



UNIVERSIDADE REGIONAL DA CARIRI – URCA

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE – CCBS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIVERSIDADE BIOLÓGICA
E RECURSOS NATURAIS – PPGDR**

**A PALEOICTIOFAUNA DOS FOLHELHOS ESCUROS
DA BASE DA FORMAÇÃO ROMUALDO (CRETÁCEO
INFERIOR, BACIA DO ARARIPE)**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

JOSÉ LUCIO E SILVA

CRATO-CE

2020

JOSÉ LUCIO E SILVA

**A PALEOICTIOFAUNA DOS FOLHELHOS ESCUROS DA BASE DA FORMAÇÃO
ROMUALDO (CRETÁCEO INFERIOR, BACIA DO ARARIPE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri como requisitos para obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais.

Área de Concentração: Biodiversidade

Prof. Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva

Orientador

Profa. Dra. Flaviana Jorge de Lima

Co-orientadora

CRATO-CE

2020

JOSÉ LUCIO E SILVA

**A PALEOICTIOFAUNA DOS FOLHELHOS ESCUROS DA BASE DA FORMAÇÃO
ROMUALDO (CRETÁCEO INFERIOR, BACIA DO ARARIPE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri como requisitos para obtenção do título de Mestre em Diversidade Biológica e Recursos Naturais.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva (Orientador)

Universidade Regional do Cariri

Prof. Dr. Renan Alfredo Machado Bantim (Examinador interno)

Universidade Regional do Cariri

Prof. Dr. Gustavo Ribeiro de Oliveira (Examinador externo)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Juliana Manso Sayão (Examinador externo Suplente)

Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Luiz Marivando Barros (Examinador interno suplente)

Universidade Regional do Cariri

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade Regional do Cariri – URCA
Bibliotecária: Ana Paula Saraiva de Sousa CRB: 3/1000

Silva, José Lucio e
S586e A Paleoiçtíofauna dos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo (Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe)/ José Lucio e Silva. – Crato – CE, 2020.
150p.; il.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais da Universidade Regional do Cariri – URCA; Área de Concentração em Biodiversidade
Orientador: Prof. Dr. Antônio Álamo Feitosa Saraiva
Coorientadora: Profa. Dra. Flaviana Jorge de Lima

1. Formação Romualdo, 2. Paleoiçtíofauna, 3. Bacia do Araripe;
I. Título.

CDD: 551.7

Este trabalho é dedicado ao meu pai, João Ciriaco da Silva (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Regional do Cariri e ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica de Recursos Naturais, que foram essenciais no meu processo de formação.

Agradeço a minha mãe Maria Socorro Lucio, e aos meus irmãos, Monica Lucio, Suyane Lucio, Francisco Suenon, Sara Lucio, Samara Lucio, Poliana Lucio, Luiz Carlos e Sara Cleofas, por sempre me apoiar nas minhas decisões.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Antonio Álamo Feitosa Saraiva, a minha co-orientadora, Dra. Flaviana Jorge de Lima, aos meus amigos Renan Bantim, Thatiany Batista, Edilson Bezerra, Jennyfer Sobreira, Artur Fernandes, Alita Maria e Islandia Santos, por me incentivar a continuar persistindo com os estudos. Sem o apoio de vocês tudo isso seria impossível.

Agradeço a todos que fazem parte da equipe do Laboratório de Paleontologia da URCA – LPU, Gustavo, Elis, Elane, Joyce, Aline e Ana Maria. Os quais se tornaram valiosos amigos, agradeço por todos os momentos de descontração e felicidade.

Aos curadores do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens por ter permitido o acesso a coleção dos fósseis aqui estudados.

Ao Prof. Dr. Sérgio Vilaça, por todos os conselhos e ajuda durante o primeiro ano de mestrado.

Ao Prof. Dr. Allysson Pontes Pinheiro por me permitir utilizar os equipamentos do Laboratório de Crustáceos da URCA, e por toda ajuda ao longo do mestrado.

A Prof. Dra. Valéria Gallo, pela ajuda na identificação de parte das espécies e por sempre estar disponível para tirar dúvidas sobre os peixes fósseis.

Aos amigos que estão ao meu lado desde a infância, sempre me apoiando e controlando minhas doidices, Nathalia Batista, Fagner Fernandes, Eduardo Uriel, Rebeca Almeida, Dennis Leione, Francisco Jeferson, Antônio Marcos, Manoela Silva, Marcos Antônio, Jorge Luiz, Oseias Rodrigues e Natalia Juliana.

As amizades feitas no período de graduação que serão levadas pelo resto da vida, agradeço Leticia Alencar, Carol Angelim, Cassio Brito e Antonio Marcelino.

As amizades feitas nesses últimos três anos, Antony Thierry, Vitória, Berg Pinheiro, Junior Pinheiro, Paulo Victor, José Victor, Alane Pinheiro, Alicy Neres, Liliane Alencar, Mirelly

Roque, Maria Thainá, Luís Augusto, Ana Sisnando e aos demais amigos, por todo o apoio e amizade em uma cidade nova.

A Danúbio Pereira por tornar todos os trabalhos de campo do LPU mais produtivos e divertidos.

Agradeço aos meus sobrinhos, os quais me trazem bastante alegria ao chegar em casa, Daylla Kayane, Charllys Kalleb, Hosana Vitoria e Henrique Junior.

Agradeço a todos os professores que me ensinaram ao longo dos anos, em especial ao professor Ronaldo da escola Figueiredo Correia, que me apresentou ao pessoal do Laboratório de Paleontologia da URCA.

*“O que eu penso, não muda nada além do meu pensamento, o que eu faço a partir disso,
muda tudo!”*

Leandro Karnal

RESUMO

Os folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe são os menos estudados dentre as unidades geológicas que compõem o Grupo Santana. Provavelmente isso se deve ao fato dos fósseis encontrados nesses folhelhos pirobetuminosos não estarem tão bem preservados quanto os que estão preservados nas famosas concreções da Formação Romualdo, estando preservados, em sua maioria, desarticulados. Provavelmente isso se deve ao fato dos fósseis encontrados nesses folhelhos pirobetuminosos não estarem tão bem preservados quanto os que estão preservados nas famosas concreções da Formação Romualdo, estando preservados, em sua maioria, desarticulados. Embora os estudos sejam incipientes já foram descritos 7 táxons de peixes fósseis para a esses folhelhos escuros, *Cladocycclus gardneri* Agassiz 1841, *Tharrhias araripis* Jordan e Branner 1908, *Santanaclupea silvasantosi* Maisey 1993, *Santanasalmo elegans* Gallo, Figueiredo e Azevedo 2009, *Santanichthys diasii* Santos 1985, *Vinctifer comptoni* Jordan 1919 e *Dastilbe* sp. Jordan 1910. Aqui, analisamos um total de 511 espécimes de peixes fósseis dos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, dos quais 168 pertencem a coleção do Laboratório de Paleontologia da URCA (LPU) e 343 pertencem a coleção do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens (MPPCN). A partir deste trabalho, foi possível acrescentar novos dados sobre a paleoictiofauna dos folhelhos da base da Formação Romualdo, definir qual espécie é a mais frequente nesses folhelhos, além da ampliação do registro de *Vinctifer longirostris* para a Bacia do Araripe, somando assim, 8 táxons para os folhelhos pirobetuminosos desta formação.

Palavras-chave: Formação Romualdo; Paleoictiofauna; Bacia do Araripe.

ABSTRACT

The dark shales at the base of the Romualdo Formation, Lower Cretaceous of the Araripe Basin are the least studied among the geological units that make up the Santana Group. Probably this is due to the fact that the fossils found in these pyrobituminous shales are not as well preserved as those that are preserved in the famous concretions of the Romualdo Formation, being mostly preserved disarticulated. as well preserved as those that are preserved in the famous concretions of the Romualdo Formation, being mostly disarticulated. Although the studies are incipient, 7 taxa of fossil fish have already been described for these dark shales, *Cladocycclus gardneri* Agassiz 1841, *Tharrhias araripis* Jordam and Branner 1908, *Santanacupea silvasantosi* Maisey 1993, *Santanasalmo elegans* Gallo, Figueiredo e Azevedo 2009, *Santanichthys diasii* Vinctifer *comptoni* Jordan 1919 and *Dastilbe* sp. Jordan 1910. Here, we analyzed 511 specimens of fossil fish from the dark shales of the base of the Romualdo Formation, of which 168 belong to the collection of the URCA Paleontology Laboratory (LPU) and 343 belong to the collection of the Paleontology Museum Plácido Cidade Nuvens (MPPCN). From this work, it was possible to add new data on the paleoictiofauna of the shales of the base of the Romualdo Formation, to define which species is the most frequent in these shales, in addition to the expansion of the record of *Vinctifer longirostris* for the Araripe Basin, thus adding 8 taxa for the pyrobituminous shales of this formation.

Keywords: Romualdo Formation; paleoictiofauna; Araripe Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da Bacia do Araripe indicando as principais cidades com ocorrência de fósseis. Modificado de Sayão *et al*, 2020.....24

Manuscrito 1

Figura 1 - Espécimes de *Tharrhias araripis*: A) Espécime MPSC P 3919. Escala 10 mm. B) Espécime MPSC P 3927. Escala 10 mm. C) Esquema do corpo completo do *Tharrhias araripis*. Modificado de Maisey, 1991. D) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3919. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; Iop: Interopérculo; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Q: Quadrado; Sob: Supraorbital. Escala 1 mm. E) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3927. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; Iop: Interopérculo; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pa: Parietal; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Q: Quadrado; Scl: Supracleitro; Sop: Subopérculo. Escala 5 mm. F) Esquema do crânio do *Tharrhias araripis*, para comparação. Modificado de Maisey, 1991.....42

Figura 2 - Espécimes de *Santanaclupea silvasantosi*: A) Espécime MPSC P 1165. Escala 10 mm. B) Espécime MPSC P 3983. Escala 10 mm. C) Esquema do corpo do *Santanaclupea silvasantosi*. Modificado de Maisey, 1993. D) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 1165. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Q: Quadrado; Sop: Subopérculo. O círculo amarelo destaca as escamas que compõem o escudo ventral. Escala 10 mm. E) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3983. Abreviaturas; Ang: Angular; D: Dentário; Fr: Frontal; Hymd: Hiomandibular; Mptg: Metapterigoide; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Q: Quadrado. Escala 1 mm. F) A seta amarelo aponta para as escamas que compõem o escudo ventral do espécime MPSC P 3983. Escala 1 mm. G) Esquema do crânio do *Santanaclupea silvasantosi*, para comparação. Modificado de Maisey, 1993.....48

Figura 3 - Espécimes de *Santanasalmo elegans*: A) Espécime LPU 131. Escala 10 mm. B) Espécime MPSC P 2495. Escala 10 mm. C) Esquema do crânio do *Santanasalmo elegans*, para comparação. Modificado de Gallo *et al*, 2009. D) Ossos do crânio identificados do espécime LPU 131. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Sop: Subopérculo. Escala 1 mm. E) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 2495. Abreviaturas; Ao: Antorbital; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; LET: Etmóide lateral; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Sop: Subopérculo. Escala 1 mm.....52

Figura 4 - Espécime de *Santanichthys diasii*: A) Espécime MPSC P 3962. Escala 10 mm. B) Espécime MPSC P 3964. Escala 10 mm. C) Esquema do corpo do *Santanichthys diasii*. Modificado de Filleul & Maisey, 2004. D) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3962. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Smx2: Supra-maxilar-2; Sop: Subopérculo. Escala 1 mm. E) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3964. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; En: Entopterigoide; Fr: Frontal; Io3: Infraorbital-3; Io4: Infraorbital-4; Infraorbital-5; Iop: Interopérculo; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Scl: Supracleitro; Smx2: Supra-maxilar-2; Sop: Subopérculo. Escala 1 mm. F) Esquema do crânio do *Santanichthys diasii*, para comparação. Modificado de Filleul & Maisey, 2004.....56

Figura 5 - Espécimes de *Vinctifer comptoni*: A) Espécime MPSC P 1529. Escala 100 mm. B) Espécime MPSC P 2125. As setas amarelas apontam para as nadadeiras: Peitorais, pélvicas, dorsal e caudal. Escala 100 mm. C) Esquema do corpo do *Vinctifer comptoni*, para comparação. Modificado de Maisey, 1991. D) Ossos do crânio identificados no espécime MPSC P 1529. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar. Escala 50 mm.....59

Figura 6 - Espécime de *Vinctifer longirostris*: A) Espécime MPSC P 1156. Escala 10 mm. B) Espécime MPSC P 1156, visto em luz negra (luz ultravioleta – UV), mostrando estruturas fosfatizadas. Escala 10 mm. C) Ossos do crânio identificados no espécime MPSC P 1156. Abreviaturas; Cl: Cleitro; Dsp: Dentalosplénial; Fr: Frontal; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pdt: Pré-dentário; Pmx: Pré-maxilar; Po: Pós-orbital; Pop: Pré-opérculo; Sop: Subopérculo. Escala 10 mm. D) Região ventral do espécime MPSC P 1156. Setas apontando para as nadadeiras pélvicas. Escala 1 mm. E) Crânio do espécime MPSC P 1156, sob luz negra. Setas apontam para os dentes maxilares e para o canal sensorial que passa na parte medial do pré-opérculo. F) Pedúnculo caudal do espécime MPSC P 1156. Setas apontam para as nadadeiras: anal, dorsal e caudal.....63

Figura 7 - Espécimes de *Cladocycclus gardneri*: A) Espécime MPSC P 2084. Corpo sem crânio preservado; setas apontando para as nadadeiras: peitorais, pélvicas, anal, dorsal e caudal. Escala 100 mm. B) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3948. Abreviaturas; D: Dentário; Fr: Frontal; Io3: Infraorbital-3; Io4: Infraorbital-4; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Smx: Supramaxilar; Sop: Subopérculo; Stt: Supratemporal. Escala 100 mm. C) Esquema do corpo do *Cladocycclus gardneri*. Modificado de Maisey, 1991. D) Esquema do crânio do *Cladocycclus gardneri*, para comparação. Modificado de Maisey, 1991.....66

Figura 8 - Espécime do gênero *Dastilbe*: A) Espécime MPSC P 3945. Escala 10 mm. B) Esquema do corpo completo do *Dastilbe crandalli*. Modificado de Dietze, 2007. C) Ossos do

crânio identificados no espécime MPSC P 3945. Abreviaturas; Ang: Angular; D: Dentário; Fr: Frontal; Mptg: Metapterigoide; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Sop: Subopérculo. Escala 5 mm. D) Esquema do crânio do *Dastilbe crandalli*, para comparação. Modificado de Dietze, 2007.....69

Manuscrito 2

Figura 1-Distribuição do gênero *Vinctifer* na América Latina.....88

Figura 2 - Reconstrução do crânio de *Vinctifer longirostris*. Modificado de Cantalice *et al.* (2018). Abreviaturas: Ang: angular; Cl: cleitro; Dsp: dermosfenotico; Mx: maxila; Na: nasal; Op: opérculo; Pdt: predentário; Pmx, premaxila; Po: pós-orbital; Pop: preopérculo; Ptt: posttemporal; Rart: retroarticular; Ro: rostral; Scl: anel esclerótico; S. clt: supracleitrum; Sob: suborbital; Sop: subopérculo.....89

Figura 3 - Espécime MPSC P 1156. A) Vista completa do espécime, escala de 10 mm. B) Visão do espécime inteiro sob luz ultravioleta, escala de 10 mm. C) Vista aproximada do pré-maxilar e maxilar, escala 1 mm. D) Vista aproximada da nadadeira pélvica, a seta amarela aponta para as nadadeiras pélvicas, escala 1 mm. E) Vista aproximada da nadadeira caudal, escala 1 mm. F) Vista aproximada do crânio, focando no osso pré-opérculo, seta amarela apontando canal sensorial, escala 1 mm.....96

Figura 4 - Espécime MPSC P 4002, escala 10 mm.....97

Figura 5 - Espécime MPSC P 4003. A) Vista completa do espécime, escala de 10 mm. B) Visão inteira do espécime sob luz ultravioleta, escala de 10 mm. C) Vista aproximada dos dentes no conjunto pré-maxilar e maxilar, o asterisco amarelo indicam os dentes, escala 1 mm.....98

Figura 6 - Comparações do crânio do gênero *Vinctifer* em vista lateral direita. A) *Vinctifer longirostris*. B) *Vinctifer comptoni*. C) *Vinctifer ferrusquiai*. Modificado de Cantalice *et al.* (2018)102

Figura 7 - Reconstrução em vida de *Vinctifer longirostris*. Obra de arte de João Eudes.....103

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Táxons de peixes fósseis descritos para Bacia do Araripe, até o primeiro semestre do ano de 2020.....33

Manuscrito 1

Tabela 1 - Quantidade de espécimes de *Tharrhias araripis* encontrados nos folhelhos escuro das coleções do LPU e MPPCN. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.....43

Tabela 2 - Quantidade de espécimes de *Santanalupea silvasantosi* encontrados nos folhelhos escuro das coleções do LPU e MPPCN. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.....49

Tabela 3 - Quantidade de espécimes de *Santanasalmo elegans* encontrados nos folhelhos escuro das coleções do LPU e MPPCN. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.....53

Tabela 4 - Quantidade de espécimes de *Santanichthys diasii* encontrados nos folhelhos escuro das coleções do LPU e MPPCN. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.....57

Tabela 5 - Quantidade de espécimes de *Vinctifer comptoni* encontrados nos folhelhos escuro das coleções do LPU e MPPCN. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.....60

Tabela 6 - Quantidade de espécimes de *Vinctifer longirostris* encontrados nos folhelhos escuro das coleções do LPU e MPPCN. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.....64

Tabela 7 - Quantidade de espécimes de *Cladocyclus gardneri* encontrados nos folhelhos escuro das coleções do LPU e MPPCN. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.....67

Tabela 8 - Quantidade de espécimes do gênero *Dastibe* encontrados nos folhelhos escuro das coleções do LPU e MPPCN. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.....69

Tabela 9 - Táxons encontrados na Bacia do Araripe. Mostrando a diferença em comparação entre a paleoictiofauna encontrada na Formação Romualdo, e em outras bacias sedimentares.....74

LISTA DE GRÁFICOS

Manuscrito 1

Gráfico 1 - Táxons abundantes dos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo das coleções do LPU e do MPPCN.....	76
--	----

LISTA DE SINONÍMIAS

Aspidorhynchus comptoni – *Vinctifer comptoni* (Agassiz, 1841)

Lepidotes temnurus – *Araripelepidotes temnurus* (Agassiz, 1841)

Rhacolepis brama – *Notelops brama* (Agassiz, 1841)

Leptolepis diasii – *Santanichthys diasii* (Silva Santos, 1958)

Microdon penalvai – *Neoproscinetes penalvai* (Silva Santos, 1970)

LISTA DE ABREVIATURAS

Ang – Angular

Ao – Antorbital

Cl – Cleitro

D – Dentário

Dsp – Dentalosplénial

Dsph – Dermosfenotico

Exsc – Extraescapular

Fr - Frontal

Hymd – Hiomandibular

Io – Infraorbital

Iop – Interopérculo

Mptg – Metapterigoide

Mx – Maxilar

Na – Nasal

Op – Opérculo

Pa – Parietal

Pdt – Pré-dentário

Pmx – Pré-maxilar

Po – Pós-orbital

Pop – Pré-opérculo

Post – Pós-temporal

Q – Quadrado

Rart – Retroarticular

Ro – Rostro

ScIt – Supracleitro

Smx – Supramaxilar

So – Supraorbital

Soc – Supraoccipital

Sop – Subopérculo

LISTA DE SIGLAS

MPPCN – Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens

MPSC – Museu de Paleontologia Santana do Cariri (abreviação utilizada para o número de tombo dos fósseis do MPPCN)

LPU – Laboratório de Paleontologia da URCA

URCA – Universidade Regional do Cariri

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVOS GERAIS	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3 CONTEXTO GEOLÓGICO	21
3.1 BACIA DO ARARIPE	21
3.2 GRUPO SANTANA	21
3.2.1 Formação Barbalha	22
3.2.2 Formação Crato	22
3.2.3 Formação Ipubi	22
3.2.4 Formação Romualdo	23
4 MATERIAL E MÉTODO	25
4.1 Espécimes do LPU	25
4.2 Espécimes do MPSC	26
5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
6.1 Manuscrito 1 - Novos dados sobre a fauna de peixes fósseis dos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil.....	33
6.2 Manuscrito 2 - Substantiated description of the Aspidorhynchidae <i>Vinctifer longirostris</i> in the early Cretaceous of the Araripe Basin.....	81
7 CONCLUSÃO	105
REFERÊNCIAS	106
APÊNDICE	

1 INTRODUÇÃO

Vários estudos realizados sobre a paleoictiofauna da Bacia do Araripe têm contribuído para a grande diversidade dos vertebrados fósseis do Grupo Santana, tornando os peixes um dos grupos com mais espécimes coletados entre os vertebrados fósseis da Bacia do Araripe (MAISEY, 1991; SARAIVA *et al*, 2007; POLCK *et al*, 2015). Assim, a divisão de classe desses vertebrados enriquece a diversidade da paleoictiofauna, que está distribuída principalmente nas camadas fossilíferas que correspondem as Formações Crato, Ipubi e Romualdo.

A paleoictiofauna está dividida até o momento em chondrinchthys e osteichthyes. Os chondrinchthys estão representados pela família Hybodontidae, com uma espécie de tubarão descrita, *Tribodus limae* Brito e Ferreira 1989, além de duas famílias *Incertae sedis* de arraias, *Iansan beurleni* Silva Santos, 1989 e *Stahlraja sertanensis* Brito *et al*, 2013. Os osteichthyes estão divididos em duas classes, a classe Actionopterygii e Sarcopterygii.

A classe Actionopterygii compreende as famílias Obaichthyidae, representada por *Obaichthys decoratus* Wenz & Brito, 1992 e *Dentilepisosteus laevis* Wenz & Brito, 1992; Semionotidae, representada por *Araripelepidotes temnurus* (Agassiz, 1841) e *Lepidotes wenzae* Brito & Gallo, 2003; Pycnodontidae, representada por *Neoproscinetes penalvai* (Silva Santos, 1970) e *Iemanja palma* Wenz, 1989; Amiidae, representada por *Calamopleurus cylindricus* Agassiz, 1841 e *Cratoamia gondwanica* Brito, Yabumoto & Grande, 2008; Oshuniidae, representada por *Oshunia brevis* Wenz & Kellner, 1986; Ophiopsidae, representada por *Placidichthys bidorsalis* Brito, 2000; Aspidorhynchidae, representada por *Vinctifer comptoni* (Agassiz, 1841) e *Belonostomus* sp. Agassiz, 1834; Cladocyclidae, representada por *Cladocyclus gardneri* Agassiz, 1841; Araripichthyidae, representada por *Araripichthys castilhoi* Silva Santos, 1985; Albulidae, representada por *Brannerion* spp. Mayrinck, Brito & Otero, 2010; Elopidae, representada por *Paraelops cearensis* Silva Santos, 1971; Pachyrhizodontidae, representada por *Rhacolepis buccalis* Agassiz, 1841 e *Notelops brama* Agassiz, 1841; Chanidae, representada por *Tharrhias araripis* Jordan & Branner, 1908 e *Dastilbe crandalli* Jordan, 1910. Essa mesma classe possui alguns táxons de família *Incertae sedis*, como *Santanichthys diasii* (Santos, 1958), *Beurlenichthys ouricuriensis* Figueiredo & Gallo, 2004, *Santanasalmo elegans* Gallo, Figueiredo & Azevedo, 2009 e *Santanaclupea silvasantosi* Maisey, 1993.

A classe Sarcopterygii compreende a família Mawsoniidae, representada por *Mawsonia gigas* Woodward *in* Mawson & Woodward 1907, *Axelrodichthys araripensis*

Maisey, 1986 e *Axelrodichthys* sp. Brito & Martill, 1999; Brito & Yabumoto, 2011; Yabumoto & Brito, 2013.

Os folhelhos pirobetuminosos da base Formação Romualdo ainda são pouco estudados, sendo encontrados nesses folhelhos, até o momento, seis táxons de peixes descritas: *Vinctifer compitoni*, *Cladocyclus gardneri*, *Tharrhias araripis*, *Santanaclupea silvasantosi*, *Santanichthys diasii* e *Santanasalmo elegans*. Este último é encontrado apenas nos folhelhos escuros dessa formação (BRITO e YABUMOTO, 2011; POLCK *et al*, 2015). Além desses, foram identificados um dinossauro Coelurosauria *Aratasaurus museunacionali* Sayão, J.M; Saraiva, A.A.F; Brum, A.S; Bantim, R.A.M; Cheng, X; Lima, F.J; Silva, H.P e Kellner, A.W.A (SAYÃO *et al*, 2020a, b).

O presente trabalho visa investigar a diversidade da paleoictiofauna dos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, além de incluir táxons que foram identificados nas análises que antes não fazia parte dessa diversidade, atualizando assim as informações sobre a paleoictiofauna da Bacia do Araripe.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar a paleobiodiversidade de peixes dos folhelhos da base da Formação Romualdo a partir de fósseis depositados nas coleções científicas do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens e Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri.

2.2 Objetivos específicos

- Fazer o levantamento e revisão das espécies de peixes encontrados nas unidades geológicas do Grupo Santana, depositadas nas coleções do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens (Santana do Cariri-CE) e Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri (Crato-CE);
- Identificar os espécimes de peixes depositados nas coleções científicas do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens (Santana do Cariri-CE) e Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri (Crato-CE);
- Descrever uma nova ocorrência de peixe para os folhelhos escuros da base da Formação Romualdo.

3 CONTEXTO GEOLÓGICO

3.1 Bacia do Araripe

A Bacia do Araripe possui uma extensão 12.000 km² (ASSINE, 2007) e é considerada a mais extensa das bacias interiores do Nordeste do Brasil (Fig. 1) e a mais estudada. É considerada também a mais complexa. É caracterizada por uma evolução poli-histórica (ASSINE 1990; BRITO NEVES, 1990). Encontra-se dentro da Província Estrutural de “Borborema” (ALMEIDA *et al.*, 1977), que engloba praticamente todo o Nordeste do Brasil, cobrindo rochas do embasamento Pré-cambriano (VALENÇA *et al.*, 2003). Apresenta um formato aproximadamente retangular, com eixo longitudinal na direção W-E e está formada por sequências sedimentares paleozoicas e mesozoicas, estendendo-se, atualmente, incluindo o Vale do Cariri (ASSINE, 1994). Esta bacia sedimentar localiza-se entre os meridianos 38° 30’ e 40° 50’ de longitude W de Greenwich e os paralelos 7° 05’ e 7° 50’ de latitude S, ocupando parte dos estados do Piauí, Ceará e Pernambuco (ASSINE, 2007).



Figura 1: Mapa da Bacia do Araripe indicando as principais cidades com ocorrência de fósseis. Modificado de Sayão *et al.*, 2020.

Geomorfologicamente, a Bacia do Araripe destaca-se na região Nordeste do Brasil, pela existência de uma chapada, de topo plano, mergulhando suavemente para oeste e limitada por escarpas erosivas e íngremes, denominada de Chapada do Araripe (ASSINE, 2007). Tem uma extensão longitudinal de aproximadamente 180 km no sentido E-W, e transversal um pouco variável, ao redor de 50km N-S. No lado oriental, a altitude aproximada é de 950 m, enquanto

no sentido das proximidades da fronteira com o Piauí, atinge cerca de 700 m (BRITO NEVES, 1990).

A Bacia do Araripe possui uma sedimentação poligenética, com megassequências que constituíram a estratigrafia da bacia a partir de diferentes estágios tectônicos, os quais se dividem em pré-rifte, Sin-rifte e pós-rifte. A sequência pré-rift apresenta depósitos sedimentares de idade paleozoica (Formação Cariri - Siluriano/Devoniano), e de idade jurássica (formações Missão Velha e Brejo Santo). Já a sequência sin-rifte é atribuída aos depósitos sedimentares da Formação Abaiara. As sequências pós-rifte englobam todos outros depósitos sedimentares da Bacia do Araripe, que estão sob a Formação Abaiara, tendo maior importância paleontológica o Grupo Santana (Formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo – Cretáceo Inferior), a qual apresenta uma das maiores diversidade de fósseis e qualidade de preservação, atraindo a atenção de diversos pesquisadores de diferentes áreas da paleontologia (ASSINE *et al*, 2014; FAMBRINI *et al*, 2013, SARAIVA *et al*, 2015).

3.2 Grupo Santana

O Grupo Santana compreende a “Sequência Tectonosedimentar pós-rifte I” da Bacia do Araripe (NEUMANN e ASSINE, 2015), que registra uma sequência estratigráfica quase completa da deposição (NEUMANN e ASSINE, 2015). As camadas do Grupo Santana são as mais fossilíferas (SAYÃO *et al.*, 2015), formadas pelas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo, contando da base para o topo (ASSINE *et al*, 2014).

3.2.1 Formação Barbalha

A Formação Barbalha é formada essencialmente por arenitos friáveis, micáceos, amarelos a arroxeados, com intercalações de folhelhos (ASSINE, 1992). Essa formação, apresenta estruturas sedimentares e conteúdo fóssilífero próprio de origem continental, referindo a um sistema deposicional do tipo fúlvio-lacustre (ASSINE, 1992, 2007, FAMBRINE *et al*, 2015). Nessas camadas são encontrados ostracodes, conchostráceos, restos de peixes e fragmentos vegetais carbonizados (ASSINE *et al*, 2014, BATISTA *et al*, 2019).

3.2.2 Formação Crato

A Formação Crato constitui-se principalmente por calcários micríticos laminados, com pseudomorfos de sal (halita) e estão divididos em seis pacotes (C1 a C6), variando de cores cinza à creme (VIANA E NEUMANN, 2002; SARAIVA *et al*, 2015). Essa formação possui uma grande diversidade de fósseis, sendo encontrado desde plantas pteridófitas, gimnospermas e angiospermas (LIMA *et al*, 2012; SARAIVA *et al*, 2015), à invertebrados (insetos, aracnídeos, bivalves e conchostráceos) e vertebrados (peixes, anfíbios, quelônios, crocodilomorfos, lagartos e pterossauros) (KELLNER, 2002; MARTILL, 2007; SARAIVA *et al*, 2015; POLCK *et al*, 2015).

3.2.3 Formação Ipubi

Essa formação é composta principalmente de gipsita e anidrita, e representa o sistema lacustre que transformou a solução salina sob condições de clima seco, permitindo a deposição desses evaporitos, com leitos intercalados de folhelhos pirobotuminosos (PONTE E APPI, 1990; VALENÇA *et al*. 2003). Possui uma espessura máxima de 30 m, as camadas de gipsita são comuns nas áreas ao redor de Santana do Cariri, mas concentram-se principalmente na porção oeste da bacia, do município de Ipubi ao município de Araripina (Pernambuco), principal região produtora de gesso no Brasil (ASSINE, 1992; ASSINE *et al*, 2014). Essas camadas de gipsita (evaporitos) são lenticulares e lateralmente contíguas a folhelhos cinza-esverdeados, carbonatos e ou mesmo arenitos (ASSINE, 1992; ASSINE *et al*, 2014). Nesses folhelhos podem ser encontrados restos de planta, peixes, ostracodes e conchostráceos e crustáceos decápodes (OLIVEIRA *et al*, 2011; SARAIVA *et al*, 2015, BARROS *et al*, 2020).

3.2.4 Formação Romualdo

A Formação Romualdo é constituída por folhelhos escuros na sua base, passando para folhelhos cinza-esverdeados com níveis de concreções carbonáticas, intercalados por níveis de arenitos e calcários (NEUMANN & CABRERA, 1999; SARAIVA *et al*, 2007; ASSINE *et al*, 2014). Os fósseis desta formação são comumente encontrados em concreções de calcário micrítico, finamente laminado, correspondendo as lâminas de folhelhos que as contém. Seu paleoambiente é interpretado como lagunar costeiro, com periódicas incursões marinhas, que é o que sugerem os equinoides encontrados no nível acima dos ictiólitos (SARAIVA *et al*, 2007; ASSINE, 2007). Em muitas dessas concreções são encontrados fósseis, na sua maioria restos

de peixes, mas também é possível encontrar plantas, quelônios, dinossauros e pterossauros (FARA *et al*, 2005; SARAIVA *et al*, 2015).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram analisados 511 espécimes de peixes preservados nos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo. Destes, 168 espécimes pertencem a coleção do Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – LPU/URCA, localizado no Município de Crato – Ceará, e 343 espécimes pertencem ao acervo do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens – MPPCN/URCA, Santana do Cariri - Ceará. Foi possível identificar 172 espécimes a nível de gênero ou de espécie. A maioria do material não foi possível identificar devido a baixa qualidade de preservação, pois os fósseis encontrados nesse nível são muito comprimidos e sofrem alteração de composição, cor e aspecto, principalmente depois de algum tempo que foram coletados.

Dos espécimes analisados alguns precisaram passar pelo processo de preparação mecânica, onde foram utilizadas ponteiras de aço para a retirada de sedimento, possibilitando uma melhor visualização das estruturas ósseas. Posteriormente, os espécimes, foram estudados em um microscópio óptico estereoscópio, modelo TIM-30 (OPTON), além de utilizar uma lupa NI-150 High Intensity Illuminator (Nikon Instruments Inc) para identificação dos espécimes. Para as fotografias utilizou-se uma câmera digital (Canon EOS 60d). Os espécimes de *Vinctifer longirostris* foram fotografados sob luz ultravioleta para melhor visualização de detalhes das estruturas ósseas observadas e de partes fosfatizadas, com o objetivo de verificar a presença de tecido mole preservado. Os fósseis foram medidos com o auxílio de paquímetro (0 - 150 mm Digital Caliper) e para os de maior porte, foi utilizado uma trena de fibra de vidro 10 m Startools. Para identificação anatômica e taxonômica, foi realizado uma comparação com espécies já descritas na literatura para o Grupo Santana (por exemplo, Maisey, 1991, Saraiva *et al.*, 2015 e Polck *et al.*, 2015). Também foi realizada uma triagem, separando o material de acordo com os táxons encontrados, por coleções as quais eles pertencem.

4.1 Espécimes do LPU

Os espécimes analisados do Laboratório de Paleontologia da URCA foram: seis *Tharrhias araripis* (LPU 054, LPU 078, LPU 278, LPU 388, LPU 434 e LPU 1215), treze *Santanaclupea silvasantosi* (LPU 144, LPU 150, LPU 155, LPU 349, LPU 366, LPU 384, LPU 406, LPU 421, LPU 424, LPU 429, LPU 481, LPU 489 e LPU 1371), dois *Santanasalmo elegans* (LPU 078 e LPU 131), doze *Santanichthys diasii* (LPU 062, LPU 081, LPU 385, LPU 409, LPU 426, LPU 445, LPU 1366, LPU 1214, LPU 1217, LPU 1365 e LPU 1370), doze

escamas isoladas de *Vinctifer comptoni*, (LPU 021, LPU 042, LPU 053, LPU 056, LPU 072, LPU 133, LPU 136, LPU 159, LPU 351, LPU 405, LPU 432 e LPU 498), dois espécimes de *Vinctifer comptoni* (LPU 079 e LPU 163), dois *Cladocycclus gardineri* (LPU 135 e LPU 365) e dois *Dastilbe* sp. (LPU 382 e LPU 1218). Não foi possível identificar taxonomicamente os 117 espécimes restantes, devido a fatores tafonômicos, não sendo possível uma identificação direta dos espécimes.

4.2 Espécimes do MPPCN

Os espécimes analisados pertencentes ao MPPCN foram: vinte e cinco *Tharrhias araripis* (MPSC P 3913, MPSC P 3914, MPSC P 3915, MPSC P 3916, MPSC P 3917, MPSC P 3918, MPSC P 3919, MPSC P 3920, MPSC P 3921, MPSC P 3922, MPSC P 3925, MPSC P 3926, MPSC P 3927, MPSC P 3928, MPSC P 3929, MPSC P 3930, MPSC P 3931, MPSC P 3932, MPSC P 3933, MPSC P 3935, MPSC P 3936, MPSC P 3937, MPSC P 3939 e MPSC P 3940), vinte e oito *Santanaclupea silvasantosi* (MPSC P 1165, MPSC P 2050, MPSC P 2083, MPSC P 2142, MPSC P 2254, MPSC P 2499, MPSC P 2500, MPSC P 2502, MPSC P 3902, MPSC P 3911, MPSC P 3946, MPSC P 3949, MPSC P 3951, MPSC P 3952, MPSC P 3971, MPSC P 3972, MPSC P 3973, MPSC P 3974, MPSC P 3975, MPSC P 3976, MPSC P 3977, MPSC P 3978, MPSC P 3979, MPSC P 3980, MPSC P 3981, MPSC P 3982, MPSC P 3983 e MPSC P 3984), sete *Santanasalmo elegans* (MPSC P 2491, MPSC P 2493, MPSC P 2494, MPSC P 2495, MPSC P 2497, MPSC P 2498 e MPSC P 3940), quatorze *Santanichthys diasii* (MPSC P 3954, MPSC P 3956, MPSC P 3958, MPSC P 3959, MPSC P 3960, MPSC P 3961, MPSC P 3962, MPSC P 3963, MPSC P 3964, MPSC P 3965, MPSC P 3966, MPSC P 3968, MPSC P 4033 e MPSC P 4041), dez *Vinctifer comptoni* (MPSC P 1529, MPSC P 2020, MPSC P 2117, MPSC P 2125, MPSC P 3997, MPSC P 3998, MPSC P 3999, MPSC P 4004, MPSC P 4005 e MPSC P 4017), dezoito escamas isoladas de *Vinctifer comptoni* (MPSC P 4000, MPSC P 4001, MPSC P 4006, MPSC P 4007, MPSC P 4008, MPSC P 4009, MPSC P 4010, MPSC P 4011, MPSC P 4012, MPSC P 4013, MPSC P 4014, MPSC P 4015, MPSC P 4016, MPSC P 4018, MPSC P 4019, MPSC P 4044, MPSC P 4045, MPSC P 4046), três *Vinctifer longirostris* (MPSC P 1165, MPSC P 4002 e MPSC P 4003), sete *Cladocycclus gardineri* (MPSC P 2082, MPSC P 2084, MPSC P 2124, MPSC P 2143, MPSC P 2294, MPSC P 3947 e MPSC P 3948), e oito *Dastilbe* sp. (MPSC P 3940, MPSC P 3941, MPSC P 3942, MPSC P 3944 e MPSC P 3945). Não foi possível identificar taxonomicamente os 223 espécimes restantes, devido a fatores

tafonômicos. Vale ressaltar que foram observadas algumas placas de folhelhos que possuíam mais de um espécime preservado.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A diversidade de vertebrados fósseis encontrados na Bacia do Araripe tem crescido ao longo das décadas, aumentando assim os estudos desses fósseis, cujo o conhecimento se iniciou no século XIX, através de dois naturalistas alemães, os quais ilustraram o primeiro peixe fóssil da Bacia do Araripe, no livro “*Reise in Brasilian*” (Viagem pelo Brasil), o qual foi publicado em 1823 e 1831 em uma obra de três volumes (CARVALHO e SANTOS, 2005). Dentre os vertebrados, os primeiros a serem estudados e descritos para a Bacia do Araripe foram os peixes, os quais foram descritos pelo naturalista, Jean Louis Rodolphe Agassiz em 1841, sendo elas: *Rhacolepis buccalis*, *Cladocycclus gardneri*, *Calamopleurus cylindricus*, *Vinctifer comptoni* (inicialmente descrito como *Aspidorhynchus comptoni*), *Araripelepidotes temnurus* (antes descrito como *Lepidotus temnurus*), *Brannerion latum* (descrito inicialmente como *Rhacolepis latus*) e *Rhacolepis brama* inicialmente descrito por Agassiz (posteriormente passou a se chamar *Notelops brama* Woodward, 1901) (ver CARVALHO e SANTOS, 2005).

Logo após, com base na fauna encontrada na Bacia do Araripe, Agassiz em 1844, datou as camadas fossilíferas como de idade cretácea, sendo a primeira vez que uma formação geológica brasileira foi datada com base paleontológica (CARVALHO e SANTOS 2005). Outros pesquisadores também tiveram interesses pelos peixe fósseis da Bacia do Araripe, como Arthur S. Woodward, David S. Jordan, Edward D. Cope e John C. Branner, descrevendo algumas espécies: *Tharrhias araripis* Jordan e Branner (1908) e *Dastilbe crandalli* Jordan (1910) (COPE, 1871; WOODWARD, 1887, 1890; JORDAN & BRANNER, 1908; CARVALHO & SANTOS, 2005).

Vários pesquisadores estrangeiros continuaram a estudar os peixes encontrados na Bacia do Araripe, como Jordan (1923), D’ Erasmio (1938) e Dunkle (1940). Além dos pesquisadores estrangeiros, alguns pesquisadores brasileiros também se interessaram pelos peixes fósseis da Bacia do Araripe, como Rubens da Silva Santos, que iniciou seus trabalhos com os peixes fósseis do Grupo Santana (antiga Formação Santana), estudando o *Aspidorhynchus comptoni* em 1945 (conhecido como *Vinctifer comptoni*), *Leptolepis diasii* (1958), reanalisado por Silva Santos em 1995, mudando o epíteto genérico para *Santanichthys diasii*, essa mesma espécie foi redescrita por Filleul & Maisey (2004). Santos (1947) fez uma redescrição do *Dastilbe*, nomeando como *Dastilbe elongatus*, o qual foi reanalisado após alguns anos e renomeado com seu epíteto genérico original *Dastilbe crandalli* por Dietze (2007), até o final da década de 1950, apenas os peixes haviam sido estudados (CARVALHO e SANTOS, 2005).

Nas décadas de 70, 80 e 90, deu-se continuidade as publicações de peixes fósseis para a Bacia do Araripe, sendo descritos o *Microdon penalvai* por Silva Santos (1970), tendo seu epíteto genérico mudado para *Neoproscinetes penalvai* por Silva Santos (1990b) e *Paralops cearensis* descrito por Santos (1971). Além de descrições de novas espécies, foram feitas análises de espécies já descritas como o *Notelops brama*, que foi analisado por Wenz (1977). Os primeiros chondrichthyes descritos para Bacia do Araripe foram identificados a partir dos anos 80: uma arraia *Iansan beurleni* descrito por Santos (1986) e reanalisado por Brito e Seret (1996), e um tubarão *Tribodus limae* Brito e Ferreira (1989). Além dessas, outras espécies de peixe ósseo foram descobertas: *Araripichthys castilhoi* Santos (1985), *Oshunia brevis* Wenz e Kellner (1986), *Iemanja palma* descrita por Wenz (1989), os celacantídeos *Mawsonia gigas* Campos e Wenz (1982) e *Axelrodichthys araripensis* Maisey (1986). Já nos anos 90 foi publicado um atlas ilustrado sobre as espécies encontradas na Bacia do Araripe. Ainda nos anos 90, foram descritas três novas espécies, *Obaichthys decoratus* descrita por Wenz e Brito (1992), *Dentilepisosteus laevis* descrito por Wenz e Brito (1992) e reanalisado por Grande (2010) e *Santanaclupea silvasantosi* Maisey (1993).

A partir dos anos 2000 várias outras espécies de peixes ósseos foram descritas: *Placidichthys bidorsalis* Brito, 2000, *Lepidotes wenzae* Brito e Gallo, 2003, *Beurlenichthys ouricuriensis* Figueiredo e Gallo, 2004, *Cratoamia gondwanica* Brito, Yabumoto e Gallo, 2008, *Santanasalmo elegans* Gallo, Figueiredo e Azevedo, 2009, *Bullichthys santanesis* Mayrinck, Brito e Otero, 2010 e outro condrinchthye *Stahlraja sertanensis* Brito, Leal e Gallo, 2013. Além de trabalhos sobre descrição de espécies, vários trabalhos foram publicados sobre a paleobiodiversidade da Bacia do Araripe, mostrando assim a sua paleoictiofauna (CARVALHO e SANTOS, 2005; BRITO & YABUMOTO, 2011; SARAIVA *et al*, 2007, 2015; POLCK *et al*, 2015; SAYÃO *et al*, 2015).

A paleoictiofauna da Bacia do Araripe é composta por 31 gêneros (ver tabela 1), dos quais apenas 7 táxons são encontrados para os folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, sendo eles: *Vinctifer comptoni*, *Cladocyclus gardneri*, *Santanaclupea silvasantosi*, *Santanichthys diasii*, *Santanasalmo elegans*, *Tharrhias araripis* e o gênero *Dastilbe* (VIANA *et al*, 1989; BRITO & YABUMOTO, 2011; SARAIVA *et al*, 2015; POLCK *et al*, 2015), Viana *et al* (1989) relata a ocorrência do gênero *Dastilbe* para as camadas de folhelhos escuros da Formação Romualdo.

Tabela 1: Táxons de peixes fósseis descritos para Bacia do Araripe até o momento.

Grupo	Classe	Família	Táxon
<i>Crondrinchthyes</i>	-	Hyobondontidae	<i>Tribodus limae</i> Brito & Ferreira, 1989
		<i>Incertae sedis</i>	<i>Iansan beurleni</i> Santos, 1968 <i>Stahlraja sertanensis</i> Brito, Leal & Gallo, 2013
<i>Osteichthyes</i>	Actinopterygii	Obaichthyidae	<i>Obaichthys decoratus</i> Wenz & Brito, 1992
			<i>Dentilepisosteus laevis</i> Wenz & Brito, 1992
		Semionotidae	<i>Araripelepidotes temnurus</i> Agassiz, 1841
			<i>Lepidotes wenzae</i> Brito & Gallo, 2003
		Pycnodotidae	<i>Neoproscinetes penalvai</i> Santos, 1970
			<i>Iemanja palma</i> Wenz, 1989
		Amiidae	<i>Calamopleurus cylindricus</i> Agassiz, 1841
			<i>Cratoamia gondwanica</i> Brito, Yabumoto & Grande, 2008
		Oshuniidae	<i>Oshunia brevis</i> Wenz & Kellner, 1986
		Ophiopsidae	<i>Placidichthys bidorsalis</i> Brito, 2000
		Aspidorhynchidae	<i>Vinctifer comptoni</i> Agassiz, 1841
			<i>Belonostomus</i> sp. Agassiz, 1834
		Cladocyclidae	<i>Cladocyclus gardneri</i> Agassiz, 1841
		Araripichthyidae	<i>Araripichthys castilhoi</i> Santos, 1985
		Albulidae	<i>Brannerion</i> spp. Jordan, 1919 (Forey e Maisey, 2010)
			<i>Bullichthys santanensis</i> Mayrinck, Brito & Otero, 2010
		Elopidae	<i>Paraelops cearensis</i> Santos, 1971
		Pachyrhizodortidae	<i>Rhacolepis buccalis</i> Agassiz, 1841
			<i>Notelops brama</i> Agassiz, 1841
		Chanidae	<i>Tharrhias araripis</i> Jordan & Branner, 1908
<i>Dastilbe crandalli</i> Jordan, 1910			
<i>Incertae sedis</i>	<i>Santanichthys diasii</i> Santos, 1958		

		<i>Beurlenichthys ouricuriensis</i> Figueiredo & Gallo, 2004
		<i>Santanasalmo elegans</i> Gallo, Figueiredo & Azevedo, 2009
		<i>Santanaclupea silvasantosi</i> Maisey, 1993
Sarcopterygii	Mawsoniidae	<i>Mawsonia gigas</i> Woodward in Mawson & Woodward 1907
		<i>Axelrodichthys araripensis</i> Maisey, 1986
		<i>Axelrodichthys</i> sp. Brito & Martill, 1999; Brito & Yabumoto, 2011; Yabumoto & Brito, 2013
		<i>Mawsonia brasiliensis</i> Yabumoto, 2002

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados se encontram em dois manuscritos (artigos), dos quais, no mínimo um tem que ser previamente submetido à uma revista com qualis B2, de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais, para realização da defesa de dissertação.

O primeiro manuscrito é intitulado “**Novos dados sobre a fauna de peixes fósseis dos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil**”. Este manuscrito foi elaborado com todos os dados obtidos do levantamento dos espécimes identificados nas coleção do Laboratório de Paleontologia da URCA e do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens. Status do manuscrito: aguardando tradução para submissão na revista *Journal of South America Earth Science*.

O segundo manuscrito é intitulado “**Substantiated description of the Aspidorhynchidae *Vinctifer longirostris* in the Early Cretaceous of the Araripe Basin - Descrição substanciada do Aspidorhynchidae *Vinctifer longirostris* do Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe**”. Este trabalho aborda descrição e registro de *Vinctifer longirostris* para os folhelhos escuros da Formação Romualdo. Status do manuscrito: submetido a revista *Anais da Academia Brasileira de Ciências*.

6.1 Manuscrito 1

Novos dados sobre a fauna de peixes fósseis dos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil

José Lucio e Silva*, Flaviana Jorge de Lima, Antônio Álamo Feitosa Saraiva

Programa de Pós-Graduação em Bioprospecção Molecular, Laboratório de Paleontologia, Universidade Regional do Cariri, Rua Cel. Antônio Luís, 1161, Pimenta, Crato, Ceará, Brasil, 63105-000; joseluciosilvapaleo@gmail.com; flavianajorge@gmail.com; alamocariri@yahoo.com.br.

*Autor correspondente: joseluciosilvapaleo@gmail.com

RESUMO

O Grupo Santana da Bacia Sedimentar do Araripe (Eocretáceo) possui uma grande diversidade e abundância na sua paleoictiofauna. Dentre as formações geológicas da Bacia do Araripe, os folhelhos escuros da base da Formação Romualdo é a menos estudada devido à preservação do seu material fóssilífero, antes contendo 7 táxons de peixes descritos: *Cladocycclus gardneri* Agassiz 1841, *Tharrhias araripis* Jordan e Branner 1908, *Santanaclupea silvasantosi* Maisey 1993, *Santanasalmo elegans* Gallo, Figueiredo e Azevedo 2009, *Santanichthys diasii* Silva Santos 1985, *Vinctifer comptoni* Jordan 1919 e *Dastilbe* Jordan 1910. Este trabalho analisou os espécimes dos folhelhos escuros das coleções do Laboratório de Paleontologia da URCA e do Museu de Paleontologia Plácido cidade Nuvens, mostrando a ocorrência de espécies já citadas para essas camadas e incluindo um novo registro de *Vinctifer longirostris* Silva Santos 1990, para Bacia do Araripe.

Palavras-chave: Folhelhos escuros, Bacia do Araripe, Paleoictiofauna, Eocretáceo.

Introdução

O estudo de vertebrados fósseis da Bacia do Araripe iniciou-se com os estudos geológicos desta bacia, como foi relatado no livro “*Raisen in Brasilien*” (Viagens pelo Brasil) (von Spix e von Martius, 1823-1831), onde os autores mencionaram pela primeira vez os peixes fósseis da Bacia do Araripe (Kellner, 1990, Carvalho e Santos, 2005). No século XIX, os fósseis de peixes despertaram interesse de diversos pesquisadores, tais como o botânico inglês, George Gardner e o Suíço naturalizado americano, Jean Louis Rodolphe Agassiz, os quais contribuíram muito com as descrições de novas espécies para Bacia do Araripe. Além dos peixes, restos de plantas, em especial gimnospermas também ocorre (Lima *et al*, 2019).

A fauna de vertebrados fósseis encontrada nos folhelhos pirobetuminosos da base da Formação Romualdo ainda é pouco estudada. Até o momento, apenas seis espécies de peixes foram relatadas, *Vinctifer comptoni*, *Cladocyclus gardneri*, *Tharrhias araripis*, *Santanaclupea silvasantosi*, *Santanichthys diasii*, *Santanasalmo elegans* e o gênero *Dastilbe* (Viana *et al*, 1989; Brito e Yabumoto, 2011; Polck *et al*, 2015). Além desses táxons, um fóssil de tartaruga e um dinossauro terópode foram mencionados para esta formação (Oliveira *et al*, 2011; Silva *et al.*, 2013, Sayão *et al*, 2020 a e b).

Em comparação com a Formação Crato e com a parte superior da Formação Romualdo, também do Grupo Santana, a Formação Ipubi é a que possui menor paleobiodiversidade descrita. A Formação Crato, subposta a base da Formação Ipubi, é composta por calcários laminados onde são encontradas preservados: insetos (Moura-Junior *et al*, 2018), aracnídeos, anuros, crocodilos, tartarugas, peixes, aves e pterossauros (Saraiva *et al*, 2015). Na parte superior da Formação Romualdo, sobreposta a sua base onde ocorre os folhelhos escuros, apresenta a maior diversidade de peixes do Grupo Santana, e podem ser encontrados também espécies de pterossauros, dinossauros, tartarugas e, até o momento, um inseto da ordem orthoptera (Maisey, 1991; Kellner, 1998; Fara *et al*, 2005 Saraiva *et al*, 2015).

O ambiente deposicional da base da Formação Romualdo pode ser interpretado como sendo de lagos interiores, que se tornaram gradualmente mais salinos devido a uma taxa crescente de evaporação (Silva, 1988; Menor e Amaral, 1991, Assine, 2007). Esse ambiente deposicional favoreceu a preservação dos fósseis nesta unidade geológica. Embora os peixes fósseis da Bacia do Araripe sejam estudados há mais de 100 anos, a diversidade encontrada na nos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo necessita ser melhor amostrada, tendo em vista os poucos trabalhos desenvolvidos para esta camada de rochas. Portanto, este trabalho

traz novas informações a respeito desta importante fauna preservada nos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe.

Material e Métodos

Os espécimes aqui analisados foram submetidos à um minucioso estudo para o reconhecimento de caracteres diagnósticos e para a identificação taxonômica. A identificação dos espécimes foi realizada a partir de comparações com espécimes fósseis figurados na literatura especializada, sendo utilizado o atlas feito por Maisey (1991), o guia para identificação de peixes fósseis de Polck *et al.* (2015), o guia de trabalho de campo de Saraiva *et al.* (2015) e principalmente os artigos

Foram analisados 511 espécimes de peixes preservados aos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo. Destes, foi possível identificar 172 espécimes, a nível de gênero ou de espécie. A maioria do material não foi possível ser identificado devido seu estado de preservação. Dos materiais analisados 168 espécimes pertencem a coleção do Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – LPU/URCA, e 343 espécimes pertencem ao acervo do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens – MPPCN/URCA.

Resultados

Visto que todo o material é proveniente de coleção, todos estão sendo atribuídos aos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo. Seguindo assim, a descrição da sequência sedimentar utilizada por Neumann e Cabrera, (1999), pois é consenso elevar a antiga Formação Santana (Beurlen, 1971) à categoria de grupo. Dessa forma, da base para o topo, o Grupo Santana foi dividido nas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo (Kellner *et al.*, 2013; Assine, 2014).

Classe **Actinopterygii** Cope, 1887

Subdivisão **Teleostei** Müller, 1845

Ordem **Gonorynchiformes** Regan, 1909

Família **Chanidae** Jordan, 1887

Gênero **Tharrhias** Jordan & Branner, 1908

Espécie *Tharrhias araripis* Jordan & Branner, 1908

Material analisado: LPU 054, LPU 078, LPU 278, LPU 388, LPU 434, LPU 1215, MPSC P 3913, MPSC P 3914, MPSC P 3915, MPSC P 3916, MPSC P 3917, MPSC P 3918, MPSC P 3919, MPSC P 3920, MPSC P 3921, MPSC P 3922, MPSC P 3925, MPSC P 3926, MPSC P 3927, MPSC P 3928, MPSC P 3929, MPSC P 3930, MPSC P 3931, MPSC P 3932, MPSC P 3933, MPSC P 3935, MPSC P 3936, MPSC P 3937, MPSC P 3939 e MPSC P 3940.

Ocorrência: o material é proveniente dos folhelhos pirobetuminosos da base da Formação Romualdo (Grupo Santana). Seis pertencentes a coleção do Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – LPU/URCA e 25 ao acervo do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens – MPPCN/URCA, sendo que a rocha matriz do MPSC P 3936 possui 2 espécimes preservados em uma mesma placa de folhelho.

Foram identificados 31 espécime de *Tharrhias araripis* (Tabela 1). O espécime LPU 054 é incompleto e fragmentado, possuindo dentário, maxilar e pré-maxilar sem dentes, infraorbital, cleitro e parte do frontal; a parte póstero-inferior do crânio onde se encontraria o interopérculo está fragmentada. LPU 078 está incompleto e a nadadeira anal está ausente. O espécime possui o frontal longo, dentário e pré-maxilar sem dentes e os ossos da parte posterior do crânio estão fusionados. LPU 278 apresenta-se incompleto, a parte anterior do focinho e da nadadeira caudal estão fragmentados. Desses ossos cranianos foram identificados o opérculo, sendo mais alto que largo, o subopérculo desarticulado e o supracleitro. LPU 388 é incompleto, estando preservado da parte anterior do focinho, até após a nadadeira pélvica. É possível identificar o frontal longo e pré-maxilar fragmentado e sem dentes. LPU 434 é um espécime incompleto, o corpo está fragmentado, parte dos ossos cranianos estão fusionados, sendo visíveis, possibilitando identificar parte do frontal, dentário, pré-maxilar sem dentes, opérculo fragmentado e desarticulado. LPU 1215 é incompleto e fragmentado, possui o frontal longo, dentário, pré-maxilar e maxilar sem dentes, o opérculo está ausente, sendo possível observar apenas a impressão do osso na rocha, e apresenta apenas a parte inferior do pré-opérculo.

A rocha matriz do MPSC P 3913 possui dois espécimes do *T. araripis*. O primeiro espécime está completo apresentando parte crânio com alguns ossos fundidos, no entanto é possível visualizar parte do pré-maxilar; frontal longo; dentário, sem dentes, opérculo mais

largo que alto e parte do cleitro ligado a região posterior do opérculo. O espécime possui uma estrutura que aparenta ser um coprólito dentro do seu intestino. O segundo é incompleto, não possui a parte anterior do focinho e sua parte frontal do crânio está fragmentada, o opérculo possui sua largura maior que a altura. MPSC P 3914 é incompleto não possuindo a maior parte do corpo, apresenta frontal longo, opérculo mais largo que alto e ausência de dentes no dentário e maxilar. MPSC P 3915 é incompleto, crânio fragmentado, não possui a parte anterior do crânio, nem nadadeira anal, porem foi identificado pelo primeiro e segundo pleural presentes no endoesqueleto da nadadeira caudal.

O espécime MPSC P 3916 é incompleto, o rostro não está preservado e parte do pedúnculo e nadadeira caudal estão fragmentados, apresenta o opérculo mais alto que largo, com formato arredondado; subopérculo ligado a parte inferior do opérculo, a parte superior do pré-opérculo está fragmentada. MPSC P 3917 está incompleto, não possui parte do corpo, estando preservado da parte anterior do focinho até o primeiro raio da nadadeira dorsal. O crânio possui alguns ossos fundidos, sendo visível o opérculo com formato arredondado, pré-opérculo com a margem posterior quase vertical, dentário sem dentes, pré-maxilar desarticulado; frontal longo e supracleitro ligado a parte póstero-superior do opérculo. MPSC P 3918 é incompleto, a parte anterior do focinho está fragmentada, nadadeira caudal preservou-se curvada, opérculo mais alta que largo; subopérculo completo e localizado na parte inferior do opérculo, frontal longo, e terceiro infraorbital preservados.

O espécime MPSC P 3919 está completo, possui opérculo mais alto que largo e com formato arredondado, pré-opérculo com parte posterior-inferior ligada ao opérculo e a parte inferior ao interopérculo, frontal longo, maxilar e dentário sem dentes e com uma parte fragmentada (Fig. 1-A, D). MPSC P 3920 incompleto, não apresenta a parte anterior do focinho, nadadeira anal, dorsal e caudal não estão preservadas. Os ossos do crânio estão fundidos, mas é possível observar o opérculo, parte do maxilar e dentário, frontal longo e cleitro ligado à parte póstero-inferior do opérculo. O espécime aparenta ter sofrido inchaço estomacal provavelmente causado por gases produzidos durante a necrólise. MPSC P 3921 preservou-se incompleto, possui algumas partes do crânio fragmentadas, não sendo possível identificar alguns ossos. É distinguível o dentário e parte do pré-maxilar, ambos os ossos sem dentes; frontal longo e a parte anterior do opérculo. MPSC P 3922 é incompleto, fragmentado, apresenta maxilar e dentário sem dentes, pré-opérculo ligado a parte anterior do opérculo e parte do frontal. MPSC P 3925 está incompleto, apresentado maxilar, pré-maxilar e dentário sem dentes e frontal longo.

O espécime com tombo MPSC P 3926 é incompleto, apresentando cleitro ligado a parte posterior do opérculo, pré-opérculo com a margem posterior quase vertical, dentário e maxilar lisos sem dentes, frontal longo, interopérculo ligado a parte inferior do pré-opérculo, nadadeira dorsal preservado mais atrás da metade do corpo. MPSC P 3927 é incompleto, apresenta o frontal longo, com sua parte anterior desarticulada, dentário, pré-maxilar e parte do maxilar sem dentes, pré-opérculo com a margem posterior quase vertical, opérculo é mais alto que largo, subopérculo, interopérculo ligado a parte inferior do pré-opérculo e parte do supraoccipital (Fig.1-B, E). MPSC P 3928 apresenta alguns ossos do crânio fusionados, sendo possível distinguir o frontal longo, opérculo, cleitro, dentário, pré-maxilar e parte do maxilar sem dentes. MPSC P 3929 está incompleto, é possível observar o opérculo, subopérculo ligado a parte inferior do opérculo, pré-opérculo, cleitro, dentário liso, sem dentes, orbitais fragmentados, o espécime não possui pedúnculo caudal nem nadadeira caudal preservados. MPSC P 3930 é incompleto não apresenta nadadeira anal e parte da nadadeira caudal, podendo ser observado o opérculo, sendo este mais alto que largo, pré-opérculo, dentário e maxilar sem dentes e frontal.

Na rocha matriz MPSC P 3931 está incompleto sendo identificado o opérculo, pré-opérculo com ângulo de quase 90°; focinho fragmentado na parte anterior e parte do frontal também fragmentado. MPSC P 3932 incompleto, não apresenta preservado o pedúnculo e nadadeira caudal, possui opérculo mais alto que largo, cleitro e supracleitro ligados a parte posterior do opérculo, frontal longo e parte do interopérculo ligado a região ventral do pré-opérculo. MPSC P 3933 é incompleto, nadadeira caudal ausente, possui frontal longo, dentário sem dentes, pré-opérculo ligado a parte superior do interopérculo, cleitro ligado a região posterior do opérculo. MPSC P 3935 incompleto, apresenta opérculo mais alto que largo e parte do subopérculo. O focinho está fragmentado em sua parte anterior.

O espécime MPSC P 3936 apresenta parte do corpo fragmentado, sendo possível identificar o opérculo mais largo que alto, subopérculo ligado a parte inferior do opérculo, parte do dentário sem dentes e frontal longo. MPSC P 3937 é incompleto e possui crânio com partes fragmentadas. Apresenta apenas a parte posterior do frontal; pré-opérculo com a margem posterior quase vertical, opérculo mais alto que largo, interopérculo ligado a base inferior do pré-opérculo, nadadeira dorsal localizada mais atrás do que a metade do corpo. MPSC P 3939 é incompleto, falta a parte posterior da nadadeira caudal, porém é possível observar no seu crânio o frontal, sendo esse osso longo, maxila e dentário sem dentes, e occipital ligado a parte posterior do frontal. MPSC P 3940 é incompleto, faltando apenas a parte posterior da nadadeira

caudal, parte do crânio está desarticulado do corpo, sendo possível observar dentário e maxilar desarticulados e sem dentes e pré-opérculo fundido a parte superior do interopérculo.

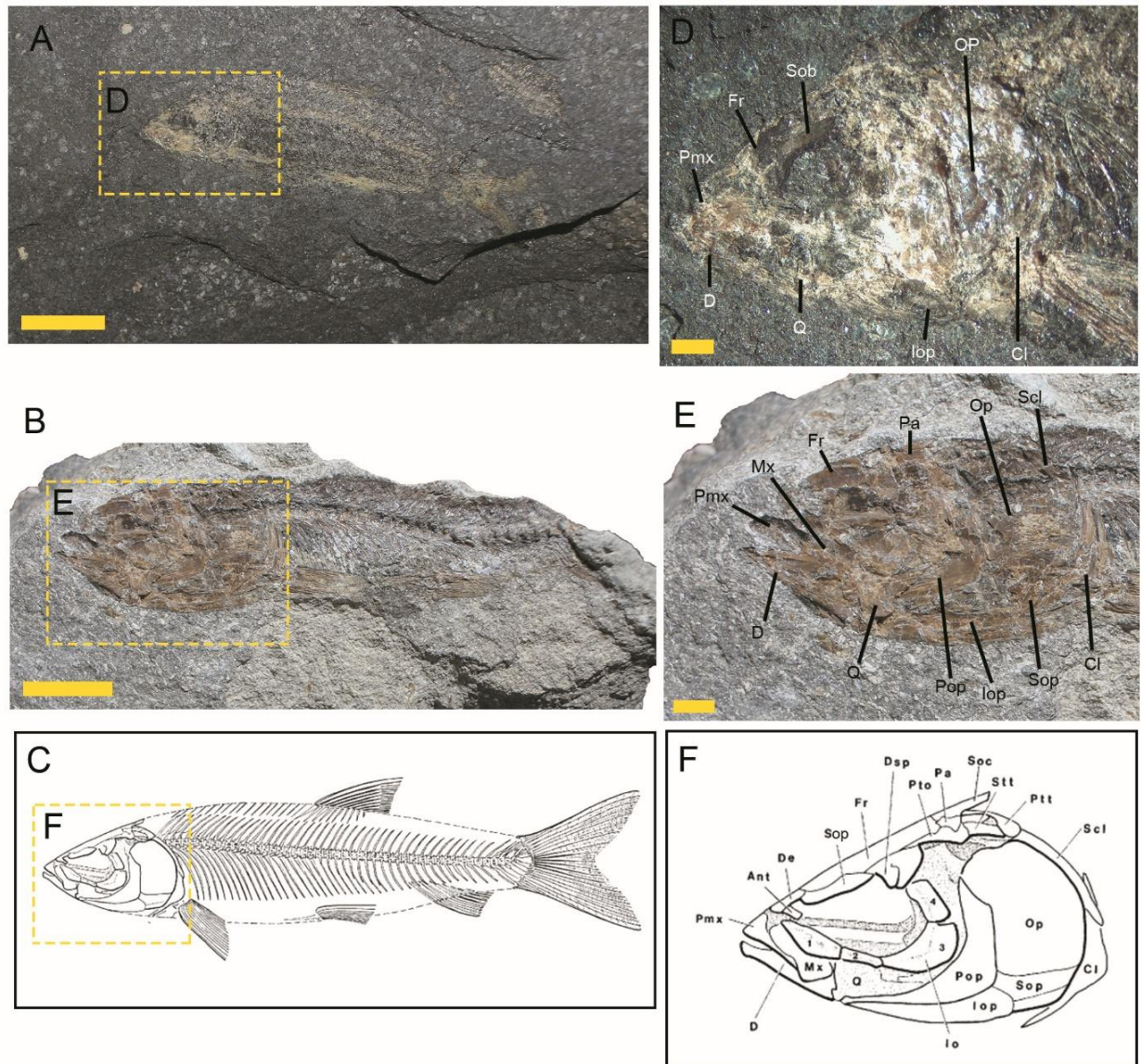


Figura 1: Espécimes de *Tharrhias araripis*: A) Espécime MPSC P 3919. Escala 10 mm. B) Espécime MPSC P 3927. Escala 10 mm. C) Esquema do corpo completo do *Tharrhias araripis*. Modificado de Maisey (1991). D) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3919. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; Iop: Interopérculo; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Q: Quadrado; Sob: Supraorbital. Escala 1 mm. E) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3927. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; Iop: Interopérculo; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pa: Parietal; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Q: Quadrado; Scl: Supracleitro; Sop: Subopérculo. Escala 5 mm. F) Esquema do crânio do *Tharrhias araripis*, para comparação. Modificado de Maisey (1991).

Tabela 1. Espécimes de *Tharrhias araripis* encontrados nos folhelhos escuros. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.

Espécime	Preservação	Comp.	Larg.
LPU 054	Incompleto	33,68	7,42
LPU 078	Incompleto	52,16	8,81
LPU 278	Incompleto	34	7
LPU 388	Incompleto	36,7	80,47
LPU 434	Incompleto	56,51	13,18
LPU 1215	Incompleto	40,99	9,94
MPSC 3913	Incompleto	45	10
MPSC 3913	Incompleto	30	7
MPSC 3914	Incompleto	56,59	15,47
MPSC 3915	Incompleto	32	7,1
MPSC 3916	Incompleto	58,04	17,20
MPSC 3917	Incompleto	21	9
MPSC 3918	Incompleto	40	8
MPSC 3919	Completo	38	12
MPSC 3920	Incompleto	38	9
MPSC 3921	Incompleto	38	10
MPSC 3922	Incompleto	57,88	16
MPSC 3925	Incompleto	67,48	26,17
MPSC 3926	Incompleto	91,58	16,57
MPSC 3927	Incompleto	100,33	23,86
MPSC 3928	Incompleto	80,23	18,56

MPSC 3929	Incompleto	21	8
MPSC 3930	Incompleto	31	9
MPSC 3931	Incompleto	23	5
MPSC 3932	Incompleto	32	12
MPSC 3933	Incompleto	67,97	15,92
MPSC 3935	Incompleto	77,61	18,27
MPSC 3936	Incompleto	60,01	11,45
MPSC 3937	Incompleto	85,71	17,43
MPSC 3939	Incompleto	76,69	17,57
MPSC 3940	Incompleto	102,18	19,95

Coorte **Clupeomorpha**

Ordem **Clupeiformes**

Família *Incertae sedis*

Gênero *Santanaclupea* Maisey, 1993

Espécie *Santanaclupea silvasantosi* Maisey, 1993

Material analisado: LPU 144, LPU 150, LPU 155, LPU 349, LPU 366, LPU 384, LPU 406, LPU 421, LPU 424, LPU 429, LPU 481, LPU 489, LPU 1371, MPSC P 1165, MPSC P 2050, MPSC P 2083, MPSC P 2142, MPSC P 2254, MPSC P 2499, MPSC P 2500, MPSC P 2502, MPSC P 3902, MPSC P 3911, MPSC P 3946, MPSC P 3949, MPSC P 3951, MPSC P 3952, MPSC P 3971, MPSC P 3972, MPSC P 3973, MPSC P 3974, MPSC P 3975, MPSC P 3976, MPSC P 3977, MPSC P 3978, MPSC P 3979, MPSC P 3980, MPSC P 3981, MPSC P 3982, MPSC P 3983 e MPSC P 3984.

Ocorrência: proveniente dos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo (Grupo Santana), dos quais treze pertencem a coleção do Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – LPU/URCA, e vinte e oito da coleção do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens – MPPCN/URCA.

Foram analisados 41 espécimes *Santanaclupea silvasantosi* (Tabela 2), sendo eles: LPU 144 apresenta-se incompleto fragmentado, não possui crânio nem nadadeira caudal, o espécime foi identificado por seus escudos ventrais, o que é uma das principais características dessa espécie. LPU 155 é incompleto apresenta apenas a parte posterior do corpo, sendo visíveis seus escudos ventrais. LPU 150 fragmentado incompleto, apresenta apenas os escudos ventrais. LPU 349 incompleto, não possui a parte ventral preservada, é possível observar pequenos dentes no dentário e maxila. LPU 366 está incompleto com a parte superior do crânio fragmentado, estando preservado apenas parte do cleitro, nadadeira caudal incompleta e os escudos ventrais. LPU 384 é incompleto, possuindo apenas o crânio, na sua parte anterior é possível visualizar o dentário fragmentado, mas apresenta pequenos dentes pontiagudos e o quadrado em formato triangular, ligado a base posterior do dentário. LPU 406 fragmentado e desarticulado apresenta apenas os escudos ventrais e maxilar com pequenos dentes.

Os espécimes LPU 421 e LPU 424 ambos estão incompletos, não possuindo crânio preservado nem parte posterior do corpo, identificados apenas pelos seus escudos ventrais. LPU 429 é incompleto, sendo possível observar o subopérculo ligado a parte inferior do opérculo. Esse opérculo apresenta a região superior fragmentada. Os escudos ventrais estão preservados e se encontram originalmente na parte ventral do espécime. LPU 481 está incompleto e fragmentado, apresentando em seu crânio o cleitro ligado a parte posterior do opérculo. Este, apresenta a região ventral mais curta que a dorsal. O dentário e o maxilar estão fragmentados, sendo possível visualizar alguns dentes em ambos os ossos. LPU 489 está fragmentado e incompleto, possui quadrado em formato triangular, estando ligado a parte posterior do dentário, dentário maxilar com dentes preservados, sendo que o maxilar está com a parte anterior fragmentado, nadadeira caudal apresenta-se desarticulada. LPU 1371 incompleto, parte anterior do crânio está fragmentado, apresentando preservado apenas parte do opérculo, parte do cleitro ligado a região posterior do opérculo, o espécime possui algumas escamas isoladas do escudo ventral.

O espécime MPSC P 1165 está completo. Como é característica dessa espécie, a parte anterior da cabeça é alongada. Nesse espécime o dentário e maxilar estão fundidos, não sendo possível observar os dentes. O cleitro que se encontra ligado a parte posterior do subopérculo, frontal largo a parte posterior, pré-opérculo com algumas estriações, subopérculo e opérculo fundidos, apresenta os escudos ventrais, que se estende tá a nadadeira anal (Fig. 2-A, D). MPSC P 2050 está incompleto, crânio desarticulado e fragmentados, apresenta o frontal, pré-maxilar, dentário e maxilar com dentes pontiagudos, os escudos ventrais não estão preservados. MPSC P 2083 possui dois espécimes na rocha matriz, o primeiro está incompleto, apresenta o corpo desarticulado, crânio fragmentado, nadadeira caudal bem preservada, possui apenas algumas escamas do escudo ventral preservado. O segundo espécime está completo, sendo possível observar o dentário e maxilar, ambos com dentes pontiagudos, apresenta a série opercular fusionada (opérculo, subopérculo, pré-opérculo e interopérculo), alguns escamas do escudo ventral é observadas, a nadadeira caudal está bem preservada. MPSC P 2142 incompleto, crânio totalmente desarticulado, possui menos da metade do corpo, apresenta dentário e maxilar com dentes pontudos, parte do opérculo, supracleitro ligada a parte posterior dorsal do opérculo. MPSC P 2254 incompleto, não possui crânio, no entanto apresenta os escudos ventrais ao longo do corpo. MPSC P 2499 incompleto, está preservado até antes da nadadeira dorsal, crânio desarticulado, apresentando pré-opérculo com algumas estriações, o maxilar apresenta pequenos dentes pontiagudos. MPSC P 2500 incompleto, falta parte anterior do crânio, sendo possível identificar apenas parte do subopérculo e cleitro, nadadeira caudal não foi preservada.

O espécime MPSC P 2502 está completo, ossos do crânio desarticulados e alguns fragmentados, possui o dentário e a maxila com pequenos dentes pontiagudos, a nadadeira caudal apresenta o h1, h2 e h3 preservados, as escamas do escudo ventral estão ausentes. MPSC P 3902 incompleto, possuindo dentário e maxilar com dentes pontiagudos, frontal com parte posterior mais largo e estreitando-se na parte anterior, parietal ligado a parte posterior do frontal, supracleitro ligado a parte posterior dorsal do opérculo, cleitro ligado a região posterior do subopérculo, alguns ossos do crânio estão fundidos, as escamas do escudo ventral estão ausentes. MPSC P 3911 completo, o crânio apresenta uma forte diagênese, sendo possível identificar apenas o dentário e maxilar, ambos com dentes pontiagudos, cleitro ligado a parte dorsal posterior do opérculo, frontal, opérculo fragmentado, apresenta as escamas do escudo ventral. MPSC P 3946 incompleto, não apresenta a parte anterior do crânio, parte ventral fragmentada, possui pré-opérculo com algumas estriações. MPSC P 3949 incompleto, está preservado até próximo ao pedúnculo caudal; apresenta estriações no pré-opérculo, opérculo é

mais largo na região dorsal, dentário desarticulado, maxilar fechado sobre o dentário, no entanto é possível visualizar alguns dentes. MPSC P 3951 é incompleto, está preservado dentário e maxilar com pequenos dentes pontiagudos, frontal, opérculo e pré-opérculo estão fragmentados, a parte ventral está desarticulada, aparentando ter ocorrido ruptura estomacal. MPSC P 3952 incompleto, a parte anterior do crânio está ausente, sendo possível observar apenas o supracleitro, não possui nadadeira caudal. MPSC P 3971 é completo, possui as escamas do escudo ventral, alguns ossos do crânio estão fundidos, sendo visível o cleitro completo ligado a parte dorsal posterior do subopérculo, opérculo, subopérculo, pré-opérculo com algumas estriações na sua parte ventral, quadrado fundido a parte posterior do dentário, dentário e maxilar com alguns dentes pontiagudos. MPSC P 3972 completo, apresentando as escamas do escudo ventral, o crânio sofreu um pouco de diagênese, mas é possível identificar o dentário e maxilar com alguns dentes preservados.

Na rocha matriz MPSC P 3973 está incompleto, apresentando opérculo preservado um pouco distante do local de origem, quadrado desarticulado, preservado atrás do dentário, maxilar fechada sobre o dentário. MPSC P 3975 incompleto, apresenta opérculo, subopérculo, pré-opérculo, não possui a parte anterior do crânio. MPSC P 3976 incompleto, não apresenta o crânio completo, a parte anterior está ausente, possui apenas cleitro, opérculo, subopérculo, pré-opérculo, escamas do escudo ventral, o espécime sofreu forte diagênese. MPSC P 3977 incompleto, crânio fragmentado, possuindo apenas frontal, opérculo, pré-opérculo, parte do maxilar e dentário, ambos com pequenos dentes pontiagudos, é possível observar as escamas do escudo ventral. MPSC P 3978 está completo, é possível observar nos ossos cranianos o cleitro, opérculo, subopérculo, pré-opérculo, frontal, dentário e maxila com alguns dentes pontiagudos e algumas escamas do escudo ventral. MPSC P 3979 incompleto, não possui a parte anterior do crânio, apresentando apenas parte do cleitro, as escamas do escudo ventral estão presentes.

O espécime MPSC P 3980 é incompleto, não apresenta crânio preservado, bem como a parte superior do corpo nem nadadeira caudal, porém o espécime possui as escamas do escudo ventral. MPSC P 3981 está incompleto e fragmentado, apresentando dentário e maxilar com dentes pontiagudos, opérculo com a região dorsal mais larga que a ventral, pré-opérculo e cleitro. MPSC P 3982 é incompleto apresentando dentário e maxilar com dentes, a parte do quadrado posterior escamas do escudo ventral. MPSC P 3983 está completo, porém apresenta a parte medial do corpo fragmentado, mas na sua parte ventral é possível visualizar as escamas do escudo ventral (Fig. 2-B, E, F), o espécime apresenta opérculo, frontal, quadrado, maxilar,

dentário, e pequenos dentes no maxilar. MPSC P 3984 é incompleto, não possui crânio nem como a nadadeira caudal preservado, sendo identificado apenas pelas escamas do escudo ventral. MSPC P 3974 está completo, apresenta o corpo preservado de uma forma retorcida quase dorso-ventral, alguns os ossos do crânio estão fundidos, sendo visível apenas o subopérculo desarticulado estando preservado abaixo do espécime, dentário e o maxilar apresentam dentes pontiagudos.

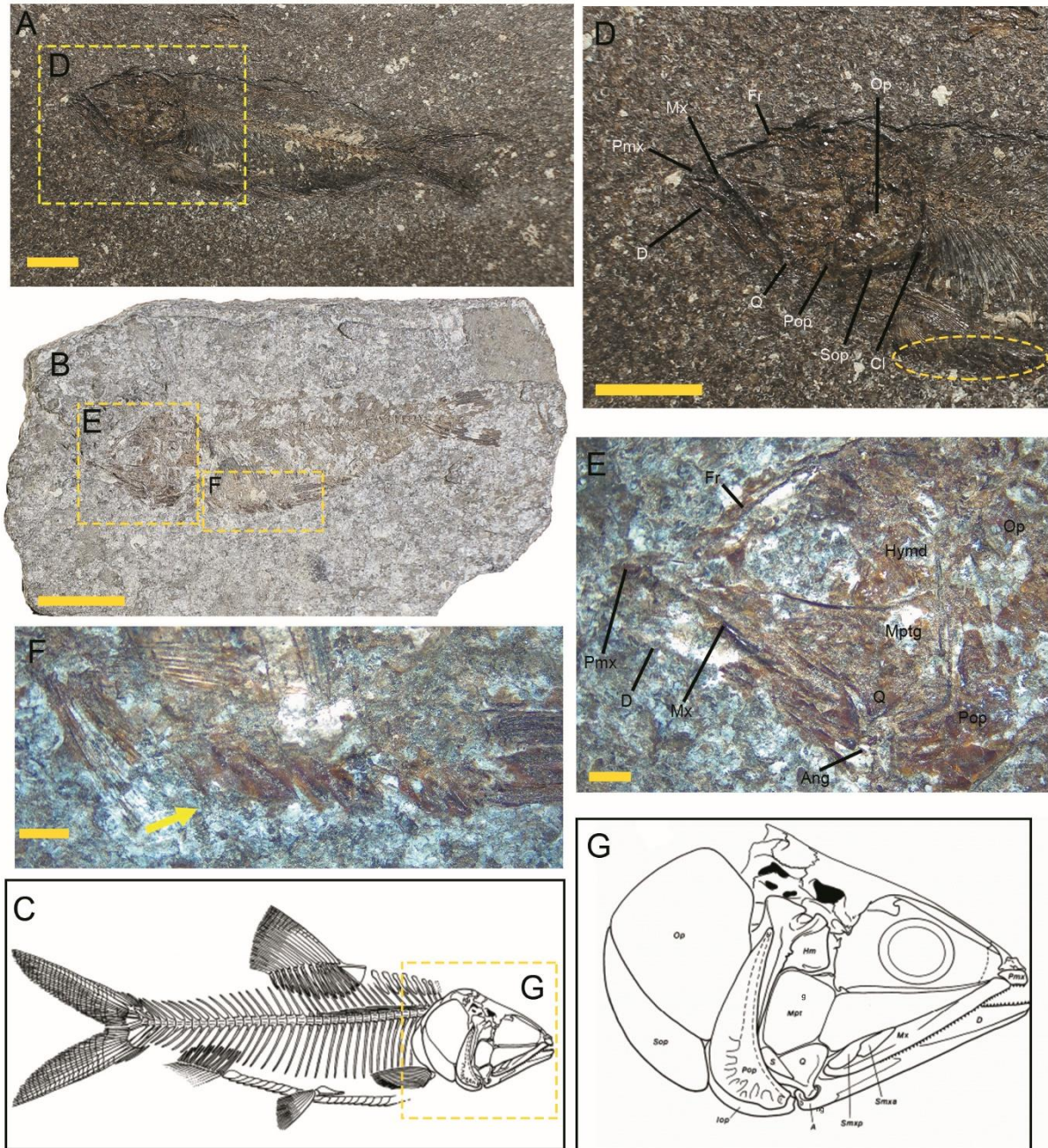


Figura 2: Espécimes de *Santanaclupea silvasantosi*: A) Espécime MPSC P 1165. Escala 10 mm. B) Espécime MPSC P 3983. Escala 10 mm. C) Esquema do corpo do *Santanaclupea*

silvasantosi. Modificado de Maisey (1993). D) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 1165. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Q: Quadrado; Sop: Subopérculo. O círculo amarelo destaca as escamas que compõem o escudo ventral. Escala 10 mm. E) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3983. Abreviaturas; Ang: Angular; D: Dentário; Fr: Frontal; Hymd: Hiomandibular; Mptg: Metapterigoide; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Q: Quadrado. Escala 1 mm. F) A seta amarela aponta para as escamas que compõem o escudo ventral do espécime MPSC P 3983. Escala 1 mm. G) Esquema do crânio do *Santanaclupea silvasantosi* para comparação. Modificado de Maisey (1993).

Tabela 2. Espécimes de *Santanaclupea silvasantosi* encontrados nos folhelhos escuros. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.

Espécime	Preservação	Comp.	Larg.
LPU 144	Incompleto	80,99	25,65
LPU 150	Incompleto	57,28	16,26
LPU 155	Incompleto	34,59	20,92
LPU 349	Incompleto	102,12	43,66
LPU 366	Incompleto	47,17	20,70
LPU 384	Incompleto	38,72	24,74
LPU 406	Incompleto	75,90	23,14
LPU 421	Incompleto	53,03	20,14
LPU 424	Incompleto	54,71	17,70
LPU 429	Incompleto	40,05	9,76
LPU 481	Incompleto	22,66	3,36
LPU 489	Incompleto	33,98	8,47
LPU 1371	Incompleto	80	30
MPSC P 1165	Completo	62	20
MPSC P 2050	Incompleto	140	39
MPSC P 2083	Incompleto	100	---
MPSC P 2083	Completo	110	39
MPSC P 2142	Incompleto	100	52
MPSC P 2254	Incompleto	60	29
MPSC P 2499	Incompleto	80	40
MPSC P 2500	Incompleto	127	54
MPSC P 2502	Completo	78	23
MPSC P 3902	Incompleto	130	50
MPSC P 3911	Completo	82	20

MPSC P 3946	Incompleto	115	50
MPSC P 3949	Incompleto	168	40
MPSC P 3951	Incompleto	100	60
MPSC P 3952	Incompleto	110	55
MPSC P 3971	Completo	70	25
MPSC P 3972	Completo	100	35
MPSC P 3973	Incompleto	36,81	14,43
MPSC P 3974	Completo	64	15
MPSC P 3975	Incompleto	42,58	12,79
MPSC P 3976	Incompleto	50,47	14,60
MPSC P 3977	Incompleto	57,16	11,24
MPSC P 3978	Completo	63	20
MPSC P 3979	Incompleto	----	-----
MPSC P 3980	Incompleto	76,61	21,76
MPSC P 3981	Incompleto	78	21,30
MPSC P 3982	Incompleto	65,96	36,83
MPSC P 3983	Completo	43	10
MPSC P 3984	Incompleto	29,26	9,84

Coorte **Clupecephala** Patterson e Rosen, 1977

Subcoorte **Euteleodtei** Greenwood, Myers, Rosen e Weitzman, 1967

Família *Incertae sedis*

Gênero *Santanasalmo* Gallo, Figueiredo e Azevedo, 2009

Espécie *Santanasalmo elegans* Gallo, Figueiredo e Azevedo, 2009

Material analisado: LPU 078, LPU 131, MPSC P 2491, MPSC P 2493, MPSC P 2494, MPSC P 2495, MPSC P 2497, MPSC P 2498 e MPSC P 3940.

Ocorrência: material é proveniente dos folhelhos pirobetuminosos da base da Formação Romualdo (Grupo Santana), dois pertencentes a coleção do Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – LPU/URCA e sete ao acervo do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens – MPPCN/URCA.

Foram Identificados 9 espécimes de *Santanasalmo elegans* (Tabela 3). O espécime LPU 078 está incompleto, apresenta frontal, dentário e pré-maxilar sem dentes, opérculo, possuindo a parte anterior ventral mais estreita que a parte dorsal, pré-opérculo em formato de bumerangue, subopérculo fragmentado. LPU 131 incompleto, apresentando apenas o crânio e parte do corpo, é possível observar pré-maxilar, parte do maxilar, dentário todos sem dentes, parte do opérculo e orbita ocular reduzida (Fig. 3-A, D).

Na rocha matriz MPSC P 2491 está incompleto, possuindo o pré-opérculo em formato de bumerangue, opérculo com formato quase triangular, possuindo a parte ventral mais curta que a parte dorsal, orbita ocular reduzida; dentário, pré-maxilar e maxilar sem dentes. MPSC P 2493 incompleto, os ossos do crânio estão fusionados, mas é possível identificar o dentário e maxilar, sem dentes, opérculo fundido ao subopérculo, e o cleitro ligado a parte posterior do subopérculo. MPSC P 2494 incompleto, faltando pedúnculo e nadadeira caudal, no crânio pode-se observar o opercular, pré-opérculo e subopérculo, todos fragmentados, cleitro, frontal, parietal, anterorbital, dentário, maxilar e pré-maxilar sem dentes, quadrado ligado a parte posterior do dentário, parte do angular articular. MPSC P 2495 incompleto, possui parte da nadadeira caudal fragmentada, apresenta frontal, dentário, pré-maxilar e maxilar sem dentes, e opérculo fragmentado (Fig. 3-B, E).

O espécime MPSC P 2497 está incompleto, os ossos do conjunto opercular apresentam-se fundidos, sendo possível identificar apenas o dentário, pré-maxilar e maxilar sem dentes, e a parte anterior do frontal. MPSC P 2498 incompleto, possui o dentário com a parte posterior fundida ao quadrado e pré-opérculo, conjunto opercular fundidos, frontal reto cobrindo quase toda a região orbital, pré-maxilar sem dentes e fragmentado, dentário sem dentes. MPSC P 3940 incompleto, apresenta paresfenóide, frontal, dentário e maxilar sem dentes e fragmentados, interopérculo ligado a parte inferior do pré-opérculo, subopérculo e cleitro. O espécime não possui pedúnculo nem nadadeira caudal.

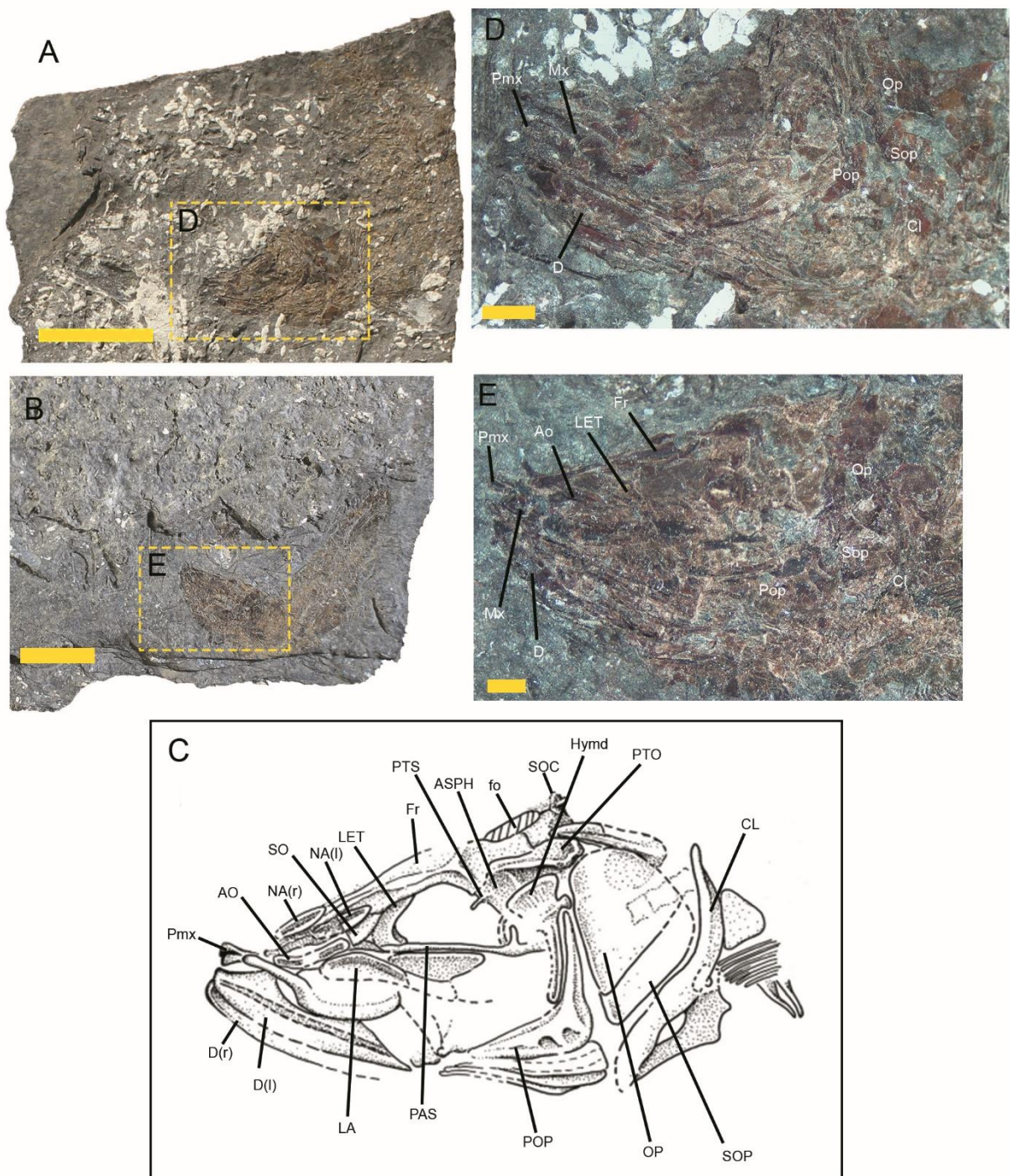


Figura 3: Espécimes de *Santanasalmo elegans*: A) Espécime LPU 131. Escala 10 mm. B) Espécime MPSC P 2495. Escala 10 mm. C) Esquema do crânio do *Santanasalmo elegans*, para comparação. Modificado de Gallo *et al* (2009). D) Ossos do crânio identificados do espécime LPU 131. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Sop: Subopérculo. Escala 1 mm. E) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 2495. Abreviaturas; Ao: Antorbital; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; LET: Etnoide lateral; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Sop: Subopérculo. Escala 1 mm.

Tabela 3. Espécimes de *Santanasalmo elegans* encontrados nos folhelhos escuros. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.

Espécime	Preservação	Comp.	Larg.
LPU 078	Incompleto	40,14	5,30
LPU 131	Incompleto	30,47	10,61
MPSC P 2491	Incompleto	28	30
MPSC P 2493	Incompleto	33	10
MPSC P 2494	Incompleto	22	5
MPSC P 2495	Incompleto	32,54	8,43
MPSC P 2497	Incompleto	41,79	8,40
MPSC P 2498	Incompleto	21	4
MPSC P 3940	Incompleto	33,97	8,78

Série **Otophysi** Sensu Rosen e Greenwood, 1970

Família *Incertae sedis*

Gênero *Santanichthys* Santos, 1995

Espécie *Santanichthys diasii* Santos, 1958

Material analisado: LPU 062, LPU 081, LPU 385, LPU 409, LPU 426, LPU 445, LPU 1214, LPU 1217, LPU 1365, LPU 1366, LPU 1370, MPSC P 3954, MPSC P 3956, MPSC P 3958, MPSC P 3959, MPSC P3960, MPSC P 3961, MPSC P 3962, MPSC P 3963, MPSC P 3964, MPSC P 3965, MPSC P 3966, MPSC P 3968, MPSC P 4033 e MPSC P 4041.

Ocorrência: material é proveniente dos folhelhos pirobetuminosos da base da Formação Romualdo (Grupo Santana), doze pertencentes a coleção do Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – LPU/URCA e quatorze ao acervo do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens – MPPCN/URCA. LPU 081 e LPU 1370 possuem mais de um espécime em sua rocha matriz.

Foram analisados 26 espécime de *Santanichthys diasii* (Tabela 4). Na rocha matriz LPU 062 o espécime está incompleto, tendo o crânio grande em relação ao corpo, dos ossos cranianos é possível observar o dentário, maxilar, frontal e opérculo. LPU 081 possui dois espécimes na mesma rocha matriz, onde o primeiro está completo com ossos do crânio fundidos, sendo visível frontal, cleitro e subopérculo. O segundo encontra-se incompleto e fragmentado, possui a parte

posterior do frontal, opérculo com a parte ventral mais larga que a dorsal, não possui a parte anterior do dentário e maxilar. LPU 385 incompleto, pode-se observar dentário, supraorbital, maxilar, supramaxilar, frontal e parte anterior do opérculo. LPU 409 incompleto, fragmentado, possui o crânio grande em relação ao corpo, apresenta o dentário, pré-maxilar, a maioria dos ossos estão fusionados. LPU 426 incompleto e fragmentado, apresenta opérculo desarticulado, possui a parte ventral mais larga que a dorsal, apresenta a maxilar, supramaxilar, dentário, parietal e frontal. LPU 445 incompleto, possui apenas o crânio, onde pode-se observar o pré-opérculo com algumas estriações, interopérculo ligado a parte póstero-ventral, quadrado liga a base posterior do dentário.

O espécime LPU 1214 é incompleto e fragmentado, sendo visível apenas a proporção do crânio em relação ao corpo, além disso, é possível observar o dentário e maxilar. LPU 1217 incompleto é possível observar o dentário, maxilar, frontal e o crânio grande em relação ao corpo. LPU 1365 possui na sua rocha matriz dois espécimes desse gênero. O primeiro está incompleto, possui o focinho fragmentado, apresentando parte do dentário e frontal, opérculo com a parte ventral mais larga que a dorsal, pré-opérculo com algumas estriações e cleitro ligado a parte posterior do subopérculo. O segundo encontra-se também incompleto, focinho fragmentado e desarticulado, conjunto opercular fundido, não sendo possível distinguir, também pode-se observar parte do dentário e maxilar. LPU 1366 incompleto, parte anterior do focinho ausente, possui a parte posterior do dentário e maxilar, parte posterior do frontal, pré-opérculo em formato semilunar e com estriações, opérculo estreito na parte dorsal e largo na parte ventral, cleitro ligado a parte posterior do subopérculo, supramaxilar ligado ao maxilar.

Na rocha matriz MPSC P 3954 o espécime está incompleto, onde é possível observar em seu crânio o supraorbital, opérculo em formato trapezoide, pré-opérculo grande em formato semilunar, cleitroligado a parte posterior do subopérculo, frontal, dentário, parte do maxilar e supramaxilar-2. MPSC P 3956 é incompleto, tendo a parte anterior do focinho fragmentada. O corpo preservou-se curvado, aparentando ter sofrido ruptura estomacal e separação de vértebras, além disso, possui a parte posterior do frontal, pré-opérculo fragmentado na sua parte anterior-ventral, opérculo e parte do supracleitro estão fragmentados na parte posterior. MPSC P 3958 incompleto, possui a parte ventral do corpo fragmentado, o seu crânio apresenta o dentário, maxilar, frontal, conjunto opercular fundido, sendo possível visualizar as estriações do pré-opérculo. MPSC P 3959 incompleto, seu crânio apresenta opérculo mais largo na parte ventral e estreito na parte dorsal, subopérculo, dentário e maxilar. MPSC P 3960 incompleto, possui partes do corpo fragmentadas, é possível observar em seu crânio o frontal, dentário,

opérculo e cleitro ligado a parte posterior do subopérculo. MPSC P 3961 incompleto, apresenta em seu crânio o frontal; pré-opérculo em formato semilunar, opérculo, dentário, maxilar e pré-maxilar fragmentado. MPSC P 3962 incompleto, no seu crânio pode-se observar o dentário, maxilar, frontal, opérculo, subopérculo, cleitro ligado a parte posterior do subopérculo e supracleitro ligado a sua parte ventral na base do posttemporal (Fig. 4-A, D).

O espécime MPSC P 3963 é incompleto, a parte anterior do focinho está fragmentado, apresenta em seu crânio o opérculo em formato trapezoide, subopérculo, pré-opérculo, interopérculo ligado a parte póstero-ventral do pré-opérculo, parte do frontal, maxilar e dentário. MPSC P 3964 completo, a cabeça é grande em relação ao tamanho do corpo, apresenta preservado em seu crânio o opérculo tendo a parte ventral mais estreita que a dorsal, subopérculo mais largo que alto, pré-opérculo grande em formato semilunar, interopérculo ligado a parte póstero-ventral do pré-opérculo, cleitro ligado a parte posterior do subopérculo e preservado sob alguns raios da nadadeira peitoral, frontal estreito, dentário ligado a parte anterior do quadrado, maxilar, supramaxilar e infraorbitais Io3. Io4 e Io5, sendo que o Io3 está fundido a parte posterior do quadrado (Fig. 4-B, E).

Na rocha matriz o espécime MPSC P 3965 está incompleto, possui parte do opérculo e subopérculo, pré-opérculo com formato semilunar estando preservado fundido ao interopérculo, cleitro ligado a parte posterior do subopérculo. MPSC P 3966 completo, sendo possível observar em seu crânio o dentário, frontal, maxila, opérculo em formato trapezoide, cleitro ligado a parte posterior do subopérculo, supracleitro. MPSC P 3968 incompleto, parte da nadadeira caudal não foi preservada, apresenta em seu crânio o opérculo, subopérculo, cleitro e frontal. MPSC P 4033 incompleto e fragmentado, sendo possível observar em seu crânio o dentário, maxilar, frontal, pré-opérculo com formato semilunar, opérculo, supracleitro. MPSC P 4041 incompleto, apresenta em seu crânio dentário a parte posterior do maxilar, cleitro desarticulado do subopérculo, frontal estreito na sua parte anterior.

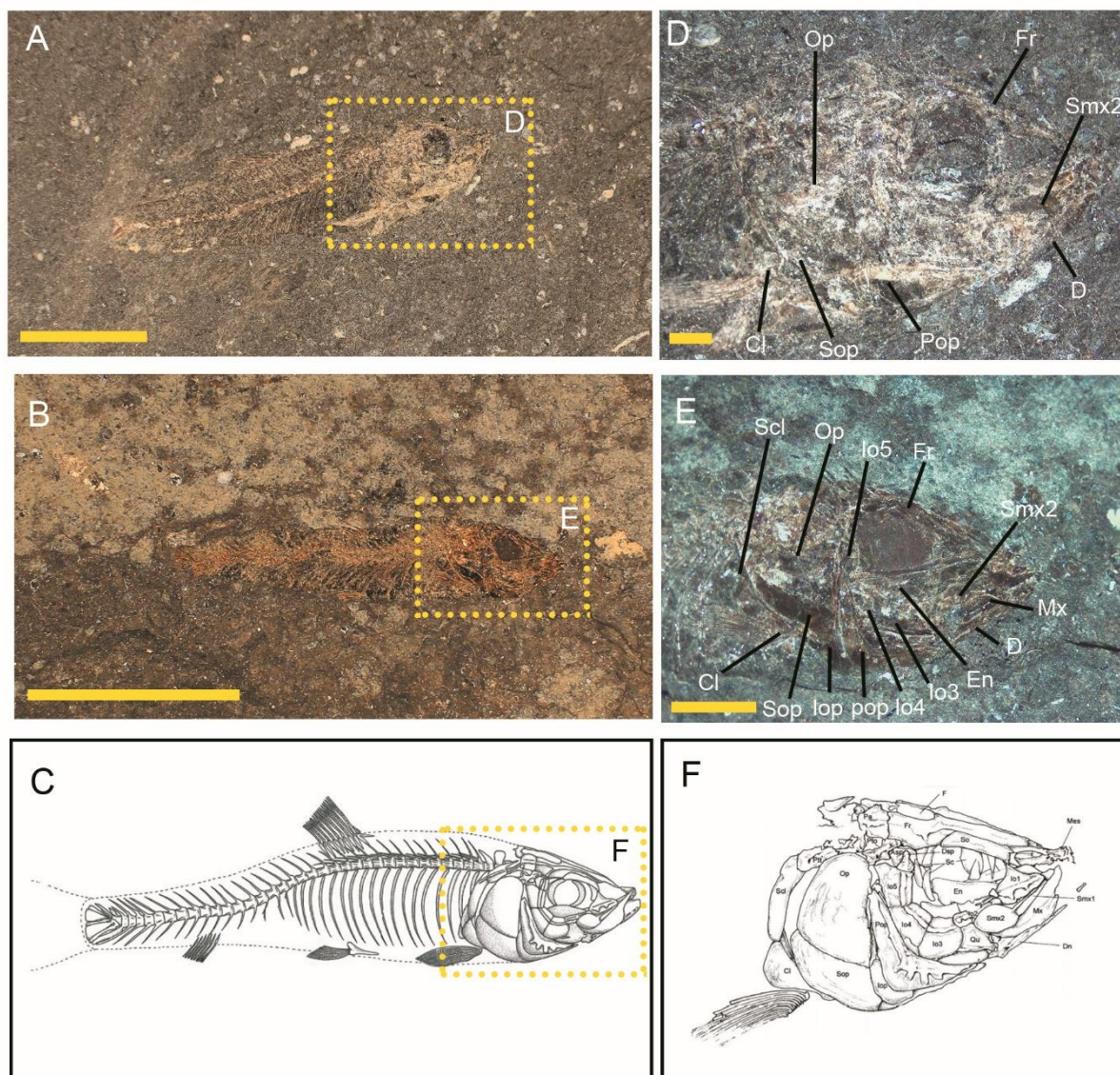


Figura 4: Espécime de *Santanichthys diasii*: A) Espécime MPSC P 3962. Escala 10 mm. B) Espécime MPSC P 3964. Escala 10 mm. C) Esquema do corpo do *Santanichthys diasii*. Modificado de Filleul & Maisey (2004). D) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3962. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Smx2: Supra-maxilar-2; Sop: Subopérculo. Escala 1 mm. E) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3964. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; En: Entopterigoide; Fr: Frontal; Io3: Infraorbital-3; Io4: Infraorbital-4; Infraorbital-5; Iop: Interopérculo; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Scl: Supracleitro; Smx2: Supra-maxilar-2; Sop: Subopérculo. Escala 1 mm. F) Esquema do crânio do *Santanichthys diasii* para comparação. Modificado de Filleul & Maisey (2004).

Tabela 4. Espécimes de *Santanichthys diasii* encontrados nos folhetos escuros. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.

Espécime	Preservação	Comp.	Larg.
LPU 062	Incompleto	---	---
LPU 081	Completo	37,99	5,82
LPU 081	Incompleto	29,32	7,17
LPU 385	Incompleto	39,20	10,49
LPU 409	Incompleto	6,72	2,77
LPU 426	Incompleto	40,66	11,45
LPU 445	Incompleto	15,02	8,57
LPU 1214	Incompleto	48,29	12,35
LPU 1217	Incompleto	21,67	4,31
LPU 1365	Incompleto	20	5
LPU 1366	Incompleto	25	5
LPU 1370	Incompleto	24	4
MPSC P 3954	Incompleto	35	10
MPSC P 3956	Incompleto	48	13
MPSC P 3958	Incompleto	30	4
MPSC P 3959	Incompleto	23,03	3,16
MPSC P3960	Incompleto	30,93	6,85
MPSC P 3961	Incompleto	31,59	13,41
MPSC P 3962	Incompleto	23	7
MPSC P 3963	Incompleto	74,68	12,77
MPSC P 3964	Completo	19	3
MPSC P 3965	Incompleto	20	3
MPSC P 3966	Completo	33,67	7,84
MPSC P 3968	Incompleto	33,53	5,04
MPSC P 4033	Completo	73,81	14,13
MPSC P 4041	Incompleto	21	3

Ordem **Aspidorhynchiformes** Bleeker, 1859

Família **Aspidorhynchidae** Nicholson & Lydekker, 1889

Gênero *Vinctifer* Jordan, 1919

Espécie *Vinctifer comptoni* (Agassiz, 1841)

Material analisado: LPU 021, LPU 042, LPU 053, LPU 056, LPU 072, LPU 079, LPU 133, LPU 136, LPU 159, LPU 163, LPU 351, LPU 405, LPU 432, LPU 498, MPSC P 1529, MPSC P 2020, MPSC P 2117, MPSC P 2125, MPSC P 3997, MPSC P 3998), MPSC P 3999, MPSC P 4000, MPSC P 4001, MPSC P 4004, MPSC P 4005 MPSC P 4006, MPSC P 4007, MPSC P 4008, MPSC P 4009, MPSC P 4010, MPSC P 4011, MPSC P 4012, MPSC P 4013, MPSC P

4014, MPSC P 4015, MPSC P 4016, MPSC P 4017. MPSC P 4018, MPSC P 4019 e MPSC P 4046, MPSC P 4044, MPSC P 4045 e MPSC P 4046.

Ocorrência: material é proveniente dos folhelhos pirobetuminosos da base da Formação Romaualdo (Grupo Santana), quatorze pertence a coleção do Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – LPU/URCA e vinte e oito a coleção do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens – MPPCN/URCA, incluindo os espécimes com partes do corpo preservado e escamas isoladas.

Foram analisados nove espécimes desse gênero, trinta escamas isoladas e um espécime composto por um aglomerado de escamas (Tabela 5). Os espécimes LPU 079 está incompleto e desarticulado, possuindo apenas o opérculo, parte da nadadeira peitoral esquerda e algumas escamas. LPU 163 incompleto apresenta apenas parte do corpo com algumas vértebras e escamas. LPU 351 apresenta apenas escamas desarticuladas.

Na rocha matriz MPSC P 1529 o espécime está incompleto e bastante fragmentado, possuindo apenas a parte posterior do dentalosplénial e maxilar, parte posterior do frontal, cleitro e parte posterior do pré-maxilar (Fig. 5-A, D). MPSC P 2117 incompleto, possui apenas parte do pedúnculo caudal, estando preservado a nadadeira anal e dorsal, e algumas escamas desarticuladas. MPSC P 2125 incompleto, faltando a parte anterior do pré-maxilar, possui dentalosplénial, frontal, pré-opérculo grande em formato triangular, subopérculo, e opérculo possuindo a parte ventral mais largo que a parte dorsal (Fig. 5-B). MPSC P 2020 incompleto e fragmentado, possui pré-maxilar e dentalosplénial incompletos sem a parte anterior, apresenta frontal, suborbital, pré-opérculo e opérculo.

O espécime MPSC P 3997 é incompleto, estando preservado dorso-ventral, apresentando a parte posterior do opérculo, supratemporal, nadadeiras peitorais longas, a nadadeira peitoral direita está aberta com 7 raios preservados, vértebras expostas, possuindo 30 vertebras contáveis. MPSC P 3998 incompleto, possuindo apenas parte do pedúnculo e da nadadeira caudal. MPSC P 3999 incompleto, possui o crânio parcialmente completo, apresentando a parte posterior do pré-maxilar, frontal, hiomandibular e parte anterior do opérculo. MPSC P 4004 está incompleto e possui em seu crânio a parte posterior do pré-maxilar, maxilar e dentalosplénial com alguns dentes preservados. MPSC P 4005 está incompleto e fragmentado, possui o pré-maxilar aparentemente completo, pré-dentário curto, frontal, supraorbital e dentalosplénial. MPSC P 4017 peixe de porte pequeno, incompleto e

fragmentado, possui dentalosplénial e pré-maxila com alguns dentes, frontal, opérculo, parte do pré-opérculo, supraorbital e posorbital.

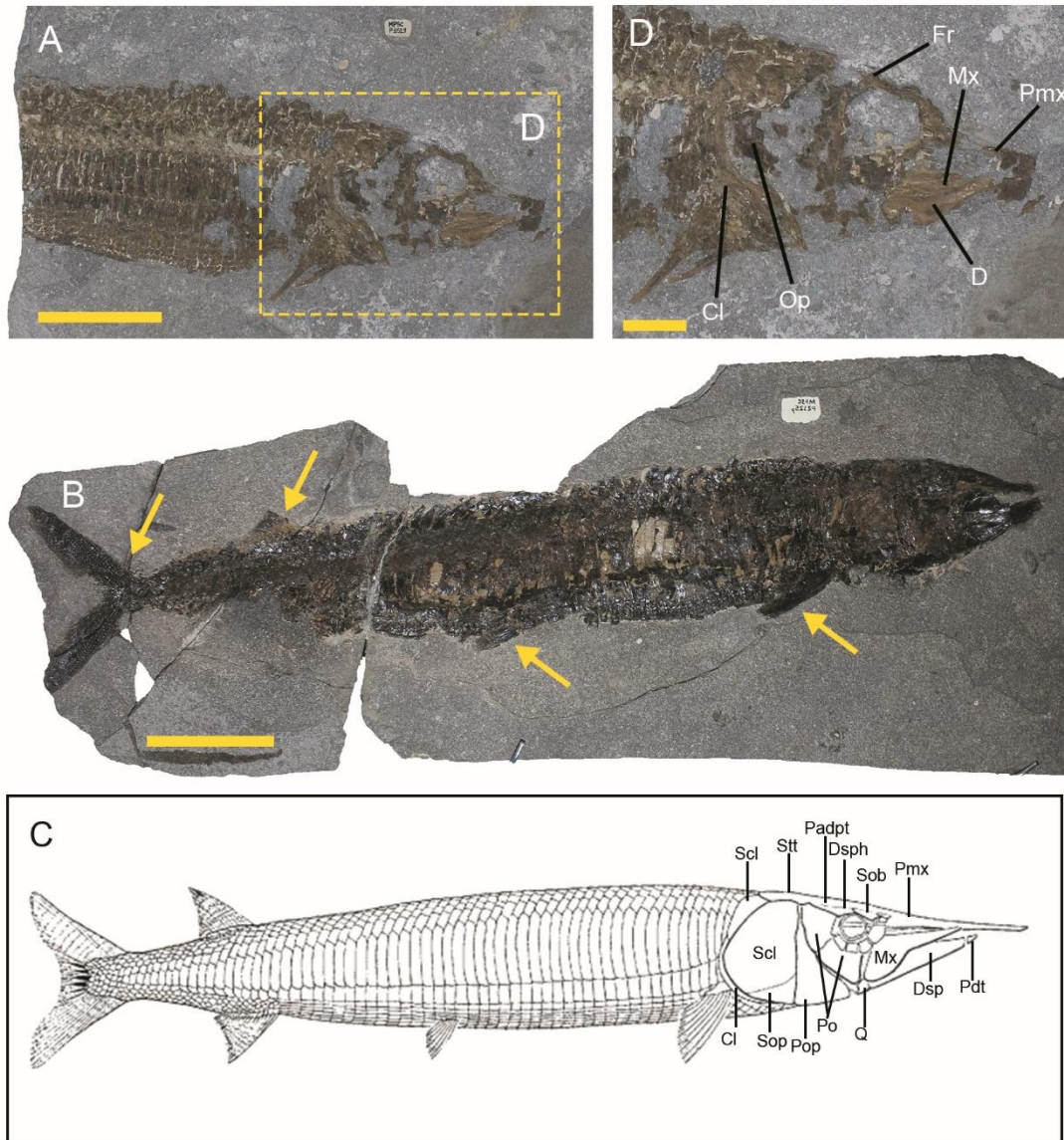


Figura 5: *Vincitifer comptoni*: A) Espécime MPSC P 1529. Escala 100 mm. B) Espécime MPSC P 2125. As setas amarelas apontam para as nadadeiras: peitorais, pélvicas, dorsal e caudal. Escala 100 mm. C) Esquema do corpo do *Vincitifer comptoni* para comparação. Modificado de Maisey (1991). D) Ossos do crânio identificados no espécime MPSC P 1529. Abreviaturas; Cl: Cleitro; D: Dentário; Fr: Frontal; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar. Escala 50 mm.

Nas rochas matrizes, os espécimes LPU 021, LPU 042, LPU 053, LPU 056, LPU 072, LPU 133, LPU 136, LPU 159, LPU 351, LPU 405, LPU 432, LPU 498, MPSC P 4000, MPSC P 4001, MPSC P 4006, MPSC P 4007, MPSC P 4008, MPSC P 4009, MPSC P 4010, MPSC P

4011, MPSC P 4012, MPSC P 4013, MPSC P 4014, MPSC P 4015, MPSC P 4016, MPSC P 4018, MPSC P 4044, MPSC P 4045 e MPSC P 4046 estão preservado apenas escamas ou ossos isolados.

Tabela 5. Espécimes de *Vinctifer comptoni* encontrados nos folhelhos escuros. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.

Espécimes	Preservação	Comp.	Larg.
LPU 021	Escama	---	---
LPU 042	Escama	---	---
LPU 053	Opérculo	---	---
LPU 056	Incompleto	47,14	37,79
LPU 072	Escama	---	---
LPU 079	Escama	---	---
LPU 133	Escama	---	---
LPU 136	Escama	---	---
LPU 159	Escama	---	---
LPU 163	Escama	---	---
LPU 351	Incompleto	103,83	16,48
LPU 405	Escama	---	---
LPU 432	Escama	---	---
LPU 498	Escama	---	---
MPSC P 1529	Incompleto	432	150
MPSC P 2020	Incompleto	180	43
MPSC P 2117	Incompleto	270	80
MPSC P 2125	Incompleto	690	112
MPSC P 3997	Incompleto	360	30
MPSC P 3998	Incompleto	140	50
MPSC P 3999	Incompleto	113	30
MPSC P 4000	Incompleto	150	45
MPSC P 4001	Incompleto	4764	37,29

MPSC P 4004	Incompleto	110	20
MPSC P 4005	Incompleto	243	35
MPSC P 4006	Escama	---	---
MPSC P 4007	Escama	---	---
MPSC P 4008	Escama	---	---
MPSC P 4009	Escama	---	---
MPSC P 4010	Escama	---	---
MPSC P 4011	Escama	---	---
MPSC P 4012	Escama	---	---
MPSC P 4013	Escama	---	---
MPSC P 4014	Escama	---	---
MPSC P 4015	Escama	---	---
MPSC P 4016	Escama	---	---
MPSC P 4017	Incompleto	64	7
MPSC P 4018	Escama	---	---
MPSC P 4019	Incompleto	72,88	25,40
MPSC P 4044	Escama	---	---
MPSC P 4045	Escama	---	---
MPSC P 4046	Dentário	16,42	1,53

Ordem **Aspidorhynchiformes** Bleeker, 1859

Família **Aspidorhynchidae** Nicholson & Lydekker, 1889

Gênero *Vinctifer* Jordan, 1919

Espécie *Vinctifer longirostris*, Santos 1990

Material analisado: MPSC P 1165, MPSC P 4002 e MPSC P 4003.

Ocorrência: material proveniente dos folhelhos pirobetuminosos da base da Formação Romualdo (Grupo Santana), os três pertencem a coleção do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens – MPPCN/URCA.

Foram identificados 3 espécimes de *Vinctifer longirostris* (Tabela 6). O espécime MPSC P 1156 está completo estando preservado com o corpo curvado em formato de meia lua, possui opérculo com a parte dorsal mais larga que a ventral, pré-opérculo passando o canal sensorial, pré-dentário longo, equivale a 1/3 do dentalosplénial, maxilar e dentalosplénial com dentes cônicos, pós-orbital, possui o pré-malixar muito longo, equivale à metade do comprimento do crânio, apresenta também o supraorbital e frontal (Fig. 6-A, B, C, D, E, F). MPSC P 4002 incompleto, possuindo posterior do crânio fragmentado, não estando preservado opérculo nem parte do pré-opérculo, prémaxila e pré-dentário fragmentados na parte anterior, dentalosplénial incompleto, o espécime apresenta as escamas preservadas. MPSC P 4003 incompleto preservado com o corpo curvado, apresenta a parte posterior do crânio desarticulada na região onde estaria o subopérculo e cleitro, possui parte do opérculo, dentalosplénial, pré-dentário e pré-maxilar apresenta dentes acuminados, sendo os do pré-dentário maiores que os da maxila, pré-maxilar e dentalosplénial, o espécime apresenta os pós-orbitais e frontal, o pré-maxilar está incompleto.

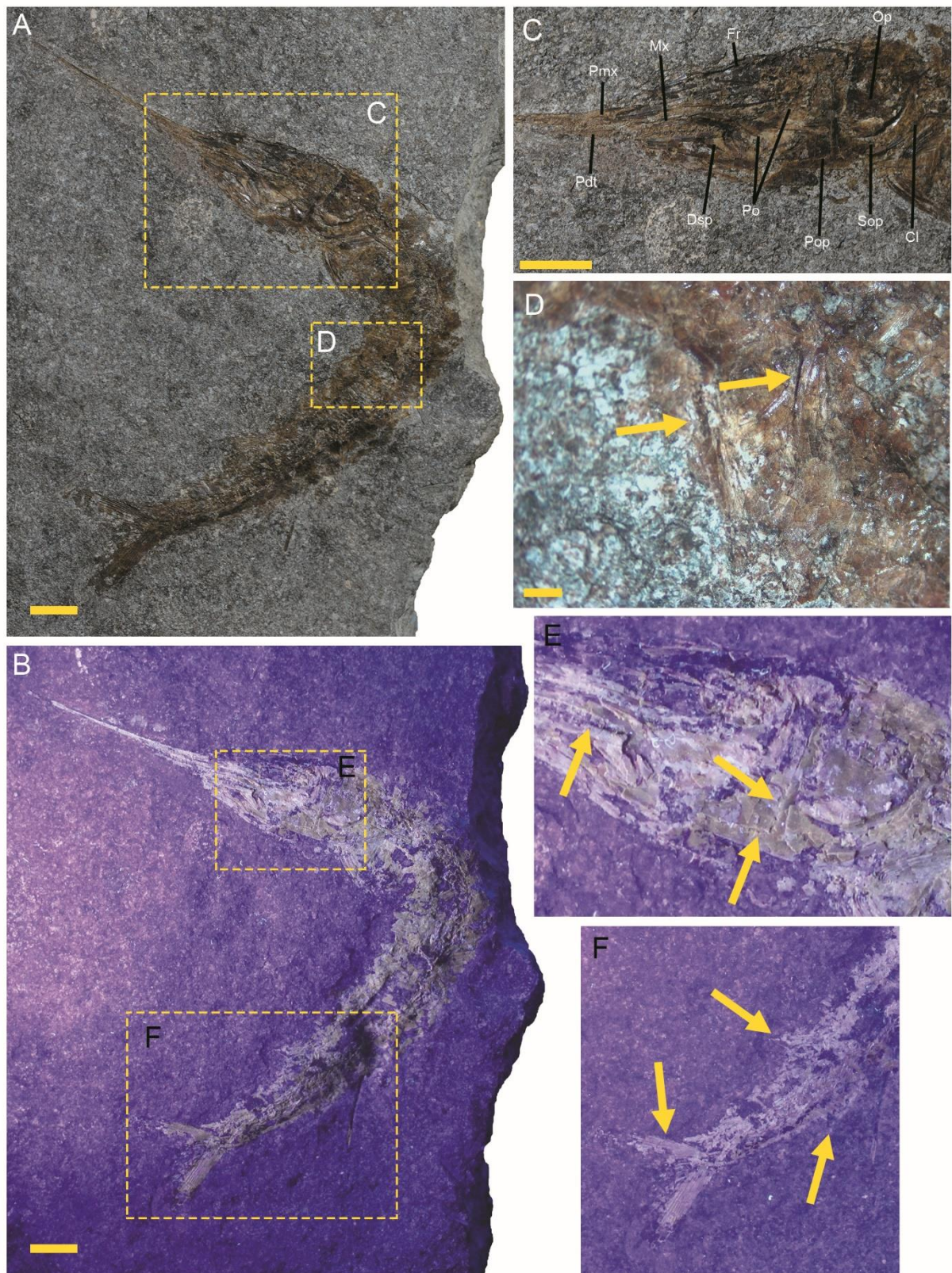


Figura 6: *Vincifer longirostris*: A) Espécime MPSC P 1156. Escala 10 mm. B) Espécime MPSC P 1156, visto em luz negra (luz ultravioleta – UV), mostrando estruturas fosfatizadas. Escala 10 mm. C) Ossos do crânio identificados no espécime MPSC P 1156. Abreviaturas; Cl: Cleitro; Dsp: Dentalosplénial; Fr: Frontal; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pdt: Pré-dentário; Pmx: Pré-maxilar; Po: Pós-orbital; Pop: Pré-opérculo; Sop: Subopérculo. Escala 10 mm. D) Região

ventral do espécime MPSC P 1156. Setas apontando para as nadadeiras pélvicas. Escala 1 mm. E) Crânio do espécime MPSC P 1156, sob luz negra. Setas apontam para os dentes maxilares e para o canal sensorial que passa na parte medial do pré-opérculo. F) Pedúnculo caudal do espécime MPSC P 1156. Setas apontam para as nadadeiras: anal, dorsal e caudal.

Tabela 6. Quantidade de espécimes de *Vinctifer longirostris* encontrados nos folhelhos escuro das coleções do LPU e MPPCN. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.

Espécimes	Preservação	Comp.	Larg.
MPSC P 1156	Completo	203,49	23,27
MPSC P 4002	Incompleto	120	28
MPSC P 4003	Incompleto	125	15

Ordem Ichthyodectiformes Bardack & Sprinkle, 1969

Família **Cladocyclidae** Maisey, 1991

Gênero *Cladocyclus* Agassiz, 1841

Espécie *Cladocyclus gardneri* Agassiz, 1841

Material analisado: LPU 135, LPU 365, MPSC P 2082, MPSC P 2084, MPSC P 2124, MPSC P 2143, MPSC P 2294, MPSC P 3947 e MPSC P 3948.

Ocorrência: material é proveniente dos folhelhos pirobotuminosos da base da Formação Romualdo (Grupo Santana), dois pertencentes a coleção do Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – LPU/URCA e sete ao acervo do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens – MPPCN/URCA.

Foram identificados 9 espécimes desse gênero (Tabela 7), entre eles: LPU 135 fragmentado e incompleto, apresenta apenas parte lateral do corpo com as duas nadadeiras pélvicas preservadas. LPU 365 incompleto e fragmentado apresentando apenas uma pequena parte do corpo com algumas costelas preservadas.

O espécime MPSC P 2082 incompleto, estando preservado da nadadeira caudal até antes da cintura escapular, possui as nadadeiras pélvicas, nadadeira anal, nadadeira dorsal e nadadeira caudal, a sua parte ventral está fragmentada. MPSC P 2084 incompleto, fragmentado, não possui crânio, parte dorsal desarticulado, apresenta a parte da nadadeira peitoral, nadadeira anal, pélvica, dorsal e caudal (Fig. 7-A). MPSC P 2124 incompleto, possui apenas o crânio preservado, alguns ossos cranianos estão fundidos, sendo visível o dentário com dentes longos e pontiagudos, maxilar, parte posterior do frontal e temporal. MPSC P 2143 incompleto, corpo fragmentado na parte dorsal e ventral, nadadeira caudal incompleta, crânio preservou-se comprimido apresentando os osso fusionados. MPSC P 2294 espécime pequeno, completo, possuindo crânio com alguns ossos fusionados, apresenta o dentário proeminente com dentes longos e pontiagudos, maxilar com pequeno dentes, apresenta opérculo, subopérculo, as nadadeiras peitorais, nadadeiras pélvicas, nadadeira dorsal e nadadeira caudal, a nadadeira anal está fragmentada. MPSC P 3947 está incompleto e fragmentado, possui o corpo desarticulado em duas partes, onde a primeira parte possui 13 vertebrae contáveis, e a segunda parte possui 8 vertebrae, a região preservada aparenta ser do pedúnculo caudal. MPSC P 3948 incompleto, possui apenas o crânio, apresenta opérculo, pré-opérculo, dentário com dentes longos e pontiagudos, frontal; supratemporal, maxilar fragmentado, infraorbitais-3 e 4, interopérculo ligado a parte ventral do pré-opérculo e supramaxilar ligado a parte superior da maxila (fig. 7-B).

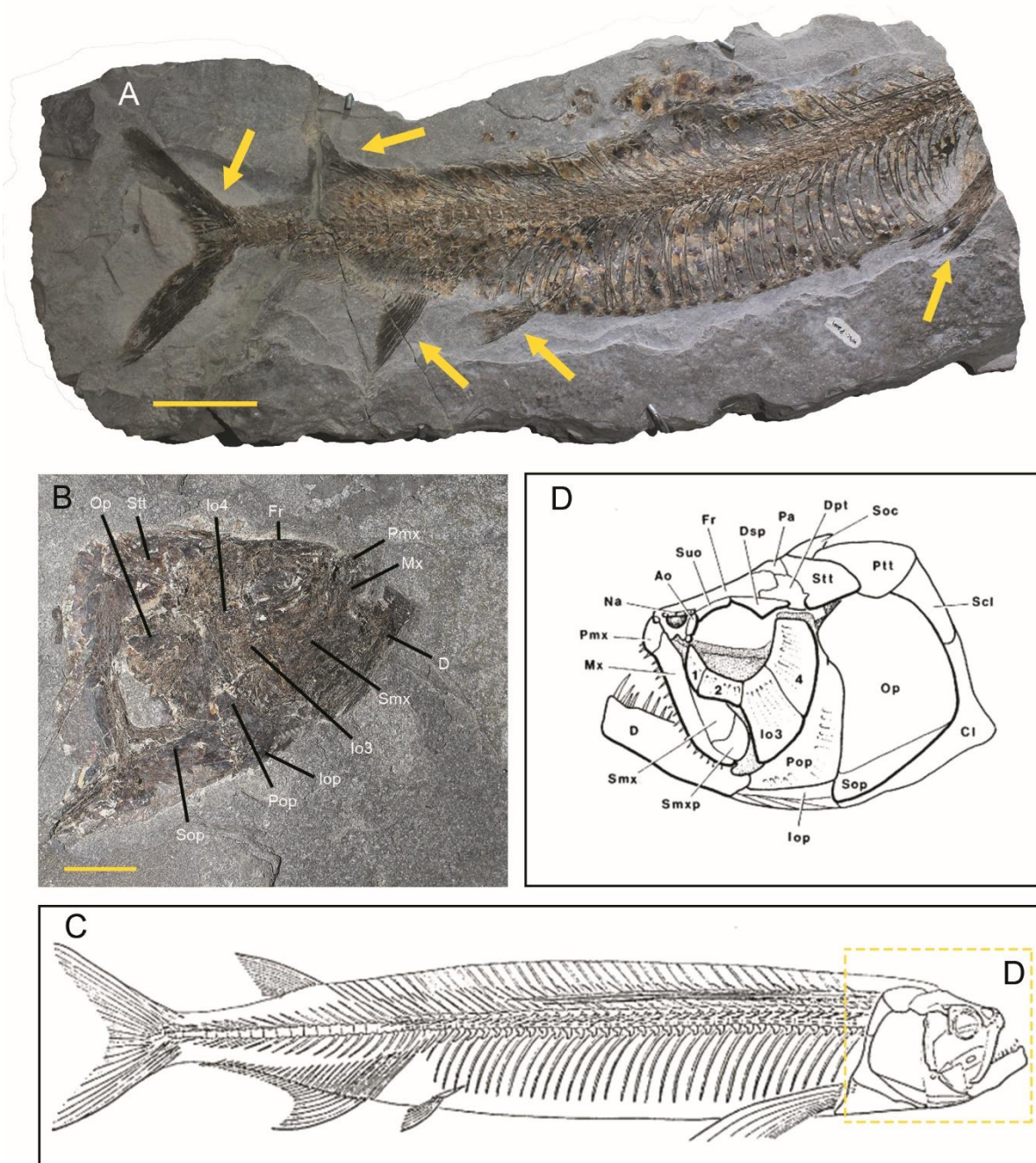


Figura 7: *Cladocyclus gardneri*: A) Espécime MPSC P 2084. Corpo sem crânio preservado; setas apontando para as nadadeiras: peitorais, pélvicas, anal, dorsal e caudal. Escala 100 mm. B) Ossos do crânio identificados do espécime MPSC P 3948. Abreviaturas; D: Dentário; Fr: Frontal; Io3: Infraorbital-3; Io4: Infraorbital-4; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Smx: Supramaxilar; Sop: Subopérculo; Stt: Supratemporal. Escala 100 mm. C) Esquema do corpo do *Cladocyclus gardneri*. Modificado de Maisey (1991). D) Esquema do crânio do *Cladocyclus gardneri*, para comparação. Modificado de Maisey (1991).

Tabela 7. Espécimes de *Cladocyclus gardneri* encontrados nos folhelhos escuros. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.

Espécime	Preservação	Comp.	Larg.
LPU 135	Incompleto	---	---
LPU 365	Incompleto	159,57	60,42
MPSC P 2082	Incompleto	730	170
MPSC P 2084	Incompleto	740	190
MPSC P 2124	Incompleto	150	130
MPSC P 2143	Incompleto	900	160
MPSC P 2294	Completo	34	7
MPSC P 3947	Incompleto	230	160
MPSC P 3948	Incompleto	110	80

Sistemática paleontológica

Subdivisão **Osterioclueomorpha** Sagemehl, 1885

Ordem **Gonorynchiformes** Greenwood, Rosen, Weitzmann e Myers, 1966

Família **Chanidae** Jordan, 1887

Gênero ***Dastilbe*** Jordan, 1910

Material analisado: LPU 382, LPU 1218, MPSC P 3940, MPSC P3941, MPSC P 3942, MPSC P 3944 e MPSC 3945.

Ocorrência: o material é proveniente dos folhelhos pirobetuminosos da base da Formação Romualdo (Grupo Santana). Destes, dois pertencentes a coleção do Laboratório de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri – LPU/URCA e oito pertencentes ao acervo do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens – MPPCN/URCA. Em MPSC P 3940 estão preservados dois espécimes e em MPSC P3941 três espécimes estão preservados em uma mesma placa de folhelho.

Observação: os espécimes foram identificados apenas apenas como gênero, pois seu estado de preservação dificulta a identificação desses espécimes.

Dez espécimes do gênero *Dastilbe* foram identificados (Tabela. 8). Os espécimes LPU 382 e LPU 1218 ambos estão incompletos e fragmentados. Estes apresentam parte do crânio e da nadadeira caudal. No espécime LPU 1218 é possível observar alguns ossos do crânio, como: opérculo, que ocupa quase 1/3 do crânio, o pré-opérculo formando um ângulo de quase 90° na sua curvatura na parte póstero-inferior; frontais alongados e largos e dentário, com ausência de dentes (Fig. 8-A, C).

Na rocha matriz do espécime MPSC P 3940 encontram-se dois espécimes do gênero *Dastilbe* na mesma placa, o primeiro apresenta pré-opérculo, opérculo, sub-opérculo, parte do hiomandibular abaixo do opérculo, osso occipital, parte do frontal e 37 vértebras contáveis. O segundo espécime está incompleto, apresentando apenas opérculo que ocupa 1/3 do crânio, cleitro, pré-opérculo e frontal. Em MPSC P 3941 é possível observar três espécimes do gênero *Dastilbe*. preservados numa mesma placa; o primeiro está incompleto, falta o focinho, parte do pedúnculo caudal e da nadadeira caudal, opérculo equivale a 1/3 do comprimento do crânio, cleitro, raios branquiais e a órbita ocular. O segundo também está incompleto, a porção medial do corpo está fragmentada; parte da nadadeira caudal está abaixo do primeiro espécime do gênero *Dastilbe*, o crânio está incompleto, sendo possível visualizar apenas o cleitro e parte do opérculo. O terceiro espécime preservado de modo similar aos dois espécimes supracitados, sendo incompleto, não possui a nadadeira caudal, o crânio está desarticulado, porém os raios branquiais estão presentes.

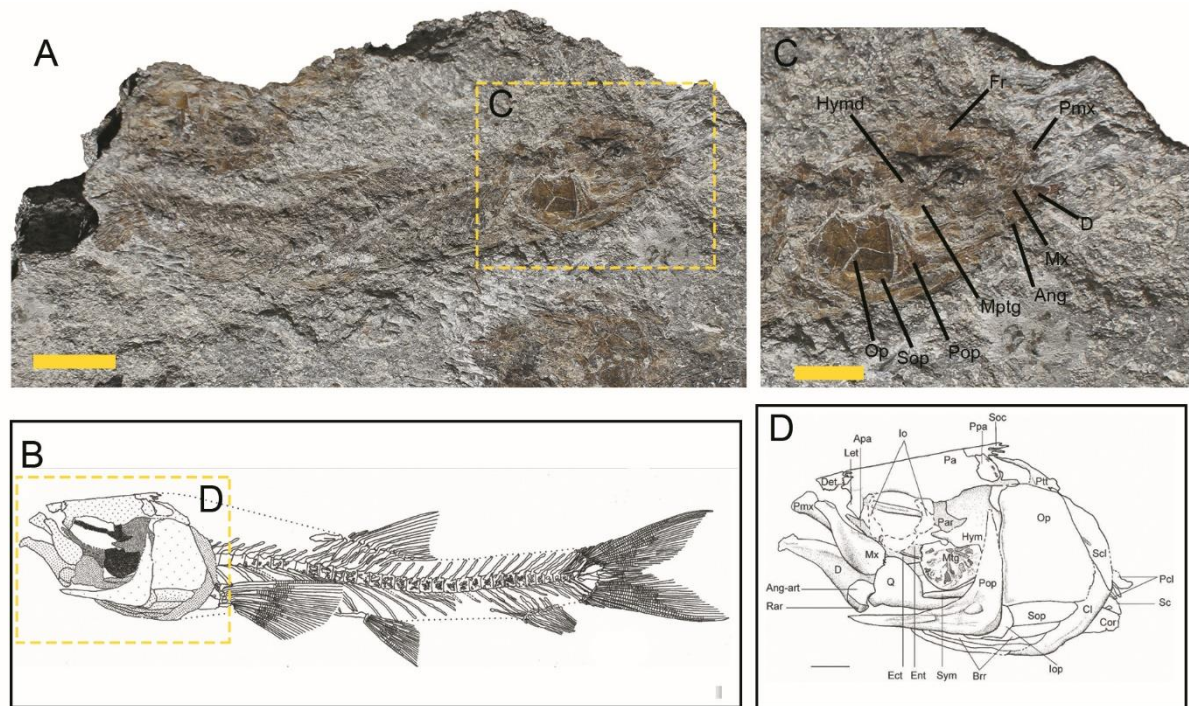


Figura 8: Espécime de *Dastilbe* sp.: A) Espécime MPSC P 3945. Escala 10 mm. B) Esquema do corpo completo do *Dastilbe crandalli*, modificado de Dietze (2007). C) Ossos do crânio identificados no espécime MPSC P 3945. Abreviaturas: Ang: Angular; D: Dentário; Fr: Frontal; Mptg: Metapterigoide; Mx: Maxilar; Op: Opérculo; Pmx: Pré-maxilar; Pop: Pré-opérculo; Sop: Subopérculo. Escala 5 mm. D) Esquema do crânio do *Dastilbe crandalli* para comparação, modificado de Dietze (2007).

O espécime MPSC P 3942 apresenta 34 vértebras contáveis, possuindo opérculo grande, o qual ocupa 1/3 do crânio, com uma projeção do hiomandibular na parte anterior do opérculo, pré-opérculo com ângulo de 90° graus na parte póstero-inferior, frontal largo, dentário e maxila não possui dentes. MPSC P 3944 apresenta frontal largo, dentário sem dentes, pré-maxila, parte do cleitro e as nadadeiras ventrais estão quase abaixo da origem da nadadeira dorsal. MPSC P 3945 apresenta 38 vértebras, pré-opérculo, opérculo, parte do hiomandibular sob o opérculo, frontal grande e dentário.

Tabela 8. Espécimes do gênero *Dastilbe* sp. encontrados nos folhelhos escuros. As dimensões são de comprimento e largura, tendo as medidas em mm.

Espécime	Preservação	Comp.	Larg.
LPU 382	Incompleto	33,30	3,79
LPU 1218	Incompleto	54,25	9,60
MPSC P 3940	Incompleto	62,27	12,69

MPSC P3940	Incompleto	57,79	10,14
MPSC P 3941	Incompleto	43,0	10
MPSC P 3941	Incompleto	45	10
MPSC P 3941	Incompleto	52	10
MPSC P 3942	Incompleto	65,88	11,74
MPSC P 3944	Incompleto	63,58	7,88
MPSC P 3945	Incompleto	68,01	11,28

Discussão

A Bacia do Araripe possui uma rica diversidade de peixes, divididos entre suas formações geológicas. Destacam-se por ser o grupo de macrofósseis mais abundante, principalmente nos calcários laminados da Formação Crato, subjacente aos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, com 11 táxons descritos: *Obaichthyidae*, *Araripelepidotes temnurus*, *Lepidotes wenzae*, *Calamopleurus cylindricus*, *Cratoamnia gondwanica*, *Placidichthys bidorsalis*, *Belonostomus* sp., *Cladocyclus gardneri*, *Santanichthys diasii*, *Dastilbe crandalli* e *Axelrodichthys* sp. Já na parte superior da Formação Romualdo, nos níveis de concreções carbonáticas e folhelhos cinza esverdeados foram descritos 26 táxons: *Tribodus limae*, *Iansan beurleni*, *Stahlrja sertanesis*, *Obaichthys decoratus*, *Dentilepisosteus laevis*, *Araripelepidotes temnurus*, *Lepidotes wenzae*, *Neoproscinetes penalvai*, *Iemanja palma*, *Calamopleurus cylindricus*, *Oshunia brevis*, *Placidichthys bidorsalis*, *Vinctifer comptoni*, *Cladocyclus gardneri*, *Araripichthys sertanesis*, *Paraelops cearenses*, *Rhacolepis buccalis*, *Notelops brama*, *Santanichthys diasii*, *Beurlenichthys ouricuriensis*, *Tharrhias araripis*, *Santanaclupea silvasantosi*, *Mawsonia gigas* e *Axelrodichthys araripensis* (Maysei, 1991, Saraiva *et al*, 2015, Polck *et al*, 2015).

No trabalho de Viana *et al* (1989) foi relatado a ocorrência de espécies que foram encontrados nos folhelhos escuros da Formação Romualdo. Dos vertebrados relatados apenas 4 táxons de peixes fósseis foram mencionados, sendo eles: *Vinctifer*, *Rhacolepis*, *Cladocyclus* e *Dastilbe*. Já Polck *et al* (2015) cita 6 táxons: *Vinctifer comptoni*, *Cladocyclus gardneri*, também observados por Viana em 1989, porém foi retirado o táxon *Rhacolepis* e *Dastilbe*, e acrescentado *Santanichthys diasii*, *Santanasalmo elegans*, *Santanaclupea silvasantosi* e *Tharrhias araripis*. No trabalho de Barros *et al*. (2016) foram citados 9 táxons: *Vinctifer comptoni*, *Cladocyclus gardneri*, *Santanichthys diasii*, *Santanaclupea silvasantosi*, *Tharrhias araripis*, *Dastilbe crandalli*, *Paraelops cearenses*, *Placidichthys bidorsalis* e *Rhacolepis buccalis*. Ao analisar os fósseis utilizados por Barros *et al* (2016), pertencentes às coleções do

Laboratório de Paleontologia da URCA e do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens, não se encontrou registros dos espécimes *Paraelops cearenses*, *Placidichthys bidorsalis* e *Rhacolepis buccalis*, para os citados pelos referidos autores. Dessa forma, aqui neste trabalho, considera-se o registro de *V. comptoni*, *C. gardneri*, *S. diasii*, *S. elegans*, *S. silvasantosi* e *T. araripis* Polck *et al* (2015), e o gênero *Dastilbe*, anteriormente citado por Viana *et al* (1989). Contando-se assim para os folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, o total de 7 táxons.

Tharrhias araripis foi descrito por Jordan e Branner (1908) e, neste mesmo trabalho os autores descreveram outro gênero monoespecífico, que classificaram, com algumas restrições como *Cearana rochae*, mais tarde foi incluído por Jordan (1921) como uma segunda espécie de *Tharrhias* (*Tharrhias rochae*). Alguns anos mais tarde, em sua revisão da fauna de peixes da Bacia do Araripe, D' Erasmio (1938) questionou a validade destas duas espécies, classificando-o como um possível sinonímia entre elas. Peixes do gênero *Tharrhias* são comumente encontrados no nível das concreções carbonáticas da Formação Romualdo (Maisey, 1991, Brito e Yabumoto, 2011), com registro recente para os calcários laminados da Formação Crato (Brito e Yabumoto, 2011). *Tharrhias* sp. ocorre na Bacia do Araripe (Maisey, 1991; Brito e Yabumoto), Bacia do Parnaíba (Silva Santos, 1994a) e Bacia Sergipe-Alagoas (Silva Santos, 1994a; e Santos e Carvalho, 2009). Até o momento esse gênero foi encontrado apenas nas bacias do Nordeste do Brasil.

Santanaclupea silvasantosi foi relatada inicialmente no livro “Santana fossil” por Maisey (1991), no entanto, só foi descrita formalmente por Maisey (1993). Esta espécie é encontrada somente na Bacia do Araripe, nas concreções da Formação Romualdo e nos folhelhos escuros, sendo descrito como espécime raro de ser encontrado (Polck, 2015). Possui uma série de escudos ventrais, que vai da nadadeira peitoral até a nadadeira anal (Maisey, 1993). Diante das análises, esta espécie foi a mais abundante encontrado nas coleções do LPU e MPPCN, somando 43 exemplares.

A espécie *Santanasalmo elegans* não apresenta ampla distribuição entres as formações geológicas da Bacia do Araripe, sendo encontrado até o momento apenas nos folhelhos pirobetuminosos da base da Formação Romualdo e na Formação Ipubi (Gallo *et al.* 2009). Apenas 9 espécimes foram identificados aqui neste trabalho.

Santanichthys diasii descrita primeiramente por Santos (1958), sendo posteriormente revisado por Maisey (1991) e redescrito por Filleul e Maisey (2004), possui uma distribuição

entre as formações Crato, Ipubi e Romualdo (Polck *et al*, 2015), sendo relatada também para a Formação Codó, na Bacia do Parnaíba e na Formação Riachuelo, da Bacia Sergipe-Alagoas (Silva Santos, 1995). São peixes raros de ser encontrados na Bacia do Araripe (Polck *et al*, 2015), sendo aqui identificados 26 espécimes. Dentre os analisados, o espécime MPSC P3964 é extremamente pequeno, no entanto este apresenta uma melhor preservação, facilitando a visualização de características morfológicas para sua identificação.

Vinctifer comptoni é uma das espécies mais facilmente encontradas na Bacia do Araripe, tendo registro para concreções e folhelhos da Formação Romualdo e nos folhelhos da Formação Ipubi (Saraiva *et al*, 2007; Brito 1997; Brito e Yabumoto, 2011; Polck *et al*, 2015). Possuindo também registros para Bacia do Parnaíba, Bacia Sergipe-Alagoas, Aptiano-Albiano da Venezuela, Colômbia, México e Antártica (Moody e Maisey, 1994; Schultze e Stöhr, 1996; Applegate, 1996 e Brito, 1997). Foram analisados 9 espécimes fragmentados e 30 escamas estando aglomeradas ou isoladas.

A partir da análise dos materiais, foram identificados mais três espécimes pertencentes a espécie *Vinctifer longirostris*, sendo este raro de se encontrar, citados para Bacia de Tucano e Bacia do Araripe (Silva Santos, 1990; Moody & Maisey, 1994; Brito, 1997). Embora essa espécie tenha sido citada para a Bacia do Araripe, não se tinha evidências de sua ocorrência para Bacia do Araripe. Brito (2007) relatou um espécime de *V. longirostris* para os calcários laminados da Formação Crato, em uma revisão feita pelo autor anos mais tarde, determinou que o espécime analisado se tratava de um *Belonostomus* sp. restringindo assim *V. longirostris* para a Formação Marizal, na Bacia de Tucano. Os espécimes aqui descritos comprovam a ocorrência dessa espécie para os folhelhos escuros da base da Formação Romualdo.

Cladocyclus é um gênero comum de ser encontrado para a Bacia do Araripe, além de ter ocorrências para a Bacia Parnaíba e Sergipe-Alagoas (Leal e Brito, 2004). Na Bacia do Araripe, a espécie ocorre com certa frequência para as Formações Crato, Romualdo e Ipubi (Polck *et al*, 2015). No entanto, as coleções analisadas possuíam poucos indivíduos, tendo apenas 9 espécimes.

Os espécimes analisados do gênero *Dastilbe* da base da Formação Romualdo apresentam muitas partes dos ossos cranianos fragmentados, dificultando assim a identificação taxonômica precisa. No entanto, algumas características morfológicas da espécie são reconhecidas. Alguns trabalhos apontam que o gênero *Dastilbe* era um peixe anádromo, tolerante a hipersalinidade (Davis e Martill, 1999), o que corrobora com o paleoambiente da

base da Fm. Romualdo. Este gênero encontra-se distribuído geograficamente entre as Bacias do Araripe (Formação Crato, sendo o peixe com maior ocorrência por metro quadrado para essa formação), (Brito & Amaral, 2008; Dietze, 2007; Brito & Yabumoto, 2011; Fara, 2005; Maisey, 1991; Davis e Martill, 1999), Sergipe-alagoas (Formação Muribeca e Riacho Doce), (Davis e Martill 1999; Brito e Amaral 2008), Bacia do Parnaíba (Formação Codó), no Estado do Maranhão (Santos, 1947; Duarte e Santos, 1993) e Rio Benito, ao sul de Bata, Guiné Equatorial (Gayet, 1989).

Dos 28 táxons agora descritos para a Formação Romualdo, apenas 8 foram relatados para os folhelhos escuros de sua base (incluído o registro de *V. longirostris*), mostrando assim uma baixa diversidade em comparação com as espécies encontradas na parte superior da Formação Romualdo, onde são encontrados os folhelhos cinza esverdeados e as concreções. Isso provavelmente se deve aos poucos estudos publicados sobre os folhelhos escuros da base da Formação Romualdo (Tabela 9).

Tendo em vista a quantidade de espécimes analisados, o nível de ocorrência de cada espécime e seu estado de preservação mostra a abundância de algumas espécies em relação a outros paleoambientes onde são encontrados. A espécie com maior ocorrência encontrada nas coleções analisadas foi *Santanaclupea silvasantosi*, com 41 espécimes. Podendo assim inferir que essa espécie não é tão rara de ser encontrada nos folhelhos escuros, como citado por Polck *et al* (2015). Embora a espécie *Vinctifer comptoni* tenha tido 42 ocorrências para os materiais analisados, vale ressaltar que apenas 13 espécimes estão com corpo parcialmente preservados e os 29 registros restantes são de escamas e ossos isolados. Apesar da ocorrência de *V. comptoni* ser considerada comum para as concreções da parte superior da Formação Romualdo (Maisey, 1991; Saraiva *et al*, 2007; Polck *et al*, 2015), essa espécie apresentou mais rochas matrizes com escamas e ossos isolados, que espécimes parcialmente completos, provavelmente por fatores tafonômicos e diagenéticos. Segundo Holz & Simões (2002), fósseis desarticulados indicam um lento soterramento e fossilização (Gráfico 1).

Táxon	Fm. Codó	Fm. Riachuelo	Fm. Romualdo		Fm. Ipubi	Fm. Crato	Fm. Muribeca	Fm. Marizal	Fm. Marfim	Fm. Areado	Fm. Cabo
			Folhelho escuro	Concreção							
<i>Araripelepidotes temnurus</i>	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Araripichthys castilhoi</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Axelrodriichthys araripensis</i>	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Beurlenichthys ouricuriensis</i>	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Brannerio sp</i>	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Calamopleurus cylindricus</i>	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-
<i>Cladocyclus gardneri</i>	X	X	X	X	X	X	-	Gênero	Gênero	-	-
<i>Dastilbe crandalli</i>	X	X	Gênero	-	Gênero	X	X	?	-	X	X
<i>Dentilepisosteus laevis</i>	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Iansan beurleni</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Iemanja palma</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidotes wenaie</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mawsonia gigas</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-
<i>Neoproscinetes penalvai</i>	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Notelops brama</i>	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-

<i>Oshunia brevis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Obaichthys decoratus</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Paraelops cearensis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Placidichthys bidorsalis</i>	-	-	-	X	-	X	-	Gênero	-	-	-
<i>Rhacolepis buccalis</i>	X	X	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Santanaclupea silvasantosi</i>	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Santanasalmo elegans</i>	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Santanichthys diasii</i>	X	X	X	X	X	X	-	Gênero	Gênero	-	-
<i>Stahlraja sertanensis</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tharrhias araripis</i>	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Tribodus limae</i>	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vinctifer comptoni</i>	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-
<i>Vinctifer longirostris</i>	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-

Tabela 9: Táxons encontrados na Bacia do Araripe, mostrando a comparação entre a paleoictiofauna encontrada na Formação Romualdo e a encontrada em outras bacias sedimentares.

A segunda espécie com maior número de indivíduos, analisados é *Tharrhias araripis* com 31 espécimes, o que mostra que essa espécie possui abundância tanto para as concreções carbonáticas, quanto para os folhelhos escuros, sendo assim uma espécie comum de ser encontrada (Saraiva et al, 2007; Voltani, 2011; Polck et al, 2015). Segundo Polck et al (2015), *Santanichthys diasii* é uma espécie rara de ser encontrada, no entanto, essa foi a terceira espécie com maior ocorrência entre os materiais analisados, possuindo 26 espécimes, apontando assim uma frequência considerável para os folhelhos escuros, assim como o *Santanaclupea silvasantosi*. O *Santanasalmo elegans* e *Cladocycclus gardneri* possuem a mesma quantidade de espécimes ambos com 9 espécies. Apesar da ocorrência ser menor entre os clupeocephalas descritos nesse trabalho, o *Santanasalmo elegans* até o presente momento ainda se mantem registrado apenas para a Bacia do Araripe, sendo considerado raro de ser encontrados. Juntamente com os espécimes analisados, os com menor ocorrência em comparação com os demais, o gênero *Dastilbe*, possui apenas 10 espécimes, sendo assim uma frequência baixa comparada com a Formação Crato (Gráfico 1).

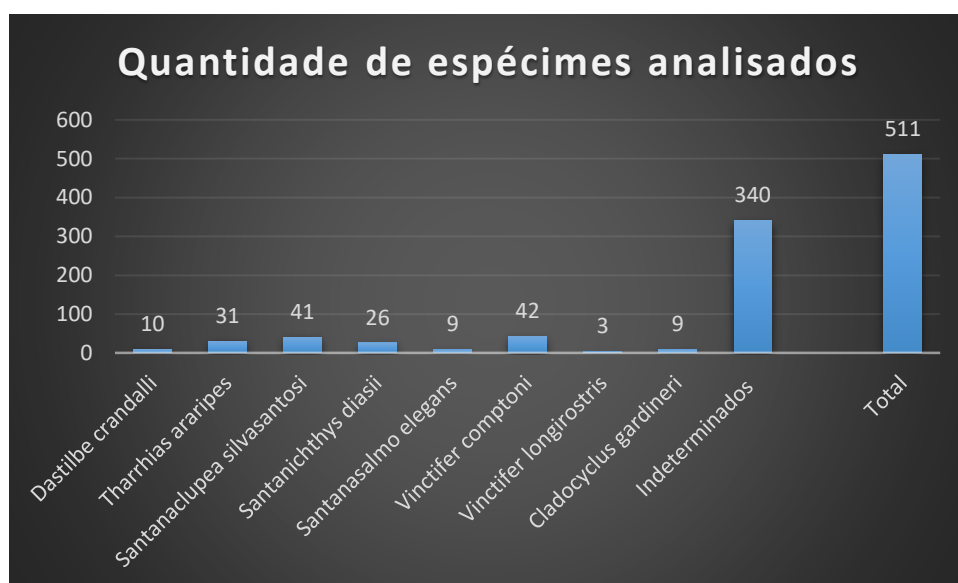


Gráfico 1: Táxons abundantes dos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, com base nos fósseis depositados nas coleções do LPU e do MPPCN.

O espécime com menor número de indivíduos analisados é o *Vincifer longirostris*, tendo apenas 3 espécimes. Por outro lado, apesar de possuir poucos espécimes identificados, esse é um novo táxon registrado para paleodiversidade da Bacia do Araripe. O que anteriormente estava restrito apenas para a Bacia Tucano (Brito & Yabumoto, 2011; Polck et

al, 2015). Com o intuito de verificar algumas estruturas morfológicas para melhor identificação dessa espécie, utilizou-se luz ultravioleta (luz negra) o que realçou todas as estruturas com tecido provocando a fluorescência dos espécimes, mostrando assim características importantes para identificação dessa espécie, as quais não era possível visualizar a luz natural.

Conclusão

A diversidade de peixes fósseis encontradas nas concreções da Formação Romualdo é advinda da sua incrível preservação, grande números de táxons encontrados e abundância de algumas espécies comumente encontradas como *Tharrhias araripis* e *Vinctifer comptoni*. Embora a Formação Romualdo apresente uma grande diversidade na sua parte superior, os folhelhos escuros que são encontrados na sua base contrapõem-se em comparação a parte superior da mesma. Apesar de apresentar uma diversidade menor, esses folhelhos escuros apresentaram um maior número de espécies de *Santanaclupea silvasantosi* e *Santanichthys diasii*, os quais são considerados raros de serem encontrados para Bacia do Araripe. Esse fato pode indicar uma melhor adaptação dessas espécies para o tipo de ambiente característico da base da Formação Romualdo. A partir dos 172 identificados nesse trabalho podemos concluir que os folhelhos escuros da base da Formação Romualdo apresentam 8 táxons, incluindo o novo registro de *Vinctifer longirostris* para as camadas fossilíferas do Grupo Santana.

Referências

- Agassiz, L., 1841. On the fossil fishes found by Mr. Gardner in the Province of Ceará, in the North of Brazil. *Edinb. New Philos. J.* 30, 82–84.
- Almeida, F. F. M., Hasui, Y., Brito Neves, B. B., Funk, R. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. In: SBG/Núcleo Nordeste, Simp. Geol. NE, 7, Atas, p. 363-391.
- Applegate, S. 1996. An overview of the Cretaceous fishes of the quarries near Tepexi de Rodriguez, Puebla. In: Arratia, G. and G. Viöhl, (eds.): *Mesozoic Fishes-Systematics and Paleoecology*. pp. 529–538. Verlag Dr. F. Pfeil, München.
- Assine, M. L. *et al.* 2014. Sequências deposicionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Bol. Geoc. Petrobrás* 22, 3–28
- Assine, M.L. 2007. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 5: 371-389.
- Barros, O.A.; Pontes, A.P.; Batista, M.E.P.; Silva, J.H.; Saraiva, A.Á.F. 2016. Aspectos Paleocológicos da Macrofauna dos Folhelhos Associados à Camada de Gipsita, Bacia do Araripe. *Estudos Geológicos (UFPE)*, v. 26, p. 147-156.
- BARROS, O. A., VIANA, M. S. S., SARAIVA, A. ÁLAMO F., & SILVA, J. H. DA. 2020. The first occurrence of fossil shrimps (Crustacea, Decapoda) in the Ipubi Formation (Lower Cretaceous, Araripe Basin). *Research, Society and Development*, 9(8), e251985576. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5576>
- BATISTA, T., BANTIM, R.A.M., DE LIMA, F.J., FILHO, E.S., SARAIVA, A.A.F. 2019. New data on the coelacanth fish-fauna (Mawsoniidae) from the Late Jurassic and Early Cretaceous of Araripe Basin, Brazil, *Journal of South American Earth Sciences* (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102280>.
- BEURLLEN, K. 1971. As condições ecológicas e faciológicas da Formação Santana na Chapada do Araripe (Nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 43, Suplemento, p. 411-415.

Brito, P. M. 1997. Révision des Aspidorhynchidae (Pisces: Actinopterygii) du Mésozoïque: ostéologie et relations phylogénétiques, données environnementales et biogéographiques. *Geodiversitas*, 19 (4): 681–772.

Brito, P.M. & Yabumoto, Y. 2011. An updated review of the fish faunas from the Crato and Santana formations in Brazil, a close relationship to the Tethys fauna. *Bull. Kitakyushu Museum of Natural History and Human History, Ser. A*, 9:107-136.

Brito, P.M., 2007. The Crato Formation Fish Fauna. In: Martill, D.M., Bechly, G., Loveridge, R.F. (Eds.), *The Crato Fossil Beds of Brazil*. Cambridge University Press, New York, p. 625.

Brito, P.M., Amaral, C.R.L., 2008. An overview of the specific problems of *Dastilbe* Jordan, 1910 (Gonorynchiformes: Chanidae) from the Lower Cretaceous of Western Gondwana. In: Arratia, G., Schultze, H.-P., Wilson, M.V.H. (Eds.), *Mesozoic Fishes 4—Homology and Phylogeny*. Verlag Dr.Friedrich Pfeil, München Germany, pp. 279–294.

Carvalho, M.S.S. & Santos, M.E.C.M. 2005. Histórico das Pesquisas Paleontológicas na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. History of the Paleontological Research in the Araripe Basin, Northeast Brazil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 28(1): 15–34.

D'Erasmus, G. 1938. Ittilioti Cretacei del Brasile. *Atti dela Reale Accademiedelle Scienze fisiche e Matematiche*. Napoli, ser. 3, 1 (3):1–44.

Davis, S. P. e D. M. Martill. 1999. The gonorynchiform fish *Dastilbe* from the Lower Cretaceous of Brazil. *Palaeontology*, 42 (4): 715–740.

Dietze, K. 2007. Redescription of *Dastilbe crandalli* (Chanidae, Euteleostei) from the Early Cretaceous Crato Formation of North-Eastern Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 27(1):8-16.

Duarte L. & Santos R.S. 1993. Plant and fish megafossils from the Codó Formation, Parnaíba Basin, NE Brazil. *Cretaceous Research*, 14:735-746. <https://doi.org/10.1006/cres.1993.1049>.

Fara, E.; Saraiva, A.A.F.; Campos, D.A.; Moreira, J.K.R.; Carvalho Siebra, D.; Kellner, A.W.W., 2005. – Controlled excavation in the Romualdo Member of the Santana Formation (early Cretaceous, Araripe Basin, northeast Brazil): stratigraphic, paleoenvironmental and palaeoecological implications. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 218, 145-160.

Filleul, A., Maisey, J.G., 2004. Redescription of *Santanichthys diasii* (Otophysi, Characiformes) from the Albian of the Santana formation and comments on its implications for otophysan relationships. *Am. Mus. Novit.* 1–22.

Gallo V, Figueiredo FJ e Azevedo SA. 2009. *Santanasalmo elegans* gen. et sp. nov., a basal euteleostean fish from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeastern Brazil. *Cretaceous Res* 30(6): 1357-1366.

Gallo, V., Figueiredo, F.J., 2012. Síntese da paleoictiofauna marinha das bacias costeiras do Brasil e comentários sobre a paleoictiofauna cronocorrelata da margem oeste da África. *Paleontologia de Vertebrados: Relações Entre América Do Sul e África*. Interciência, Rio de Janeiro, pp. 175–205.

Gayet M. 1989. Note préliminaire sur le matériel paléoichthyologique éocétacique du Rio Benito (sud de Bata, Guinée Equatoriale). *Bull Mus Natn Hist Nat*, 4e sér. 11, sect. C (1): 21-31. International Congress on Stratigraphy, Graz, Austria, 2015.

Holz, M., Simões, M. G., 2002. *Elementos Fundamentais de Tafonomia*. Editora da Universidade/UFRGS, Porto Alegre, 222 p.

Jordan DS e Branner J. 1908. The Cretaceous fishes of Ceará, Brazil. *Smith Misc Coll* 5(52): 1-29.

Jordan DS. 1910. Description of a collection of fossil fishes from the bituminous shales at Riacho Doce, state of Alagoas, Brazil. *Ann Carn Mus* 7(1): 23-24.

Jordan, D. S. 1919. New genera of fossil fishes from Brazil. *Proc Acad Nat Sci* 71: 208-210.

Jordan, D. S. 1921. Peixes cretáceos do Ceará e Piauí. Monographias do Serviço geológico e mineralógico, 3: 1–97.

Kellner, A. W. A. 1998. Panorama e perspectiva do estudo de répteis fósseis no Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 70 (3): 647-676.

Kellner, A. W. A. *et al.* 2013. 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. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 85, 113–135. <https://doi.org/10.1590/S0001-3765201300010100009>.

Kellner, A. W. A. 2002. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A. QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Ed.). *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM/CPRM/SIGEP, 2002. v. 1. p. 121-130.

Leal, M. E. C. e P. M. Brito. 2004. The ichthyodectiform *Cladocycclus gardineri* (Actinopterygii: Teleostei) from the Crato and Santana Formation, Lower Cretaceous of Araripe Basin, NE Brazil. *Annales de Paleontologie (Vért.-Invert.)*, **90**: 103–113.

Lindoso, R.M. 2016. A biota da Formação Codó (Aptiano da Bacia do Parnaíba), Nordeste do Brasil: aspectos paleoambientais e paleobiogeográficos. PhD Thesis, Instituto de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 161 p.

LIMA, F.J.; PIRES, E. F.; JASPER, A.; UHL, D.; SARAIVA, A. A. F.; SAYAO, J. M. 2019. Fire in the paradise: evidence of repeated palaeo-wildfires from the Araripe Fossil Lagerstätte (Araripe Basin, Aptian-Albian), Northeast Brazil. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, v. 1, p. 1-13.

Maisey, J. G. 1991. *Santana Fossils: an illustrated atlas*. T. F. H. Publications, Neptune, New Jersey, 459 pp.

Maisey, J. G. 1993. A New Clupeomorph Fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil. *American Museum Novitates*, **3076**: 1–15.

Menor, E.A., Amaral, A.J.R., 1991. Considerações sobre eventos evaporíticos da Formação Santana, Bacia do Araripe. Boletim Núcleo Nordeste Sociedade Brasileira Geologia, 12, Atas 14 Simpósio Geologia do Nordeste, Recife (PE), 30-34.

Moody, J.M., Maisey, J.G., 1994. New Cretaceous marine vertebrate assemblages from North-Western Venezuela and their significance. J. Vertebr. Paleontol. 14, 1–8.

Neumann, V.H.; Assine, M.L. 2015. Stratigraphic proposal to the post-rift I tectonic sedimentary sequence of Araripe Basin, Northeastern Brazil. In: 2nd

Neumann, V.H. & Cabrera, L. 1999. Una nueva propuesta estratigráfica para la tectono secuencia post-rifte de la Cuenca de Araripe, Nordeste de Brasil. SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5, 1999. Anais, Serra Negra, UNESP, p. 279-285.

Oliveira, G. R.; A. A. F. Saraiva; H. P. Silva; J. A. F. G. Andrade & A. W. A. Kellner. 2011. First turtle from the Ipubi Formation (Early Cretaceous), Santana Group, Araripe Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 14(1): 61-66.

Patterson, C., Rosen, D.E., 1977. Review of ichthyodectiform and other Mesozoic teleost fishes and the theory and practice of classifying fossils. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 81–172.

Polck, M. A. R. et al. Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da bacia do Araripe. 2015.

Ponte, F. C. E Appi, C.J. 1990. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. XVI Congresso Brasileiro de Geologia. Natal, RN. Anais p. 221-226. v. 1..

Santos, M.E.C.M., Carvalho, M.S.S., 2009. Paleontologia Das Bacias Parnaíba, Grajaú e São Luís. 1st ed. Paleontologia Das Bacias Do Parnaíba Grajaú e São Luís. CPRM, Rio de Janeiro, Brasil (215 pp.).

Saraiva, A.A.F.; Barros, O.A.; Bantim, R.A.M. & Lima, F.J. 2015. *Guia para trabalhos de campo em paleontologia na Bacia do Araripe*. 2^a Edição. Crato. 88 p.

Saraiva, A.A.F.; Hessel, M.H., Guerra, N.C. E Fara, E. - Concreções calcárias da Formação Santana, Bacia do Araripe: uma proposta de classificação. *Estudos Geológicos* [UFPE], Recife, 17(1): 40-57, 2007.

Sayão, J.M.; Vila Nova, B. C. ; Franca, M. A. G. ; Oliveira, G. R. ; Lima, F.J. ; Saraiva, A. A. F. 2015. Fósseis do Araripe - Um exemplo de diversidade ao longo do tempo profundo. In: Albuquerque, U.P.; Meiado M.V.. (Org.). Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe. 1ed.Recife: NUPEEA, v. , p. 273-289.

Schultze, H.P., Stöhr, D., 1996. *Vinctifer* (Pisces, Aspidorhynchidae) aus de unterkreide (oberes aptium) von kolumbien. Neues Jahrb. Geol. Palaontol. Abh. 199, 395–415.

Silva Santos, R. 1947. Uma redescrição de *Dastilbe elongatus*, com algumas considerações sobre o Gênero *Dastilbe*. Notas Preliminares e Estudos, Divisão de Geologia e Mineralogia, C, 42: 1–7.

Silva Santos, R. 1950. *Anaedopogon*, *Chyromystus* e *Ennelichthys* como sinônimos de *Cladocyclus* da família Chirocentridae. Anais da Academia brasileira de Ciências, **22** (1): 123–134.

Silva Santos, R. 1955. Ocorrência de folhelho fossilífero cretáceo no Município de Presidente Olegário, Minas Gerais. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Departamento Nacional de Produção Mineral, **155**: 1–27.

Silva Santos, R. S., 1958. *Leptolepis diasii*, novo peixe fóssil da Serra do Araripe, Brasil 108. Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas preliminares e Estudos, Rio de Janeiro, pp. 1–15.

Silva Santos, R. S., 1990. *Vinctifer longirostris* Silva Santos, 1972, do Cretáceo Inferior da Formação Marizal, Estado da Bahia, Brasil. An. Acad. Bras. Ciências 62, 251–259.

Silva Santos, R. S., 1994. Ictiofáunula da Formação Codó, Cretáceo Inferior, com a descrição de um novo táxon - *Codoichthys carnavalii* (Pisces-Teleostei). An. Acad. Bras. Cienc. 66, 131–143.

Silva Santos, R. S., 1995. *Santanichthys*, Novo Epíteto Genérico para *Leptolepis diasii* Silva Santos, 1958 (Pisces - Teleostei) da Formação Santana (Aptiano), Bacia do Araripe, NE do Brasil. An. Acad. Bras. Ciências 67, 249–258.

Silva, J. H.; Filho, F. E. S.; Saraiva, A. A. F.; Andrade, N. A.; Viana, B. C.; Sayão, J. M.; Saraiva, G. D. 2013. Spectroscopic Analysis of a Theropod Dinosaur (Reptilia, Archosauria) from the Ipubi Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil. Journal of Spectroscopy, 1:1-7.

Silva, M.A.M. Evaporitos Do Cretáceo Da Bacia Do Araripe: Ambientes De Deposição E História Diagenética. Boletim de Geociências da Petrobras, v. 2(1), p. 53-63, 1988.

Sayão, J. M., Saraiva, A. A. F., Brum, A. S., Bantim, R. A. M., Andrade, R. C. L. P., Cheng, X., Lima, F. J., Silva, H. P., & Kellner, A. W. A. The first theropod dinosaur (Coelurosauria, Theropoda) from the base of the Romualdo Formation (Albian), Araripe Basin, Northeast Brazil. Scientific reports.2020.

Viana, M. S., Brito, P. M. & Silva-Teles, A. C. 1989. Paleontologia de uma camada de folhelhos pirobetuminosos do Membro Romualdo, Formação Santana na Mina Pedra Branca, Ceará, in Anais do XI Congresso Brasileiro de Paleontologia, Blumenau: 207-217.

Voltani, C. G., 2011. O Acervo Paleoiictiológico do Aptiano-Albiano da Formação Santana (Bacia do Araripe) existente nas Coleções do Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Paulo Milton Barbosa Landim”, DGA - IGCE - Unesp Rio Claro. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Geologia Regional – UNESP. 176p.

Wenz, S.; Brito, P.M. & Martill, D.M. 1993. The Fish Fauna of The Santana Formation Concretions. In: Martill, D.M. (ed.) Fossils of the Santana and Crato Formations, Brazil. Field Guides to Fossils, 5. London. The Palaeontological Association: 76-107.

6.2 Manuscrito 2

Descrição substanciada do Aspidorhynchidae *Vinctifer longirostris* do Cretáceo inferior da Bacia do Araripe

Substantiated description of the Aspidorhynchidae *Vinctifer longirostris* in the early Cretaceous of the Araripe Basin

José Lucio e Silva^{1,2,3,*}, Renan Alfredo Machado Bantim^{1,2}, Thatiany Alencar Batista^{1,4,5},
Flaviana Jorge de Lima^{1,2}, Edilson Bezerra dos Santos Filho^{1,4,5}, Gustavo Ribeiro Oliveira⁵,
Antônio Álamo Feitosa Saraiva^{1,2}

¹Laboratório de Paleontologia, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional do Cariri, Rua Coronel Antônio Luiz, 1161, Pimenta, 63105-000, Crato, CE, Brazil

²Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens, Dr. Plácido Cidade Nuvens, 326, Centro, 63190-000, Santana do Cariri, CE, Brazil

³Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais, Universidade Regional do Cariri, Rua Coronel Antônio Luiz, 1161, Pimenta, 63105-000, Crato, CE, Brazil

⁴Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade Universitária, 50740-530, Recife, PE, Brazil

⁵Laboratório de Paleontologia & Sistemática, Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brazil

Resumo

A família Aspidorhynchidae consiste em seis gêneros: *Aspidorhynchus*, *Belonostomus*, *Vinctifer*, *Pseudovinctifer*, *Richmondichthys* e *Jonoichthys*. O gênero *Vinctifer* possui três espécies nominais, são elas: *Vinctifer comptoni*, encontrado no Brasil, Colômbia, Venezuela, Antártica, México e Guiné Equatorial; *Vinctifer ferrusquiai*, presente até o momento nos depósitos marinhos Kimmeridgian da Formação Sabinal (México) e *Vinctifer longirostris*, até então restrito à Formação Marizal, na Bacia de Tucano, Bahia (Brasil). Aqui descrevemos e confirmamos a ocorrência de *Vinctifer longirostris* para os folhelhos escuros da Formação Romualdo, Grupo Santana, Bacia do Araripe, o que foi apenas especulado em trabalhos anteriores, ampliando assim sua distribuição geográfica. Além disso, adicionamos novos dados de diagnóstico morfológico para o *Vinctifer longirostris*, anteriormente não observados nos espécimes descritos para a Formação Marizal; como a nadadeira caudal e os dentes pré-maxilares, a região dorsal do opérculo mais extensa que a ventral e a morfologia do pré-maxilar e pré-dentário. O registro dessa espécie contribui para um melhor entendimento da diversidade da paleoictiofauna do Grupo Santana da Bacia do Araripe.

Palavras chaves: Aspidorhynchidae, Cretáceo Inferior, Formação Romualdo, Grupo Santana.

Abstract

The family Aspidorhynchidae consists of the six genera: *Aspidorhynchus*, *Belonostomus*, *Vinctifer*, *Pseudovinctifer*, *Richmondichthys* and *Jonoichthys*. The genus *Vinctifer* has three nominal species, which are: *Vinctifer comptoni*, found in Brazil, Colombia, Venezuela, Antarctica, Mexico and Equatorial Guinea; *Vinctifer ferrusquiai*, present so far in the Kimmeridgian marine deposits of the Sabinal Formation (Mexico) and *Vinctifer longirostris*, until then restricted to the Marizal Formation, in the Tucano Basin, Bahia (Brazil). Herein we describe and confirm empirically *Vinctifer longirostris* for the dark shales of the Romualdo Formation, Santana Group, Araripe Basin, which was only speculated in previous works, thus expanding its geographical distribution. In addition, we added new morphological diagnostic

data for the *Vinctifer longirostris*, previously not observed in the specimens described for the Marizal Formation; also contributing to a better understanding of the diversity of paleoichthiofauna of the Santana Group of the Araripe Basin.

Introdução

Poucos ramos da paleontologia tiveram nos últimos anos seu conhecimento tão expandido quanto o da paleoictologia. O estudo de peixes fósseis aumenta a cada década, sendo de grande valar nas interpretações estratigráficas e biogeográficas (Silva Santos 1972, Maisey 1991, Saraiva *et al.* 2007, Parméra *et al.* 2019). O Grupo Santana da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, possui uma grande diversidade de vertebrados, invertebrados e plantas em seu assembleia fossilífera do Cretáceo Inferior (Maisey 1991, 1993, Martill 2007, Sayão *et al.* 2015, Saraiva *et al.* 2015). Dentre os vertebrados fósseis, os peixes constituem boa parte da diversidade encontrada na Bacia do Araripe (Kellner 1990, Maisey 1991, Saraiva *et al.* 2007), sendo representados pelas famílias de Osteichthyes: Obaichthyidae, Semionotidae, Pycnodotidae, Amiidae, Oshuniidae, Cladocyclidae, Albulidae, Elopidae, Pachyrhizodontidae, Chanidae, Mawsoniidae e Aspidorhynchidae.

Algumas espécies de Osteichthyes não estão posicionadas em nenhuma família até o momento, sendo elas: *Santanichthys diasii* (Silva Santos 1958), *Beurlenichthys ouricuriensis* Figueiredo & Gallo 2004, *Santanasalmo elegans* Gallo, Figueiredo & Azevedo 2009 e *Santanaclupea silvasantosi* Maisey 1993. A família Hybodontidae é a única do grupo dos Chondrinchthys com uma espécie de tubarão descrita, além de duas espécies de arraias Incertae sedis: *Iansan beurleni* (Silva Santos 1968) e *Stahlraja sertanensis* Brito, Leal & Gallo 2013 (ver Maisey 1991, Martill 2007, Brito & Yabumoto 2011, Saraiva *et al.* 2015, Polck *et al.* 2015).

O gênero *Vinctifer* Jordan 1919, possui três espécies nominais: *Vinctifer comptoni* (Agassiz 1841), *Vinctifer ferrusquiai* Cantalice, Alvarado-Ortega & Brito 2018 e *Vinctifer longirostris* Silva Santos 1972. Este gênero também foi registrado em outras bacias sedimentares do Nordeste do Brasil, como a Bacia de Sergipe-Alagoas e a Bacia do Parnaíba. Além disso, há registros do Aptiano / Albiano da Colômbia, Venezuela, Antártica e México (Moody & Maisey 1994, Schultze & Stöhr 1996, Applegate 1996, Brito 1997, Cantalice *et al.* 2018) (Fig. 1).



Figura 1. Distribuição do gênero *Vincitifer* na América Latina.

Dois táxons da família Aspidorhynchidae foram descritos para a Bacia do Araripe: *Vincitifer comptoni* (Agassiz 1841) registrado para a Formação Romualdo (Brito 1997) e um único espécime de *Belonostomus* sp., Registrado para a Formação Crato (Brito & Yabumoto 2011). *Vincitifer comptoni* é uma das espécies mais comuns da Formação Romualdo, com comprimento total de 150 mm a 1 m (Maisey 1991, Brito 1997, Saraiva *et al.* 2007) e pode ser encontrado tanto nas concreções calcárias quanto nos folhelhos escuro da base da Formação Romualdo, além dos folhelhos betuminosos da Formação Ipubi (Maisey 1991, Brito 1997, Polck *et al.* 2015). A espécie *Vincitifer longirostris* Silva Santos 1990 (Fig. 2), foi inicialmente descrita para os folhelhos da Formação Marizal, Bacia do Tucano, Bahia (Silva Santos 1972, 1990). Posteriormente, foi mencionada a ocorrência desta espécie para a Bacia do Araripe (Moody & Maisey 1994, Brito 1997), mas sem uma confirmação taxonômica precisa, não possuindo evidências desta espécie para o Grupo Santana até o momento. Desta forma, o presente trabalho confirma a ocorrência de *Vincitifer longirostris* para os folhelhos escuros da

base da Formação Romualdo, Grupo Santana, Bacia do Araripe, ampliando assim sua distribuição geográfica. Além disso, adicionamos novos dados de diagnóstico morfológico para esta espécie, anteriormente não observados nos espécimes descritos para a Formação Marizal.

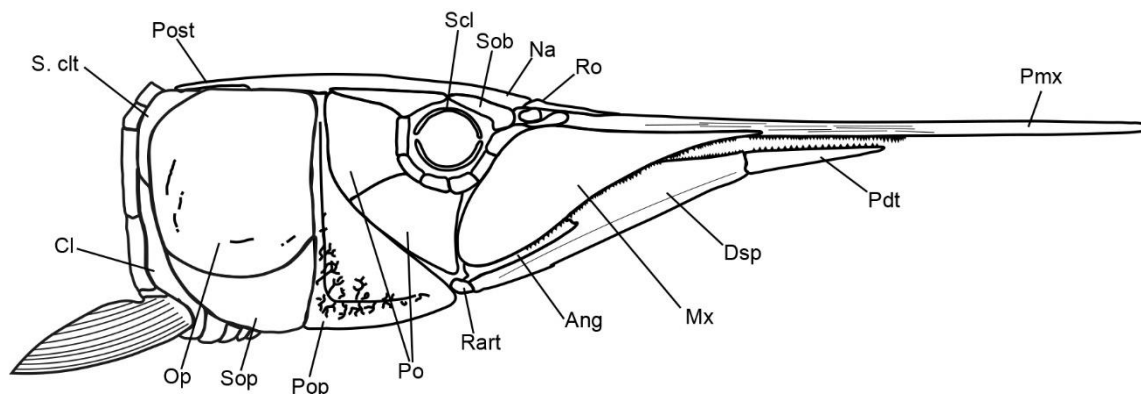


Figura 2: Reconstrução do crânio de *Vinctifer longirostris*. Modificado de Cantalice *et al.* (2018). Abreviaturas: Ang: angular; Cl: cleitro; Dsp: dermosfenótico; Mx: maxilar; Na: nasal; Op: opérculo; Pdt: pré-dentário; Pmx, pré-maxila; Po: pós-orbital; Pop: pré-opérculo; Ptt: posttemporal; Rart: retroarticular; Ro: rostró; Scl: anel esclerótico; S. clt: supracleitrum; Sob: suborbital; Sop: subopérculo.

Material e métodos

Os espécimes aqui descritos pertencem ao acervo do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens (MPSC) e são representados pela parte e contraparte, listadas sob os números: MPSC P 1156, MPSC P 4002 e MPSC P 4003. Todos os espécimes estão conservados em folhelhos escuro, proveniente de coletas realizadas em 2009, na Mineradora Gesso Chaves (Mina Pedra Branca), localizada a 5,5 km do município de Santana do Cariri, Ceará, Brasil.

Para uma melhor visualização das estruturas anatômicas dos espécimes, foi realizado preparo mecânico, utilizando diferentes tipos de ponteiras, com diversos níveis de espessura para retirada da rocha matriz. Os espécimes analisados são em sua maioria extremamente frágeis e, portanto, tanto para o preparo quanto para a identificação dos espécimes, foi necessário o uso de microscópio óptico estereoscópico, modelo TIM-30 (OPTON), além de lupa NI-150 High Intensity Illuminator (Nikon Instruments Inc). Para as fotografias, foi utilizada uma câmera digital (Canon EOS 60d). Os espécimes também foram fotografados sob luz ultravioleta para melhor visualização dos detalhes das estruturas ósseas observadas e partes fosfatizadas, para verificar a presença de tecidos moles preservados.

Sistemática paleontológica

Ordem Aspidorhynchiformes Bleeker 1859

Família Aspidorhynchidae Nicholson & Lydekker 1889

Gênero *Vinctifer* Jordan 1919

Espécie *Vinctifer longirostris* Silva Santos 1990

Holótipo: 460-P DGM

Distribuição (localidade e idade): Formação Marizal (Aptiano) da Bacia do Tucano, Bahia, Brasil (Silva Santos 1990, Brito 1997, Brito & Yabumoto 2011, Cantalice et al. 2018); e folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, Grupo Santana, Bacia do Araripe (neste estudo).

Material referido: MPSC P 1156 p e cp, MPSC P 4002 p e cp e MPSC P 4003 p e cp, depositado no acervo do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens, Santana do Cariri, Ceará, Brasil.

Diagnose corrigida: *Vinctifer* de tamanho médio com aproximadamente 45 cm de comprimento total. Altura máxima do tronco corresponde a $2/5$ do comprimento da cabeça. Ossos cranianos lisos. Pré-maxilar muito alongado, correspondendo a metade do comprimento total do crânio. Pré-dentário alongado com tamanho equivalente a $1/3$ do comprimento da mandíbula. Dentes acuminados e concentrados numa série simples com mais de 72 dentes contáveis distribuídos em ossos maxilares e na mandíbula. Presença de dentes no pré-dentário maiores que os demais e dispostos numa série simples com 14 dentes visíveis. Pré-dentário e região anterior da mandíbula ornamentada com finas granulações que se fundem, formando rugas longitudinais. Escamas laterais principais lisas e com o bordo posterior inteiro; as superiores com altura quatro vezes maior que a largura e as inferiores com altura três vezes maior, já as dorsais são isodiamétricas e ornamentadas com rugas e tubérculos.

As nadadeiras peitorais estão posicionadas após a cintura escapular apresentando 11 raios; as pélvicas estão situadas pouco atrás da metade do corpo, estando mais próximas da

nadadeira anal do que das peitorais. As nadadeiras dorsal e anal encontram-se mais recuadas, próximo a caudal, que apresenta 20 raios.

Resultados

O formato do corpo dos espécimes analisados é alongado e quase cilíndrico. O espécime MPSC P 1156 (Fig. 3), é o mais completo e possui um comprimento total do corpo de 203,49 mm, da ponta do pré-maxilar (completo) à ponta da nadadeira caudal; a largura do seu corpo equivale a quase 9 vezes o seu comprimento; as nadadeiras peitorais estão localizadas logo após a cintura escapular e as nadadeiras pélvicas um pouco atrás da metade do corpo, e mais próximas da nadadeira anal do que as nadadeiras peitorais; as nadadeiras dorsal e anal encontram-se mais afastadas, estando próximas a nadadeira caudal. MPSC P 1156 está preservado de forma curvada, dando-lhe o formato similar a uma “meia lua”. A preservação de espécimes curvados é comum em peixes que possuem o corpo muito alongado que, devido a eventos tafonômicos, se dobra e muitas vezes posiciona a nadadeira caudal subposta a cabeça ou em situação contrária (Silva Santos 1990).

O espécime MPSC P 4002 (fig. 4) foi preservado de forma incompleta, com a parte proximal inferior do crânio ausente, não sendo possível analisar a região da cintura escapular nem a porção do conjunto opercular ou da mandíbula, no entanto, apresenta melhor preservação das escamas. Já o espécime MPSC P 4003 (fig. 5) também possui o corpo curvado em formato de “meia lua” estando parcialmente completo, com nadadeiras anal, dorsal e caudal preservadas em MPSC P 4003; além disso, apresenta uma fragmentação na parte posterior do corpo depois da quinta fileira de escamas e pré-maxilar incompleto.

Crânio: O crânio de *Vinctifer longirostris* é baixo e alongado com o pré-maxilar muito pronunciado, como é visto no espécime MPSC P 1156 (fig. 3-C). O pré-maxilar do espécime MPSC P 1156 está completo, possuindo 49,68 mm de comprimento do orifício nasal até a ponta do rosto, tendo o tamanho aproximado da distância da parte posterior do opérculo até a extremidade do pré-dentário. Neste mesmo espécime, parte do osso hiomandibular está preservado no lado posterior do pós-orbital.

No espécime MPSC P 4002 as extremidades posteriores do maxilar e mandíbula estão ausentes. Mais da metade do teto craniano é constituído pelos frontais, os quais são ossos extremamente alongados, no entanto, neste espécime, a parte medial-inferior está fragmentada, expondo parte do supraorbital. A porção anterior do frontal está fundida com a parte posterior do mesetmóide; já a posterior possui uma pequena sutura vertical, na junção com o parietal-

pterótico. O mesetmóide apresenta sua parte anterior ligada ao pré-maxilar. Na parte posterior do crânio de MPSC P 4002 pode-se observar o extra-escapular, o qual apresenta algumas estriações paralelas na sua parte posterior. Os ossos na região orbital estão fragmentados com o supra-orbital desarticulado; o dermosfenótico possui sua parte superior quase ligada a base inferior do frontal. Todos os ossos da série que circundam a órbita são atravessados pelo canal infra-orbital. Na parte posterior do circum-orbital são visíveis os dois pós-orbitais, sendo que ambos possuem as porções anteriores fragmentadas.

No espécime MPSC P 4003 o crânio está completo, porém o rostro está incompleto, estando preservado até um pouco depois do final da extremidade do pré-dentário.

Sistema opercular: O sistema opercular mais completo é o do espécime MPSC P 1156, que possui os três conjuntos de ossos laminares, cobertos de ganoína, que compõem o conjunto opercular; o maior entre eles é o opérculo, com forma quadriculada com as bordas inferior e posterior possuindo uma leve curvatura, a parte superior do opérculo está fundido ao extraescapular, além de apresentar uma leve desarticulação da parte inferior, criando assim um pequeno espaço entre o opérculo e o subopérculo; esta última característica dar-se, provavelmente, por motivos tafonômicos.

O subopérculo com formato triangular está preservado logo abaixo do opérculo e apresenta uma pequena separação na borda superior conectada a parte inferior do opérculo, possuindo também, na borda inferior, uma pequena ligação com os arcos branquiais; a altura desse osso equivale a quase metade da altura do opérculo. O pré-opérculo apresenta uma forma de triângulo equilátero, com altura equivalente à do opérculo. Possui a borda proximal-inferior da parte ventral, próximo ao opérculo e subopérculo bastante expandida. A porção vertical é retilínea, estreitando à medida que se aproxima do neurocrânio. Próximo a borda ventral e posterior é encontrado o canal sensorial (fig. 3-F), no qual a sua região posterior-ventral forma um ângulo agudo, com a presença de estriações ao longo desse sistema sensorial.

Em MPSC P 4003 o sistema opercular é fragmentado e incompleto; o opérculo está fragmentado na sua porção ventral e o sub-opérculo está fragmentado na sua porção posterior; apenas as porções inferior e posterior do pré-opérculo estão preservadas, sendo possível a observação de parte do canal sensorial.

Arcos branquiais: Somente é possível observar os arcos branquiais no espécime MPSC P 1156, preservados abaixo do subopérculo, como uma série, sendo eles curtos na região anterior, que se alongam horizontalmente à medida que se sobrepõem na parte posterior. Podem

ser observados 12 arcos, no entanto, a região inferior após o 12º arco está fragmentada, podendo ter ocultado outros arcos branquiais.

Mandibular: *Vinctifer longirostris* se destaca por possuir o pré-maxilar mais alongado que *V. comptoni* e *V. ferrusquiai*, com a parte anterior afunilada. *Vinctifer longirostris* apresenta dentes retos e acuminados, dispostos em uma série simples e unidos, os quais vão diminuindo de tamanho à medida que se aproximam da parte anterior do pré-maxilar. Os pré-maxilares são muito longos, estendendo-se muito além do limite anterior do pré-dentário. Seu comprimento é mais que o dobro do maxilar. A série de dentes do pré-maxilar estende-se até um pouco depois do pré-dentário. A região da articulação mandibular está fragmentada no espécime MPSC P 1156, mas é possível ter uma melhor visualização dessa região nos espécimes MPSC P 1156 e MPSC P 4002, onde essa articulação origina-se no limite da parte posterior da órbita.

O osso dentalosplênico dos espécimes MPSC P 1156, MPSC P 4002 e MPSC P 4003 é robusto e não apresenta grande expansão na região coronóide. Próximo a metade do dentalosplênico, na linha horizontal, estende-se um canal que vai do início da articulação do quadrado-mandibular até próximo ao pré-dentário. Na extremidade anterior da mandíbula está preservado o pré-dentário, o qual apresenta a extremidade anterior acuminada, possuindo o comprimento correspondente a um terço do comprimento do conjunto mandibular, estando preservado nos espécimes MPSC P 1156 e MPSC P 4003 (fig. 5-C). Os dentes do conjunto mandibular são maiores que os dentes maxilares, sendo retos, unidos e acuminados, dispostos em uma série simples. Os dentes do pré-dentário possuem um tamanho maior e são mais robustos que os do dentalosplênico e dos maxilares, estando dispostos em uma série simples e bem espaçados. Não foi observado nenhum osso supra-maxilar.

Suspensório: Ao analisar os espécimes descritos aqui, não foi possível uma boa visualização desses ossos, devido à má preservação destes, provavelmente por fatores tafonômicos. No entanto, no espécime MPSC P 1156 é possível observar-se a parte superior do osso metapterigoide, a qual possui a extremidade antero-superior direcionada para parte inferior do circun-orbital, além de apresentar uma bifurcação na parte inferior, em formato de Y invertido. O osso quadrado é distinguível, no entanto, sua forma triangular foi perdida, devido sua preservação. Esse osso pode ser observado no espécime MPSC P 1156, o qual está desarticulado, apresentando a parte antero-superior preservada sob o osso pós-orbital.

No espécime MPSC P 1156 algumas partes dos ossos da cintura escapular estão fundidas. O cleitro possui o formato mais fino que largo, já a clavícula está fundida com a parte inferior do cleitro. A parte dorsal do cleitro e a parte inferior do supracleitro estão fragmentados

e desarticulados; parte do cleitro preservou-se próximo ao subopérculo. Dois raios desarticulados da nadadeira peitoral estão preservados próximo ao cleitro. A parte posterior da clavícula é um pouco aprofundada, local para inserção da nadadeira peitoral. A parte ventral próxima a nadadeira peitoral está preservada, de forma que é possível visualizar ambas as nadadeiras peitorais, sendo que dois raios da nadadeira peitoral direita estão desarticulados e estão preservados sob a parte distal do cleitro.

Nadadeiras: No espécime MPSC P 1156 estão preservadas as nadadeiras peitorais, a base das nadadeiras pélvicas, parte das nadadeiras anal, dorsal e caudal. A nadadeira peitoral direita do espécime MPSC P 1156 apresenta o 3º e 4º raios desarticulados, sendo que eles estão preservados sob a borda distal do cleitro. Na nadadeira peitoral esquerda é possível observar os quatro últimos raios segmentados e os demais ramificados.

As nadadeiras pélvicas são observadas apenas no espécime MPSC P 1156, podendo ser localizadas no mesmo nível da linha do abdômen (fig. 3-D). Essa nadadeira está contraída próximo ao corpo, podendo-se observar apenas a base de suas nadadeiras. Em MPSC P 1156 a nadadeira pélvica é aparentemente curta e apenas dois raios são observados na nadadeira esquerda, sendo o segundo segmentado. Na nadadeira anal do espécime MPSC P 1156 é possível contar 8 raios e 3 pterigióforos, que se ligam aos raios dessa nadadeira. A nadadeira dorsal apresenta-se recuada no espécime MPSC P 1156, tendo origem logo após a metade da nadadeira anal; podem ser visualizados 11 raios dessa nadadeira; abaixo da nadadeira dorsal, é possível observar 5 pterigióforos, os quais se juntam com a parte inferior da nadadeira dorsal. Próximo à nadadeira dorsal no espécime MPSC P 1156 encontra-se parte de um osso, o qual se assemelha a fragmentos do rostrum, preservado aparentemente fincado no dorso desse espécime.

No espécime MPSC P 1156 a nadadeira caudal está bem preservada (fig. 3-E), mas apresenta apenas a estrutura externa; é bifurcada e equilibrada e com alguns raios desarticulados no lobo inferior. O lobo superior possui três raios curtos não segmentados, indo da região proximal para a distal. O quarto raio é segmentado e um pouco mais longo que os três anteriores, do quinto ao décimo raio o comprimento se estende ao máximo, sendo eles segmentados e dicotomizados. No lobo inferior três raios não segmentados estão desarticulados, possuindo a extremidade do terceiro raio colado no quarto seguimento do quarto raio. Após o quarto raio, segue-se mais oito raios segmentados e dicotomizados. O espécime MPSC P 1156, possui na região central da nadadeira caudal, uma estrutura mais longa que larga, onde os raios centrais se iniciam a partir dela.

Já no espécime MPSC P 4003 é possível visualizar as nadadeiras anal, dorsal e caudal; a parte ventral onde se encontraria as nadadeiras pélvicas está ausente; a nadadeira anal deste espécime possui 5 raios visíveis. Em MPSC P 4003 estão preservadas as nadadeiras peitorais, possuindo um formato de leque, onde 11 raios são visualizados, sendo que todos estes são segmentados com exceção do primeiro. Neste espécime, é possível se observar 10 raios na nadadeira dorsal, tendo o comprimento maior a partir do 2º raio, o qual dá o formato triangular. Na porção abaixo da nadadeira dorsal do mesmo espécime, alguns raios estão preservados, que partem das costelas e ligam-se a parte inferior da nadadeira, o que, provavelmente, atribui-se aos pterigióforos. O espécime MPSC P 4003, apresenta os dois lobos da nadadeira caudal fusionados um próximo ao outro; não é possível se observar o endoesqueleto da nadadeira caudal nesse espécime.

As escamas visualizadas nos espécimes MPSC P 1156 e MPSC P 4002 são lisas e não serrilhadas. Já as que recobrem os flancos são altas, sendo as da série inferior mais baixas que a série superior, contando, assim, duas fileiras de escamas; a linha sensorial corresponde a série das escamas superior. Acima dessa fileira, observa-se outra fileira de escamas, mais altas que longas, no entanto, são menores que as duas fileiras principais laterais. Na parte ventral é possível observar um conjunto de cinco escamas, sendo uma sobreposta a outra.

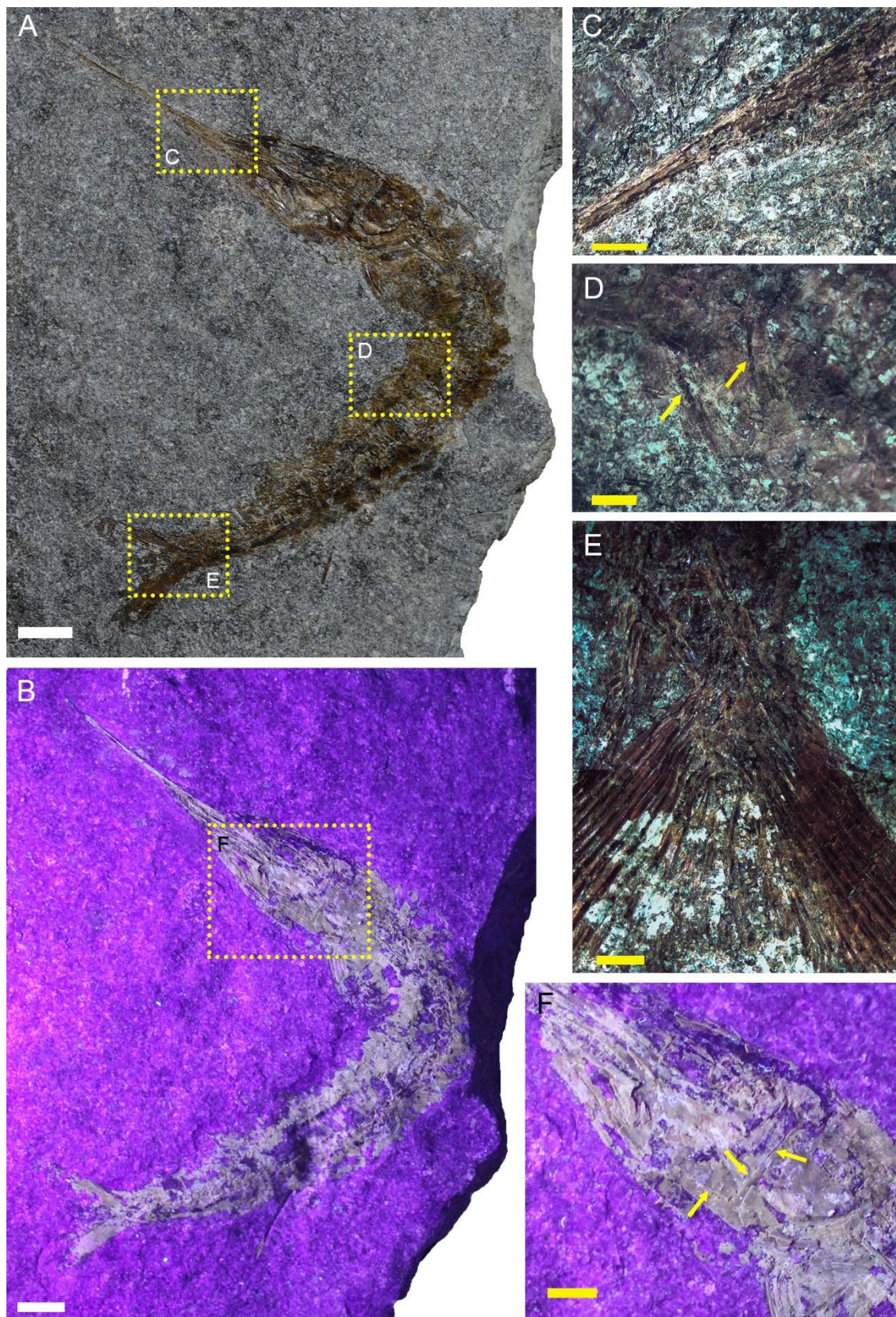


Figura 3: Espécime MPSC P 1156. A) Vista completa do espécime, escala de 10 mm. B) Visão do espécime inteiro sob luz ultravioleta, escala de 10 mm. C) Vista aproximada do pré-maxilar e maxilar, escala 1 mm. D) Vista aproximada da nadadeira pélvica, a seta amarela aponta para

as nadadeiras pélvicas, escala 1 mm. E) Vista aproximada da nadadeira caudal, escala 1 mm. F) Vista aproximada do crânio, focando no osso pré-opérculo, seta amarela apontando canal sensorial, escala 1 mm.

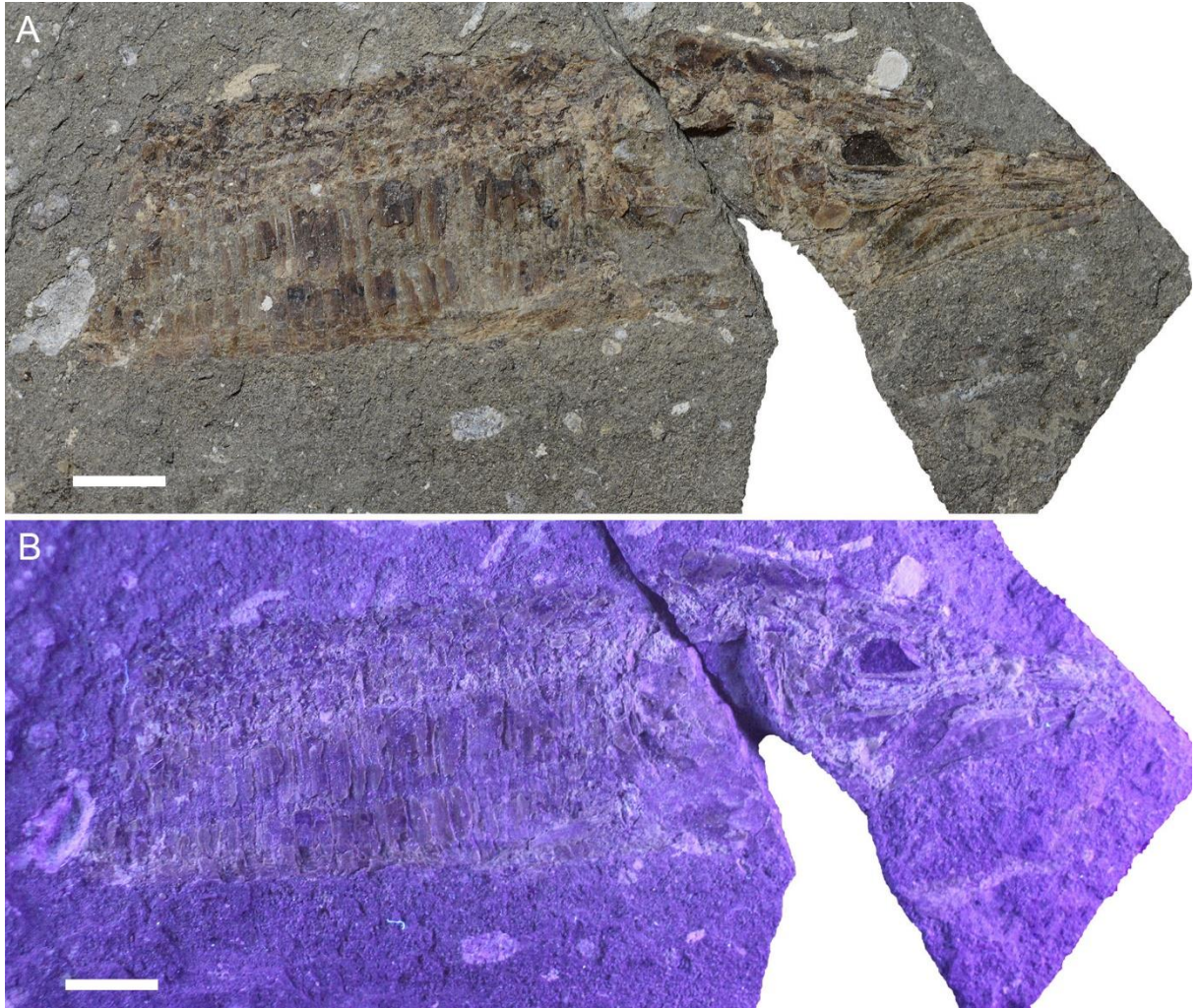


Figura 4: Espécime MPSC P 4002, escala 10 mm.

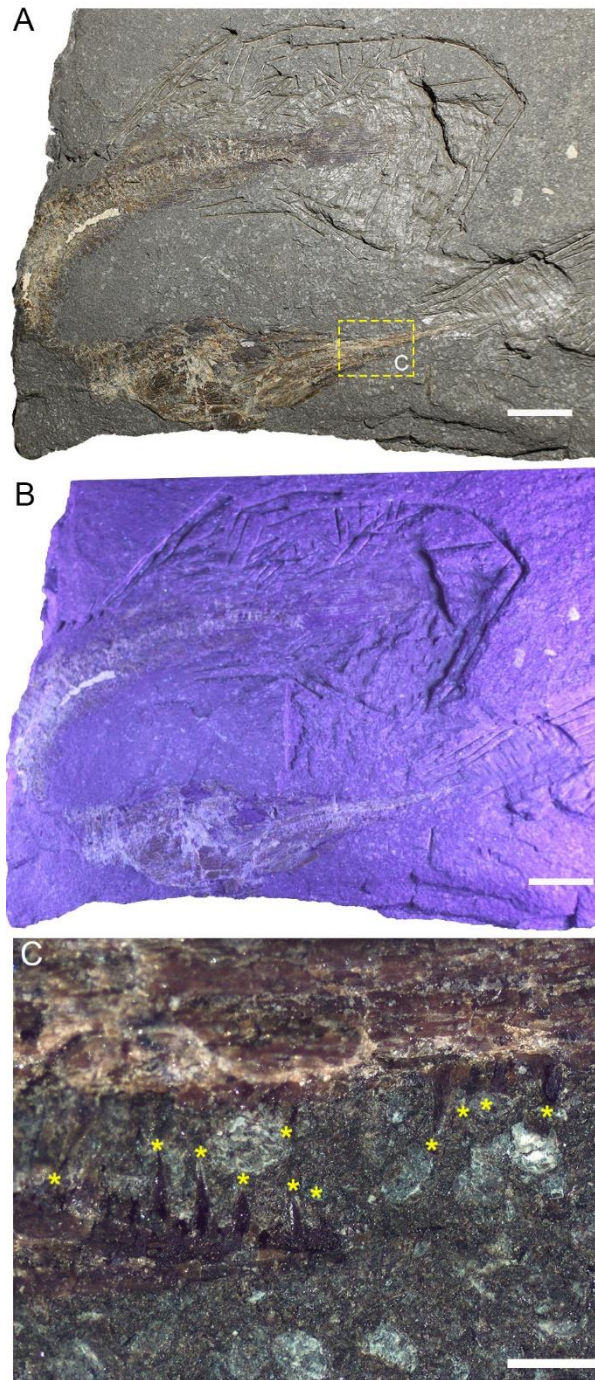


Figura 5: Espécime MPSC P 4003. A) Vista completa do espécime, escala de 10 mm. B) Visão inteira do espécime sob luz ultravioleta, escala de 10 mm. C) Vista aproximada dos dentes no conjunto pré-maxilar e maxilar, o asterisco amarelo indicam os dentes, escala 1 mm.

Discussão

No Nordeste do Brasil, duas espécies nominais do gêneros *Vinctifer* são reconhecidas: *Vinctifer comptoni*, registrado para as bacias do Araripe, Parnaíba e Sergipe-Alagoas (Maisey

1991, Moody & Maisey 1994, Brito 1997, Cantalice *et al.* 2018) e *Vinctifer longirostris*, registrado para a Bacia do Tucano e, até então, discutível para a Bacia do Araripe; embora o registro para esta bacia seja considerado raro, assim como para o Nordeste do Brasil (Silva Santos 1972, 1990, Brito & Yabumoto 2011, Polck *et al.* 2015). Na Bacia do Araripe, *V. longirostris* foi previamente registrado para o folhelho escuro do Grupo Santana (Viana *et al.* 1989, Moody & Maisey 1994, Brito 1997). Um espécime completo (DGM-1332-p) foi descrito para a Bacia do Araripe como *V. longirostris* por Viana *et al.* (1989), posteriormente denominado *V. comptoni* (Brito 1997), o que torna questionável a presença desta espécie na Bacia do Araripe. Nos anos subsequentes, Brito (2007) mencionou um espécime de *V. longirostris* proveniente dos calcários laminados da Formação Crato. Posteriormente, este espécime foi reanalisado pelo autor, que desfez o equívoco e foi revelado que se tratava de um representante do gênero *Belonostomus* (Brito & Yabumoto 2011).

Uma revisão importante dos Aspidorhynchidae mesozóicos foi feita por Brito (1997), que destacou as três principais características morfológicas de *V. longirostris* - diferenciando-o das outras espécies de *Vinctifer*; essas diferenças são: 1) a presença de um rostro muito longo; 2) um grande predentário com comprimento equivalente a um terço da mandíbula; e 3) dentes fortes no predentário, sendo mais desenvolvidos do que os demais ossos da mandíbula (Brito 1997). Os espécimes descritos possuem essas três características morfológicas e se assemelham aos espécimes encontrados na Formação Marizal, analisados por Silva Santos (1990). Além disso, os espécimes apresentam características diagnósticas sem precedentes não observadas em estudos anteriores.

Algumas características são bastante expressivas nos espécimes analisados neste trabalho, como por exemplo, de acordo com Silva Santos (1990), o pré-maxilar de *V. longirostris* é extremamente longo (fig. 6-A), possuindo dentes maiores e mais robustos que os da maxila, sendo retos acuminados e decrescendo de tamanho à medida que se afastam desse osso. De acordo com Brito (1997), os pré-maxilares de *V. longirostris* são muito alongados, correspondendo a metade do tamanho total do crânio, contudo, os ossos pré-maxilares não possuem dentes. Após a análise dos espécimes descritos aqui, pudemos observar que o comprimento do osso pré-maxilar também corresponde à metade total do crânio, assim como observado por Brito (1997). No entanto, a dentição do pré-maxilar, claramente vista no espécime MPSC P 4003, apresenta dentes maiores e acuminados que os da maxila, de acordo com a primeira descrição feita para essa espécie, confirmando a diagnose proposta por Silva Santos (1990).

Silva Santos (1990) identificou 11 raios na nadadeira peitoral em *V. longirostris*, a qual está localizada logo acima da linha ventral do corpo. Nos espécimes MPSC P 1156 e MPSC P 4003 pode-se observar 11 raios e as nadadeiras preservadas em um formato de leque. O número de raios encontrados nas nadadeiras peitorais dessa espécie é superior quando comparado com as outras: em *V. comptoni* são identificados sete raios para a nadadeira peitoral (Brito 1997); *V. ferrusquiai* apresenta cinco raios (Cantalice *et al.* 2018). Sendo assim, dentre as três espécies aqui comparadas, *V. longirostris* é a que apresenta uma maior quantidade de raios. A forma e a posição das nadadeiras são adaptadas de acordo com a hidrodinâmica do peixe, o que influencia na forma do corpo e na velocidade para natação (Bemvenuti & Fischer 2010). A maior quantidade de raios peitorais nessa espécie indica que *V. longirostris* teria uma maior mobilidade com as nadadeiras peitorais.

As nadadeiras pélvicas do espécime MPSC P 1156 são localizadas no nível da linha do abdômen; essas são curtas e preservaram-se fechadas, quase fundindo-se, dificultando sua análise. Porém, foi possível observar apenas o 1º e o 2º raio da nadadeira esquerda e o 1º raio da nadadeira direita. No entanto, nos espécimes analisados por Silva Santos (1990) foram identificados 6 raios nas nadadeiras pélvicas, todos lisos e ramificados, indicando que há uma variação nos raios da nadadeira pélvica dessa espécie. Na nadadeira anal do espécime MPSC P 1156 é possível contar 8 raios, corroborando com o que foi descrito por Silva Santos (1990); além dos raios da nadadeira anal, foram observados 3 pterigióforos, os quais se ligam na base dos raios dessa nadadeira.

No espécime MPSC P 1156 a nadadeira dorsal é recuada, localizada na parte oposta, após a metade da nadadeira anal. Silva Santos (1990) conseguiu observar apenas a base dos 4 primeiros raios da nadadeira dorsal que foram preservados. Aqui, nós acrescentamos um carácter taxonômico para *V. longirostris* no espécime MPSC P 1156: estão preservados 11 raios, todos aparentemente lisos e ramificados, contudo, a nadadeira foi preservada dobrada sobre si, o que levanta a possibilidade de serem observados mais raios em outros espécimes que porventura possam ser encontrados.

O número de raios encontrados nos espécimes aqui analisados corresponde a mais que o dobro do que foi identificado por Silva Santos (1990). Para a espécie *V. comptoni*, Brito (1997) identificou 15 raios em espécimes que possuem a nadadeira dorsal completa. Essas variações do número de raios e pterigióforos aponta para diferenças marcantes entre *V. longirostris* e *V. comptoni*.

Nos exemplares analisados por Silva Santos (1990) a nadadeira caudal não foi descrita, devido a preservação dela ter ocorrido sob o crânio. No entanto, esse autor faz uma breve descrição indicando que a nadadeira é profundamente bifurcada e aparentemente do tipo homocerca. Brito (1997) ressalta que a nadadeira caudal de *V. longirostris* é bifurcada e possui 20 raios principais. No espécime MPSC P 1156 a nadadeira caudal está bem preservada com alguns raios desarticulados. É bifurcada e possui 20 raios, incluindo os marginais (10 na porção superior e 10 na porção inferior). Os raios principais da porção superior e inferior estão parcialmente fragmentados; os três raios marginais da parte superior possuem menor comprimento, sendo o terceiro um pouco menor que o primeiro; o segundo raio se aproxima do quarto seguimento do quarto raio.

As escamas visualizadas nos espécimes descritos aqui estão dispostas em séries longitudinais. Conforme observado nos espécimes MPSC P 1156 e MPSC P 4002, as escamas que revestem o corpo dessa espécie são do tipo lepisosteóide, sobrepostas e articuladas no sistema “peg-and-socket”, assim como observados nos espécimes da Formação Marizal. Dos espécimes aqui estudados, pouco se pode observar do esqueleto axial. Apenas algumas vértebras foram preservadas, as quais estão presentes nos exemplares MPSC P 1156 e MPSC P 4002, com centros vertebrais mais longos que altos, conforme foi observado por Silva Santos (1990).

Dos ossos do conjunto opercular não foi identificado nenhum interopérculo nos espécimes analisados aqui, assim como nos espécimes analisados por Silva Santos (1990) e Brito (1997). O interopérculo está ausente em todos os Aspidorhynchidae, tornando a ausência deste osso uma homoplasia, o que sustenta a monofilia dessa família (Brito 1997, Cantalice et al. 2018). O opérculo dos espécimes analisados aqui, possuem o formato quadrangular com as bordas inferior e posterior possuindo uma leve curvatura (Fig. 6-B). Na espécie *V. comptoni* o opérculo apresenta a borda ventral mais longa que a dorsal e a borda posterior fortemente convexa (Brito 1997). Em *V. ferrusquiai* o opérculo apresenta um formato de rim, sendo mais alto do que longo, possuindo a borda anterior reta, a borda ventral sinuosa e as bordas posterior e dorsal curvadas (fig. 6-C), sendo a região ventral do opérculo mais estendida posteriormente do que a dorsal (Cantalice et al. 2018).

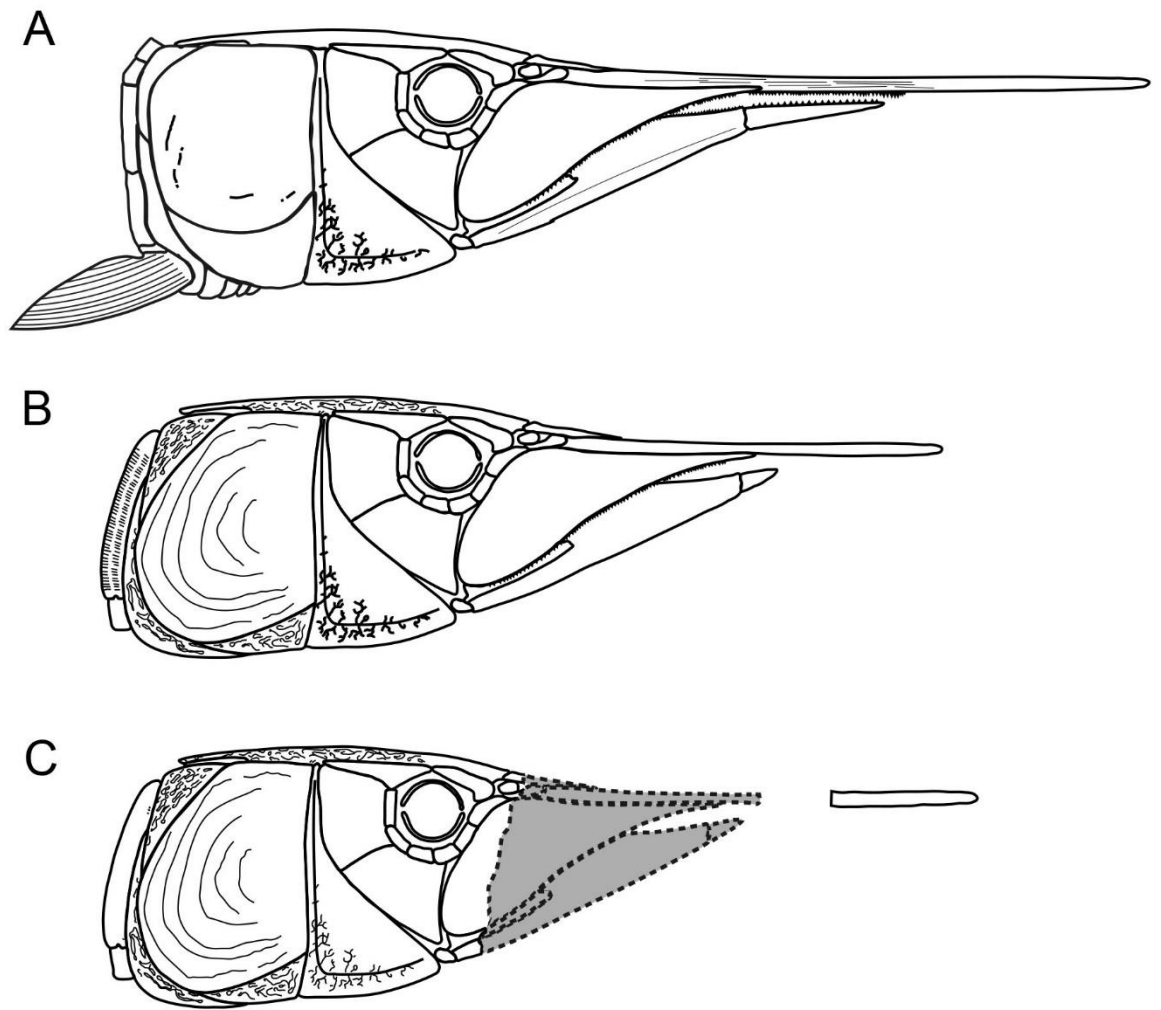


Figura 6: Comparações do crânio do gênero *Vinctifer* em vista lateral direita. A) *Vinctifer longirostris*. B) *Vinctifer comptoni*. C) *Vinctifer ferrusquiai*. Modificado de Cantalice *et al.* (2018).

Conclusão

O Grupo Santana da Bacia do Araripe é reconhecido por apresentar uma grande diversidade de peixes e pelos inúmeros trabalhos sobre as espécies encontradas; mesmo assim, novas análises ainda são necessárias para melhor compreender essa diversidade. Assim, este trabalho contribui com a descrição mais completa e detalhada de um terceiro Aspidorhichyidae citado para a Bacia do Araripe: a espécie *Vinctifer longirostris*, encontrada em folhelhos negros, que é a parte mais basal da Formação Romualdo. Embora os espécimes descritos nesta análise não tenham uma excelente preservação, comum à maioria dos fósseis de peixes da Formação Romualdo, esses espécimes apresentam características diagnósticas inéditas e não observadas em estudos anteriores, como a nadadeira caudal e os dentes pré-maxilares. Além dessas novas

características, outros caracteres foram identificados nos espécimes analisados, como a região dorsal do opérculo mais extensa que a ventral e a morfologia do pré-maxilar e pré-dentário, o que confirma o registro mais completo de *V. longirostris* para a Bacia do Araripe. Além dos novos dados apresentados, este trabalho estende a ocorrência desse táxon para outra bacia do interior do Nordeste brasileiro (Figura 7); conseqüentemente, serão necessários mais trabalhos de campo em bacias sedimentares da mesma idade.

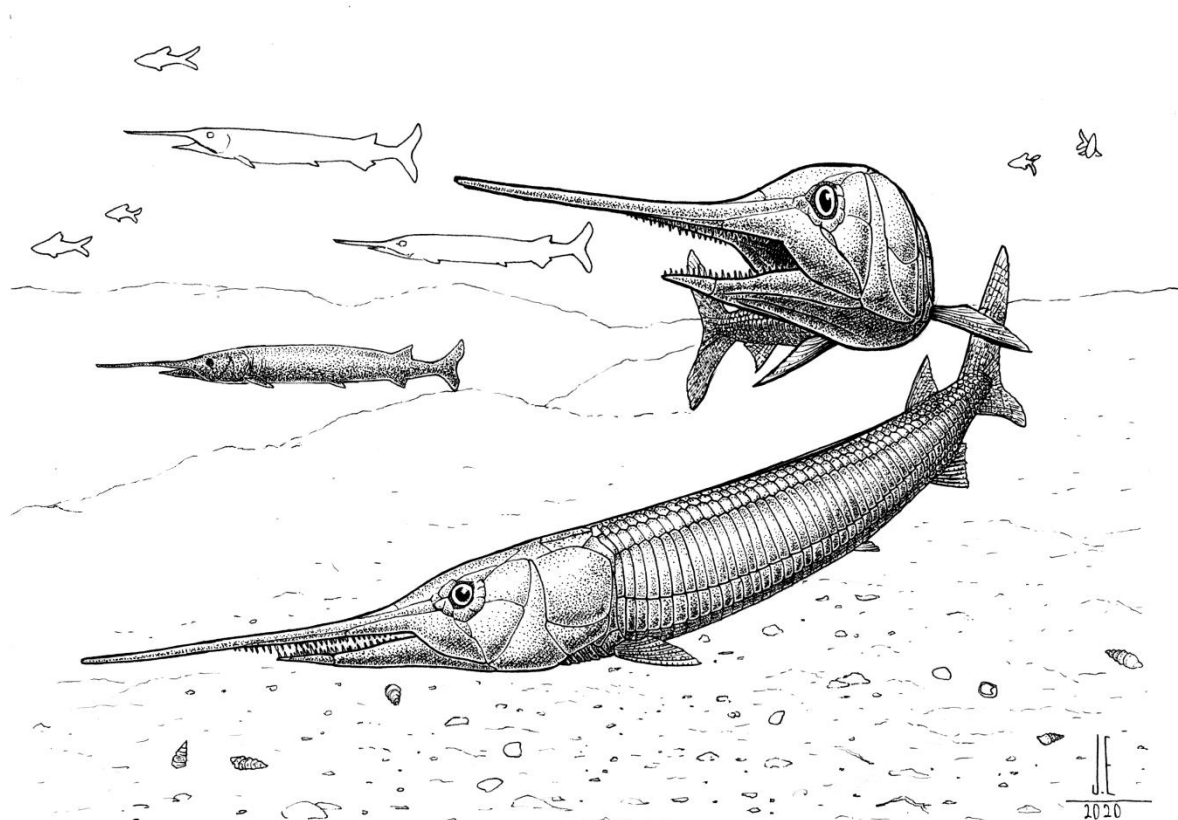


Figura 7: Reconstrução em vida de *Vinctifer longirostris*. Obra de arte de João Eudes.

Agradecimentos

Agradecemos ao Dr. Emanuel Fará, pela contribuição durante a coleta do espécime MPSC P4003. Gostaríamos de agradecer à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FUNCAP à FJL (SPU: 9871903/2018), RAMB (# BMD-0124-00302.01.01 / 19) e AAFS (# BP3-013900202.01.00 / 18), também Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq à FJL (nº 305705 / 2019-9). A RAMB agradece a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) à RAMB - Código financeiro 001 (CAPES # 88887.162865 / 2018-00).

Referências

AGASSIZ L. 1841. On the fossil fishes found by Mr. Gardner in the province of Ceará, in the North of Brazil. *Edinb. New Philos. j* 30: 82-84.

APPLEGATE S. 1996. An overview of the Cretaceous fishes of the quarries near Tepexi de Rodriguez, Puebla. *In: arratia, g. and g. viöhl, (eds.): Mesozoic Fishes-Systematics and Paleoecology. Verlag Dr. F. Pfeil, München. p. 529-538.*

ARRATIA G. 2001. The sister-group of Teleostei: consensus and disagreements. *J Vertebr Paleontol*, 21: 767-773. [https://doi.org/10.1671/0272-4634\(2001\)021\[0767:tsgotc\] 2.0.co;2](https://doi.org/10.1671/0272-4634(2001)021[0767:tsgotc] 2.0.co;2).

ARRATIA G. 2013. Morphology, taxonomy, and phylogeny of Triassic pholidophorid fishes (Actinopterygii, Teleostei). *J Vertebr Paleontol* 33. sup1: 1-138. <https://doi.org/10.1080/02724634.2013.835642>.

BEMVENUTI MA & FISCHER LG. 2010. Peixes: Morfologia e Adaptações. *Cad. Ecol Aquat* 5(2): 31-54.

BRITO PM. 1988. La structure du suspensorium de *Vinctifer*, Poisson Actinoptérygien Mésozoïque: remarques sur les implications phylogénétiques. *GEOBIOS-LYON* 21 (6): 819-823.

BRITO PM. 1997. Révision des Aspidorhynchidae (Pisces: Actinopterygii) du Mésozoïque: ostéologie et relations phylogénétiques, données environnementales et biogéographiques. *GEODIVERSITAS* 19(4): 681-772.

BRITO PM. 2007. The Crato Formation Fish Fauna. *In: Martill DM, Bechly G, Loveridge RF (Eds.), The Crato Fossil Beds of Brazil. Cambridge University Press, New York, 625 p.*

BRITO PM & SUÁREZ ME. 2003. Late Cretaceous *Belonostomus* (Pisces, Actinopterygii, Aspidorhynchidae) from Algarrobo, Chile, with comments on aspidorhynchid paleodistribution in South America. *Rev Geol Chile* 30(1): 117-127.

BRITO PM & YABUMOTO Y. 2011. An updated review of the fish faunas from the Crato and Santana formations in Brazil, a close relationship to the Tethys fauna. Bull. Kitakyushu Museum of Natural History and Human History Ser. A, 9:107-136.

BRITO PM, LEAL MEC & GALLO V. 2013. New Lower Cretaceous guitarfish (Chondrichthyes, Batoidea) from the Santana Formation, Northeastern Brazil. Bol Mus Nac Rio de Janeiro, Nova Série, Geologia 76: 1-13.

CANTALICE KM, ALVARADO-ORTEGA J, BRITO P. 2018b. On the occurrence of *Vinctifer ferrusquiai* sp. nov. (Actinopterygii, Aspidorhynchiformes) in the Kimmeridgian (Late Jurassic) deposits near Tlaxiaco, Oaxaca, southern Mexico. Rev Mex Cienc Geol 35(2): 179-187.

FIGUEIREDO FJ & GALLO V. 2004. A new teleost fish from the Early Cretaceous of Northeastern Brazil. Bol Mus Nac Rio de Janeiro, Nova Série, Geologia 73: 1-23.

GALLO V, FIGUEIREDO FJ & AZEVEDO SA. 2009. *Santanasalmo elegans* gen. et sp. nov., a basal Euteleostean fish from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeastern Brazil. Cretaceous Res 30(6): 1357-1366.

GOUIRIC-CAVALLI S. 2015. *Jonoichthys challwa* gen. et sp. nov., a new Aspidorhynchiform (Osteichthyes, Neopterygii, Teleostomorpha) from the marine Upper Jurassic sediments of Argentina, with comments about paleobiogeography of Jurassic aspidorhynchids: Comptes Rendus Palevol, 14: 291-304. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2015.03.007>.

JORDAN DS. 1919. New genera of fossil fishes from Brazil. Proc Acad Nat Sci 71: 208-210.

JORDAN DS. 1921. Peixes cretáceos do Ceará e Piauí. Monographias do Serviço geológico e mineralógico 3: 1-97.

KELLNER AWA. 1990. Short note on a new dinosaur (Teropoda, Coelurosauria) from the Santana Formation (Romualdo Member, Albian), Northeastern Brazil. Bol Mus nac Rio de Janeiro, Geologia, 49:1-8.

MAISEY JG. 1991. Santana fossils - An Illustrated Atlas. Tropical Fish Hobbyist Publications, New Jersey, USA, 459 p.

MAISEY JG. 1993. A New Clupeomorph Fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil. *Am Mus Novit* 3076: 1–15.

MARTILL DM, BECHLY G & LOVERIDGE RF. 2007. The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an Ancient World. Cambridge, Cambridge University Press, 625 p.

MOODY JM, MAISEY JG. 1994. New Cretaceous marine vertebrate assemblages from North-Western Venezuela and their significance. *J. Vertebr. Paleontol* 14: 1–8.

NELSON JS, GRANDE T, WILSON MVH. 2016. *Fishes of the World*, fifth edition. J. Wiley and Sons, New York, 70 pp.

PARMÉRA TCC, GALLO V, SILVA HM, FIGUEIREDO FJ. 2019. Distributional patterns of Aptian-Albian paleoichthyofauna of Brazil and Africa based on Track Analysis. *Na Acad Cienc* 91: e20160456. DOI 10.1590/0001-3765201720160456.

POLCK MAR, CARVALHO MSS, MIGUEL R, GALLO V. 2015 *Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da Bacia do Araripe*. Rio de Janeiro. CPRM. 69 p.

SARAIVA AAF, BARROS AO, BANTIM RAM & LIMA FJ. 2015. *Guia para trabalhos de campo em paleontologia na Bacia do Araripe*. 2nd Ed., Crato: 88 p.

SARAIVA AAF, HESSEL MH, GUERRA NC. E FARA E. 2007 - Concreções calcárias da Formação Santana, Bacia do Araripe: uma proposta de classificação. *Est Geol [UFPE]*, Recife, 17(1): 40-57.

SAYÃO JM, VILA NOVA BC, FRANCA MAG, OLIVEIRA GR, SARAIVA AAF. 2015. Fósseis do Araripe - Um exemplo de diversidade ao longo do tempo profundo. In:

ALBUQUERQUE UP, MEIADO MV. Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe. 1nd ed. Recife., NUPEEA 273-289.

SCHULTZ HP, STÖHR D. 1996. *Vinctifer* (Pisces, Aspidorhynchidae) aus de unterkreide (oberes aptium) von kolumbien. Neues Jahrb. Geol. Palaontol. Abh 199: 395-415.

SILVA SANTOS R. 1945. Revalidação de *Aspidorhynchus comptoni* Agassiz, do Cretáceo do Ceará, Brasil. Notas prelim, Est. Div. Geo. Minerl. D.N.P.M, Rio de Janeiro. 29: 1-12.

SILVA SANTOS R. 1958. *Leptolepis diasii* novo peixe fóssil da serra do Araripe. Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas prelimimares e Estudos 108: 1-15.

SILVA SANTOS R. 1968. A paleoictiofauna da formação Santana Euselachii. An Acad Bras Cienc, 40 (4): 491–497.

SILVA SANTOS R. 1972. Peixes da Formação Marizal, Estado da Bahia. Thèse de Doctorat (inéдите), Université de Sao Paulo, 76 p.

SILVA SANTOS R. 1990. *Vinctifer longirostris* Silva Santos, 1972, do Cretáceo Inferior da Formação Marizal, Estado da Bahia, Brasil. An Acad Bras Cienc 62: 251-259.

VIANA MS, BRITO PM, SILVA-TELLES AC. 1989. Paleontologia de uma camada de folhelhos pirobetuminosos do Membro Romualdo, Formação Santana na Mina Pedra Branca, Ceará. In Anais do XI Congresso Brasileiro de Paleontologia, Blumenal: 207-217.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos espécimes analisados das coleções do Laboratório de Paleontologia da URCA e do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens, e devido ao número de ocorrências, podemos concluir que os táxons *Santanaclupea silvasantosi*, *Tharrhias araripis* e *Santanichthys diasii* são as espécies mais abundantes encontrados nos folhelhos escuros da base da Formação Romualdo. Sendo que a espécie *Tharrhias araripis* já é considerada comum para

parte superior, por outro lado, as espécies *Santanaclupea silvasantosi* e *Santanichthys diasii* apresentaram uma maior ocorrência para os folhelhos escuros, possibilitando que essas espécies tenham uma melhor adaptação para esse paleoambiente, se tornando menos frequentes e raros de ser encontrados nas camadas superiores da Formação Romualdo.

Além dos novos dados aqui apresentados, este trabalho amplia a ocorrência do táxon *Vinctifer longirostris* para mais uma bacia do interior do Nordeste brasileiro, o que torna importante mais trabalhos de campo nas camadas de folhelhos escuros da Formação Romualdo. Inquestionavelmente o Grupo Santana da Bacia do Araripe é reconhecido por apresentar uma grande diversidade de peixes fósseis, como pode ser visto a partir dos inúmeros trabalhos sobre eles. No entanto, embora haja uma gama de trabalhos sobre esses organismos, novas análises ainda são necessárias para compreender melhor esta diversidade, ainda mais se considerarmos a ocorrência de novos e contínuos trabalhos de campo.

Este trabalho confirma a ocorrência de 8 táxons para os folhelhos escuros da base da Formação Romualdo, além de uma descrição mais completa e detalhada de um terceiro Aspidorhichyidae citado para a Bacia do Araripe: *Vinctifer longirostris*, encontrado nos folhelhos negros, parte mais basal da Formação Romualdo. Isso demonstra que há a necessidade de reavaliar e estudar os peixes fósseis da Bacia do Araripe, principalmente dos níveis menos prospectados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGASSIZ, L., 1841. On the fossil fishes found by Mr. Gardner in the Province of Ceará, in the North of Brazil. *Edinb. New Philos. J.* 30, 82–84.

AGASSIZ, L. 1844. Sur quelques poissons fossiles du Brésil. *Compte Rendus de l'Academie des Sciences, Paris*, v.18, p. 1007-1015

ALMEIDA, F. F. M., HASUI, Y., BRITO NEVES, B. B., FUNK, R. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. In: SBG/Núcleo Nordeste, Simp. Geol. NE, 7, Atas, p. 363-391.

ASSINE, M.L., 1990. - Sedimentação e tectônica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Rio Claro, SP, unpublished masters thesis, 124 pp.

ASSINE, M.L. 1992. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 22(3):289-300

Assine, M.L. 1994 Paleocorrentes e paleogeografia na Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 24(4):223-232.

Assine, M.L. 2007. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 5: 371-389.

Assine, M. L. *et al.* Sequências deposicionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Bol. Geoc. Petrobrás* **22**, 3–28 (2014).

BRITO, P.M. & FERREIRA, P.L.N. 1989. First Hibodont from Chapada do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 61, n. 1, p. 53-57

BRITO, P.M. & GALLO, V. 2003. A new species of *Lepidotes* (Neopterygii: Semionotiformes: Semionotidae) from the Santana Formation, Lower Cretaceous of Northeastern Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23 (1): 47-53

BRITO, P.M. & SERET, B. 1996. The new genus *Iansan* (Chondrichthys, Rhinobatoidea) from the Early Cretaceous of Brazil and its phylogenetic relationships. In: ARRATIA, G. & VIOHL, G. (Eds.) *Mesozoic Fishes*, Ed. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, p. 47-62

BRITO, P.M.; LEAL, M.E.C. & GALLO, V. 2013. A new lower cretaceous guitarfish (chondrichthyes, batoidea) from the santana formation, northeastern brazil. *Boletim do Museu Nacional*, 76: 1- 13.

BRITO, P.M. & MARTILL, D.M. 1999. Discovery of a juvenile Coelacanth in the lower Cretaceous Crato Formation, Northeastern Brazil. *Cybium*, 23 (3): 311-314.

BRITO, P.M. & YABUMOTO, Y. 2011. An updated review of the fish faunas from the Crato and Santana formations in Brazil, a close relationship to the Tethys fauna. *Bull. Kitakyushu Museum of Natural History and Human History, Ser. A*, 9:107-136.

BRITO, P.M. 2000. A new halecomorph with two dorsal fins, *Placidichthys bidorsalis* n.g.,n.sp. (Actinopterygii: Halecomorphi) from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeast Brazil. *Compte Rendus de l'Academie des Sciences, Paris*, 331: 749-754

BRITO-NEVES, B.B., 1990. - A Bacia do Araripe no contexto geotectônico regional. In: Campos, D. de A., Viana, M.S.S., Brito, P.M., Beurlen, G. (Eds.), Atas do Simpósio Sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, Crato, 14e16 de Junho de 1990, pp. 21e33.

BRITO, P.M.; YABUMOTO, Y & GRANDE, L. 2008. A New Amiid Fish (Halecomorph: Amiiiformes) From The Lower Cretaceous Crato Formation, Araripe Basin, Northeast Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 28(4): 1007-1014.

CAMPOS, D.A. & WENZ, S. 1982. Première découverte de Coelacanthes dans le Crétacé inférieur de la Chapada do Araripe (Brésil). *Compte Rendus de l'Academie des Sciences, Paris*, t. 294, série II, p.1151-1154

CARVALHO, M.S.S. & SANTOS, M.E.C.M. 2005. Histórico das Pesquisas Paleontológicas na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. History of the Paleontological Research in the Araripe Basin, Northeast Brazil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 28(1): 15–34.

COPE, E.D. 1871. On two extinct forms of Phisostomi of the Neotropical region. *American Philosophical Society, Proceeding*, 12:53-55

D'ERASMO, G. 1938. Ittilioti Cretacei del Brasile. *Atti dela Reale Accademiedelle Scienze fisiche e Matematiche. Napoli*, ser. 3, 1 (3):1–44.

DIETZE, K. 2007. Redescription of *Dastilbe crandalli* (Chanidae, Euteleostei) from the Early Cretaceous Crato Formation of North-Eastern Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 27(1):8-16.

DUNKLE, D.H. 1940. The cranial osteology of *Notelops brama* (Agassiz) an Elopidae Fish from the Cretaceous of Brazil. *Lloydia, Ohio*, 3 (3): 157-190.

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

Figueiredo, F.J. & Gallo, V. 2004. A new Teleost fish from the early Cretaceous of Northeastern Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, n. Ser. Geologia, n. 73, 23 p.

FILLEUL, A. & MAISEY, J.G. 2004. Redescription of *Santanichthys diasii* (Otophysi, Characiformes) from the Albian of the Santana Formation and comments on its implications for Otophysan relationships. *American Museum Novitates*, New York, n. 3455, 21 p.

FOREY, P.L. & MAISEY, J.G. 2010. Structure and relationships of †*Brannerion* (Albuloidei), an Early Cretaceous teleost from Brazil. In: NELSON, J.S.; SCHULTZE, H.-P. & WILSON, M.V.H. (eds.). *Origin and Phylogenetic Interrelationships of Teleosts*. Editora Verlag Dr. F. Pfeil, München, p. 183-218.

GALLO V, FIGUEIREDO FJ E AZEVEDO SA. 2009. *Santanasalmo elegans* gen. et sp. nov., a basal euteleostean fish from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeastern Brazil. *Cretaceous Res* 30(6): 1357-1366.

GAYET M. 1989. Note préliminaire sur le matériel paléoichthyologique éocétacique du Rio Benito (sud de Bata, Guinée Equatoriale). *Bull Mus Natn Hist Nat*, 4e sér., 11, sect. C (1): 21-31. International Congress on Stratigraphy, Graz, Austria, 2015.

Grande, L. 2010. An empirical synthetic pattern study of gars (Lepisosteiformes) and closely related species, based mostly on skeletal anatomy. The resurrection of Holostei. *Copeia*, Special Publication, 6:1-871.

JORDAN DS E BRANNER J. 1908. The Cretaceous fishes of Ceará, Brazil. *Smith Misc Coll* 5(52): 1-29.

JORDAN DS. 1910. Description of a collection of fóssil fishes from the bituminous shales at Riacho Doce, state of Alagoas, Brazil. *Ann Carn Mus* 7(1): 23-24.

JORDAN, D. S. 1919. New genera of fossil fishes from Brazil. *Proc Acad Nat Sci* 71: 208-210.

JORDAN, D. S. 1921. Peixes cretáceos do Ceará e Piauí. *Monographias do Serviço geológico e mineralógico*, 3: 1–97.

JORDAN, D.S. 1923. Peixes Cretáceos do Ceará e Piauí. *Monografia Serviço Geológico Mineralógico do Brasil.*, Rio de Janeiro, no p. 31-97.

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

KELLNER, A. W. A. 2002. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. In: SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A. QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. (Ed.). *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*. Brasília: DNPM/CPRM/SIGEP. v. 1. p. 121-130.

Maisey, J.G. 1986. Coelacanths from the lower cretaceous of Brazil. *American Museum Novitates*, New York, no 2866, p. 1-30.

MAISEY, J. G. 1991. *Santana Fossils: an illustrated atlas*. T. F. H. Publications, Neptune, New Jersey, 459 pp.

MAISEY, J.G..1993. A new Clupeomorph fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil. *American Museum Novitates*, New York, no 3076, 15p.

MARTILL, D.M.; BECHLY, G. & LOVERIDGE, R.F. 2007. *The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an Ancient World*. Cambridge, Cambridge University Press. 625 p.

MAYRINCK, D.; BRITO, P.M. & OTERO, O. 2010. A New Albuliform (Teleostei: Elopomorpha) from the Lower Cretaceous Santana Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, 31:227-236.

MOWSON, J. & WOODWARD, A. S. 1907. On the Cretaceous Formation of Bahia (Brazil) and on a vertebrate fossil collected therein. *Quarterly Journal of the Geological Society of London* 63: 128-139.

NEUMANN, V.H.; ASSINE, M.L. 2015. Stratigraphic proposal to the post-rift I tectonosedimentary sequence of Araripe Basin, Northeastern Brazil. In: 2nd

Neumann, V.H. & Cabrera, L. 1999. Una nueva propuesta estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la Cuenca de Araripe, Nordeste de Brasil. *SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL*, 5, 1999. Anais, Serra Negra, UNESP, p. 279-285.

OLIVEIRA, G. R.; A. A. F. SARAIVA; H. P. SILVA; J. A. F. G. ANDRADE & A. W. A. KELLNER. 2011. First turtle from the Ipubi Formation (Early Cretaceous), Santana Group, Araripe Basin, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia* 14(1): 61-66.

POLCK, M. A. R. *et al.* Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da bacia do Araripe. 2015.

PONTE, F. C. E APPI, C.J. 1990. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. XVI Congresso Brasileiro de Geologia. Natal, RN. Anais p. 221-226. v. 1.. Rio Claro, SP, unpublished masters thesis, 124 pp.

SANTOS, R.S. 1945. Revalidação de *Aspidorhynchus comptoni* Agassiz, do Cretáceo do Ceará, Brasil. Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas preliminares e Estudos, Rio de Janeiro, no 29, p. 1-10

SANTOS, R.S. 1947. Uma redescrição de *Dastilbe elongatus*, com algumas considerações sobre o gênero *Dastilbe*. Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas preliminares e Estudos, Rio de Janeiro, no 42, p. 1-7

SANTOS, R.S. 1950. *Anaedopogon*, *Chyromystus* e *Ennelichthys* como sinônimos de *Cladocyclus* da família Chirocentridae. Anais da Academia brasileira de Ciências, **22** (1): 123–134.

SANTOS, R.S. 1955. Ocorrência de folhelho fossilífero cretáceo no Município de Presidente Olegário, Minas Gerais. Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, Departamento Nacional de Produção Mineral, **155**: 1–27.

SANTOS, R.S. 1958. *Leptolepis diasii* novo peixe fóssil da serra do Araripe. Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas preliminares e Estudos, Rio de Janeiro, no 108, p. 1-15

SANTOS, R.S. 1960. A posição sistemática de *Enneles audax* Jordan & Branner da Chapada do Araripe, Brasil. Divisão de Geologia e Mineralogia, Monografia, Rio de Janeiro, no 17, 25 p., 5 est.

SANTOS, R.S. 1970. A paleoictiofauna da Formação Santana – Holostei: Família Girodontidae. Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, 42 (3): 445-542.

SANTOS, R.S. 1971. Nouveau genre et espèce d'Elopidae du Bassin Sédimentaire de la Chapada do Araripe. Anais da Academia Brasileira de Ciências., Rio de Janeiro, 43 (2): 439-442.

SANTOS, R.S. 1985. *Araripichthys castilhoi*, novo gênero e espécie de Teleostei da Formação Santana, Chapada do Araripe, Brasil. In: Coletânea de Trabalhos Paleontológicos. DNPM, Brasília, Série Geologia, no 27, p. 141-145.

SANTOS, R.S. 1990a. Nova conceituação genérica de *Lepidotes temnurus* Agassiz, 1841 (Pisces – Semionotidae). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 62 (3): 239-249.

SANTOS, R.S. 1990b. Sobre *Neoprosclinetes penalvai* (Silva Santos, 1970) (Pisces, Pycnodontiformes) do Cretáceo Inferior da chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 62 (3): 269-282.

SANTOS, R.S. 1990c. *Vinctifer longirostris* Silva Santos, 1972, do Cretáceo Inferior da Formação Marizal, Estado da Bahia, Brasil. *An. Acad. Bras. Ciências* 62, 251–259.

SANTOS, R.S. 1994. Ictiofáunula da Formação Codó, Cretáceo Inferior, com a descrição de um novo táxon—*Codoichthys carnavalii* (Pisces-Teleostei). *An. Acad. Bras. Cienc.* 66, 131–143.

SANTOS, R. S., 1995. *Santanichthys*, Novo Epíteto Genérico para *Leptolepis diasii* Silva Santos, 1958 (Pisces—Teleostei) da Formação Santana (Aptiano), Bacia do Araripe, NE do Brasil. *An. Acad. Bras. Ciências* 67, 249–258.

SARAIVA, A.A.F.; BARROS, O.A.; BANTIM, R.A.M. & LIMA, F.J. 2015. *Guia para trabalhos de campo em paleontologia na Bacia do Araripe*. 2ª Edição. Crato. 88 p.

SARAIVA, A.A.F.; HESSEL, M.H., GUERRA, N.C. E FARA, E. - Concreções calcárias da Formação Santana, Bacia do Araripe: uma proposta de classificação. *Estudos Geológicos [UFPE]*, Recife, 17(1): 40-57, 2007.

SAYÃO JM, VILA NOVA BC, FRANCA MAG, OLIVEIRA GR, SARAIVA AAF. 2015. Fósseis do Araripe - Um exemplo de diversidade ao longo do tempo profundo. In: ALBUQUERQUE UP, MEIADO MV. Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe. 1nd ed. Recife., NUPEEA 273-289.

SAYÃO, J. M., SARAIVA, A. A. F., BRUM, A. S., BANTIM, R. A. M., ANDRADE, R. C. L. P., CHENG, X., LIMA, F. J., SILVA, H. P., & KELLNER, A. W. A. The first theropod dinosaur (Coelurosauria, Theropoda) from the base of the Romualdo Formation (Albian), Araripe Basin, Northeast Brazil. *Scientific reports*.2020.

VALENÇA, L.M.M., NEUMANN, V.H. e MABESOONE, J.M. 2003. An overview on Calloviane Cenomanian intracratonic basins of northeast Brazil: onshore stratigraphic record of the opening of the southern Atlantic. *Geological Acta* 1, 261e275.

VIANA, M. S., BRITO, P. M. & SILVA-TELES, A. C. 1989. Paleontologia de uma camada de folhelhos pirobetuminosos do Membro Romualdo, Formação Santana na Mina Pedra Branca, Ceará, in Anais do XI Congresso Brasileiro de Paleontologia, Blumenau: 207-217.

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

WENZ, S. & BRITO, P.M. 1992. Première découverte de Lepisosteidae (Pisces, Actinopterygii) dans le Crétacé Inférieur de la Chapada do Araripe (NE. du Brésil). Conséquences sur la phylogénie des Ginglymodi. Compte Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, t. 314, série II, p.1519- 1525.

WENZ, S. 1977. Le squelette axial et l'endosquelette caudal d'Enneles audax, Poisson Amiidé du Crétacé de Ceara (Brésil). Buletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 3.ser, 490: 341-348.

WENZ, S. 1989. Iemanja palma n. g., n. sp., Gyrodontidae nouveau (Pisces, Actinopterygii) du Crétacé Inférieur de la Chapada do Araripe (N. E. du Brésil). Compte Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, t. 308, série II, p.975-980

WENZ, S.; KELLNER, A.W.A.1986. Découverte du premier Ionoscopidae (Pisces, Halecomorphi) sud-américain, Oshunia brevis n.g, n.sp., dans le Crétacé Inférieur de la Chapada do Araripe (nord-est du Brésil). Buletin du Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 4.ser, n.8, sec. C, p.77-88.

WOODWARD, A.S. 1887. On the fossil Teleostean genus Rhacolepis, Agass. Proceeding Zoological Society, London, p. 535-542, 2 pl.

WOODWARD, A.S. 1890. On some Upper Cretaceous Fishes of the Family of Aspidorhynchidae. Proceeding Zoological Society, London, p.629-636.

WOODWARD, A.S. 1901. Catalogue of Fossil Fishes in the British Museum of Natural History. Part 4: 617 pp. London.

YABUMOTO, Y. & BRITO, P.M. 2013. The second record of a mawsoniid coelacanth from the Lower Cretaceous Crato Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil, with comments on the development of coelacanths. *Mesozoic fishes*, 489-497.

APÊNDICE 1

Anais da Academia Brasileira de Ciências



SUBSTANTIATED DESCRIPTION OF THE ASPIDORHYNCHIDAE *Vinctifer longirostris* IN THE EARLY CRETACEOUS OF THE ARARIPE BASIN

Journal:	<i>Anais da Academia Brasileira de Ciências</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	e Silva, José Lucio; Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Biológicas Batista, Thatiany Alencar; Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Biológicas; Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós Graduação em Geociências; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Laboratório de Paleontologia & Sistemática dos Santos Filho, Edilson Bezerra; Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Biológicas; Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós Graduação em Geociências; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Laboratório de Paleontologia & Sistemática Bantim, Renan; Universidade Regional do Cariri, Departamento de Ciências Biológicas; Universidade Regional do Cariri, Museu de Paleontologia Lima, Flaviana; Universidade Regional do Cariri, Laboratório de Paleontologia da URCA Oliveira, Gustavo; Universidade Federal Rural de Pernambuco, Biologia Saraiva, Antonio; Universidade Regional do Cariri, Ciências Biológicas
Keyword:	Aspidorhynchidae, Early Cretaceous, Romualdo Formation, Santana Group
Classifications:	Ciências da Terra (Earth Sciences)

SCHOLARONE™
Manuscripts

<https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo>

1
2
3
4 **SUBSTANTIATED DESCRIPTION OF THE ASPIDORHYNCHIDAE *Vinctifer***
5
6 ***longirostris* IN THE EARLY CRETACEOUS OF THE ARARIPE BASIN**
7
8
9

10
11 José Lucio e Silva^{1,2,3*}, Renan Alfredo Machado Bantim^{4,2}, Thatiany Alencar Batista^{1,4,5},
12
13 Flaviana Jorge de Lima^{1,2}, Edilson Bezerra dos Santos Filho^{1,4,5}, Gustavo Ribeiro Oliveira⁵,
14
15 Antônio Álamo Feitosa Saraiva^{1,2}
16
17

18
19
20
21 ¹Laboratório de Paleontologia, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Regional
22
23 do Cariri, Rua Coronel Antônio Luiz, 1161, Pimenta, 63105-000, Crato, CE, Brazil
24

25
26 ²Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens, Dr. Plácido Cidade Nuvens, 326, Centro,
27
28 63190-000, Santana do Cariri, CE, Brazil
29

30
31 ³Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Recursos Naturais, Universidade
32
33 Regional do Cariri, Rua Coronel Antônio Luiz, 1161, Pimenta, 63105-000, Crato, CE, Brazil
34
35

36
37 ⁴Programa de Pós-Graduação em Geociências, Centro de Tecnologia e Geociências,
38
39 Universidade Federal de Pernambuco, Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, Cidade
40
41 Universitária, 50740-530, Recife, PE, Brazil
42

43
44 ⁵Laboratório de Paleontologia & Sistemática, Departamento de Biologia, Universidade
45
46 Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171-900,
47
48 Recife, PE, Brazil
49

50
51
52
53
54
55 Author ORCID:

56
57
58 JLS <https://orcid.org/0000-0002-9710-3342>

59
60 RAMB <https://orcid.org/0000-0003-4576-0989>

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

TAB <https://orcid.org/0000-0003-3564-5821>

FJL <https://orcid.org/0000-0001-8602-6508>

EBSF <https://orcid.org/0000-0002-9778-7262>

GRO <https://orcid.org/0000-0002-9871-1235>

AAFS <https://orcid.org/0000-0003-0127-8912>

Key words: *Aspidorhynchidae*, Early Cretaceous, Romualdo Formation, Santana Group.

Running title: *Vinctifer longirostris* in Araripe Basin

Academy section: Earth Sciences

***Correspondence author:**

José Lucio e Silva, Laboratório de Paleontologia, Universidade Regional do Cariri, Rua
Carolino Sucupira, Pimenta, 63105-160, Crato, Ceará, Brazil; phone number: +55 (88) 99602-
0536. E-mail: joseluciosilvapaleo@gmail.com.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Abstract

The family Aspidorhynchidae consists of the six genera: *Aspidorhynchus*, *Belonostomus*, *Vinctifer*, *Pseudovinctifer*, *Richmondichthys* and *Jonoichthys*. The genus *Vinctifer* has three nominal species, which are: *Vinctifer comptoni*, found in Brazil, Colombia, Venezuela, Antarctica, Mexico and Equatorial Guinea; *Vinctifer ferrusquiat*, present so far in the Kimmeridgian marine deposits of the Sabinal Formation (Mexico) and *Vinctifer longirostris*, until then restricted to the Marizal Formation, in the Tucano Basin, Bahia (Brazil). Herein we describe and confirm empirically *Vinctifer longirostris* for the dark shales of the Romualdo Formation, Santana Group, Araripe Basin, which was only speculated in previous works, thus expanding its geographical distribution. In addition, we added new morphological diagnostic data for the *Vinctifer longirostris*, previously not observed in the specimens described for the Marizal Formation; also contributing to a better understanding of the diversity of paleoichthiofauna of the Santana Group of the Araripe Basin.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1. Introduction

Few branches of paleontology have had in recent years their knowledge as expanded as that of paleoichthyology. The study of fossil fish increases every decade, being of great value in stratigraphic and biogeographic interpretations (Silva Santos 1972, Maisey 1991, Saraiva et al. 2007, Parméra et al. 2019). The Santana Group of the Araripe Basin, Northeastern Brazil, has a great diversity of vertebrates, invertebrates and plants in its fossiliferous assembly of the Lower Cretaceous (Maisey 1991, 1993, Martill 2007, Sayão et al. 2015, Saraiva et al. 2015). Among fossil vertebrates, fish make up a good part of the diversity found in the Araripe Basin (Kellner 1990, Maisey 1991, Saraiva et al. 2007), being represented by the families of Osteichthyes: Obaichthyidae, Semionotidae, Pycnodotidae, Amiidae, Oshuniidae, Cladocyclidae, Albulidae, Elopidae, Pachyrhizodontidae, Chanidae, Mawsoniidae and Aspidorhynchidae.

Some species of the Osteichthyes are not positioned in any family so far, they are: *Santanichthys diasii* (Silva Santos 1958), *Bearlenichthys ouricurtensis* Figueiredo & Gallo 2004, *Santanasalmo elegans* Gallo, Figueiredo & Azevedo 2009 and *Santanachupea silvasantosi* Maisey 1993. The Hybodontidae family is the only one of the Chondrichthyes group with a described shark species, in addition to two species of stingrays *Incertae sedis*: *Iansan beurleni* (Silva Santos 1968), and *Stahleraja sertanensis* Brito, Leal & Gallo 2013 (see Maisey 1991, Martill 2007, Brito & Yabumoto 2011, Saraiva et al. 2015, Polck et al. 2015).

The Aspidorhynchidae comprise a monophyletic set containing three genera: *Aspidorhynchus*, *Belonostomus*, *Vinctifer*, *Richmondichthys*, *Pseudovinctifer* and *Jonoichthys* (Brito 1997, Arratia 2001, 2013, Gouiric-Cavalli 2015, Nelson et al. 2016, Cantalice et al. 2018). This family of fish has a large temporal distribution, having its record dating from the middle Jurassic to the end of the Cretaceous (Brito 1988, 1997, 1999, Maisey 1991, Brito & Suarez 2003). They are fish characterized by their elongated body covered by ganoid scales,

1
2
3
4 with the long abdominal region in relation to caudal length, besides presenting short fins and
5 elongated rostrum (Silva Santos 1945).
6
7

8
9 The genus *Vinctifer* Jordan 1919, has three nominal species: *Vinctifer comptoni*
10 (Agassiz 1841), *Vinctifer ferrusquai* Cantalice, Alvarado-Ortega & Brito 2018 and *Vinctifer*
11 *longirostris* Silva Santos 1972. This genus was also registered in other sedimentary basins in
12 northeastern Brazil, such as the Sergipe-Alagoas Basin and the Parnaíba Basin. In addition,
13 there are records of the Aptian/Albian from Colombia, Venezuela, Antarctica and Mexico
14 (Moody & Maisey 1994, Schultze & Stöhr 1996, Applegate 1996, Brito 1997, Cantalice et al.
15 2018) (Figure 1).
16
17
18
19
20
21
22
23

24
25 Two of the Aspidorhynchidae family's taxa were described for the Araripe Basin:
26 *Vinctifer comptoni* (Agassiz 1841) registered for the Romualdo Formation (Brito 1997) and a
27 single specimen of *Belonostomus* sp., registered for the Crato Formation (Brito & Yabumoto
28 2011). *Vinctifer comptoni* is one of the most common species in the Romualdo Formation,
29 ranging in total length from 150 mm to 1 m (Maisey 1991, Brito 1997, Saraiva et al. 2007) and
30 can be found both in the calcareous concretions and in the dark shales of the Romualdo
31 Formation base, in addition to the bituminous shales of the Ipubi Formation (Maisey 1991,
32 Brito 1997, Polck et al. 2015). The species *Vinctifer longirostris* Silva Santos 1990 (Figure 2),
33 was initially described for the shales of the Marizal Formation, Tucano Basin, Bahia (Silva
34 Santos 1972, 1990). Subsequently, the occurrence of this species was mentioned for the Araripe
35 Basin (Moody & Maisey 1994, Brito 1997), but without an accurate taxonomic confirmation,
36 possessing no evidence of this species for the Santana Group to date. Thus, the present work
37 confirms the occurrence of *Vinctifer longirostris* for the dark shales of the Romualdo Formation
38 base, Santana Group, Araripe Basin, thus expanding its geographical distribution. In addition,
39 we added new morphological diagnostic data for this species, previously not observed in the
40 specimens described for the Marizal Formation.
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

2. Materials and methods

The specimens described here belong to the collection of the Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens (MPSC) and are represented by the part and counterpart, listed under the numbers: MPSC P 1156, MPSC P 4002 e MPSC P 4003. All specimens are preserved in dark shales, from collections carried out in 2009, at Mineradora Gesso Chaves (Pedra Branca Mine), located 5.5 km from the municipality of Santana do Cariri, Ceará, Brazil.

For a better visualization of the anatomical structures of the specimens, mechanical preparation was performed, using different types of tips, with distinct thickness levels for matrix removal. The specimens analyzed are mostly extremely fragile and, therefore, both for the preparation and identification of specimens, it was necessary to use a stereoscopic optical microscope, model TIM-30 (OPTON), in addition to using a magnifying glass NI-150 High Intensity Illuminator (Nikon Instruments Inc). For the photographs, a digital camera (Canon EOS 60d) was used. The specimens were also photographed under ultraviolet light for better visualization of details of observed bone structures and phosphatized parts, to verify the presence of preserved soft tissue.

3. Paleontological systematics

Order *Aspidorhynchiformes* Bleeker 1859

Family *Aspidorhynchidae* Nicholson & Lydekker 1889

Genus *Vinctifer* Jordan 1919

Species *Vinctifer longirostris* Silva Santos 1990

Holotype: 460-P DGM

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Distribution (locality and age): Marizal Formation (Aptian) of the Tucano Basin, Bahia, Brazil (Silva Santos 1990, Brito 1997, Brito & Yabumoto 2011, Cantalice et al. 2018); and dark shales from the base of the Romualdo Formation, Santana Group, Araripe Basin (in this study).

Material referred to: MPSC P 1156 p and cp, MPSC P 4002 p and cp e MPSC P 4003 p and cp, deposited in the collection of the Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens, Santana do Cariri, Ceará, Brazil.

Emended diagnosis: Medium-sized *Vinctifer* with approximately 450 mm in total length. Maximum trunk height corresponds to 2/5 of the length of the head. Smooth cranial bones. Very elongated premaxillary, corresponding to half the total length of the skull. Elongated predental with size equivalent to 1/3 of the length of the mandible. Acuminated and concentrated teeth in a simple series with more than 72 countable teeth distributed in maxillary bones and jaw. Presence of teeth in the predatory system larger than the other teeth and arranged in a simple series with 14 visible teeth. Predentary and anterior region of the jaw are ornamented with fine granulations that merge, forming longitudinal ridges. Smooth main lateral scales and with the entire posterior edge; the upper ones with height four times greater than the width and the lower ones with height three times greater, while the backs are isodiametric and ornamented with ridges and tubercles.

The pectoral fins are positioned after the shoulder girdle presenting 11 rays; the pelvic fins are located just behind the half of the body, being closer to the anal fin than to the pectorals. The dorsal and anal fins are more indented, near the caudal, which has 20 rays.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

4. Results

The body shape of the analyzed specimens is elongated and almost cylindrical. The specimen MPSC P 1156 (Figure 3) is the most complete and has a total body length of 203.49 mm, from the tip of the premaxillary (complete) to the tip of the caudal fin; the width of its body is almost 9 times its length; the pectoral fins are located just after the shoulder girdle and the pelvic fins just behind half the body, and closer to the anal fin than the pectoral fins; the dorsal and anal fins are further away, being close to the caudal fin. MPSC P 1156 is preserved in a curved way, giving it a shape similar to a "half-moon". The preservation of curved specimens is common in fish that have a very elongated body that, due to taphonomic events, bends and often positions the caudal fin subposed to the head or in a opposite situation (Silva Santos 1990).

The MPSC P 4002 (Figure 4) specimen was preserved incompletely, with the lower proximal part of the skull absent, and it was not possible to analyze the region of the shoulder girdle or the portion of the opercular set or mandible, however, it presents better preservation of the scales. The specimen MPSC P 4003 (Figure 5) also has a curved body in the shape of "half-moon" being partially complete, with anal, dorsal and caudal fins preserved in MPSC P 4003; in addition, it presents a fragmentation in the back of the body after the fifth row of scales and incomplete premaxillary.

Skull: the skull of *Vincifer longirostris* is low and elongated with the premaxilla very pronounced, as seen in the specimen MPSC P 1156 (Figure 3-C). The premaxillary specimen MPSC P 1156 is complete, with 49.68 mm length from the nasal orifice to the tip of the rostrum, with the distance approximately size from the posterior part of the operculum to the edge of the prementary. In this specimen, part of the hyomandibular bone is preserved in the posterior side of the postorbital one.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

In specimen MPSC P 4002, the posterior edges of the maxillary and mandible are absent. More than half of the skull roof consists of the frontal ones, which are extremely elongated bones, however, in this specimen, the medial-inferior part is fragmented, exposing part of the supraorbital. The anterior portion of the frontal is fused with the posterior part of the mesethmoid; on the other hand, the posterior has a small vertical suture, at the junction with the parietal-pterotic. The mesethmoid has its anterior part connected to the premaxilla. At the posterior part of the skull of MPSC P 4002 one can observe the extrascapular, which presents some parallel striations in its posterior part. The bones in the orbital region are fragmented with the disjointed supraorbital; the dermosphenotic bones have their upper part almost connected to the lower base of the frontal. All the bones of the series surrounding the orbit are traversed by the infraorbital channel. The two postorbital bones are visible at the posterior part of the circumorbital, both of which have fragmented anterior portions. In specimen MPSC P 4003 the skull is complete; however, the rostrum is incomplete, being preserved until a little after the end of the prementary edge.

Opercular system: MPSC P 1156 specimen has the most complete opercular system, which has three sets of laminar bones, covered with ganoine, which make up the opercular set; the largest among them is the operculum, with a truncate shape with the lower and posterior edges with a slight curvature, the upper part of the operculum is fused to the extrascapular, besides presenting a slight disarticulation of the lower part, thus creating a small space between the operculum and the subopercle; this last feature is probably due to taphonomic reasons.

The subopercle with triangular shape is preserved just below the operculum and has a small separation at the upper edge connected to the lower part of the operculum, also having, at the bottom edge, a small connection with the branchial arches; the height of this bone is equivalent to almost half the height of the operculum. The preopercle has an equilateral triangular shape, with height equivalent to the operculum. It has the proximal-inferior edge of

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

the ventral part, close to the operculum and subopercle quite expanded. The vertical portion is rectilinear, narrowing as it approaches the neurocranium. Near the ventral and posterior edges, the sensory channel is found (Figure 3-F), in which its posterior-ventral region forms an acute angle, with the presence of striations along this sensory system.

In MPSC P 4003 the opercular system is fragmented and incomplete; the operculum is fragmented in its ventral part and the subopercle is fragmented in its posterior part; only the lower and posterior portions of the preopercle are preserved, and it is possible to observe part of the sensory channel.

Branchial arches: it is only possible to observe the branchial arches in the specimen MPSC P 1156, preserved below the subopercle, as a series, being short in the anterior region, which stretch horizontally as they overlap in the posterior part. Twelve arches can be observed; however, the lower region after the 12th arch is fragmented, and other branchial arches may have been hidden.

Mandibular: *Vinctifer longirostris* stands out for having the premaxilla more elongated than *V. comptoni* and *V. ferrugineus*, with the anterior part tapered. *Vinctifer longirostris* presents straight and acuminate teeth, arranged in a simple and joined series, which decrease in size as they approach the anterior part of the premaxilla. The premaxilla is very long, extending far beyond the anterior limit of the prementary; its length is more than twice the jaw and the series of premaxillary teeth extends to a little after the prementary. The region of the mandibular joint is fragmented in the MPSC P 1156 specimen, but it is possible to have a better visualization of this region in the specimens MPSC P 1156 and MPSC P 4002, where this joint originates at the limit of the posterior part of the orbit.

The dentalosplenic bone of the specimens MPSC P 1156, MPSC P 4002 and MPSC P 4003 is robust and does not present great expansion in the coronoid region. Close to half of the dentalosplenic, in the horizontal line, extends a canal that goes from the beginning of the joint

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

of the quadrate-mandibular to close to the predentary. In the anterior edge of the jaw, the predentary is preserved, which has the anterior edge acuminate; this region has a length corresponding to one third of the length of the mandibular set and it is preserved in the specimens MPSC P 1156 and MPSC P 4003. The teeth of the mandibular set are larger than the maxillary teeth, being straight, joined, acuminate and arranged in a simple series, as seen on MPSC P 4003 (Figure 5-C). The predentary teeth have a larger size and are more robust than those of the dentalosplenic and the jaws, being arranged in a simple and well-spaced series. No supra-maxillary bone was observed.

Suspensorium: when analyzing the specimens described, it was not possible to have a good view of the bones, due to their poor preservation, probably due to taphonomic factors. However, in the MPSC P 1156 specimen, it is possible to observe the upper part of the metapterygoid bone, which has the anterosuperior edge directed towards the lower part of the circumorbital, in addition to presenting a bifurcation in the lower part, in an inverted Y shape. The quadrate bone is distinguishable; however, its triangular shape has been lost due to its preservation. This bone can be seen in the specimen MPSC P 1156, which is disjointed, with the antero-superior part preserved under the post-orbital bone.

In the MPSC P 1156 specimen, some parts of the shoulder girdle bones are fused. The cleithrum has a thinner than wide shape, since the clavicle is fused with the lower part of the cleithrum. The dorsal part of the cleithrum and the lower part of the supraclavicular bones are fragmented and disjointed; part of the cleithrum was preserved close to the subopercle. Two disarticulated rays from the pectoral fin are preserved close to the cleithrum. The posterior part of the clavicle is a little deeper, a place for insertion of the pectoral fin. The ventral part next to the pectoral fin is preserved, so that it is possible to see both pectoral fins; two rays of the right pectoral fin are disarticulated and preserved under the distal part of the cleithrum.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Fins: in the specimen MPSC P 1156, the pectoral fins, the base of the pelvic fins, part of the anal, dorsal and caudal fins are preserved. The right pectoral fin of the specimen MPSC P 1156 has the 3rd and 4th rays disarticulated, and they are preserved under the distal edge of the cleithrum. In the left pectoral fin, it is possible to observe the last four segmented rays and the remaining rays.

Pelvic fins are seen only in the MPSC P 1156 specimen and can be located at the same level as the abdomen line (Figure 3-D). This fin is contracted close to the body and only the base of the fins can be observed. In MPSC P 1156, the pelvic fin is apparently short and only two rays are seen in the left fin, with the second ray being segmented. In the anal fin of the specimen MPSC P 1156 it is possible to count 8 rays and 3 pterygiophores, which are connected to the rays of this fin. The dorsal fin is indented in the specimen MPSC P 1156, originating just after the middle of the anal fin; 11 rays of this fin can be visualized; below the dorsal fin, it is possible to observe 5 pterygiophores, which join with the lower part of the dorsal fin. Next to the dorsal fin in the specimen MPSC P 1156 is part of a bone, which resembles fragments of the rostrum; apparently, this bone fragment was preserved because it was stuck in the back of this specimen.

In the MPSC P 1156 specimen, the caudal fin is well preserved (Figure 3-E), but it has only the external structure; this fin is bifurcated and balanced and with some disarticulated rays in the lower lobe. The upper lobe has three short, non-segmented rays, going from the proximal to the distal region. The fourth ray is segmented and slightly longer than the previous three; from the fifth to the tenth ray the length extends to the maximum, being segmented and dichotomized. In the lower lobe, three non-segmented rays are disjointed, with the end of the third ray fixed to the fourth segment of the fourth ray. After the fourth ray, there are eight more segmented and dichotomized rays. The specimen MPSC P 1156, in the central region of the caudal fin, has a longer than wide structure, where the central rays begin from it.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

In the MPSC P 4003 specimen, it is possible to visualize the anal, dorsal and caudal fins; the ventral part where the pelvic fins would be found is absent; the anal fin of this specimen has 5 visible rays. In MPSC P 4003, the pectoral fins are preserved, having a fan shape, where 11 rays are visualized; all these rays are segmented, except for the first one. In this specimen, it is possible to observe 10 rays in the dorsal fin, having the longest length from the 2nd ray, which gives the triangular shape to the fin. In the portion below the dorsal fin of the same specimen, some rays are preserved, which start from the ribs and bind to the lower part of the fin, which is probably attributed to the pterygiophores. MPSC P 4003 presents the two caudal fin lobes fused close to each other; it is not possible to observe the endoskeleton of the caudal fin in this specimen.

The scales visualized in the MPSC P 1156 and MPSC P 4002 specimens are smooth and non-serrated. The scales that cover the flanks are high, with those in the lower series being lower than the upper series, thus counting two rows of scales; the sensory line corresponds to the series of the upper scales. Above this row, another row of scales, taller than long, is observed; however, they are smaller than the two main lateral rows. In the ventral part it is possible to observe a set of five scales, one overlapping the other.

5. Discussion

In northeastern Brazil, two nominal species of *Vivactifer* genera are recognized: *Vivactifer comptoni*, registered for the Araripe, Parnaíba and Sergipe-Alagoas basins (Maisey 1991, Moody & Maisey 1994, Brito 1997, Cantalice et al. 2018) and *Vivactifer longirostris*, registered for the Tucano Basin and, until then, debatable for the Araripe Basin; although the registration for this basin is considered rare, as well as for the Northeast of Brazil (Silva Santos 1972, 1990, Brito & Yabumoto 2011, Polak et al. 2015). In the Araripe Basin, *V. longirostris* was previously recorded for the dark shales of the Santana Group (Vianna et al. 1989, Moody & Maisey 1994,

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Brito 1997). A complete specimen (DGM-1332-p) was described for the Araripe Basin as *V. longirostris* by Viana et al. (1989), which was later designated as *V. comptoni* (Brito 1997), making the presence of this species in the Araripe Basin questionable. In subsequent years, Brito (2007) mentioned a specimen of *V. longirostris* from the laminated limestones of the Crato Formation. Later, this specimen was reanalyzed by the author, who undid the misunderstanding; it was revealed that the specimen was a representative of the genus *Belonostomus* (Brito & Yabumoto 2011).

A major review of the Mesozoic Aspidorhynchidae was made by Brito (1997), who highlighted the three main morphological characteristics of *V. longirostris* - differentiating it from the other species of *Vinctifer*; these differences are: 1) the presence of a very long rostrum; 2) a large predentary with a length equivalent to one third of the jaw; and 3) strong teeth in the predentary, being more developed than those of the other jaw bones (Brito 1997). The specimens described have these three morphological characteristics and resemble the specimens found in the Marizal Formation, analyzed by Silva Santos (1990). In addition, the specimens present unprecedented diagnostic characteristics not observed in previous studies.

Some characteristics are quite expressive in the specimens analyzed in this study. According to Silva Santos (1990), for example, the premaxillary of *V. longirostris* is extremely long (Figure 6-A), having larger and more robust teeth than those of the maxilla, being straight acuminate and decreasing in size as they move away from this bone. According to Brito (1997), the premaxilla of *V. longirostris* are very elongated, corresponding to half the total size of the skull; however, the premaxillary bones have no teeth. After analyzing the described specimens, it could be observed that the length of the premaxillary bone also corresponds to the total half of the skull, as observed by Brito (1997). However, the dentition of the premaxillary, clearly seen in the MPSC P 4003 specimen, presents larger and acuminate teeth than those of

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

the maxilla, according to the first description made for this species, confirming the diagnosis proposed by Silva Santos (1990).

Silva Santos (1990) identified 11 rays on the pectoral fin in *V. longirostris*, which is located just above the ventral line of the body. In the specimens MPSC P 1156 and MPSC P 4003 it can be observed 11 rays and also the fins, which were preserved in a fan shape. The number of rays found in pectoral fins of this species is slightly higher when compared to the others: in *V. comptoni*, seven rays are identified for the pectoral fin (Brito 1997); *V. ferrusquata* has five rays (Cantalice et al. 2018). Thus, among the three compared species, *V. longirostris* is the one with the highest number of rays. The shape and position of the fins are adapted according to the hydrodynamics of the fish, which influences the shape of the body and the speed for swimming (Bemvenuti & Fischer 2010). The greater number of pectoral rays in this species indicates that *V. longirostris* would have greater mobility with pectoral fins.

The pelvic fins of the specimen MPSC P 1156 are located at the level of the abdomen line. These fins are short and have been preserved closed and have almost merged; this fact made it difficult to analyze the fins. However, it was possible to observe only the 1st and 2nd rays of the left fin and the 1st ray of the right fin. Nonetheless, in the specimens analyzed by Silva Santos (1990), 6 rays were identified in the pelvic fins, all smooth and branched, indicating that there is a variation in the rays of the pelvic fin of this species. In the anal fin of the specimen MPSC P 1156 it is possible to count 8 rays, corroborating what was described by Silva Santos (1990); in addition to the rays of the anal fin, 3 pterygiophores were observed, which bind to the base of the rays of this fin.

In the MPSC P 1156 specimen the dorsal fin is indented and located in the opposite part, after half of the anal fin. Silva Santos (1990) was able to observe only the base of the first 4 rays of the dorsal fin that were preserved. Here, a taxonomic character was added to *V. longirostris* in the specimen MPSC P 1156: 11 rays are preserved, all apparently smooth and

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

branched; however, the preserved fin was folded over itself, which raises the possibility of more rays being observed in other specimens that may be found.

The number of rays found in the analyzed specimens corresponds to more than double the number of rays identified by Silva Santos (1990). For the species *V. comptoni*, Brito (1997) identified 15 rays in specimens that have the complete dorsal fin. These variations in the number of rays and pterygiophores point to marked differences between *V. longirostris* and *V. comptoni*.

In the specimens analyzed by Silva Santos (1990), the caudal fin was not described because its preservation occurred under the skull. However, this author makes a brief description indicating that the fin is deeply forked and apparently of homocercal type. Brito (1997) points out that the *V. longirostris* caudal fin is bifurcated and has 20 main rays. In specimen MPSC P 1156 the caudal fin is well preserved with some disjointed rays; it is forked and has 20 rays, including marginal ones (10 in the upper part and 10 in the lower part). The main rays of the upper and lower part are partially fragmented. The three marginal rays of the upper part have shorter lengths, the third being slightly smaller than the first; the second ray approaches the fourth segment of the fourth ray.

The scales visualized in the described specimens are arranged in longitudinal series. As seen in the specimens MPSC P 1156 and MPSC P 4002, the scales lining the body of this species are lepisosteoid type, overlapped and articulated in the peg-and-socket system, as observed in the specimens of the Marizal Formation. Of the studied specimens, little can be seen from the axial skeleton. Only a few vertebrae were preserved, which are present in the MPSC P 1156 and MPSC P 4002 specimens, with longer than tall vertebral centers, as noted by Silva Santos (1990).

No interopercular bones were identified from the bones of the opercular cluster in the analyzed specimens, as well as in the specimens analyzed by Silva Santos (1990) and Brito (1997). The interoperculum is absent in all *Aspidorhynchidae*, making the absence of this bone

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

a homoplasy, which sustains the monophyly of this family (Brito 1997, Cantalice et al. 2018). The operculum of the analyzed specimens has a quadrangular shape, with the lower and posterior edges having a slight curvature. In *V. comptoni* species, the operculum has a longer ventral edge than the dorsal edge (Figure 6-B); the posterior edge is strongly convex (Brito 1997). In *V. ferrusquiat*, the operculum has a kidney shape, being taller than long; the anterior edge is straight, the ventral edge is sinuous, and the back and dorsal edges are curved (Figure 6-C). The ventral region of the operculum is more extended than the dorsal region (Cantalice et al. 2018).

6. Conclusion

The Santana Group of the Araripe Basin is recognized for presenting a great diversity of fish and for the numerous studies on the species found there; even so, further analyses are still needed to better understand this diversity. Thus, this work contributes with the most complete and detailed description of a third Aspidorhynchidae cited for the Araripe Basin: the *Vincifur longirostris* species, found in black shales, which is the most basal part of the Romualdo Formation. Although the specimens described in this analysis do not have an excellent preservation, which is common to most fish fossils of the Romualdo Formation, these specimens have unprecedented diagnostic characteristics that have not observed in previous studies, such as the caudal fin and the premaxillary teeth. In addition to these new characteristics, other characters were identified in the analyzed specimens, such as the dorsal region of the operculum more extended than the ventral region and the morphology of the premaxillary and predentary, which confirms the most complete record of *V. longirostris* for the Araripe Basin. In addition to the new data presented, this work extends the occurrence of this taxon to another basin of the interior of the Brazilian Northeast (Figure 7); consequently, further fieldwork in sedimentary basins of the same age will be necessary.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

7. Acknowledgments

The team thanks Dr. Emanuel Fará, for his contribution during the collect of the MPSC P4003 specimen. We would like to thank the Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP to FJL (SPU: 9871903/2018), RAMB (#BMD-0124-00302.01.01/19) and AAFS (#BP3-013900202.01.00/18), also Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq to FJL (#305705/2019-9). RAMB thanks Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) to RAMB – Finance code 001 (CAPES #88887.162865/2018-00).

8. Author contributions

All authors contributed equally to data collection, research and writing of the manuscript.

8. References

- AGASSIZ L. 1841. On the fossil fishes found by Mr. Gardner in the province of Ceará, in the North of Brazil. *Edinb. New Philos. j* 30: 82-84.
- APPLEGATE S. 1996. An overview of the Cretaceous fishes of the quarries near Tepexi de Rodriguez, Puebla. *In: arratia, g. and g. viðhl, (eds.): Mesozoic Fishes-Systematics and Paleocology*. Verlag Dr. F. Pfeil, München. p. 529-538.
- ARRATIA G. 2001. The sister-group of Teleostei: consensus and disagreements. *J Vertebr Paleontol*, 21: 767-773. [https://doi.org/10.1671/0272-4634\(2001\)021\[0767:tsgotc\] 2.0.co;2](https://doi.org/10.1671/0272-4634(2001)021[0767:tsgotc] 2.0.co;2).

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

ARRATIA G. 2013. Morphology, taxonomy, and phylogeny of Triassic pholidophorid fishes (Actinopterygii, Teleostei). *J. Vertebr. Paleontol.* 33, sup1: 1-138. <https://doi.org/10.1080/02724634.2013.835642>.

BENVENUTI MA & FISCHER LG. 2010. Peixes: Morfologia e Adaptações. *Cad. Ecol. Aquat.* 5(2): 31-54.

BRITO PM. 1988. La structure du suspensorium de *Vincifur*, Poisson Actinoptérygien Mésozoïque: remarques sur les implications phylogénétiques. *GEOBIOS-LYON* 21 (6): 819-823.

BRITO PM. 1997. Révision des Aspidorhynchidae (Pisces: Actinopterygii) du Mésozoïque: ostéologie et relations phylogénétiques, données environnementales et biogéographiques. *GEODIVERSITAS* 19(4): 681-772.

BRITO PM. 2007. The Crato Formation Fish Fauna. In: Martill DM, Bechly G, Loveridge RF (Eds.), *The Crato Fossil Beds of Brazil*. Cambridge University Press, New York, 625 p.

BRITO PM & SUÁREZ ME. 2003. Late Cretaceous *Belonostomus* (Pisces, Actinopterygii, Aspidorhynchidae) from Algarrobo, Chile, with comments on aspidorhynchid paleodistribution in South America. *Rev. Geol. Chile* 30(1): 117-127.

BRITO PM & YABUMOTO Y. 2011. An updated review of the fish faunas from the Crato and Santana formations in Brazil, a close relationship to the Tethys fauna. *Bull. Kitakyushu Museum of Natural History and Human History Ser. A*, 9:107-136.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

BRITO PM, LEAL MEC & GALLO V. 2013. New Lower Cretaceous guitarfish (Chondrichthyes, Batoidea) from the Santana Formation, Northeastern Brazil. Bol Mus Nac Rio de Janeiro, Nova Série, Geologia 76: 1-13.

CANTALICE KM, ALVARADO-ORTEGA J, BRITO P. 2018b. On the occurrence of *Vinctifer ferrusquial* sp. nov. (Actinopterygii, Aspidorhynchiiformes) in the Kimmeridgian (Late Jurassic) deposits near Tlaxiaco, Oaxaca, southern Mexico. Rev Mex Cienc Geol 35(2): 179-187.

FIGUEIREDO FJ & GALLO V. 2004. A new teleost fish from the Early Cretaceous of Northeastern Brazil. Bol Mus Nac Rio de Janeiro, Nova Série, Geologia 73: 1-23.

GALLO V, FIGUEIREDO FJ & AZEVEDO SA. 2009. *Santanasalmo elegans* gen. et sp. nov., a basal Euteleostean fish from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeastern Brazil. Cretaceous Res 30(6): 1357-1366.

GOUIRIC-CAVALLI S. 2015. *Jonoichthys chalhwa* gen. et sp. nov., a new Aspidorhynchiiform (Osteichthyes, Neopterygii, Teleostei) from the marine Upper Jurassic sediments of Argentina, with comments about paleobiogeography of Jurassic aspidorhynchids. Comptes Rendus Palevol, 14: 291-304. <https://doi.org/10.1016/j.crpv.2015.03.007>.

JORDAN DS. 1919. New genera of fossil fishes from Brazil. Proc Acad Nat Sci 71: 208-210.

JORDAN DS. 1921. Peixes cretáceos do Ceará e Piauí. Monographias do Serviço geológico e mineralógico 3: 1-97.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

KELLNER AWA. 1990. Short note on a new dinosaur (Teropoda, Coelurosauria) from the Santana Formation (Romualdo Member, Albian), Northeastern Brazil. *Bol Mus nac Rio de Janeiro, Geologia*, 49:1-8.

MAISEY JG. 1991. *Santana fossils - An Illustrated Atlas*. Tropical Fish Hobbyist Publications, New Jersey, USA, 459 p.

MAISEY JG. 1993. A New Clupeomorph Fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil. *Am Mus Novit* 3076: 1-15.

MARTILL DM, BECHLY G & LOVERIDGE RF. 2007. *The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an Ancient World*. Cambridge, Cambridge University Press, 625 p.

MOODY JM, MAISEY JG. 1994. New Cretaceous marine vertebrate assemblages from North-Western Venezuela and their significance. *J. Vertebr. Paleontol* 14: 1-8.

NELSON JS, GRANDE T, WILSON MVH. 2016. *Fishes of the World*, fifth edition. J. Wiley and Sons, New York, 70 pp.

PARMÉRA TCC, GALLO V, SILVA HM, FIGUEIREDO FJ. 2019. Distributional patterns of Aptian-Albian paleoichthyofauna of Brazil and Africa based on Track Analysis. *Na Acad Cienc* 91: e20160456. DOI 10.1590/0001-3765201720160456.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

POLCK MAR, CARVALHO MSS, MIGUEL R, GALLO V. 2015 Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da Bacia do Araripe. Rio de Janeiro. CPRM. 69 p.

SARAIVA AAF, BARROS AO, BANTIM RAM & LIMA FJ. 2015. Guia para trabalhos de campo em paleontologia na Bacia do Araripe. 2nd Ed., Crato: 88 p.

SARAIVA AAF, HESSEL MH, GUERRA NC. E FARA E. 2007 - Concreções calcárias da Formação Santana, Bacia do Araripe: uma proposta de classificação. Est Geol [UFPE], Recife, 17(1): 40-57.

SAYÃO JM, VILA NOVA BC, FRANCA MAG, OLIVEIRA GR, SARAIVA AAF. 2015. Fósseis do Araripe - Um exemplo de diversidade ao longo do tempo profundo. In: ALBUQUERQUE UP, MEIADO MV. Sociobiodiversidade na Chapada do Araripe. 1nd ed. Recife., NUPEEA 273-289.

SCHULTZ HP, STÖHR D. 1996. *Vincifer* (Pisces, Aspidorhynchidae) aus de unterkreide (oberes aptium) von kolumbien. Neues Jahrb. Geol. Paläontol. Abh 199: 395-415.

SILVA SANTOS R. 1945. Revalidação de *Aspidorhynchus comptoni* Agassiz, do Cretáceo do Ceará, Brasil. Notas prelim, Est. Div. Geo. Minerl. D.N.P.M, Rio de Janeiro. 29: 1-12.

SILVA SANTOS R. 1958. *Leptolepis dasilii* novo peixe fóssil da serra do Araripe. Divisão de Geologia e Mineralogia, Notas preliminares e Estudos 108: 1-15.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

SILVA SANTOS R. 1968. A paleoictiofauna da formação Santana Euselachii. *An Acad Bras Cienc*, 40 (4): 491–497.

SILVA SANTOS R. 1972. Peixes da Formação Marizal, Estado da Bahia. Thèse de Doctorat (inédite), Université de Sao Paulo, 76 p.

SILVA SANTOS R. 1990. *Vincifer longirostris* Silva Santos, 1972, do Cretáceo Inferior da Formação Marizal, Estado da Bahia, Brasil. *An Acad Bras Cienc* 62: 251-259.

VLANA MS, BRITO PM, SILVA-TELLES AC. 1989. Paleontologia de uma camada de folhelhos pirobetuminosos do Membro Romualdo, Formação Santana na Mina Pedra Branca, Ceará. In *Anais do XI Congresso Brasileiro de Paleontologia*, Blumenau: 207-217.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Figure legends

Figure 1. Distribution of the genus *Vinctifer* in Latin America.

Figure 2: Skull reconstruction of *Vinctifer longirostris*. Modified from Cantalice et al. (2018). Abbreviations: Ang: angular; Cl: cleithrum; Dsp: dermosphenotic; Mx: maxila; Na: nasal; Op: opercle; Pdt: predentary; Pmx, premaxila; Po: postorbital; Pop: preopercle; Post: posttemporal; Rart: retroarticular; Ro: rostral; Scl: sclerotic ring; S. clt: supracleitrum; Soc: supraoccipital; Sop: subopercle.

Figure 3: Specimen MPSC P 1156. A) View of the full specimen, scale bar 10 mm. B) View of the full specimen under ultraviolet light, scale bar 10 mm. C) Approximate view of the premaxillary and maxillary, scale bar 1 mm. D) Approximate view of the pelvic fin, the yellow arrow point the pelvic fins, scale bar 1 mm. E) Approximate view of the caudal fin, scale bar 1 mm. F) Approximate view of the roof skull, the yellow arrow point the sensorial canal, scale bar 1 mm.

Figura 4: Specimen MPSC P 4002, scale bar 10 mm.

Figure 5: Specimen MPSC P 4003. A) View of the full specimen, scale bar 10 mm. B) View of the full specimen under ultraviolet light, scale bar 10 mm. C) Approximate view of the teeth in the premaxillary and maxillary set, the yellow asterisk indicating the teeth, scale bar 1 mm.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Figure 6: Comparisons of *Vinctifer* genus skull in right lateral view. A) *Vinctifer longirostris*.
B) *Vinctifer comptoni*. C) *Vinctifer ferrusquiai*. Modified from Cantalice et al. (2018).

Figure 7: Life reconstruction of *Vinctifer longirostris*. Art work of João Eudes.

For Review Only

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60



Distribution of the genus Vincetifer in Latin America.

<https://mc04.manuscriptcentral.com/aabc-scielo>

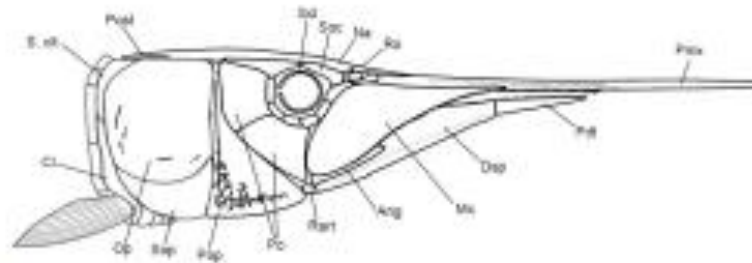


Figure 2: Skull reconstruction of *Vincifer longirostris*. Modified from Cantalice et al. (2018). Abbreviations: Ang: angular; Cl: cleithrum; Dsp: dermosphenotic; Mx: maxilla; Na: nasal; Op: opercle; Pdt: preopercle; Pmx, premaxilla; Po: postorbital; Pop: preopercle; Post: posttemporal; Rart: retroarticular; Ro: rostral; Sci: sclerotic ring; S. cit: supraclithrum; Soc: supraoccipital; Sop: subopercle.

160x54mm (300 x 300 DPI)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

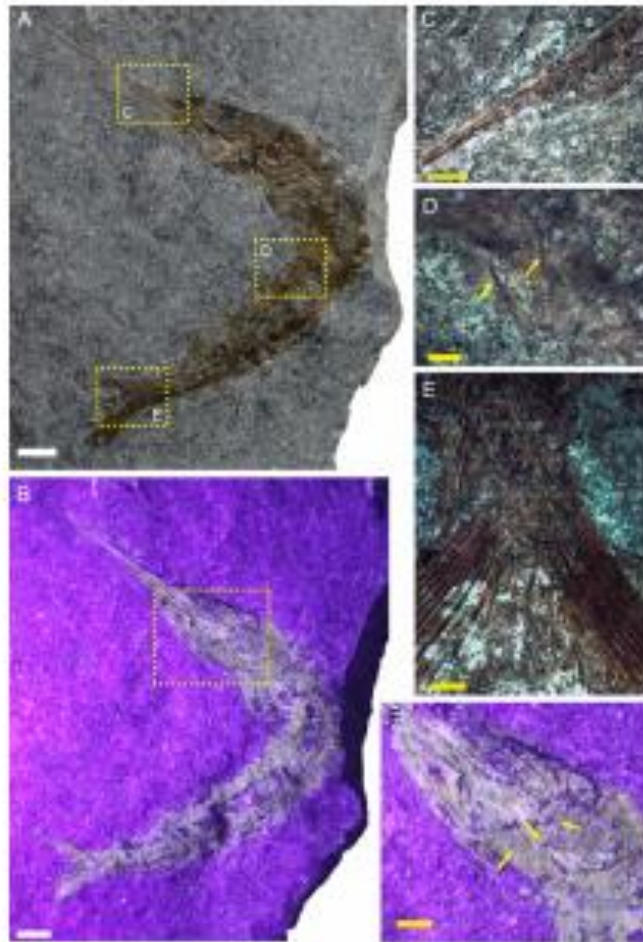


Figure 3: Specimen MPSC P 1156. A) View of the full specimen, scale bar 10 mm. B) View of the full specimen under ultraviolet light, scale bar 10 mm. C) Approximate view of the premaxillary and maxillary, scale bar 1 mm. D) Approximate view of the pelvic fin, the yellow arrow point the pelvic fins, scale bar 1 mm. E) Approximate view of the caudal fin, scale bar 1 mm. F) Approximate view of the roof skull, the yellow arrow point the sensorial canal, scale bar 1 mm.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

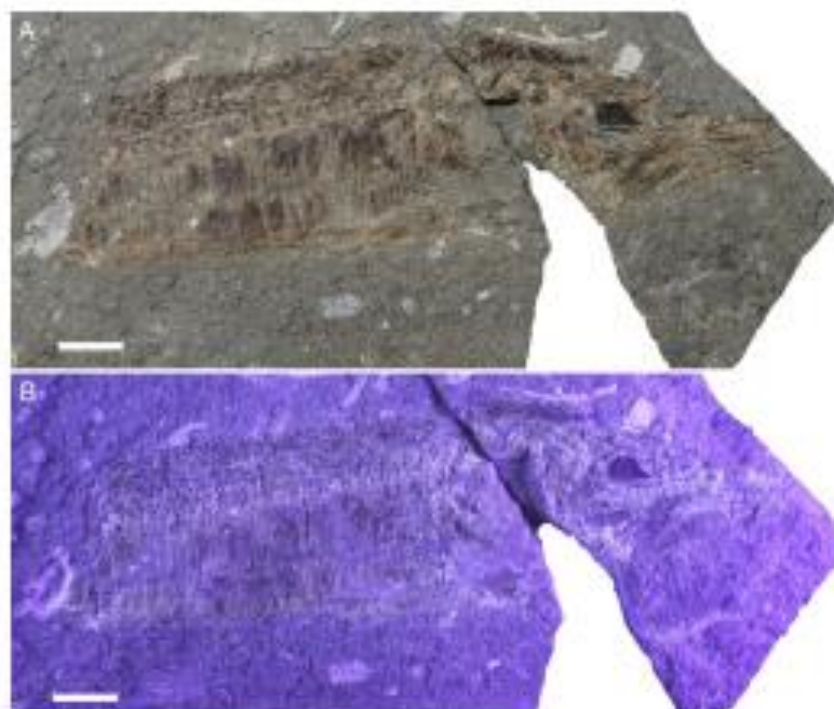


Figure 4: Specimen MPSC P 4002, scale bar 10 mm.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

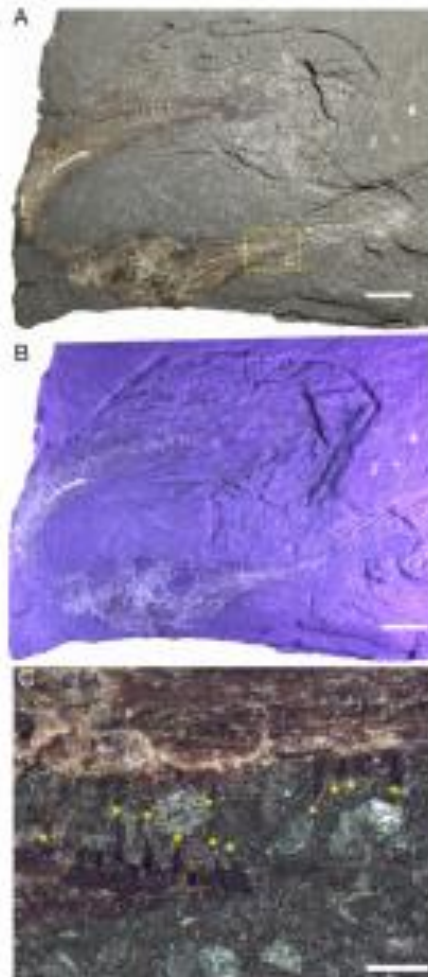


Figure 5: Specimen MPSC P 4003. A) View of the full specimen, scale bar 10 mm. B) View of the full specimen under ultraviolet light, scale bar 10 mm. C) Approximate view of the teeth in the premaxillary and maxillary set, the yellow asterisk indicating the teeth, scale bar 1 mm.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

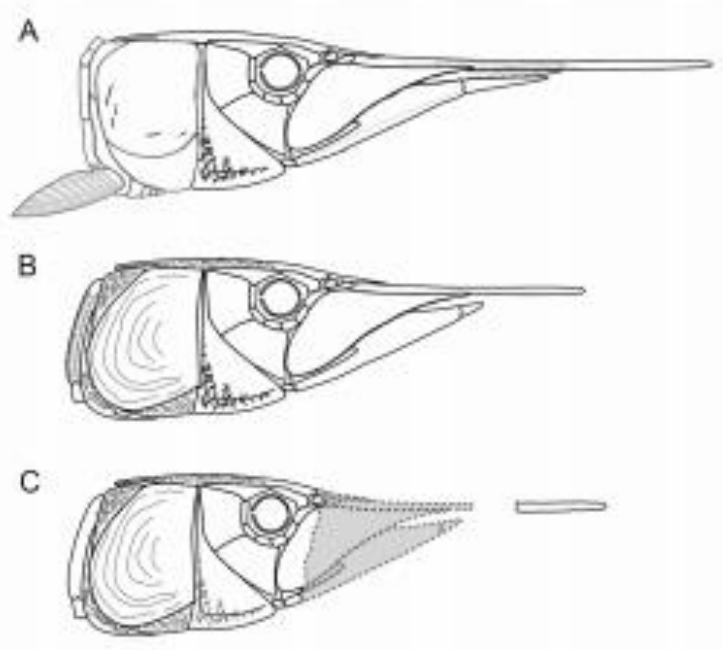


Figure 6: Comparisons of Vincifer genus skull in right lateral view. A) *Vincifer longirostris*. B) *Vincifer comptoni*. C) *Vincifer ferrusquiai*. Modified from Cantalice et al. (2018).

160x142mm (300 x 300 DPI)

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

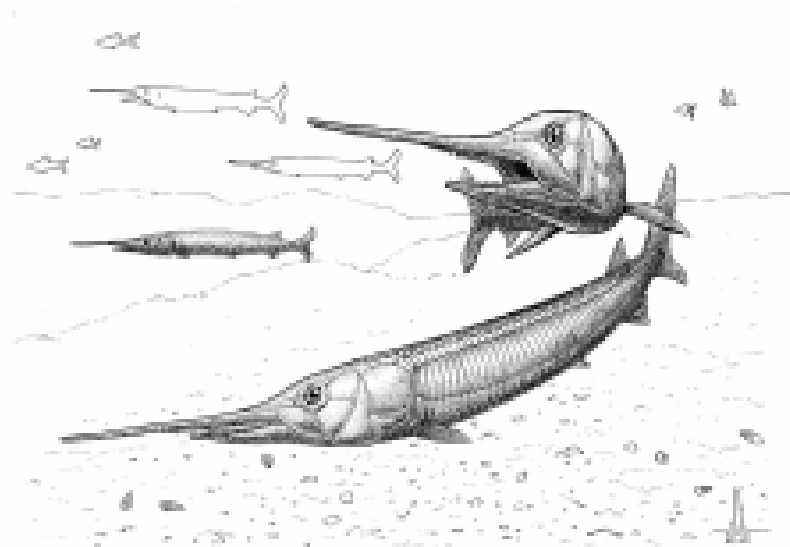


Figure 7: Life reconstruction of *Vinclifer longirostris*. Art work of João Eudes.