



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

CLEANTONY BRENDOW FROTA TORRES

**CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE PARTE DE UMA MANDÍBULA DE
UM PTEROSSAURO DA FORMAÇÃO ROMUALDO, BACIA DO ARARIPE**

FORTALEZA

2019

**CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE PARTE DE UMA MANDÍBULA DE
UM PTEROSSAURO DA FORMAÇÃO ROMUALDO, BACIA DO ARARIPE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Ciências Biológicas da Universidade
Federal do Ceará, como requisito à obtenção do
título de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Vicente Vieira Faria

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T644c Torres, Cleantony Brendow Frota.
Caracterização e identificação de parte de uma mandíbula de um pterossauro da Formação Romualdo, Bacia do Araripe / Cleantony Brendow Frota Torres. – 2019.
20 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Vicente Vieira Faria .

1. Pterossauro. 2. Formação Romualdo. 3. Cretáceo. 4. Bacia do Araripe. I. Título.

CDD 570

CARACTERIZAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE PARTE DE UMA MANDÍBULA DE UM PTEROSSAURO DA FORMAÇÃO ROMUALDO, BACIA DO ARARIPE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Dr. Vicente Vieira Faria

Aprovado em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Vicente Vieira Faria (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Paulo Cascon
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Saulo Limaverde Saraiva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

À minha mãe, Cleniza Frota.

À minha avó, Aparecida Frota.

AGRADECIMENTOS

A todos os meus colegas do Laboratório de Evolução e Conservação de Vertebrados Marinhos (EvoVe), pelo companheirismo, experiências e discussões compartilhadas.

Ao Dr. Vicente Faria pela orientação, por concordar em desenvolver este projeto comigo e pelo convite para integrar a equipe do EvoVe.

Ao Dr. Paulo Cascon, pela orientação inicial e apoio ao projeto, além de aceitar participar da banca avaliadora.

Ao Me. Saulo Limaverde Saraiva, pela ajuda quando eu comecei a aprender sobre a paleontologia, pelo aprendizado em campo e laboratório bem como os contatos que fiz graças ao mesmo e por aceitar participar da banca avaliadora.

Ao doutorando Felipe Monteiro, pelas identificações iniciais do fóssil, pela ajuda repassada e pelas dicas em como preparar o material.

À Dra. Maria Eduarda de Castro Leal (Museu de Zoologia de Copenhague) pela incrível orientação sobre como trabalhar em campo, o conhecimento repassado e pelo convite a participar de projetos dentro da paleontologia e por me colocar em contato com os colegas do Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ), da Universidade Federal do Rio de Janeiro, facilitando minha ida ao Rio de Janeiro e preparar o material.

Ao Dr. Niels Bonde do Museu de Zoologia de Copenhague, por me inspirar a continuar seguindo na área, graças as conversas sobre história natural e paleontologia.

Aos colegas do MNRJ: Arthur Brum, Borja Holgado, Beatriz Hörmanseder, Geovane Alves, Kamila Bandeira, Lucy Souza e Rodrigo Pêgas. Obrigado pelas dicas e discussões sobre a identidade do pterossauro e pelo carinho com que fui recebido no museu.

Um agradecimento especial ao Helder Silva, técnico do Laboratório de Preparação de Vertebrados Fósseis do MNRJ, pela ajuda em preparar o exemplar fóssil foco deste trabalho e pelos ensinamentos quanto às técnicas certas de preparação.

Aos professores da *University of Portsmouth*, Dr. Anthony Butcher e Dr. David Martill pelas orientações e ajuda ao longo de período de 11 meses intercâmbio.

O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) me agradeceu com bolsa de intercâmbio, através do programa Ciências sem Fronteiras (CsF), na *University of Portsmouth* – Reino Unido. Lá, pude aprofundar meus conhecimentos em paleontologia. O aprendizado adquirido no intercâmbio foi essencial para a realização do presente projeto.

Aos meus amigos da vida e de curso, que sempre acompanharam entusiasmados e me apoiaram durante trajetória deste projeto.

A minha família e principalmente à minha mãe e avó, que sempre me apoiaram e me ajudaram quando puderam ao longo do curso.

*“Em algum lugar, algo incrível está esperando
para ser descoberto.”*

Carl Sagan

RESUMO

A Chapada do Araripe é uma bacia sedimentar que possui grande abundância em seu registro fóssil. As formações do Grupo Santana são conhecidas mundialmente pela excepcional qualidade e diversidade de material. A Formação Romualdo, caracterizada por nódulos carbonáticos, possui grande diversidade de fósseis de vertebrados, incluindo pterossauros. A preparação e identificação de uma parte de pré-maxila de pterossauro, proveniente da Formação Romualdo, foi feita neste trabalho, sendo identificado como pertencente ao gênero *Cearadactylus*. O espécime está tombado na Coleção de Fósseis do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará.

Palavras-chave: Pterossauro, Formação Romualdo, Cretáceo, Bacia do Araripe

ABSTRACT

The Araripe Plateau is a sedimentar basin that has great abundance in it's fossil record. The Santana Group formations are known worlwide for the excepcional quality and diversity of material. The Romualdo Formation, characterized by carbonatic nodules, has great diverssity of vertebrate fóssil, including pterosaurs. The preparation and identification of part of a pre-maxilla from a pterosaur, from Romualdo Formation is done in this work, being identified as belonging to the gender *Cearadactylus*. The specimen is deposited in the Fossil Collection of the Biology Department of Federal University of Ceará.

Key-words: Pterosaur, Romualdo, Cretaceous, Araripe Basin

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa geológico da Bacia do Araripe (Retirada de Assine, 2007).	11
Figura 2 -Litostatigrafia do Araripe (Retirado de Custódio, 2017)	12
Figura 3 - Concreção contendo a pré-maxila de pterossauro.	13
Figura 4 - Parte da pré-maxila com dentição destacada.....	14
Figura 5 - Contraparte com dentição destacada.	15
Figura 6 – Representação do crânio de <i>Cearadactylus atrox</i> , com inversão da posição da pré máxima e destaque para a região referente ao espécime DBUFC-F0018 (modificado de Wellnhofer, 1987).....	16
Figura 7 – Foto e ilustração do holótipo de <i>Cearadactylus atrox</i> , mostrando a correta posição e anatomia cranial do mesmo.....	17

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1	Localidade	12
2.2	Exemplar Examinado	12
2.3	Preparação	13
3	RESULTADOS	13
4	DISCUSSÃO	15
5	CONCLUSÃO	18
	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe, localizada no Nordeste do Brasil, é uma bacia sedimentar que se estende por 250km no sentido Leste-Oeste e 68km no Norte-Sul, abrangendo uma área total de 12.200km² através de 3 estados brasileiros: extremo sul do Ceará, Noroeste da Paraíba e Sudeste do Piauí (RIOS-NETTO *et al*, 2012) (Fig. 1). Seu surgimento ocorreu durante a fragmentação do continente Gondwana, com o afastamento das placas tectônicas Sul-Americana e Africana. Este afastamento também originou a abertura (Rift) do Oceano Atlântico Sul, fato que influenciou no paleo-ambiente da região ao longo do Mesozoico (ASSINE, 2007).

O Grupo Santana, como é referido o conjunto de formações geológicas pós-rift, foi depositado no começo do Cretáceo, entre o Aptiano e o Albiano, e é composto, em ordem de profundidade, pela Formação Crato, Formação Ipubi e Formação Romualdo onde pode-se observar o processo de sucessão de um ambiente marinho para um ambiente lacustrino/estuarino (NEUMMAN & CABRERA, 1999) (Fig. 2). O Grupo Santana é um importante componente da bacia sedimentar por possuir extenso registro fóssil associado ao mesmo, onde foram encontrados diversos táxons com excepcional preservação, tornando-o um *konservat lagerstätten* (MARTILL & UNWIN, 1989; BOOS & VEGA, 2014).

A Formação Romualdo é caracterizada por folhelhos e margas, com concreções calcáreas inseridas no mesmo (KELLNER, 2002). Apresenta animais preservados em formato tridimensional, devido ao processo de fossilização se decorrer da deposição de carbonatos ao redor da matéria orgânica durante os processos de fossilização, formando concreções calcárias que ajudam a preservar os fósseis de até mesmo animais com estruturas frágeis, como partes moles (KELLNER, 1996).

Dentre os grupos de animais preservados estão diversas espécies de pterossauros. A ordem Pterosauria é composta por répteis voadores que existiram durante o Mesozoico. São caracterizados pela presença de 4 dedos na mão, sendo o 4º dígito alongado, servindo de sustentação para a membrana alar, que se conecta até o calcanhar. Também possuem um osso novo, o pteróide, localizado no pulso, servindo de sustentação para uma membrana de vôo que se ligava ao úmero desses animais (BENTON, 2006).

Embora as formas basais apresentassem tamanhos pequenos, rostro curto e cauda longa, as formas encontradas no Cretáceo Superior apresentam significativo acréscimo no tamanho corporal, encurtamento da cauda, alongamento do pescoço e rostro.

Existe um extenso registro de pterossauros encontrados na Formação Romualdo (BOOS & VEGA, 2014; DUQUE, 2017). Os pterossauros do Araripe eram especializados em capturar peixes devido às características da dentição encontrada nesses animais, que possuíam aparato bucal específico para isso.

O presente estudo trata-se da preparação e identificação, ao menor nível taxonômico possível, de parte da pré-maxila de um pterossauro proveniente da Formação Romualdo e pertencente à Coleção de Fósseis do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará, abordando características chaves para tal.

Figura 1 - Mapa geológico da Bacia do Araripe (Retirada de Assine, 2007).

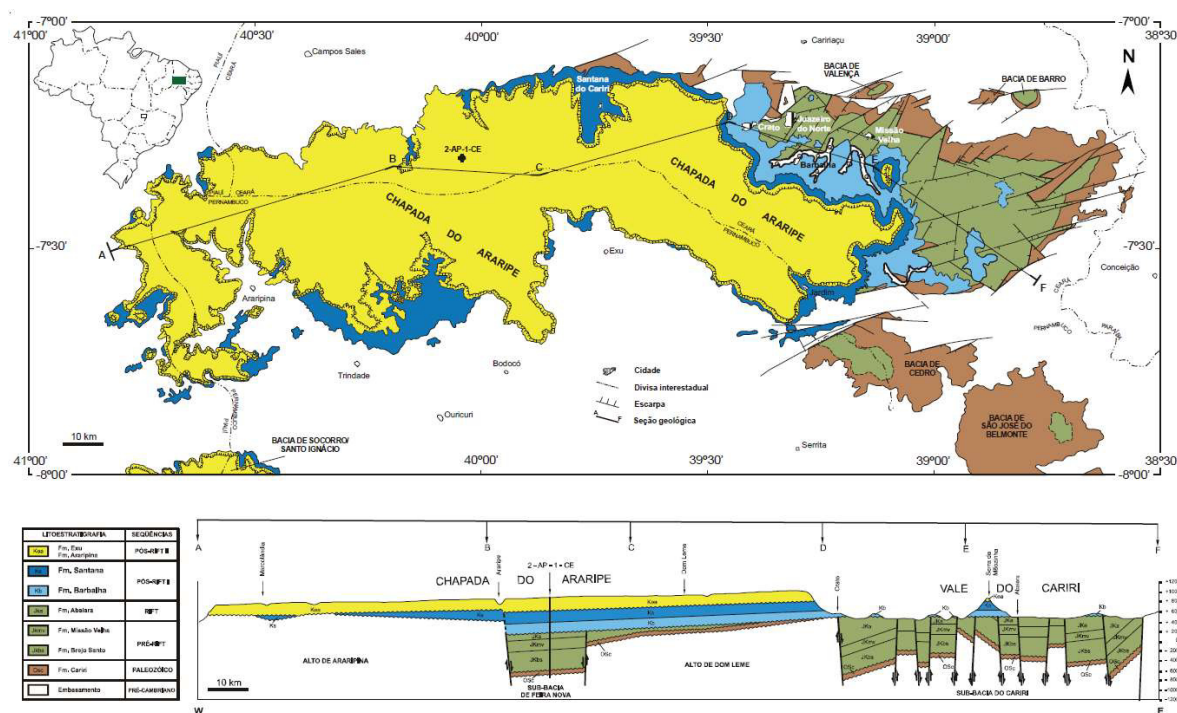
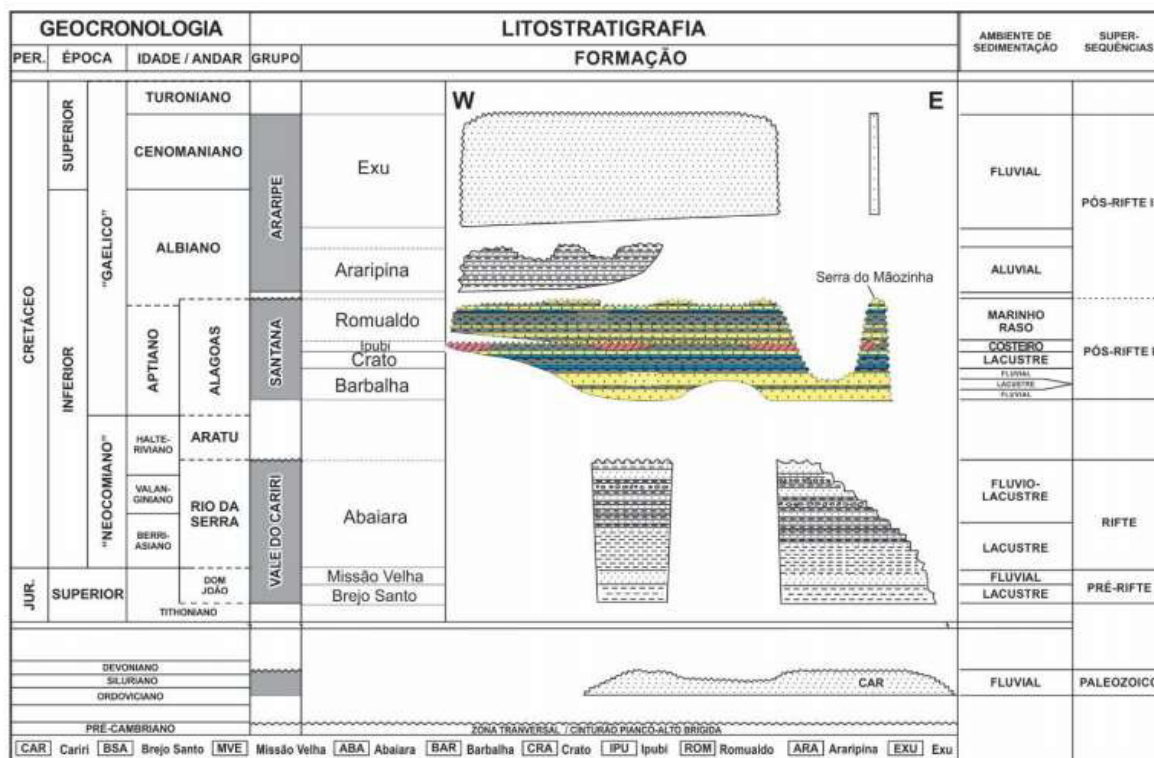


Figura 2 -Litostatigrafia do Araripe (Retirado de Custódio, 2017)



2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localidade

O espécime não possui informação de localidade ou data de coleta. O mesmo foi acessado como parte de um material não catalogado disponível no Dep. de Biologia da UFC. De todo modo, pôde-se inferir a procedência do fóssil pelas características da rocha em que ele se encontra, que sugere origem no Grupo Santana, Formação Romualdo.

2.2 Exemplar Examinado

Atualmente o espécime está depositado na coleção de fósseis do Departamento de Biologia da Universidade Federal do Ceará (DBUFC-F0018) (Figs. 3). Conforme tipicamente visto em fósseis procedentes do Membro Romualdo da Formação Santana, o exemplar encontra-se envolto em concreção calcárea. Tratando-se de uma pré-maxila de pterossauro.

2.3 Preparação

Após registro fotográfico da parte e contraparte do exemplar, o mesmo foi preparado. Inicialmente foi feito o corte do excesso de matriz rochosa com serras circulares de diferentes abrasividades. Após o redimensionamento, o fóssil foi limpo com escovas e mangueira de ar para retirada de poeira e excesso de sedimento e osso mineralizado descamado. O exemplar foi fotografado com escala. A parte e a contra parte do exemplar foram seladas utilizando polímero de resina acrílica paralóide para preservar o formato e informação do fóssil para futura preparação consistindo na remoção completa da matriz rochosa.

Figura 3 - Concreção contendo a pré-maxila de pterossauro.



3 RESULTADOS

O espécime compreende um fragmento de tamanho relativamente pequeno da mandíbula superior. O fragmento do pterossauro foi preservado em concreção calcárea carbonática que, conforme mencionado acima, é típica do Membro Romualdo. O fóssil possui ossos de cor branca, com manchas escuras distribuídas aleatoriamente. O espécime apresenta descamação de parte do osso mineralizado, caracterizando sua fragilidade. Um

forame preenchido por estrutura cristalina está evidente na margem da pré-maxila. A concreção originalmente possuía formato irregular, tornando-se oval após preparo. A mandíbula está quebrada após o sétimo dente, quebra está situada no limite da concreção. Portanto, o exemplar consiste em somente a porção anterior da mandíbula. Isto demonstra que houve quebra do material durante o processo tafonômico e posterior fossilização do fragmento citado.

O fragmento de mandíbula fóssil possui 105 mm de comprimento, consistindo na porção anterior da pré-maxila de um pterossauro. A dentição é homodonte, com dentes cônicos e pontiagudos. Os dois primeiros dentes possuem inclinação anterior. Já os demais dentes, possuem inclinação posterior. O fóssil não possui crista pré-maxilar evidente no rostro. Utilizando-se regra de 3 simples com o comprimento do crânio e da região da pré-maxila até o 6º dente do holótipo e da região da pré maxila até do 6º dente do espécime, o crânio completo foi estimado em 562mm.

Sete dentes podem ser observados na parte e contraparte do fóssil. Numerados de I a VII suas medidas morfométricas são: I- 29,4 mm; II – 25,6 mm; III – 22,6 mm; IV – 20,4; V – 23,4 mm (Fig. 4); VI – 12,9 mm; VII – 7,5 mm (Fig. 5). Os dentes VI e VII são visíveis apenas na contraparte. Um diastema está presente entre os dentes II e III, e outro entre os dents IV e V.

Figura 4 - Parte da pré-maxila com dentição destacada.

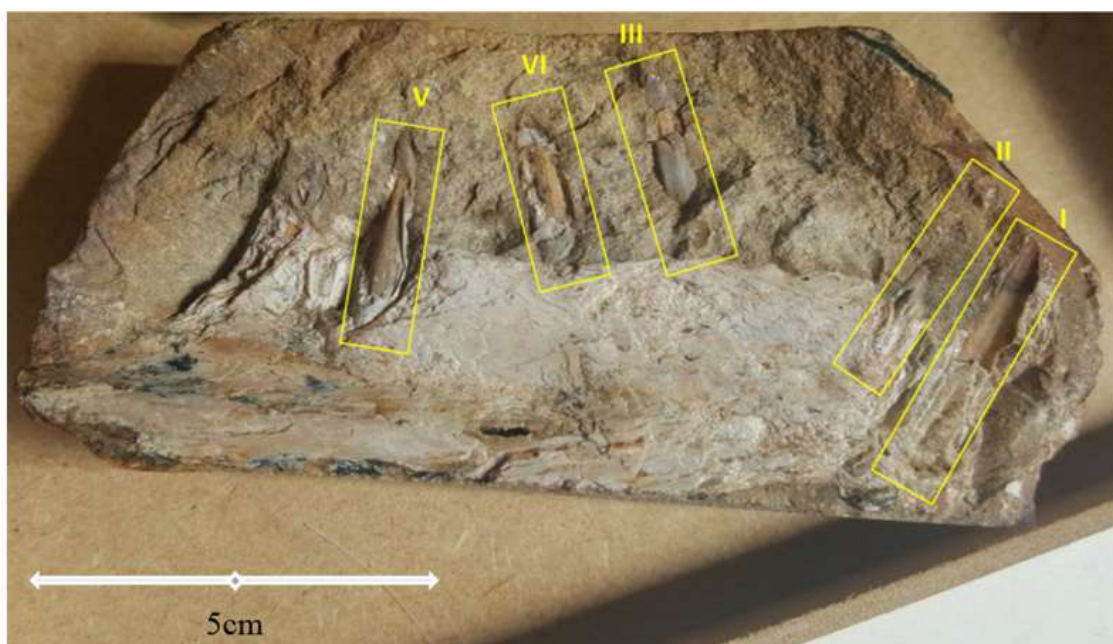
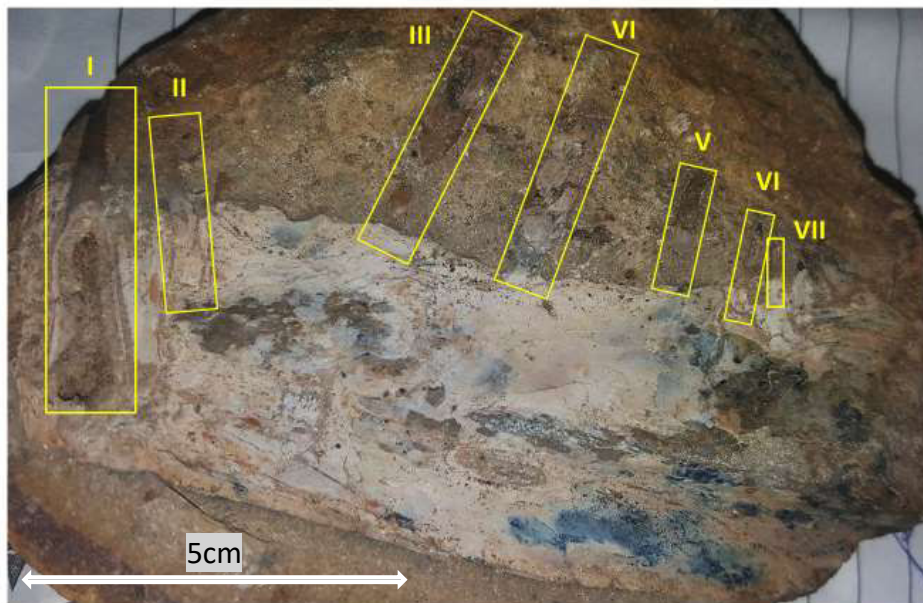


Figura 5 - Contraparte com dentição destacada.



4 DISCUSSÃO

O exemplar de pterossauro pertence a uma espécie não identificada do gênero *Cearadactylus*. O referido exemplar possui as seguintes características diagnosticas para o gênero, conforme descritas por Leonardo & Borgomanero (1985): (1) dentes anteriores do pré-maxilar e dentário consideravelmente mais longos que os seguintes; (2) dentes anteriores do pré-maxilar e dentário inclinados anteriormente; (3) os dentes do dentário possui uma sequência de cinco ou quatro dentes relativamente grandes e alongados, em relação aos dentes seguintes.

No entanto, *C. atrox* foi revisto em estudos posteriores, onde foi constatado que houve inversão na posição dos ossos da pré-maxila e mandíbula. Corrigindo-se tal erro, constata-se a presença de uma pequena crista pré-maxilar, pouco visível no holótipo por tratar-se de um pré-adulto (VILA NOVA et al., 2014). (Fig 7).

Figura 6 – Representação do crânio de *Cearadactylus atrox*, com inversão da posição da pré máxima e destaque para a região referente ao espécime DBUFC-F0018 (modificado de Wellnhofer, 1987).

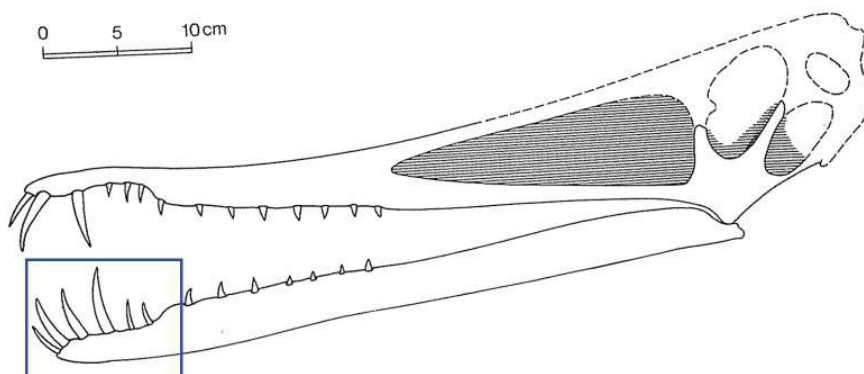
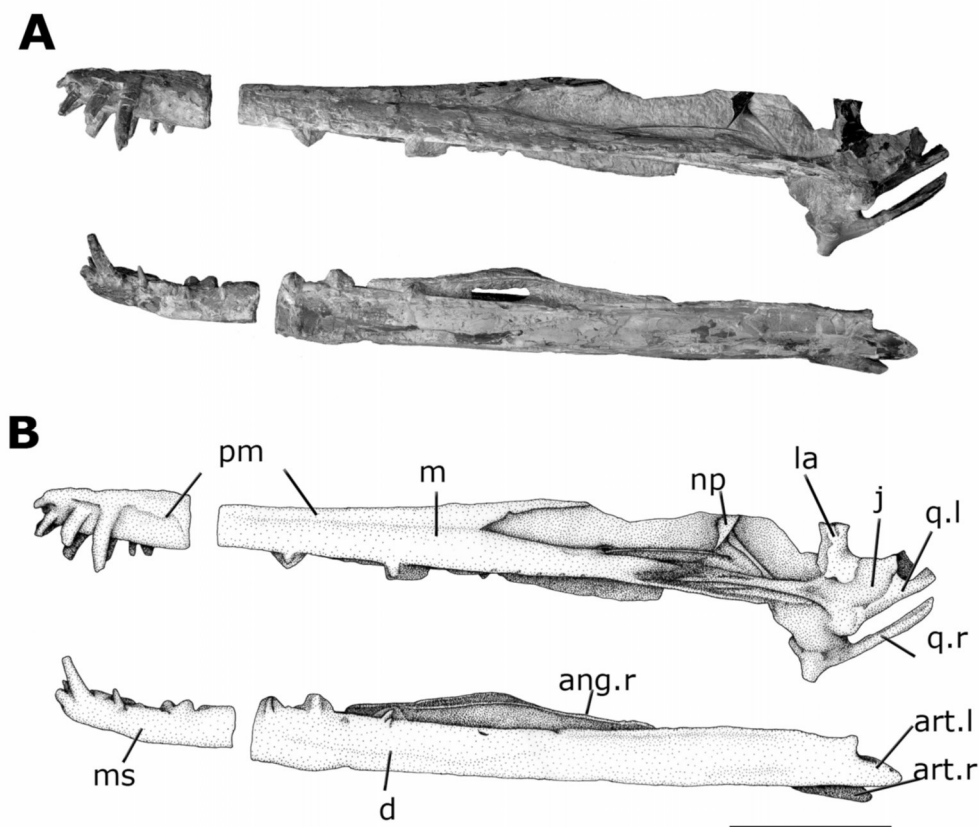


Figura 7 – Foto e ilustração do holótipo de *Cearadactylus atrox*, mostrando a correta posição e anatomia cranial do mesmo. **Abreviações:** **ang.r**, angular (direito); **art.l**, articular (esquerdo); **art.r**, articular (direito); **d**, dentario; **j**, jugal; **la**, lacrimal; **m**, maxila; **ms**, sínfise mandibular symphysis; **np**, processo nasal; **pm**, pre-maxilla; **q.l**, quadrado (esquerdo); **q.r**, quadrate (direito). Escala igual à 100 mm. (reproduzido de Vila Nova et al. 2014).



O gênero *Cearadactylus* é monotípico, sendo representado apenas por *Cearadactylus atrox* (UNWIN, 2002; STEEL et al., 2005). No entanto, em seu presente estado de preparo, não é possível identificar o exemplar estudado ao nível espécie. Mais características do rosto são necessárias para se potencialmente identificá-la ao nível de espécie. Por exemplo, uma característica diagnóstica seria a presença e formato dos dentes posteriores após o 7º par de dentes. Após posterior preparação espera-se observar o sulco dentário estendendo-se até a margem anterior do rosto. Características craniais necessárias para a diagnose completa da espécie também não estão presentes. Uma outra espécie já foi descrita para o gênero, *C. ligabuei* (DALLA VECCHIA, 1993). Porém, estudos posteriores reclassificaram a espécie como *Anhanguera ligabuei* (UNWIN, 2002) e, posteriormente, como *Coloborhynchus ligabuei* (STEEL et al., 2005).

Independente de uma identificação ao nível de espécie, pode-se inferir que o fragmento fóssil pertenceu a um indivíduo sub adulto. Isto porque o referido fragmento pertenceu a um crânio com comprimento total estimado em 562 mm, valor próximo do tamanho de maturidade da espécie tipo do gênero. A espécie tipo *Cearadactylus atrox* tem o seu comprimento de crânio no momento da maturidade sexual estimado em 536 mm por Leonardo & Borgomanero (1985), a partir do holótipo da espécie. Os mesmos autores sugerem que o holótipo pertence a um indivíduo de 4 m de envergadura, no entanto outros autores sugerem até 5,5 m. (WELLNHOFER, 1987).

Apesar de possuir características semelhantes a duas famílias de pterossauros que ocorrem na Formação Romualdo: Anhangueridae e Ornithocheiridae (RODRIGUES & KELLNER, 2013). Os membros destas famílias são caracterizados pela configuração dos dentes alongados especializados em capturar peixes, sendo longos o suficiente para se estenderem além das margens inferior e superior da extremidade rostral (WITTON, 2013). Anteriormente, *C. atrox* estava na verdade classificado como pertencente à família Ctenochasmatidae (UNWIN, 2002). Estudos mais recentes, no entanto, utilizando-se características de outras espécies de pterossauros para compilar uma árvore filogenética, verificaram que *C. atrox* não se encaixa em nenhuma família sugerida anteriormente. Sendo então, sua posição incerta e não sendo possível inseri-lo, até o momento, em uma família existente (VILA NOVA et al., 2014).

5 CONCLUSÃO

O exemplar DBUFC-F0018 se trata de um fóssil de um pterossauro pré adulto, de uma espécie não identificada do gênero *Cearadactylus*. Trata-se de um novo registro para o gênero, já que devido à raridade do mesmo, apenas um espécime teria sido encontrado até o momento, sendo o atual holótipo para a espécie *C. atrox*. O espécime DBUFC-F18 traz pequenas diferenças em relação ao holótipo, como por exemplo o diastema presente entre o 2º e 3º dente, também possui um dente a mais de tamanho grande (o 5º dente). Essas características adicionam informações para futuras diagnoses do gênero.

REFERÊNCIAS

- ASSINE, M. L. Bacia do Araripe. **Boletim de Geociencias da Petrobras**, v. 15, n. 2, p. 371–389, 2007.
- BENTON, M. J. Pterosauria. In: **Paleontologia dos Vertebrados**. 3a. ed. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2006. p. 224-225.
- BOOS, A. D. S.; VEGA, C. S. Paleofauna de vertebrados registrada na Formação Santana (Cretáceo), Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Acta Biológica Paranaense**, v. 40, n. (1-4), p. 119–127, 2014.
- CUSTÓDIO, M. A. **Arquitetura Estratigráfica da Formação Romualdo, Pós-Rifte da Bacia Araripe, Brasil**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2017.
- DALLA VECCHIA, F. M. *Cearadactylus? ligabuei* nov. sp., a new Early Cretaceous (Aptian) pterosaur from Chapada do Araripe (Northeastern Brazil). **Bolletino della Società Paleontologica Italiana**, v. 32, n. 3, p. 401–409, 1993.
- DUQUE, R. R. C. **Os Vertebrados Fósseis da Formação Romualdo, (Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe) em Exu e Araripina, Pernambuco, Nordeste do Brasil**. [s.l.] Universidade Federal de Pernambuco, 2017.
- KELLNER, A. W. A. Reinterpretation of a remarkably well preserved pterosaur soft tissue from the Early Cretaceous of Brazil. **Journal of Vertebrate Palaeontology**, v. 16, n. January 2015, p. 718–722, 1996.
- KELLNER, A. W. A. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, p. 121–130, 2002.
- LEONARDI, G.; BORGOMANERO, G. *Cearadactylus atrox* nov. gen., nov. sp. novo Pterosauria (Pterodactyloidea) da Chapada do Araripe, Ceará, Brasil. **Brasil, D.N.P.M., Coletânea de Trabalhos Paleontológicos. Série “Geologia”, Brasília**, v. 27, n. January 1985, p. 75–80, 1985.
- MARTILL, D. M.; UNWIN, D. M. Exceptionally well preserved pterosaur wing membrane from the Cretaceous of Brazil. **Nature**, v. 340, p. 138–140, 1989.

NEUMMAN, V. H.; CABRERA, L. Una Nueva Propuesta Estratigráfica para la tectonosecuencia Post-Rifte de la Cuenca de Araripe. **Simpósio Sobre O Cretáceo Do Brasil**, p. 279–285, 1999.

RIOS-NETTO, A.; BORGI, L.; CARVALHO, I. S. Formalização estratigráfica do Membro Fundão, Formação Rio da Batateira, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, n. 2, p. 281–292, 2012.

RODRIGUES, T.; KELLNER, A. W. A. Taxonomic review of the Ornithocheirus complex (Pterosauria) from the Cretaceous of England. **ZooKeys**, v. 308, p. 1–112, 2013.

STEEL, L. et al. A new pterodactyloid pterosaur from the Wessex Formation (Lower Cretaceous) of the Isle of Wight, England. **Cretaceous Research**, v. 26, n. 4, p. 686–698, 2005.

UNWIN, D. M. On the systematic relationships of Cearadactylis atrox, an enigmatic Early Cretaceous pterosaur from the Santana Formation of Brazil. **Fossil Records**, v. 5, n. July, p. 239–263, 2002.

VILA NOVA, B. C. et al. Redescription of Cearadactylus atrox (Pterosauria, Pterodactyloidea) from the Early Cretaceous Romualdo Formation (Santana Group) of the Araripe Basin, Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 34, n. 1, p. 126–134, 2014.

WELLNHOFER, P. **New crested pterosaurs from the Lower Cretaceous of Brazil** *Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Historische Geologie*, 1987. Disponível em: <papers2://publication/uuid/95845EA5-5B20-4885-A8F5-96D13BCAB97E>

WITTON, M. P. Ornithocheiridae. In: **Pterosaurs: Natural History, evolution, anatomy**. 1. ed. New Jersey: Princeton University Press, 2013. p. 158.