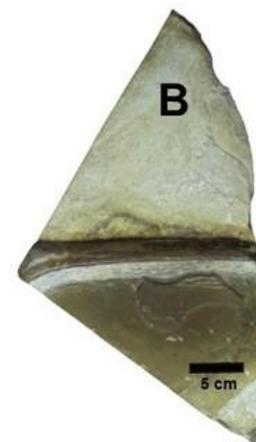
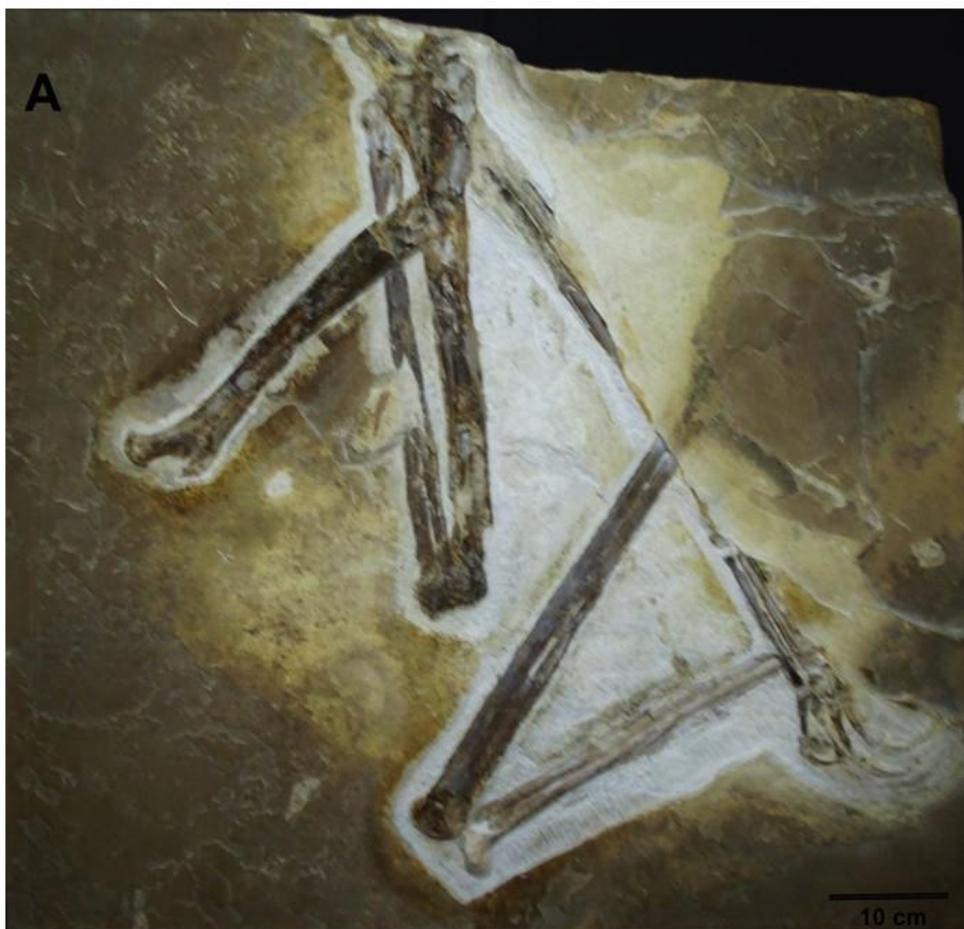
Fonte: Modificado de PINHEIRO (2014). Escala: 5 cm.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O espécime descrito é de um pterossauro da Formação Crato, e encontra-se em uma laje de calcário laminado típico daquela formação, medindo 36 cm de comprimento e 37,4 cm de largura, de cor creme. Sua procedência não é exata, o mais provável é que seja proveniente das pedreiras de calcário do município de Nova Olinda. Atualmente, o material está depositado na coleção de fósseis da Agência Nacional de Mineração (ANM-Crato) com número de tombo CPCA 3702, sem outros dados adicionais.

O espécime é composto por um esqueleto apendicular incompleto, seus elementos estão parcialmente preservados e desarticulados. Acredita-se que no momento da coleta durante o corte das lajes o espécime tenha se fragmentado, dividindo-se assim, em três partes. A primeira parte possui o maior número dos elementos ósseos, enquanto que a segunda contém um fragmento do rádio esquerdo, já na terceira, encontra-se a contraparte do fêmur direito (Fig. 16, A, B e C).

Figura 16: Material fóssil. (A), esquelelo apendicular incompleto. (B), parte do rádio esquerdo. (C), contraparte do fêmur direito.



4.1 Preparação

O espécime não encontrava-se totalmente exposto, porções do sedimento cobriam partes importantes de feições anatômicas do membro anterior e posterior.

O exemplar CPCA 3702 foi preparado no Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Ceará, sendo submetido à preparação mecânica, onde se utilizou algumas ferramentas odontológicas, pincéis e caneta pneumática (Fig. 17). Foi utilizada resina acrílica Paraloid B-72 dissolvida em acetona para proteção dos ossos.

Figura 17: Preparação do material.



Fonte: Arquivo pessoal

4.2 Taxonomia e sistemática paleontológica

Para identificação e descrição do material foram utilizadas algumas literaturas básicas disponíveis para a Pterosauria, como também, artigos referentes a elementos pós-craniais sobre os fósseis desse grupo para Bacia do Araripe (e.g. WELLNHOFER, 1970; WELLNHOFER, 1978; KELLNER, 2004; CHATTERJEE; TEMPLIN, 2004; UNWIN, 2005; KELLNER, 2006; SAYÃO; KELLNER, 2006; WANG *et al.*, 2010; ECK *et al.*, 2011; VILA NOVA; SAYÃO, 2012; WITTON, 2013; KELLNER, *et al.*, 2013; AIRES *et al.*, 2014; BUCHMANN *et al.*, 2018).

5 RESULTADOS

Este tópico será organizado em forma de artigo, portanto, a formatação deste trabalho intitulado **DESCRIÇÃO DE UM NOVO ESPÉCIME DE PTEROSSAURO (PTERODACTYLOIDEA, TAPEJARIDAE) DA FORMAÇÃO CRATO, CRETÁCEO INFERIOR DA BACIA DO ARARIPE (CE, BRASIL)** está de acordo com as normas da Revista Brasileira de Paleontologia.

**DESCRIÇÃO DE UM NOVO ESPÉCIME DE PTEROSSAURO
(PTERODACTYLOIDEA, TAPEJARIDAE) DA FORMAÇÃO CRATO,
CRETÁCIO INFERIOR DA BACIA DO ARARIPE (CE, BRASIL)**

JANIELE CRUZ SANTOS, DANIEL COSTA FORTIER

DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, CAMPUS DO PICI,
BLOCO 912, JANIALLY28@GMAIL.COM, FORTIER@UFPI.EDU.BR, CEP: 60455-760, FORTALEZA, CE,
BRASIL.

ABSTRACT

DESCRIPTION OF A NEW PTEROSAUR SPECIMEN (PTERODACTYLOIDEA,
TAPEJARIDAE) FROM THE CRATO FORMATION, LOWER CRETACEOUS OF THE
ARARIPE BASIN (BRAZIL)

Pterosauria is a group of extinct vertebrates that lived during the Mesozoic Era. These arcosaurs had their first occurrence dating back to the Upper Triassic and lived until the end of the Cretaceous. They are traditionally divided into two major groups: Rhamphorhynchoidea (basic, paraphyletic) and Pterodactyloidea (more derived, monophyletic). For the Araripe Basin, located in the Northeast of Brazil, so far 30 species of pterosaurs have been described. The Crato Formation presents a thick, finally laminated carbonate sequence of lacustrine origin, internationally recognized for having an abundant and well diversified fossil record. There is a diverse fauna of invertebrates and vertebrates, represented by arthropods, small fish, amphibians, lizards and pterosaurs. This work aims to describe the osteology a new specimen of pterosaur. From the analyses, morphological characteristics belonging to the Tapejaridae family were presented. The information present in this research increases the knowledge about the post-cranial anatomy of this group to the Araripe Basin.

Key words: Pterosauria, Osteology, Mesozoic.

RESUMO

Pterosauria é um grupo de vertebrados extintos que viveram durante a Era Mesozoica. Esses arcossauros tiveram sua primeira ocorrência datada do Triássico Superior e viveram até o final do Cretáceo. São divididos tradicionalmente em dois grandes grupos:

Rhamphorhynchoidea (basais, parafilético) e os Pterodactyloidea (mais derivados, monofilético). Para a Bacia do Araripe, localizada no Nordeste do Brasil, até o momento 30 espécies de pterossauros foram descritas. A Formação Crato apresenta uma sequência carbonática espessa, finalmente laminada de origem lacustre, reconhecida internacionalmente por possuir um registro fóssilífero abundante e bem diversificada. Há uma fauna diversa de invertebrados e vertebrados, representada por artrópodes, pequenos peixes, anfíbios, lagartos e pterossauros. Este trabalho tem como objetivo realizar a descrição osteológica de um novo espécime de pterossauro. A partir das análises feitas, foram apresentadas características morfológicas pertencentes a família dos Tapejaridae. As informações presentes nesta pesquisa ampliam o conhecimento sobre a anatomia pós-craniana deste grupo para a Bacia do Araripe.

Palavras-chave: Pterosauria, Osteologia, Mesozóico.

INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe, localizada no Nordeste do Brasil, é reconhecida internacionalmente principalmente pelo seu rico conteúdo fossilífero, bem como por ser um depósito do tipo *Lagerstätten*, no qual apresenta uma preservação excepcional achados de fósseis (ASSINE 1994; ARAI *et al.*, 2004, HEIMHOFER, 2010; ASSINE *et al.*, 2014).

Pertencendo ao Grupo Santana, a Formação Crato é caracterizada por uma sequência carbonática espessa, finalmente laminada de origem lacustre, tendo seu registro fossilífero abundante e bem diversificado, representada por invertebrados, vertebrados e plantas (ARAI *et al.*, 2004; FREY *et al.*, 2003 ASSINE, 2007; HEIMHOFER *et al.*, 2010; ASSINE *et al.*, 2014; LEITE; FORTIER, 2018).

Os pterossauros são um grupo de arcossauros extintos que tiveram sua ocorrência datada do Triássico Superior ao final do Cretáceo. Para a Bacia do Araripe são conhecidos, em sua maioria, pela morfologia craniana, atualmente com 30 espécies descritas (PINHEIRO, 2014; LEAL *et al.*, 2018). A morfologia pós craniana desses fósseis para o Grupo Santana ainda é pouco conhecida.

O presente trabalho objetiva descrever a osteologia pós-craniana de um novo espécime de pterossauro da Formação Crato, Grupo Santana - Bacia do Araripe. Descrever um novo espécime de pterossauro contendo elementos pós-cranianos possibilitará contribuir para o conhecimento sobre a diversidade morfológica desse grupo, bem como para futuros trabalhos sobre evolução e anatomia funcional.

CONTEXTO GEOLÓGICO DA BACIA DO ARARIPE

Localizada no Nordeste do Brasil, a Bacia do Araripe abrange parte de três estados: sul do Ceará, noroeste de Pernambuco e o leste do Piauí (MARTILL, 1988; ASSINE

1994; ARAI *et al.*, 2004, HEIMHOFER, 2010) (Figura 01). O Grupo Santana (Figura 01) está entre as unidades que compõe a sequência sedimentar do Araripe. Neste grupo, estão as Formações Rio Batateira, Crato, Ipubi, Romualdo e Arajara. As Formações Crato e Romualdo são reconhecidas internacionalmente por apresentarem depósitos do tipo *Lagerstätten*, possuindo assim, um rico conteúdo fossilífero com uma excelente preservação dos fósseis (ARAI *et al.*, 2004; PORTELA *et al.*, 2017). Em tais espécimes fósseis, formas tridimensionais e detalhes de microestruturas são mantidas, muitas vezes permitindo uma reconstrução da morfologia original com minuciosidade (ARAI *et al.*, 2004; ASSINE *et al.*, 2014).

O material de estudo deste trabalho encontra-se preservado no calcário laminado da Formação Crato, que tem como principal característica uma sequência carbonática espessa, representado por bancos de calcários cremes, com restos de algas com intercalações de argilitos carbonáticos laminados e níveis pelíticos betuminosos, depositados em um ambiente lacustre (KELLNER, 1987; NEUMANN; CABRERA 1999; ARAI *et al.*, 2004).

Os depósitos lacustres são constantemente relacionados a uma riqueza extraordinária de biota fóssil bem preservada e oferecem informações importantes sobre a fauna e a flora do passado (HEIMHOFER *et al.*, 2010). A excelente preservação dos fósseis da Formação Crato propõe que a deposição e fossilização dos organismos ocorreram sobre ótimas condições deposicionais, além disso, pode-se observar nestes espécimes estruturas delicadas bem preservadas, como antenas e asas de insetos, bem como tecidos moles agregados a restos de vertebrados (ARAI *et al.*, 2004; HEIMHOFER *et al.*, 2010).

Seu registro fossilífero é abundante e bem diversificado, há uma fauna diversa representada por invertebrados, vertebrados e plantas. São exemplos os ostracodes, crustáceos, aracnídeos, coníferas, pequenos peixes, anfíbios, lagartos,

pterossauros, pássaros e crocodilos (ARAI *et al.*, 2004; FREY *et al.*, 2003 ASSINE, 2007; HEIMHOFER *et al.*, 2010; ASSINE *et al.*, 2014; LEITE; FORTIER, 2018).

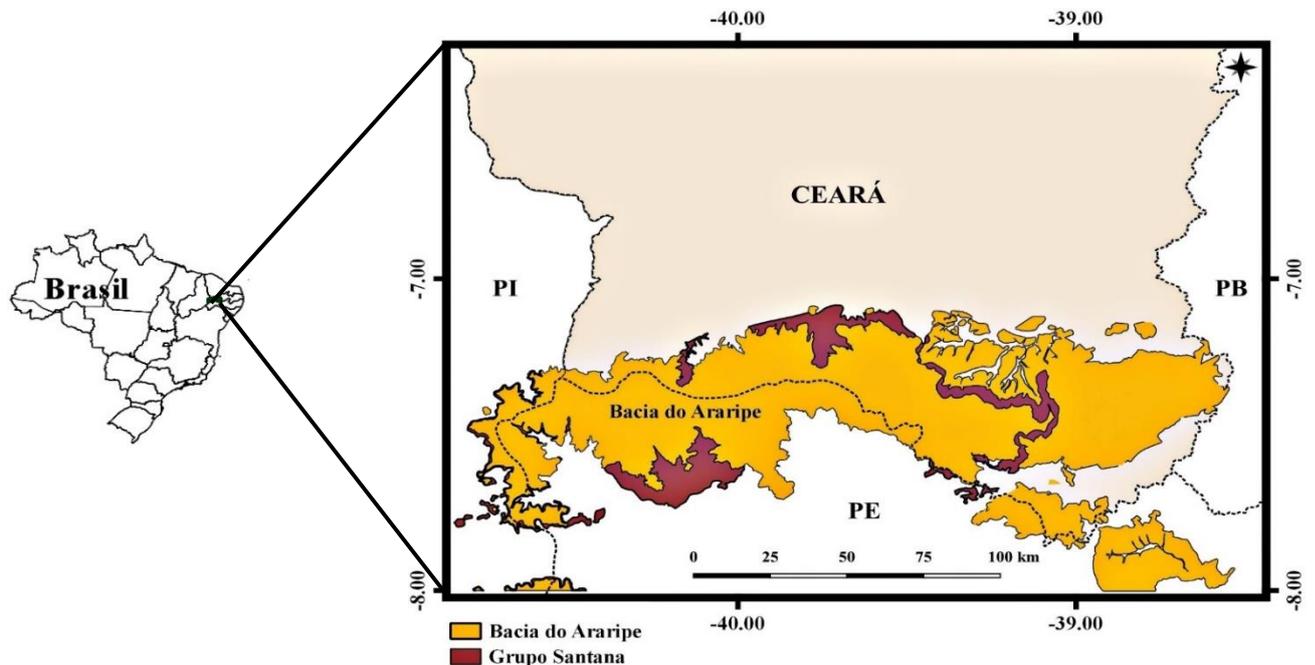


Figura 01: Adaptado de Assine *et al.*, (2014). Mapa de localização da Bacia do Araripe, destacando o Grupo Santana.

MATERIAL E MÉTODOS

O material fóssil aqui descrito pertence à Agência Nacional de Mineração (ANM-Crato) com número de tombo CPCA 3702. Sua procedência não é exata, o mais provável é que seja proveniente das pedreiras de calcário do município de Nova Olinda.

Este espécime é composto por um esqueleto apendicular incompleto, seus elementos estão parcialmente preservados e desarticulados. Acredita-se que no momento da coleta durante o corte das lajes o espécime tenha se fragmentado, dividindo-se assim, em três partes. No entanto, um fragmento é contraparte do fêmur direito e o outro é parte do rádio esquerdo (Figura 02).

O exemplar CPCA 3702 foi preparado no Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal do Ceará, sendo submetido à preparação mecânica, onde se utilizou algumas ferramentas odontológicas, pincéis e caneta pneumática. Durante a preparação foi usado resina acrílica Paraloid *B-72* dissolvida em acetona para proteção dos ossos.

Para identificação taxonômica foram utilizadas algumas literaturas básicas disponíveis para a Pterosauria, como também, artigos referentes a elementos pós-craniais sobre os fósseis desse grupo para Bacia do Araripe (e.g. WELLNHOFER, 1970; WELLNHOFER, 1978; KELLNER, 2004; CHATTERJEE; TEMPLIN, 2004; UNWIN, 2005; KELLNER, 2006; SAYÃO; KELLNER, 2006; WANG *et al.*, 2010; ECK *et al.*, 2011; VILANOVA; SAYÃO, 2012; WITTON, 2013; AIRES *et al.*, 2014; KELLNER, *et al.*, 2013; BUCHMANN *et al.*, 2018).



Figura 02: Material fóssil. (A), esqueleto apendicular incompleto. (B), parte do rádio esquerdo. (C), contraparte do fêmur direito.

Paleontologia Sistemática

Pterosauria KAUP 1834

Pterodactyloidea PLIENINGER 1901

Azhdarchoidea NESSOV 1984 (sensu UNWIN, 2003)

Tapejaridae KELLNER 1989 (sensu PINHEIRO ET AL., 2011)

Material: Formação Crato, CPCA 3702. A localização não é exata, o mais provável é que seja proveniente das pedreiras de calcário do município de Nova Olinda – CE, Brasil.

DESCRIÇÃO

O espécime CPCA 3702 encontra-se preservado em uma laje do calcário laminado de cor creme, da Formação Crato. É composto por um esqueleto apendicular incompleto de um pterossauro, estando parcialmente preservado e desarticulado. Os ossos estão achatados, com alguns elementos quebrados e desgastados, contendo apenas impressões. Foram feitas análises com Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) no material, a fim de identificar tecido não ossificado.

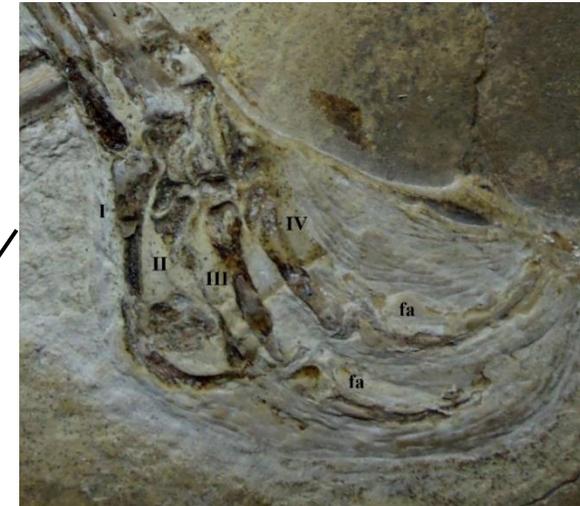
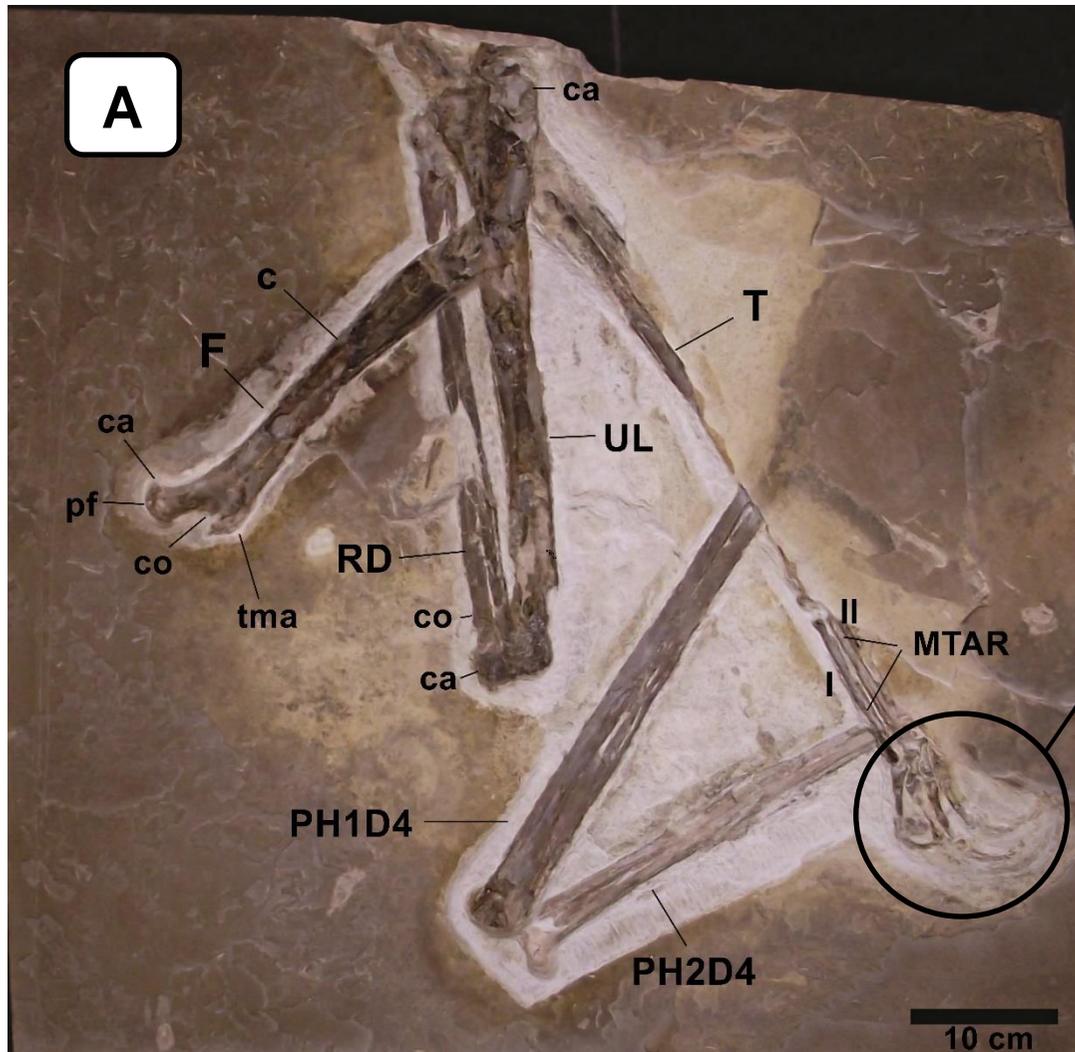


Figura 03: (A) Esqueleto apendicular incompleto. (F) fêmur,(ca) cabeça, (pf) fôvea da cabeça, (co) colo, (tma) trôcante maior,(c) corpo, (UL) ulna, (RD) rádio,(PH1D4) primeira falange manual do dígito IV, (PH2D4) segunda falange manual do dígito IV, (T) tíbia, (MTAR) metartaso, (I e II). (I) dígito do pé, (II) dígito do pé, (III) dígito do pé, (IV) dígito do pé, (fa) falange ungueal.

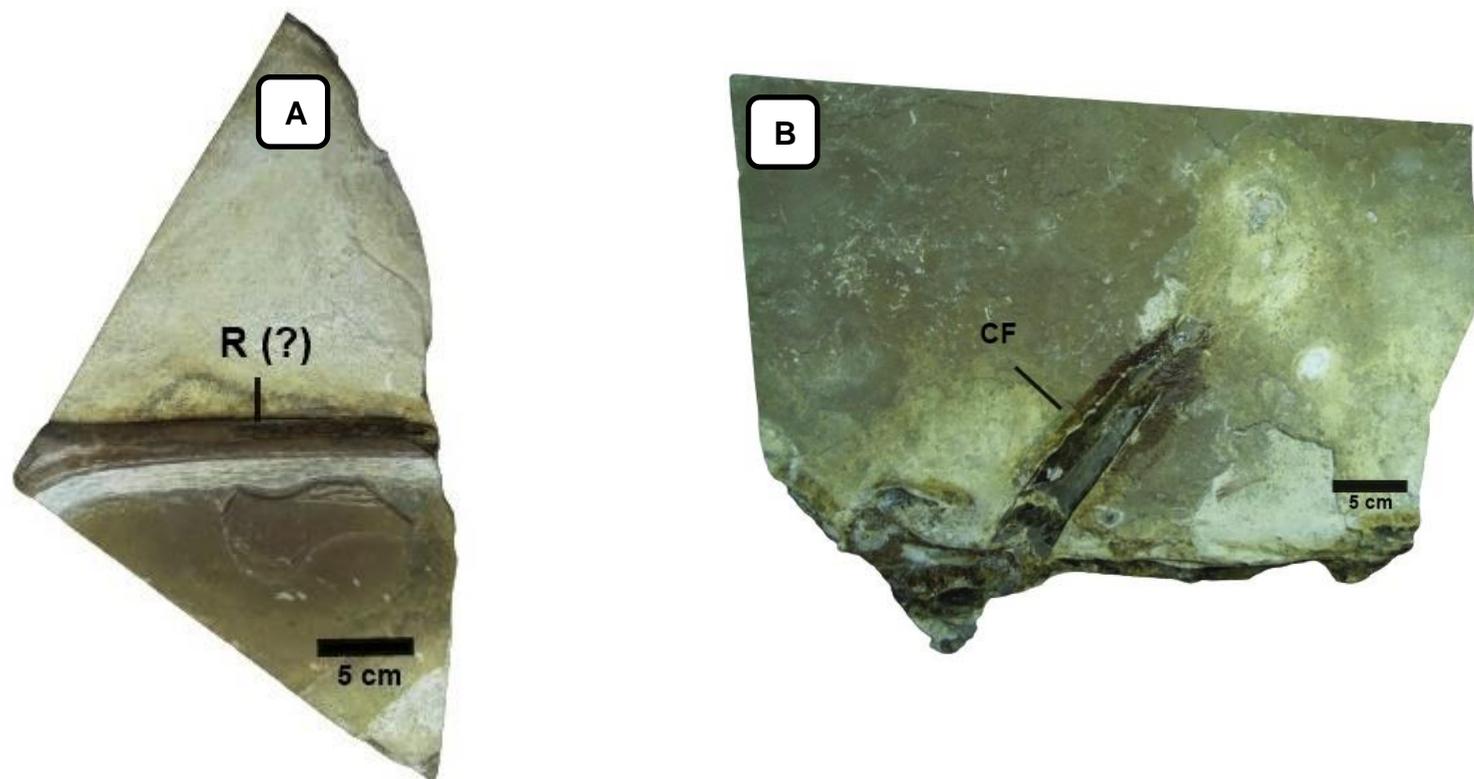


Figura 04: A, (R ?) parte do rádio esquerdo. B, (CF) contra parte do fêmur direito.

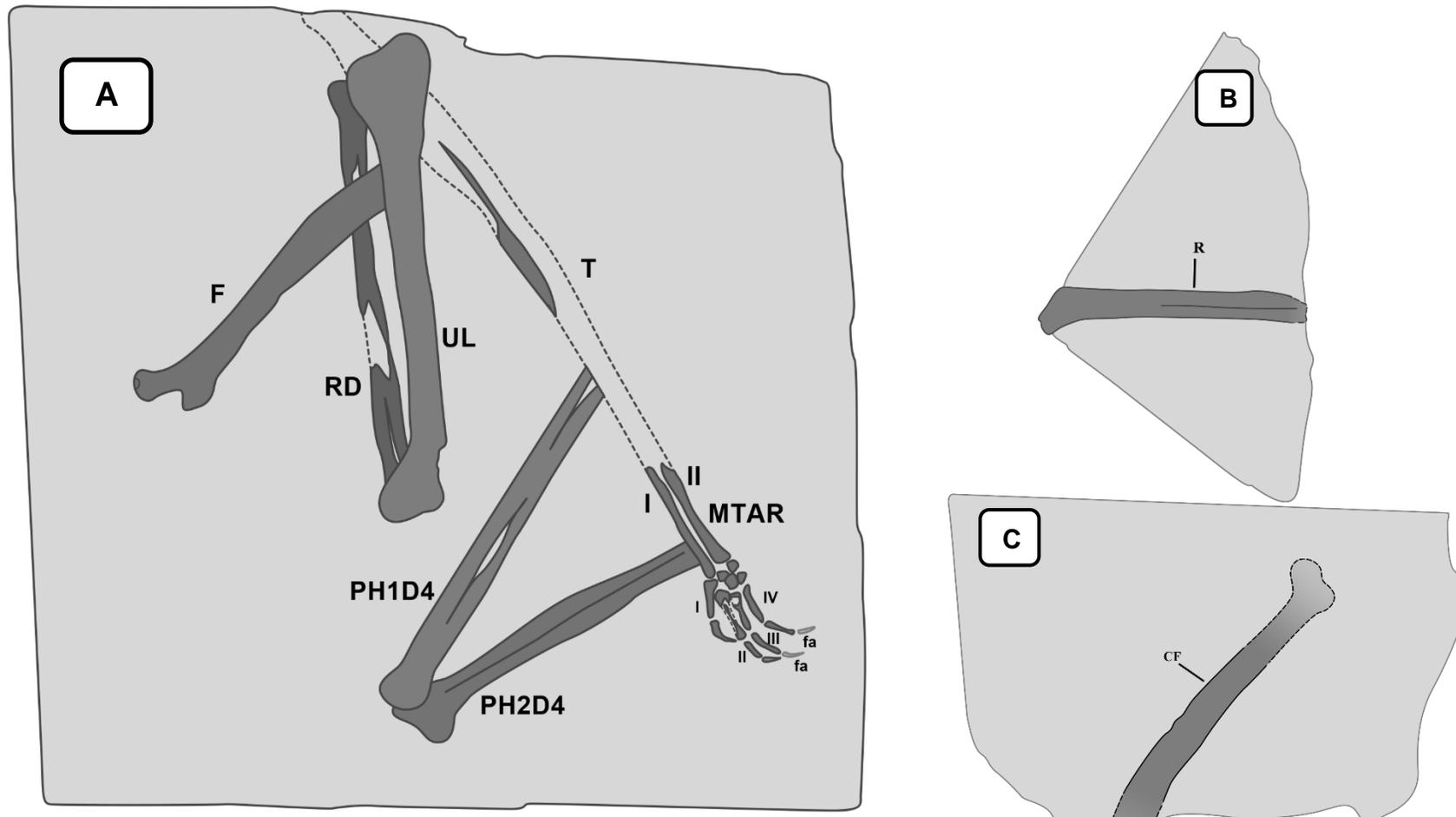


Figura 05: Desenho esquemático. A, esqueleto apendicular incompleto (F) fêmur, (UL) ulna, (RD) rádio, (PH1D4) primeira falange manual do dígito IV, PH2D4 segunda falange manual do dígito IV, (T) tíbia, (MTAR) metartaso, (I e II) (I) dígito do pé, (II) dígito do pé, (III) dígito do pé, (IV) dígito do pé, (fa) Falange ungueal . B, (R ?) parte do rádio esquerdo. C, (CF) contra parte do fêmur direito. Ilustração fora de escala.

MEMBRO ANTERIOR DIREITO

ULNA

A ulna é um osso alongado maior e mais robusto que o rádio. Sua porção proximal e distal estão unidas ainda em posição articular. Na porção proximal a cabeça e colo são preservados, a cabeça apresenta desgaste e possui contorno arredondado. Já a sua porção distal, possui contorno arredondado, não sendo passível de identificação o processo de estilóide. A extremidade proximal desse osso é mais estreita que a distal (Figura, 03-A).

RÁDIO

O rádio está exposto em vista ventral. Está exposto em vista ventral, sendo levemente curvado. A sua parte proximal está em posição articular, assim forma a articulação rádio ulnar proximal, nessa porção o osso encontra-se mal preservado, apresentando desgaste, não é possível visualizar o olécrano. Na sua porção distal encontra-se em posição articular, formando a articulação rádio ulnar distal, há presença da cabeça, com contorno arredondado, não é possível identificar o processo de estilóide. (Figura, 03-A).

PRIMEIRA FALANGE (I) DO DÍGITO MANUAL IV

A primeira falange (I) do dígito manual IV, encontra-se exposta em vista ventral com a porção distal articulada com a segunda falange (II). A sua parte proximal foi totalmente perdida possivelmente no corte da laje. Esse elemento é reto, sendo mais robusto do que a segunda falange (II). Em sua porção distal apresenta contorno arredondado estando mal preservada, apresentando desgaste. Existe marcas longitudinais leves no corpo nesse elemento ósseo (Figura, 03-A).

SEGUNDA FALANGE (II) DO DÍGITO MANUAL IV

A segunda falange (II) do dígito manual IV, está em vista ventral. Sua parte proximal é preservada e articulada com a primeira falange (I), a cabeça é preservada com contorno arredondado. Sua parte distal foi totalmente perdida, sendo menos robusto do que a primeira falange (I). Há presença de marcas longitudinais acentuadas no corpo desse elemento (Figura, 03-A).

MEMBRO ANTERIOR ESQUERDO (?)

RÁDIO (?)

Esse elemento ósseo encontra-se achatado em um dos fragmentos da laje, sendo ele longo e levemente curvado, estando quebrado e desgastado. Não é passível a identificação de sua porção proximal e distal devido à quebra (Figura, 03-A).

MEMBRO POSTERIOR DIREITO

FÊMUR

O fêmur encontra-se desarticulado e exposto em vista ventral, estando parcialmente preservado. Na quebra ou corte da laje sua porção distal foi totalmente removida onde não é possível identificar qualquer característica desta. A porção proximal do fêmur apresenta cabeça arredondada com presença de fóvea. Estão presentes o colo bem definido e trocânter maior. O trocânter menor não pôde ser visualizado (Figura, 03-A). Na contra parte do fêmur, está presente, impressões da porção proximal e corpo, apresentando fragmentos de grande parte da superfície da capa que cobre o osso (Figura 03 - A).

TÍBIA

Grande parte da tíbia foi perdida, provavelmente durante a coleta do material, restando apenas algumas impressões e fragmentos, sendo possível visualizar parte da cavidade do osso, sendo um osso longo e robusto (Figura, 03-A).

PEDAL

Dos elementos osteológicos que compõe o pedal, é possível identificar apenas metatarsais e falanges, apresentando impressões e fragmentos. Dois dos cinco metatarsos foram preservados, sendo um do primeiro dígito (I) e outro do segundo dígito (II), ambos encontram-se expostos em vista dorsal ainda em posição articular com as falanges proximais, são longos e robustos. As falanges estão bastante fragmentas, porém, algumas ainda são distinguíveis, todos os dígitos estão expostos em vista dorsoventral (Figura, 03-A).

No pedal, o primeiro dígito (I) é o de tamanho menor com relação aos demais. É composto por duas falanges, a proximal e distal. A base da falange proximal é preservada apresentando contorno arredondado, seu corpo e cabeça não são possíveis de visualização. Já a falange distal não é possível identificar quaisquer características, restando apenas impressões. Não foi preservado a falange ungueal (Figura, 03-A).

No pedal, o segundo dígito (II) possui três falanges, a proximal medial e distal. A falange proximal está bem desgastada, onde é possível visualizar há presença do corpo, base e cabeça. A cabeça possui contorno arredondado. Já a falange medial e distal contém apenas impressões, não sendo possível de identificar suas características. Não foi preservado a falange ungueal (Figura, 03-A).

No pedal, o terceiro dígito (III) é o que possui comprimento maior comparado aos demais. Apresenta a falange proximal, medial e distal, todas possuem fragmentos e impressões. A falange proximal é média, contém porções do corpo apresentando base e cabeça, estando articulada com a medial. A falange medial é pequena com contorno arredondado e encontra-se articulada com a distal, já a falange distal é alongada e robusta

apresentando corpo, base e cabeça com contorno arredondado. Há presença de uma falange ungueal (Figura, 03-A).

No pedal, o quarto dígito (IV) apresenta três falanges. A falange proximal e medial encontram-se bastantes fragmentadas, restando apenas impressões, não sendo passíveis a identificação de suas características. Já a falange distal é robusta com cabeça preservada, possuindo contorno arredondado apresentando uma falange ungueal (Figura, 03-A).

FALANGES UNGUEAIS

No pedal, duas falanges ungueais foram preservadas, estando presentes nos dígitos III e IV. Elas estão unidas as falanges distais, preservadas com formato curvo. Sendo elas, longas e afiadas (Figura, 03-A).

Comprimento			
Membro anterior direito		Membro posterior direito	
Rádio	200 mm	Fêmur	[167 mm]
Ulna	210 mm	Contra parte do fêmur direito	[167 mm]
Falange I, do dígito IV	[180 mm]	Tíbia	[245 mm]
Falange II, do dígito IV	[160 mm]	Metatarso I	63 mm
Membro anterior esquerdo (?)		Metatarso II	63 mm
Parte do rádio esquerdo (?)	160 mm	Dígito I, pedal	[20 mm]
		Dígito II, pedal	[45 mm]
		Dígito III, pedal	[50 mm]

		Digito IV, pedal	[45 mm]
		Falange ungueal do digito III pedal	13 mm
		Falange ungueal do digito IV pedal	20 mm

Figura 06: Tabela 1. Medidas do espécime CPCA 3702 (em mm). Em colchetes medidas aproximadas. Legenda: (mm) milímetros, ([]) valor aproximado.

DISCUSSÃO

O material descrito no presente trabalho pertencente a Pterosauria, apresentando um membro anterior com alongamento do quarto dígito (IV) que forma a base para a membrana alar. Os seus membros anteriores são compostos deste dígito alar alongado e mais três dígitos de comparativamente pequena dimensão (WELLNHOFER, 1970; KELLNER, 2006; WITTON, 2013). É notório que CPCA 3702 possui elementos osteológicos com paredes ósseas delgadas, o grupo possui uma pronunciada pneumatização de seu esqueleto axial e apendicular, possuindo paredes ósseas finas, não conhecidas em qualquer grupo tetrápode (WELLNHOFER, 1970; KELLNER, 2006).

O CPCA 3702, apesar de não está completo é atribuído aos Pterodactyloidea grupo monofilético sendo composto por pterossauros mais derivados, o material apresenta diferenças pós-craniais marcantes como, o membro anterior alongado e com aumento excepcional do dígito (IV). Tais características, estão de acordo com (WELLNHOFER, 1970; WELLNHOFER, 1978; CHATTERJEE; TEMPLIN, 2004; UNWIN, 2005; ANDRES *et al.*, 2010; WITTON, 2013).

A asa dos pterossauros inclui um número de modificações morfológicas relevantes como, por exemplo, alongamento, redução, fusão e completa perda de alguns elementos, o que proporciona modificações na forma dos ossos, resultando na construção da asa nos táxons (WELLNHOFER, 1991a; VILA NOVA; SAYÃO, 2012). Quando se trata dos membros posteriores da mesma forma pode-se observar algumas mudanças, como, por exemplo, os Azhdarchoidea apresentam maior inserção dos músculos abdutores do fêmur, como resultado parcial de um aumento do estilo de vida terrestre, no qual, é afirmado por (ECK *et al.*, 2011; VILA NOVA; SAYÃO, 2012).

Existe uma fragilidade nos fósseis de pterossauros, onde em muitos casos são encontrados esqueletos incompletos, dificultando assim, sua identificação taxonômica mais precisa. Os Anhangueridae e Tapejaridae podem ser identificados principalmente por sinapomorfias cranianas, para o Grupo Santana em sua maioria são identificados por essa região. Segundo VILA NOVA; SAYÃO (2012), há uma disparidade nas asas e variação morfológica entre os pterossauros do Grupo Santana, afirmando que proporções do esqueleto apendicular são suficientes para identificar espécimes pertencentes aos pterossauros da Bacia Araripe. Sendo assim, é possível distinguir Anhangueridae e Tapejaridae, utilizando apenas proporções ósseas, a partir dos seguintes elementos: úmero, metacarpo, primeira falange do dígito da asa, fêmur e tíbia. O material fóssil dessa pesquisa exhibe um esqueleto apendicular que contém parte, desses membros, permitindo assim, tais distinções.

No membro anterior, com relação ao comprimento, o rádio é menor que a ulna ($ul/rd. < 0.95$) e a primeira falange manual é maior que a segunda falange manual ($ph1d4/ph2d4. > 1.12$).

No membro posterior, o fêmur possui característica dos Azhdarchoidea, há presença de trocanter maior e colo bem definido no qual, ECK *et al.*, (2011) evidencia tais particularidades bem desenvolvidas devido ao aumento do hábito de vida no ambiente terrestre. No entanto, não foi possível visualizar o forame pneumático neste elemento em razão aos desgastes causados nos ossos. A pneumatização nos azhdarchoidea é marcante, onde pode ser observado forames pneumáticos em seus membros axiais e apendiculares como ressaltam os autores (AIRES *et al.*, 2014; PÊGAS *et al.*, 2016; BUCHMANN *et al.*, 2018; BUCHMANN *et al.*, 2019).

A proporção do comprimento da tíbia em comparação ao fêmur é maior ($t/f. > 1.46$) afirmando assim, que o material pertence à família Tapejaridae, corroborando com (ECK *et al.*, 2011; VILA NOVA ; SAYÃO, 2012) que relatam em seus trabalhos que a proporção

bivariadas para comprimento do membro posterior dentro dos Tapejaridae pertencentes a Bacia do Araripe indicam valores onde a tíbia é maior que fêmur, podendo variar de a 1.38 - 1.68 (ECK *et al.*, 2011). Os Tapejaridae são pterossauro com ausência de dentes pertencentes ao clado Azhdarchoidea, seus fósseis são encontrados na maioria em depósitos do período Cretáceo (BUCHMANN *et al.*, 2018).

A tíbia com relação a rádio é maior ($t/rd. > 1.16$) e ulna ($t/ul. > 1.22$) correspondendo aos comprimentos ditados por VILA NOVA; SAYÃO (2012), para Tapejaridae onde tíbia é maior do que o rádio ($t / r. > 1.00$) e a ulna ($t / ul. > 1.00$). Essa propriedade foi observada em Anhagueridae, porém, neste grupo a tíbia é menor que rádio ($t / rd. < 1.00$) e ulna ($t / ul. < 1.00$).

O pedal deste fóssil apresenta metatarsais longos e robustos, tendo aparência relativamente uniforme com tíbia. No pedal, o dígito I, com relação aos dígitos II, III e IV pedal é curto, as falanges distais são mais longas que as proximais indicando a adaptação arbórea, corroborando com WANG; ZHOU (2003), que relata esse habito em outros Tapejaridae já encontrados em depósitos fossilíferos na China. Assim como, essas falanges distais, indicam serem elementos robustos, e possuem falanges ungueais. Revelando assim, que essa família de pterossauros com registro no Grupo Santana apresentava falanges ungueais, longas, curvadas e afiadas. Pode-se afirmar, que utilizavam - se dessas como auxílio para possíveis escaladas em árvores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises que foram apresentadas neste trabalho, é possível inferir que, a partir das características morfológicas do espécime fóssil, esse pertence a Pterosauria, ao grande grupo Pterodactyloidea e a família dos Tapejaridae.

Pode-se concluir, que o exemplar descrito proveniente da Formação Crato amplia o conhecimento sobre a fauna e a diversidade morfológica pós-craniana dos Tapejaridae para o Grupo Santana Bacia do Araripe.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES) (Código de Financiamento 001), pelo auxílio financeiro concedido com a bolsa de Mestrado Acadêmico.

A Agência Nacional de Mineração (AMN) escritório – Crato em nome do superintendente Artur Andrade, por disponibilizar o material para a pesquisa.

Ao Laboratório de Paleontologia Departamento de Geologia – Universidade Federal do Ceará, pela disponibilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRES, B.; CLARK, J. M.; XING, X. A new rhamphorhynchid pterosaur from the Upper Jurassic of Xinjiang, China, and the phylogenetic relationships of basal pterosaurs. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 30, n. 1, p. 163-187, 2010.

AIRES, A. S.; KELLNER, A. W.; MÜLLER, R. T.; SILVA, L. R.; PACHECO, C. P.; DIAS.; SILVA, S. New postcranial elements of the Thalassodrominae (Pterodactyloidea, Tapejaridae) from the Romualdo Formation (Aptian–Albian), Santana Group, Araripe Basin, Brazil. **Palaeontology**, 57(2), 343-355, 2014.

ARAI, M.; CARVALHO, I. S.; CASSAB, R. C. T. Bacia do Araripe. **PHOENIX**, Sergipe, v. 72, p. 1-6, 2004.

ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 371-389, 2007.

ASSINE, M. L.; PERINOTTO, J. A. J.; ANDRIOLLI, M. C.; NEUMANN, V. H.; MESCOLOTTI, P. C.; VAREJÃO, F. G. Sequências Depositionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 22, p. 3- 28, 2014.

ASSINE, M. L. Paleocorrentes e paleogeografia na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, 24.4: 223-232, 1994.

BUCHMANN, R., RODRIGUES, T., POLEGARIO, S., & KELLNER, A. W. New information on the postcranial skeleton of the Thalassodrominae (Pterosauria, Pterodactyloidea, Tapejaridae). **Historical Biology**, 30(8), 1139-1149, 2018.

BUCHMANN, R.; AVILLA, L. S.; RODRIGUES, T. Comparative analysis of the vertebral pneumatization in pterosaurs (Reptilia: Pterosauria) and extant birds (Avialae: Neornithes). **PloS one**, v. 14, n. 10, p. e0224165, 2019.

ECK, K.; ELGIN, R. A.; FREY, E. On the osteology of Tapejara wellnhoferi Kellner 1989 and the first occurrence of a multiple specimen assemblage from the Santana Formation, Araripe Basin, NE-Brazil. **Swiss Journal of Palaeontology**, v. 130, n. 2, p. 277, 2011.

FREY, E.; MARTILL, D. M.; BUCHY, M.C. A new species of tapejarid pterosaur with soft-tissue head crest. **Geological Society, London, Special Publications**, 217.1: 65-72, 2003.

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.

KAUP, S.S. 1834. Versuch einer Eintheilung der Säugethiere in 6 Stämme und der Amphibien in 6 Ordnung. **Isis von Oken**, 311–324, 1834.

KELLNER, A.W. A. A new edentate pterosaur of the Lower Cretaceous from the Araripe Basin, Northeast Brazil. **Anais da Academia brasileira de Ciências**, v. 61, n. 4, p. 439-446, 1989.

KELLNER, A. W.; CAMPOS, D. A.; SAYAO, J. M.; SARAIVA, A. A.; RODRIGUES, T. OLIVEIRA, G.; FERREIRA, J. S. 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*, 85(1), 113-135, 2013.

LEAL, M.E.C.; PÊGAS, R. V.; BONDE, N.; KELLNER, A.W.A. Cervical vertebrae of an enigmatic pterosaur from the Crato Formation (Lower Cretaceous, Araripe Basin, NE Brazil). **Geological Society, London, Special Publications**, 455.1: 195-208, 2018.

LONGRICH, N.R.; MARTILL, David M.; ANDRES, B. Late Maastrichtian pterosaurs from North Africa and mass extinction of Pterosauria at the Cretaceous-Paleogene boundary. **PLoS biology**, v. 16, n. 3, p. e2001663, 2018.

LEITE, K. J. FORTIER, D. C. The palate and choanae structure of the *Susisuchus anatoceps* (Crocodyliformes, Eusuchia): phylogenetic implications. **PeerJ**, 6, e 5372, 2018.

MARTILL, D. M. Preservation of fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil. **Palaeontology**, 31, 1-18, 1988.

NESSOA, L. A. Upper Cretaceous pterosaurs and birds from Central Asia. **Paleontological Journal**, v. 1, p. 38-49, 1984.

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*, 1999, Rio Claro. Boletim... Rio Claro: UNESP, p. 279-285, 1999.

PORTELA, H. A.; ANTONIOLI L.; RODOLFO D.; GARCIA, M. J. Caracterização palinoflorística e paleoambiental da Formação Santana (Cretáceo Inferior), poço 4-bo-1-pe, Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 17, n. 3, p. 363-372, 2017.

PLIENINGER, F. Beiträge zur Kenntnis der Flugsaurier. **Palaeontographica**, 48, 6590, 1901.

PINHEIRO, L. F. **Contribuição ao conhecimento dos pterossauros do Grupo Santana (cretáceo inferior) da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. 2014.** 499 f. **Dissertação de Mestrado.** Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Geociências. Porto Alegre, 2014.

PINHEIRO, F.L.; FORTIER, D.C.; SCHULTZ, C.L.; DE ANDRADE, J.A.F.G.; BANTIM, R.A.M. New information on *Tupandactylus imperator*, with comments on the relationships of Tapejaridae (Pterosauria), **Acta Palaeontologica Polonica**, 56 (3): 567-580, 2011.

PÊGAS, R. V.; LEAL, M. E. C.; KELLNER, A. W. A. A basal tapejarine (Pterosauria; Pterodactyloidea; Tapejaridae) from the crato formation, Early Cretaceous of Brazil. **PloS one**, v. 11, n. 9, p. e0162692, 2016.

SAYÃO, J. M; KELLNER, A. W. A. Novo esqueleto parcial de pterossauro (Pterodactyloidea, Tapejaridae) do Membro Crato (Aptiano), Formação Santana, Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, 16.2: 16, 2006.

UNWIN, D.M. On the phylogeny and evolutionary history of pterosaurs. In: Buffetaut, e. e
Mazin, J.M. (eds) Evolution and Paleobiology of Pterosaurs. **Geological Society Special
Publications**, Londres, 217: 139-190, 2003.

WANG, X.; ZHOU, Z. A new pterosaur (Pterodactyloidea, Tapejaridae) from the Early
Cretaceous Jiufotang Formation of western Liaoning, China and its implications for
biostratigraphy. **Chinese Science Bulletin**, v. 48, n. 1, p. 16-23, 2003.

WELLNHOFER, P. Die Pterodactyloidea (Pterosauria) der Oberjura-Plattenkalke
Suddeutschlands, Bayer. **Akad. Wiss. Math. Nat. Klasse Nf. H**, 141: 1-133, 1970.

WELLNHOFER, P. **The illustrated encyclopedia of pterosaurs**. London: Salamander Books.
p. 192, 1991a .

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises que foram apresentadas neste trabalho, é possível inferir, que o espécime fóssil, pertence a Pterosauria e ao grande grupo Pterodactyloidea. Apresentando um membro anterior com alongamento do quarto dígito (IV) que forma a base para a membrana alar. Com base nas medidas ditadas para reconhecer a disparidade entre Anhagueridae de Tapejaridae conclui-se que o material desta pesquisa corresponde à família dos Tapejarideos, onde o comprimento da tíbia em comparação ao fêmur é maior ($t/f. >1.46$). Os Tapejaridae pertencentes a Bacia do Araripe, indicam valores tíbia maior que fêmur, podendo variar de a 1.38 - 1.68.

O estudo de pós-crânio de pterossauros para a Bacia do Araripe ainda é escasso, onde, trabalho como esse deve ser incentivado. Pois, a partir deste é possível contribuir com a diversidade pós craniana desses animais extintos. Durante a pesquisa foi realizada uma análise filogenética, porém não há resultados satisfatórios, pois existe a necessidade de inclusão de mais caracteres pós cranianos nas matrizes filogenéticas.

REFERÊNCIAS

- ARAI, M.; CARVALHO, I. S.; CASSAB, R. C. T. Bacia do Araripe. **PHOENIX**, Sergipe, v. 72, p. 1-6, 2004.
- ARAI, M. Revisão estratigráfica do Cretáceo Inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil. **Geociências**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 7-15, 2007.
- ASSINE M. L. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v. 22, p. 289-300, 1992.
- ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 371-389, 2007.
- ASSINE, M. L.; PERINOTTO, J. A. J.; ANDRIOLLI, M. C.; NEUMANN, V. H.; MESCOLOTTI, P. C.; VAREJÃO, F. G. Sequências Depositionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Boletim de Geociências da Petrobrás**, [s.l.], v. 22, p. 3- 28, 2014.
- ASSINE, M. L. Paleocorrentes e paleogeografia na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, [s.l.], v. 24, n.4, p. 223-232, 1994.
- BENTON, M.J. *Scleromochlus taylori* and the origin of dinosaurs and pterosaurs. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, [s.l.], ed.354, p. 1423, 1999.
- BRUSATTE, S. L., NESBITT, S. J., IRMIS, R. B., BUTLER, R. J., BENTON, M. J., & NORELL, M. A. The origin and early radiation of dinosaurs. **Earth-Science Reviews**, [s.l.], v.101 n.1-2, p.68-100, 2010.
- BANTIM, R. A. M. **Preparação, descrição de um novo crânio de pterossauro (Reptilia, Archosauria) e considerações sobre a morfologia craniana dos Anhangueridae**. 111f. Dissertação (Mestrado em Geociências) Departamento de Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
- BANTIM, R. A.; SARAIVA, A. A.; OLIVEIRA, G. R.; SAYAO, J. M. A new toothed pterosaur (Pterodactyloidea: Anhangueridae) from the Early Cretaceous Romualdo Formation, NE Brazil. **Zootaxa**, [s.l.], ed. 3869 (3), p.201, 2014.
- CHAGAS, D. B. D. **Litoestratigrafia da Bacia do Araripe: reavaliação e propostas para revisão**. 2006. 127 f. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-graduação em Geologia Regional, Geologia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.
- CARVALHO, I. S.; VIANA, M. S. S. Os conchostráceos da Bacia do Araripe. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, n. 65, n.2, p. 181-188, 1993.
- CARVALHO, I. S.; VIANA, M. S. S.; LIMA FILHO M. F. Os icnofósseis de dinossauros da Bacia do Araripe (Cretáceo Inferior, Ceará-Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, n. 67, v. 4, p. 433-442, 1995.

CAMACHO, C. R.; Oliveira.; F. R. F. R. O arcabouço estrutural da Bacia Sedimentar do Araripe, Província Borborema, baseado em dados aeromagnetométricos. **Geologia USP. Série Científica**, [s.l.], v.17,n.3. p.149,2017

CHENG, X.; BANTIM, R. A.; SAYÃO, J. M.; KELLNER, A. W.; WANG, X.; SARAIVA, A. Á. The largest flying reptile from the Crato Formation, Lower Cretaceous, Brazil. **Historical Biology**, [s.l.].1-9, 2018.

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**, [s.l.],v .57 n.2 p. 677,2010.

FREY, E.; MARTILL, D. M.; BUCHY, M.C. A new species of tapejarid pterosaur with soft-tissue head crest. **Geological Society, London, Special Publications**, [s.l.],n. 217, v.1, p. 65, 2003.

FASTOVSKY, D. E.; WEISHAMPEL, D. B. **The evolution and extinction of the dinosaurs**. Cambridge University Press. [s.l.],2005.

HEIMHOFER, U. ; MEISTER, P.; BERNASCONI, S. M.; ARIZTEGUI, D.; MARTILL, D. M.; RIOS-NETTO, A. M.; SCHWARK, L. Isotope and elemental geochemistry of black shale-hosted fossiliferous concretions from the Cretaceous Santana Formation fossil Lagerstätte (Brazil). **Sedimentology**, [s.l.], v. 64, n.1, p.150, 2017.

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**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 3, p. 219-232, 1987.

KELLNER, A. W. A; Campos, D. A. A new species of Tupuxuara (Pterosauria, Tapejaridae) from the Early Cretaceous of Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], ed.66,p. 467, 1994.

KELLNER, A.W. A. **Os Primeiros Répteis Alados In: Geologia do Brasil** (p. 900) HASUI, Y., FERNANDO, C. D. R. C., Bartorelli, F. M. de Almeida Andrea (Ed.). Beca, 2012.

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**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 3, p. 219, 1987.

KELLNER, A. W. A. Pterosaur phylogeny and comments on the evolutionary history of the group. In: BUFFETAUT & MAZIN (eds.) 2003. Evolution and Palaeobiology of Pterosaurs. **Geological Society of London, Special Publications**, [s.l.],v. 217, p.105, London, 2003.

KELLNER, A.W.A. O estudo dos répteis fósseis-cresce a contribuição da ciência brasileira. **Ciência e Cultura**, [s.l.], v.67,n.4, p.32, 2015.

KELLNER, A.W.A. Pterosaur phylogeny and comments on the evolutionary history of the group. In: Buffetaut, E. e Mazin, J.M. (eds). *Evolution and Palaeobiology of Pterosaurs*. **Geological Society, Special Publication**, [s.l.], v. 217, p. 105, 2003.

KELLNER, A.W.A.; TOMIDA, Y.; Description of a new species of Anhangueridae (Pterodactyloidea) with comments on the Pterosaur Fauna from the Santana Formation (Aptian-Albian), Northeastern Brazil. **National Science Museum, Tóquio, Monographs**, [s.l.], v.17, p. 1, 2000.

KELLNER, A.W.A.; CAMPOS, D. A. Short note on the ingroup relationships of the Tapejaridae (Pterosauria, Pterodactyloidea). **Boletim do Museu Nacional, Nova Série Geologia**, [s.l.]. v. 75, p.1, 2007.

LEITE, K. J. FORTIER, D. C. The palate and choanae structure of the *Susisuchus anatoceps* (Crocodyliformes, Eusuchia): phylogenetic implications. **PeerJ**, [s.l.].v. 6, p. 5372, 2018.

LEITE, K. J. G. **Novo Anuro do Membro Crato (Aptiano) da Formação Santana, Bacia do Araripe**. 77 f. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará-UFC Departamento de Geologia. Fortaleza, 2013.

LONGRICH, N.R.; MARTILL, David M.; ANDRES, B. Late Maastrichtian pterosaurs from North Africa and mass extinction of Pterosauria at the Cretaceous-Paleogene boundary. **PLoS biology**, [s.l.], v. 16, n. 3, p. 2001663, 2018.

LÜ, J.; UNWIN, D. M.; JIN, X.; LIU, Y.; JI.; Q. Evidence for modular evolution in a long-tailed pterosaur with a pterodactyloid skull. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, [s.l.], v. 277, n.1680, p. 383, 2009.

LEAL, M.E.C.; PÊGAS, R.V.; BONDE, N.; KELLNER, A.W.A. Cervical vertebrae of an enigmatic pterosaur from the Crato Formation (Lower Cretaceous, Araripe Basin, NE Brazil). **Geological Society, London, Special Publications**, [s.l.], v. 455, n.1, p.195, 2018.

MARTILL, D. M. Preservation of fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil. **Palaeontology**, [s.l.], v. 31, p 1, 1988.

MOURA-FÉ, D. M. M. GeoPark Araripe e a geodiversidade do sul do Estado do Ceará, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, [s.l.], v.2, n.1, p. 28, 2016.

MARTILL, D.M. The age of the Cretaceous Santana Formation fossil Konservat Lagerstätte of north-east Brazil: a historical review and an appraisal of the biochronostratigraphic utility of its palaeobiota. **Cretaceous Research**, [s.l.], v.28, n.6, p. 895, 2007.

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. Rio Claro. Boletim. Rio Claro: UNESP, p. 279, 1999.

PONTE, F., C.; APPI, C. J. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. *In: 36º CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1990, Natal-RN. Anais...* Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, [s.l.], v.1, p. 211, 1990.

PONTE, F. C.; MEDEIROS, R. A.; PONTE FILHO, F. C. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe: Parte 1 - Análise de Sequências. *In: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1997, Crato. Atas...* Crato - CE: Departamento Nacional da Produção Mineral, Universidade Regional do Cariri, Sociedade Brasileira de Paleontologia, [s.l.] p. 83, 2001.

PORTELA, H. A.; ANTONIOLI L.; RODOLFO D.; GARCIA, M. J. Caracterização palinoflorística e paleoambiental da Formação Santana (Cretáceo Inferior), poço 4-bo-1-pe, Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, [s.l.]. v. 17, n. 3, p. 363-372, 2017.

PINHEIRO, L. F. **Contribuição ao conhecimento dos pterossauros do Grupo Santana (cretáceo inferior) da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil.** 499 f. **Dissertação de Mestrado.** Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Geociências. Porto Alegre, 2014.

PLIENINGER, F. Beiträge zur Kenntnis der Flugsaurier. **Palaeontographica**, [s.l.]. v.48, p.6590, 1901.

RODRIGUES, T. KELLNER, A. W. A. Taxonomic review of the Ornithocheirus complex (Pterosauria) from the Cretaceous of England. **ZooKeys**, [s.l.]. n. 308, p. 1, 2013.

PINHEIRO, F.L.; FORTIER, D.C.; SCHULTZ, C.L.; DE ANDRADE, J.A.F.G.; BANTIM, R.A.M. New information on *Tupandactylus imperator*, with comments on the relationships of Tapejaridae (Pterosauria), **Acta Palaeontologica Polonica**, [s.l.], v. 56, n.3, p. 567, 2011.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados.** 4. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 718 p, 2008.

PRICE, L.I. A presença de Pterosauria no Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v.43 (Supl.), p. 451, 1971.

PINHEIRO, F. L.; SCHULTZ, C. L. An Unusual Pterosaur Specimen (Pterodactyloidea, ? Azhdarchoidea) from the Early Cretaceous Romualdo Formation of Brazil, and the Evolution of the Pterodactyloid. **Palate**, [s.l.]. v. 7, n. 11, 2012.

PÊGAS, R. V.; LEAL, M.C.; KELLNER, A.W.A. A Basal Tapejarine (Pterosauria; Pterodactyloidea; Tapejaridae) from the Crato Formation, Early Cretaceous of Brazil. **PLoS ONE**, [s.l.], v.11, n.9, p. 0162692, 2016.

SMALL, H. Geologia e suprimento de água subterrânea no Ceará e parte do Piauí. Inspeção de Obras contra secas, **série geológica**, [S.I.]. v. 25, p. 1- 180, 1913.

SAYÃO, J. M.; KELLNER, A. W. A. Novo esqueleto parcial de pterossauro (Pterodactyloidea, Tapejaridae) do Membro Crato (Aptiano), Formação Santana, Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, [s.l.]. v. 16, n. 2, p. 16-40, 2006.

SAYÃO, J. M.; KELLNER, A. W. A. Novo esqueleto parcial de pterossauro (Pterodactyloidea, Tapejaridae) do Membro Crato (Aptiano), Formação Santana, Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, [s.l.],v. 16, n.2, p. 16, 2006.

SAYÃO, J. M.; KELLNER, A. W. A. Novo esqueleto parcial de pterossauro (Pterodactyloidea, Tapejaridae) do Membro Crato (Aptiano), Formação Santana, Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, [s.l.].v. 16, n. 2, p. 16-40, 2006.

SERENO, P. C. Basal archosaurs: phylogenetic relationships and functional implications. **Journal of Vertebrate Paleontology**, [s.l.]. v. 11, n. S4, p. 1-53, 1991.

STECHER, R. A new Triassic pterosaur from Switzerland (Central Austroalpine, Grisons), *Raeticodactylus filisurensis* gen. et sp. nov. **Swiss Journal of Geosciences**, [s.l.], v. 101, n. 1, p. 185-201, 2008.

SERENO, P. C. The origin and evolution of dinosaurs. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, [s.l.], v. 25, n.1, p. 435, 1997.

SERENO, P. C. Basal archosaurs: phylogenetic relationships and functional implications. **Journal of Vertebrate Paleontology**, [S.I.]. v. 11, n. S4, p. 1-53, 1991.

STECHER, R. A new Triassic pterosaur from Switzerland (Central Austroalpine, Grisons), *Raeticodactylus filisurensis* gen. et sp. nov. **Swiss Journal of Geosciences**, [s.l.]. v. 101, n. 1, p. 185, 2008.

TEIXEIRA, M. C.; MENDONÇA-FILHO, J. G.; OLIVEIRA, A. D.; ASSINE, M. L. 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**, [S.I.].v. 17, p. 11-44, 2017.

SOUSA, A. D. A. **Primeira ocorrência de ovo amniótico na Formação Romualdo (cretáceo inferior da Bacia do Araripe, Simões-PI)**. 2018. 65 f. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geologia. Fortaleza, 2018.

UNWIN, D. M. **The pterosaurs from deep time**. Pi Press, New York, 2005.

VAREJÃO, F. G.; WARREN, L. V.; SIMÕES, M. G.; FÜRSICH, F. T.; MATOS, S. A., ASSINE, M. L. Exceptional preservation of soft tissues by microbial entombment: insights into the taphonomy of the Crato Konservat-Lagerstätte. **Palaios**, [s.l.],v.34, n.7p. 331, 2019.

VILA NOVA, B. C.; SAYÃO, J. M. On wing disparity and morphological variation of the Santana Group pterosaurs. **Historical Biology**, [s.l.], v. 24, n. 5, p. 567-574, 2012.

WANG, X.; KELLNER, A. W.A.; JIANG, S.; CHENG, X.; MENG, X.; RODRIGUES, T. New long-tailed pterosaurs (Wukongopteridae) from western Liaoning, China. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], v. 82,n.4,p. 1045-1062, 2010.

WITTON, M. P. **Pterosaurs: natural history, evolution, anatomy**. Princeton University Press, [s.l.], 2013.

WELLNHOFER, P. Die Pterodactyloidea (Pterosauria) der Oberjura-Plattenkalke Suddenschlands, Bayer. **Akad. Wiss. Math. Nat. Klasse Nf. H**, [s.l.], v. 141, p. 1-133, 1970.

WELLNHOFER, P. **The illustrated encyclopedia of pterosaurs**. London: Salamander Books. p. 192, 1991a .

**ANEXO A - TABELA COM NOMES PROPOSTOS PARA PTEROSAUIROS DA
BACIA DO ARARIPE**

TAXON	Descrição original	Formação	Status
ANHANGUERIA			
<i>Brasileodactylus araripensis</i>	Kellner (1984)	Romualdo	Táxon válido
<i>Cearadactylus atrox</i>	Leonardi & Borgomanero (1985)	Romualdo	Táxon válido
<i>“Cearadactylus” ligabuei</i>	Dalla Vecchia (1993)	Romualdo	Espécie válida, necessitando novo nome genérico
<i>Ludodactylus sibbicki</i>	Frey <i>et al.</i> (2003b)	Crato	Táxon válido
<i>Barbosania gracilirostris</i>	Elgin & Frey (2011)	Romualdo	Táxon válido
Anhangueridae			
<i>Tropeognathus mesembrinus</i>	Wellnhofer (1987)	Romualdo	Táxon válido
<i>Anhanguera blittersdorffi</i>	Campos; Kellner (1985)	Romualdo	Táxon válido
<i>Anhanguera araripensis</i>	Wellnhofer (1985)	Romualdo	Táxon válido
<i>Anhanguera santanae</i>	Wellnhofer (1985)	Romualdo	Táxon válido
<i>Anhanguera robustus</i>	Wellnhofer (1987)	Romualdo	Táxon válido, mas instável
<i>Anhanguera piscator</i>	Kellner & Tomida (2000)	Romualdo	Táxon válido
<i>Anhanguera spielbergi</i>	Veldmeijer (2003)	Romualdo	Táxon válido
<i>“Pricesaurus megalodon”</i>	Martins Neto (1986)	Romualdo	<i>Nomen nudum</i> (Pinheiro <i>et al.</i> 2012)
<i>Maaradactylus kellneri</i>	Bantim <i>et al.</i> (2014)	Romualdo	Táxon válido
TAPEJARIDAE			

Tapejarinae			
<i>Tapejara wellnhoferi</i>	Kellner (1989)	Romualdo	Táxon válido
<i>Tupandactylus imperator</i>	Campos & Kellner (1997)	Crato	Táxon válido
<i>Tupandactylus navigans</i>	Frey <i>et al.</i> (2003a)	Crato	Táxon válido
“ <i>Caupedactylus ybaka</i> ”	Kellner (2013)	Romualdo	Possível sinônimo júnior de “ <i>T. deliradamus</i> ”
<i>Aymberedactylus cearensis</i>	Pêgas <i>et al.</i> (2016)	Crato	Táxon válido
Thalassodrominae			
<i>Tupuxuara longicristatus</i>	Kellner & Campos (1988)	Romualdo	Táxon válido
<i>Tupuxuara leonardii</i>	Kellner & Campos (1994)	Romualdo	Táxon válido
“ <i>Tupuxuara</i> ” <i>deliradamus</i>	Witton (2009)	Romualdo	Espécie válida mas que, provavelmente, necessita novo nome genérico
<i>Thalassodromeus sethi</i>	Kellner & Campos (2002)	Romualdo	Táxon válido
?Chaoyangopterinae			
<i>Lacusovagus magnificens</i>	Witton (2008)	Crato	Táxon válido
TAPEJARIDAE <i>incertae sedis</i>			
“ <i>Santanadactylus</i> ” <i>spixi</i>	Wellnhofer (1985)		Táxon instável. Se válido, necessita novo nome genérico
DSUNGARIPTERIDAE			
<i>Banguela oberlii</i>	Headden & Campos (2014)		Táxon válido
PTERODACTYLOIDEA <i>incertae sedis</i>			
<i>Araripesaurus castilhoi</i>	Price (1971)		Táxon válido, porém instável
<i>Santanadactylus brasiliensis</i>	Buissonjé (1980)		Táxon válido, porém instável

<i>Arthurdactylus conandoylei</i>	Frey & Martill (1994)		Táxon válido
<i>Unwindia trigonus</i>	Martill (2011)		Táxon válido
<i>“Araripedactylus dehmi”</i>	Wellnhofer (1977)		<i>Nomen dubium</i> (Kellner & Tomida, 2000)
<i>“Santanadactylus pricei”</i>	Wellnhofer (1985)		<i>Nomen dubium</i> (Kellner & Tomida, 2000)

Fonte: Adaptado de PINHEIRO, 2014.