



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

GABRIEL LEVI BARBOSA LOPES

**PALEOECOLOGIA E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA PALEOICTIOFAUNA DA
FORMAÇÃO ROMUALDO, APTIANO-ALBIANO DA BACIA DO ARARIPE,
NORDESTE DO BRASIL**

Recife – PE

2025

GABRIEL LEVI BARBOSA LOPES

**PALEOECOLOGIA E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA PALEOICTIOFAUNA DA
FORMAÇÃO ROMUALDO, APTIANO-ALBIANO DA BACIA DO ARARIPE,
NORDESTE DO BRASIL**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito final para a obtenção do título de Doutor em Geociências

Área de concentração: Geociências -
Paleontologia

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

Co-orientadora: Prof.^a Dr.^a Valéria Gallo

Recife – PE

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Lopes, Gabriel Levi Barbosa.

Paleoecologia e distribuição geográfica da Paleoictiofauna da formação Romualdo, Aptiano-albiano da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil / Gabriel Levi Barbosa Lopes. - Recife, 2025.

191f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2025.

Orientação: Alcina Magnólia da Silva Franca.

Coorientação: Valéria Gallo da Silva.

Inclui referências e apêndices.

1. Peixes fósseis; 2. Taxonomia; 3. Paleoecologia; 4. Fauna associada; 5. Cretáceo inferior. I. Franca, Alcina Magnólia da Silva. II. Silva, Valéria Gallo da. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

GABRIEL LEVI BARBOSA LOPES

**PALEOECOLOGIA E DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DA PALEOICTIOFAUNA DA
FORMAÇÃO ROMUALDO, APTIANO-ALBIANO DA BACIA DO ARARIPE,
NORDESTE DO BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal de Pernambuco Centro de Tecnologia e Geociências, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Geociências. Área de concentração: Geociências – Paleontologia.

Aprovado em: 13/03/2025

BANCA EXAMINADORA

Dra. Valéria Gallo da Silva (Coorientadora)
Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Dr. Gustavo Ribeiro de Oliveira (Examinador Interno)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Hanna Carolina Lins de Paiva (Examinadora Externa)
Universidade Estadual do Rio de Janeiro

Dra. Márcia Aparecida dos Reis Polck (Examinadora Externa)

Dr. Orangel Antonio Aguilera Socorro (Examinador Externo)
Universidade Federal Fluminense

Dr. Paulo Andreas Backup (Examinador Externo)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Dedico este trabalho à minha família e a todos que, direta ou indiretamente, me auxiliaram nesta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao Programa de Pós-graduação em Geociências, à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação de Apoio ao Desenvolvimento (FADE) e à PETROBRÁS por todo suporte fornecido ao longo do doutorado.

Agradeço também toda orientação técnica que recebi da professora Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto, da professora Dra. Valéria Gallo da Silva, do professor Dr. Francisco José de Figueiredo e de todos os outros professores que compuseram a banca e contribuíram para esta tese.

Agradeço imensamente ao meu pai Oscar Lopes, minha mãe Rejane Lopes e minha irmã Rebeca Lopes por todo apoio e escuta, não só ao longo desses cinco anos, mas também durante toda minha formação acadêmica.

Agradeço também ao meu companheiro Stephan e ao meu amigo Jefferson, que, durante esse processo, tornaram a caminhada muito mais leve, além de me apoiarem e me acolherem nos momentos difíceis.

Agradeço à minha psicóloga Vanessa por todo apoio psicológico que recebi, não apenas em relação à minha caminhada acadêmica, mas também em minha vida pessoal.

Também não posso deixar de agradecer às pessoas que fizeram e fazem parte do Paleolab: Yumi, Anny, Rudah, Camila, Rilda, Johnson, Bruno Fernandes e Bruno Gomes, Malu, Anne, Rizoaldo, Priscila, Márcia, Ricardo, Nilmara, Flávia, David, Ludimila, Karol e muitos outros. Com eles, brinquei, sorri e gargalhei. Experimentei alegrias que, com certeza, não viveria em nenhum outro lugar, e tudo isso contribuiu para tornar toda essa caminhada mais leve.

Deixo um agradecimento especial a Yumi Assakura e Rudah pela ajuda técnica com os equipamentos do laboratório, a Rizoaldo pela colaboração na construção do segundo artigo desta tese e a Anne pelo auxílio com as ferramentas do Word.

Agradeço também o apoio dos meus amigos da escola: Yuri, Géssica, Karoline, Renata, Yago e Rayanne; e dos Bianos: Millena, Camila, Gustavo, Eduardo, Cláudio e Karol. Por fim, mas não menos importante, gostaria de agradecer a todos os meus companheiros do Akasha e amigos do curso de teatro da escola João Pernambuco.

RESUMO

O presente trabalho levantou novos dados taxonômicos, paleoecológicos e de distribuição da paleoictiofauna da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe. O material analisado é proveniente de 27 afloramentos distribuídos em nove municípios nos estados do Piauí, Pernambuco e Ceará, Nordeste do Brasil. Através do índice de *Bray-Curtis*, foram analisados o grau de similaridade na dominância e biomassa entre os táxons, visando mostrar os táxons mais dominantes na bacia. O trabalho também abordou aspectos paleoautoecológicos por meio da coleta de dados morfométricos, análise de atributos ecomorfológicos (altura relativa, altura relativa do pedúnculo caudal e proporção da nadadeira caudal) e promoveu uma ampla revisão bibliográfica sobre paleoecologia e paleogeografia da paleoictiofauna. O material para este trabalho consistiu em 712 espécimes, identificados em 14 famílias e 21 táxons (gêneros e espécies). A tese é apresentada na forma de dois artigos científicos. O primeiro, “*Diversidade e distribuição da paleoictiofauna da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil*”, submetido à revista “*Paleobiodiversity and Paleoenvironments*”, mostrou que as espécies marinhas *Vinctifer comptoni*, *Rhacolepis buccalis*, *Notelops brama*, *Cladocycclus gardneri*, *Calamopleurus cylindricus*, *Brannerion* sp., *Tharrhias araripis*, *Noeproscinetes penalvai*, *Santanichthys diasii* e *Paraelops cearensis* foram associadas à maior dominância e biomassa da Formação Romualdo, diferindo da associação de *Araripelepidotes temnurus*, *Mawsonia gigas* e *Tribodus limae*, típica de ambiente lacustre ou lagunar. A distribuição paleogeográfica da paleoictiofauna apresenta influência tetiana, visto que várias espécies também ocorrem na Colômbia, Venezuela, México, Itália e Tunísia, e a presença de 11 táxons na Bacia do Parnaíba sugere a ingressão marinha pelo norte do Brasil. O segundo artigo, “*Sistemática e paleoautoecologia de peixes Clupeocephala da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe, NE, Brasil*” submetido à revista “*Journal of Anatomy*” comparou e ampliou a descrição de *Beurlenichthys ouricuriensis* e *Clupavus brasiliensis*, bem como comparou com a descrição feita para *Clupavus maroccanus*. Este artigo também permitiu inferir aspectos de paleoautoecologia desses táxons por meio da morfometria e análises de caracteres ecomorfológicos, identificando que *C. brasiliensis* era nadador mais rápido e dispndia menor gasto energético quando comparado a *B. ouricuriensis*.

Palavras-chave: Peixes fósseis; Taxonomia; Paleoecologia; Fauna Associada; Cretáceo inferior

ABSTRACT

The present work presented new taxonomic, paleoecological and distribution data of the paleoichthyofauna of the Romualdo Formation, Lower Cretaceous of the Araripe Basin. The analyzed material comes from 27 outcrops distributed in nine municipalities in the states of Piauí, Pernambuco and Ceará. Through the Bray-Curtis Index, the degree of similarity in dominance and biomass between taxa was analyzed, showing the most dominant taxa in the basin. The work also addressed paleoautoecological aspects through the collection of morphometric data and the analysis of ecomorphological attributes (relative height, relative height of the caudal peduncle and proportion of the caudal fin) and promoted a broad bibliographic review on paleoecology and paleogeography of the paleoichthyofauna. The material for this work consisted of 712 specimens, identified in 14 families and 21 taxa (genera and species). The thesis is presented in the form of two scientific articles. The first, “*Diversity and distribution of the paleoichthyofauna of the Romualdo Formation, Aptian-Albian of the Araripe Basin, Northeastern Brazil*”, submitted to the journal “*Paleobiodiversity and Paleoenvironments*”, showed that marine species *Vinctifer comptoni*, *Rhacolepis buccalis*, *Notelops brama*, *Cladocycclus gardneri*, *Calamopleurus cylindricus*, *Brannerion* sp., *Tharrhias araripis*, *Noeoprosinetes penalvai*, *Santanichthys diasii* e *Paraelops cearensis* were associated with the greatest dominance and biomass of the Romualdo Formation, differing from the association of *Araripelepidotes temnurus*, *Mawsonia gigas* and *Tribodus limae*, typical of lacustrine or lagoon environments. The paleogeographic distribution of the paleoichthyofauna shows Tethyan influence, since several species also occur in Colombia, Venezuela, Mexico, Italy and Tunisia, and the presence of 11 taxa in the Parnaíba Basin suggests marine ingression from northern Brazil. The second article “*Systematics and paleoautoecology of Clupeocephala fishes from the Romualdo Formation, Aptian-Albian of the Araripe Basin, NE, Brazil*” submitted to the “*Journal of Anatomy*” compared and expanded the description of *Beurlenichthys ouricuriensis* and *Clupavus brasiliensis*, as well as compared it with the description made for *Clupavus maroccanus*. This article also allowed inferring aspects of the paleoautoecology of these taxa, through morphometry and analysis of ecomorphological characters, allowing us to identify that *C. brasiliensis* was a faster swimmer and expended less energy, when compared to *B. ouricuriensis*.

Keywords: Fossil fish; Taxonomy; Paleoecology; Associated fauna; Lower Cretaceous

LISTA DE FIGURAS

TESE

- Figura 1 – Mapa geológico e posicionamento geográfico da Bacia do Araripe. Fonte: Modificado de Lemos et al. (2023). Legenda: O mapa mostra a extensão geográfica da Bacia do Araripe e seus estratos sedimentares, de acordo com os estágios tectônicos responsáveis por sua formação..... 26
- Figura 2 – Fósseis do Grupo Santana. Fonte: O autor, 2025. Legenda: A – *Dastilbe crandalli*, calcário laminado da Formação Crato (escala, 5cm); B - *Notelops brama*, em concreções calcárias da Formação Romualdo (escala, 5cm). 27
- Figura 3 – Afloramento da Formação Romualdo. Fonte: O autor, 2025. Legenda: Mineradora de gipsita Vale do Silício, localizada no município de Araripina/PE. 30
- Figura 4 – Mapa geológico da área de estudo, mostrando a localização dos sítios fossilíferos. Fonte: Modificado de Lemos *et al.* (2023). Legenda: 1 – Taquari (CE); 2 – Sobradinho (CE); 3 – Lagoa do Alto (CE); 4 – Lagoa de Souza (CE); 5 – Engenho d'água (CE); 6 – Sítio Lagoa (CE); 7 – Engenho Velho (CE); 8 – Vieira (CE); 9 – Avenida Wilson (CE); 10 – Boa Vista (CE); 11 – Cedro (PE); 12 – Santo Antônio (PE); 13 – Zé Gomes (PE); 14 – São Félix (PE); 15 – Riacho da Cascavel (CE); 16 – Marçal (PE); 17 – Saudade (PE); 18 – Escorrego; 19 – Mina Serrolândia (PE); 20 – Mina VMB (PE); 21 – Serra do Inácio (PE); 22 – Mina Gregório (PE); 23 – Mina Vale do Silício (PE); 24 – Mina Alto alegre (PE); 25 – Serra do Félix (PI); 26 – Caminho Novo (PI); 27 – Ladeira do Berlenga (PI) 39
- Figura 5 – Material utilizado para preparação mecânica. Fonte: O autor, 2025. Legenda: Material composto por martelo, pinças, talhadeiras e equipamento de EPI 42
- Figura 6 – Indicações para coleta de dados morfométricos, de acordo com Figueiredo e Gallo (2004) e Sambilay (1990). Fonte: Gatz (1979b), Figueiredo e Gallo (2004) e Sambilay (1990). Legenda: CBNA: comprimento da base da nadadeira anal; AMC: altura máxima do corpo; APC: altura do pedúnculo caudal; CPC: comprimento do pedúnculo caudal; CBND: comprimento da base da nadadeira dorsal; AC: altura da cabeça; CC: comprimento da cabeça; CPA: comprimento pré-anal; CPD: comprimento pré-dorsal; CPPT: comprimento pré-peitoral; CPP: comprimento pré-pélvico; CP: comprimento padrão; CT: comprimento total; ANC: altura da nadadeira caudal; ASNC: área de superfície da nadadeira caudal 44

ARTIGO 1

Figura 1: Mapa geológico da Bacia do Araripe e localização dos sítios fossilíferos estudados: 1 – Taquari (CE); 2 – Sobradinho (CE); 3 – Lagoa do Alto (CE); 4 – Lagoa de Souza (CE); 5 – Engenho d’água (CE); 6 – Sítio Lagoa (CE); 7 – Engenho Velho (CE); 8 – Vieira (CE); 9 – Avenida Wilson (CE); 10 – Boa Vista (CE); 11 – Cedro (PE); 12 – Santo Antônio (PE); 13 – Zé Gomes (PE); 14 – São Félix (PE); 15 – Riacho da Cascavel (CE); 16 – Marçal (PE); 17 – Saudade (PE); 18 – Escorrego; 19 – Mina Serrolândia (PE); 20 – Mina VMB (PE); 21 – Serra do Inácio (PE); 22 – Mina Gregório (PE); 23 – Mina Vale do Silício (PE); 24 – Mina Alto alegre (PE); 25 – Serra do Félix (PI); 26 – Caminho Novo (PI); 27 – Ladeira do Berlenga (PI)..... 52

Figura 2: Perfil estratigráfico dos afloramentos de Serra do Félix (PI), mina Alto Alegre (PE) e mina Gregório (PE), Formação Romualdo/Grupo Santana, região ocidental da Bacia do Araripe. A – Argila; S – Siltito; MF – Muito fina; F – Fina; M – Média; G – Grossa; MG – Muito Grossa. 54

Figura 3: Perfil estratigráfico dos afloramentos de Serra do Inácio (PE), mina VMB (PE), mina Vale do Silício (PE) e Escorrego (PE), Formação Romualdo/Grupo Santana, região ocidental da Bacia do Araripe. A – Argila; S – Siltito; MF – Muito fina; F – Fina; M – Média; G – Grossa; MG – Muito Grossa. 55

Figura 4: Perfil estratigráfico dos afloramentos de Zé Gomes (PE), Riacho da cascavel (CE) e Santo Antônio (PE), Formação Romualdo/Grupo Santana, região central da Bacia do Araripe. A – Argila; S – Siltito; MF – Muito fina; F – Fina; M – Média; G – Grossa; MG – Muito Grossa. 56

Figura 5: Perfil estratigráfico do afloramento Sobradinho, Formação Romualdo/Grupo Santana, região oriental da Bacia do Araripe (CE). A – Argila; S – Siltito; MF – Muito fina; F – Fina; M – Média; G – Grossa; MG – Muito Grossa. 57

Figura 6: A - *Rhacolepis buccalis* (Escala, 10cm. MCNHBJ, N° 0083, Sítio Sobradinho); B - *Vinctifer comptoni* (escala 5cm. DEGEO/CTG/UFPE 8785, Mineradora Agaci). C - *Notelops brama* (Escala, 10cm. DEGEO/CTG/UFPE 9502, Mina Alto Alegre)..... 59

Figura 7: A - *Cladocyclus gardneri* (Escala, 10cm. DEGEO/CTG/UFPE 8523, Zé Gomes); B - *Calamopleurus cylindricus* (Escala, 10cm. DEGEO/CTG/UFPE 9504, Distrito de Rancharia)..... 60

Figura 8: A - *Brannerion* sp. (Escala, 10cm. DEGEO/CTG/UFPE 9505, Santo Antônio); B - *Tharrhias araripis* (Escala, 10cm. DEGEO/CTG/UFPE 9506, Sítio Sobradinho); C - *Araripelepidotes temnurus* (Escala, 10cm. MCNHBJ, N° 0042b, Sítio Sobradinho)..... 61

Figura 9: A – *Araripichthys castilhoi* (Escala, 10cm. DGEO/CTG/UFPE 7678, Santana do Cariri); B – *Neoproscinetes penalvai* (Escala, 5cm. DGEO/CTG/UFPE 8266, Zé Gomes)..... 62

Figura 10: A - <i>Paraelops cearensis</i> (Escala, 10cm. DGEO/CTG/UFPE 7567, Mina Gregório); B - <i>Beurlenichthys ouricuriensis</i> (Escala, 8mm. DGEO/CTG/UFPE 8500, Mina VMB).....	63
Figura 11: A - <i>Clupavus brasiliensis</i> (Escala, 10mm (DGEO/CTG/UFPE 9508, Serra do Inácio); B - <i>Placidichthys bidorsalis</i> (Escala, 2mm. DGEO/CTG/UFPE 9509, Mina VMB); C – <i>Santanichthys diasii</i> (Escala, 5mm. DGEO/CTG/UFPE 9507, Serra do Félix).....	64
Figura 12: A) – <i>Axelrodichthys araripensis</i> (Escala, 10cm. DGEO/CTG/UFPE 8598, Sítio Cedro); B – <i>Mawsonia gigas</i> (Escala, 10cm. MCNHBJ, N° 0354, Sítio Sobradinho).....	65
Figura 13: A) – <i>Iansan beurleni</i> (Escala, 10cm. DGEO/CTG/UFPE 2510, Mina Alto Alegre); B) – <i>Tribodus limae</i> (Escala, 10cm. MCNHBJ, N° 185, Sítio Sobradinho).....	66
Figura 14: Análise de agrupamento baseado na similaridade da abundância e biomassa de peixes da Formação Romualdo. Foram identificados três grupos (I, II e III), e quatro subgrupos no grupo três (III-A, III-B, III-C e III-D).	68
Figura 15: Distribuição paleogeográfica de parte da paleoictiofauna da Formação Romualdo durante o Aptiano/Albiano. 1 - Bacia de Pietraraja; 2 - Bacia Chotts e Gafta/Tunísia; 3 - Chanini/Tunísia; 4 - Gara Samani/Argélia; 5 - Formação Tlayúa; 6 – Formação Paja/Colômbia; 7 - Grupo Congollo/Venezuela; 8 - Bacia de São Luís/Grajaú; 9 - Bacia do Parnaíba; 10 - Bacia do Araripe; 11 - Bacia do Tucano; 12 - Bacia de Sergipe/Alagoas; 13 - Bacia do Eromonga. Os pontos vermelhos indicam a ocorrência da paleoictiofauna; A linha de triângulos verdes indica o fluxo da ingressão marinha na Bacia do Araripe	90

ARTIGO 2

Figura 1: Mapa geológico da área de estudo. 1 – VMB, Araripina/PE; 2 – Serra do Inácio, Ouricuri/PE; 3 – Mina Gregório, Araripina/PE; 4 – Mina Vale do Silício, Araripina/PE.	105
Figura 2: Seções estratigráficas da Formação Romualdo nos afloramentos Serra do Inácio e das Minas Gregório, Vale do silício e VMB	107
Figura 3: Indicações para coleta de dados morfométricos, de acordo com Figueiredo & Gallo (2004) e Sambilay (1990).	112
Figura 4: <i>Beurlenichthys ouricuriensis</i> (DGEO/CTG/UFPE 8500) – Escala: 1 cm.	115
Figura 5: Cabeça do <i>Beurlenichthys ouricuriensis</i> , DGEO/CTG/UFPE 8500. A) Visão geral de todos os elementos que compõem a cabeça do espécime DGEO/CTG/UFPE 8500 – Escala: 1	

mm; B) Desenho interpretativo da cabeça vista na figura A; C) Porção pré-orbital da cabeça com destaque para as maxilas superior e inferior do espécime – Escala: 0,5 mm; D) Série opercular e parte do suspensório mandibular – Escala: 0,5 mm..... 119

Figura 6: Cintura escapular do espécime DGEO/CTG/UFPE 8500. A) Visão geral dos elementos que compõem a cintura escapular – Escala: 0,5mm; B) Separação em cores dos elementos ósseos da cintura escapular – Escala: 0,5 mm 120

Figura 7: Coluna vertebral e nadadeiras medianas do espécime DGEO/CTG/UFPE 8500A e B). A) Coluna vertebral e seus elementos associados – Escala: 2 mm; B) Vértebras abdominais e nadadeira dorsal e seus pterigióforos – Escala: 1 mm; C) Osso pélvico associado aos raios da nadadeira pélvica; D) Nadadeira anal e suporte endoesquelético – Escala: 1mm 122

Figura 8: Endoesqueleto caudal do espécime DGEO/CTG/UFPE 8500A. A) Elementos do endoesqueleto caudal sem destaque em cores – Escala: 1 mm; B) Elementos do endoesqueleto caudal com destaque em cores – Escala: 1 mm 124

Figura 9: *Clupavus brasiliensis*, DGEO/CTG/UFPE 9211 – Escala: 1 cm..... 125

Figura 10: Ossos do crânio de *Clupavus brasiliensis*. A) Região anterior do crânio mostrando o mesetímioide (MES) e o nasal (NA), DGEO/CTG/UFPE 9214 – Escala: 1 mm; B) Frontal (FR) e concavidade formada pela fontanela (f.t), DGEO/CTG/UFPE 9511 – Escala: 2 mm; C) Canal sensorial supraorbital (sorb.s.c), DGEO/CTG/UFPE 9206 – Escala: 2 mm; D) Parietal (PA) e parasenoide (PS), DGEO/CTG/UFPE 9218 – Escala: 2 mm; E e F) Região posterior do crânio com destaque para o extraescapular, DGEO/CTG/UFPE 9517 – Escala: 1 mm 127

Figura 11: Elementos da série circumorbital e opercular. A e B) Lacrimal (LA) e um supraorbital (SORB), DGEO/CTG/UFPE 9213B – Escala: 1 mm; C) Série opercular, DEGEO/CTG/UFPE 9212 – Escala: 0,5 mm 130

Figura 12: Estruturas que compõem a maxilar superior e inferior. A) Dentes no maxilar inferior (MX), DGEO/CTG/UFPE 9207 – Escala: 0,5 mm; B) Dentes no maxilar superior (MX), DGEO/CTG/UFPE 9207 – Escala: 0,5 mm; C) Maxilar superior (MX), dentário (D) e canal sensorial mandibular (md.s.c), DGEO/CTG/UFPE 9517A – Escala: 1 mm; D) Dentário (D), articular (AA) e canal sensorial mandibular (md.s.c), DGEO/CTG/UFPE 9517B – Escala: 1mm; G e H) Pré-maxilar, DGEO/CTG/UFPE 9508 – Escala: 0,2 mm 132

Figura 13: Elementos que compõem a série hiopalatina. A) Hiomandibular (HM), o processo opercular do hiomandibular (op.pr.HM) e o quadrado, DGEO/CTG/UFPE 9207 – Escala: 2 mm; B) Preservação do Endopterigoide, ectopterigoide, palatino e quadrado, DGEO/CTG/UFPE 9213 – Escala: 1mm; C) preservação do Ectopterigoide e quadrado, DGEO/CTG/UFPE 9212 – 1 mm 134

Figura 14: Cintura escapular e nadadeira peitoral. A) Supracleitro (SCL), cleitro (CL) e pós-temporal (PT) DGEO/CTG/UFPE 9508 – Escala: 1 mm; B) Coracoide (CO) e Cleitro (CL), DGEO/CTG/UFPE 9217 – Escala: 0,5 mm 136

Figura 15: Coluna vertebral e nadadeiras medianas. A) *Clupavus brasiliensis*, DGEO/CTG/UFPE 9211 – Escala: 1 cm; B) Coluna vertebral com vértebras quadrangulares, associadas a espinhos neurais (NS), epineurais (APN) e costelas, DGEO/CTG/UFPE 9212 – Escala: 1 mm; C) Supraneurais (SN), DGEO/CTG/UFPE 9214 – Escala: 0,5 mm; D) Nadadeira dorsal associada aos pterigióforos (PG), DGEO/CTG/UFPE 9212 – Escala: 0,5mm; E e F) Cintura pélvica e nadadeira pélvica, DGEO/CTG/UFPE 9205 – Escala: 0,5 mm; G) Vértebras caudais e nadadeira anal, DGEO/CTG/UFPE 9511 – Escala: 2 mm 139

Figura 16: Endoesqueleto caudal de *Clupavus brasiliensis*. A e B) Presença de elementos que constituem o endoesqueleto caudal, DGEO/CTG/UFPE 9211 – Escala: 0,5mm; C) Preservação do espinho neural do primeiro centro pré-ural (nsPU1), do segundo ural (U2) e segundo uroneural (UN2), DGEO/CTG/UFPE 9205 – Escala: 0,5 mm 142

LISTA DE QUADROS E TABELAS

TESE

- Quadro 1 – Famílias e espécies de peixes fósseis das formações Crato e Romualdo. Fonte: Adaptado de Lopes (2019). Legenda: Famílias e espécies descritas nas formações Crato e Romualdo.....32
- Quadro 2 – Afloramentos estudados da Formação Romualdo. Fonte: O autor, 2025. Legenda: No quadro é possível visualizar os afloramentos, suas coordenadas e a quantidade de espécimes coletados em cada afloramento. 38
- Quadro 3 – Características morfológicas selecionadas para formar os atributos ecomorfológicos utilizados nos estudos de locomoção. Fonte: Gatz (1979b) e Sambilay (1990). Legenda: A seleção e nomenclatura para essas características foram baseadas em Gatz (1979b) e Sambilay (1990). 45
- Quadro 4 – Atributos ecomorfológicos para estudo paleoecológico. Fonte: Gatz (1979b) e Sambilay (1990). Legenda: As fórmulas e suas interpretações estão de acordo com Gatz (1979b) e Sambilay (1990). 45

ARTIGO 1

- Tabela 1: Quantidade de peixes fósseis coletados e identificados. O * marca os sítios inéditos para estudos da paleoictiofauna..... 53
- Tabela 2: Dados estatísticos de riqueza de espécies (R) e Abundância relativa (Ar) para as regiões da Bacia (ocidental, central e oriental) 67
- Tabela 3: Associação macro e microfossilífera descrita para sítios da Formação Romualdo na Bacia do Araripe 69
- Tabela 4: Síntese bibliográfica abordando os aspectos paleoecológicos da paleoictiofauna da Formação Romualdo. A interrogação indica incerteza sobre os aspectos paleoecológicos.77

ARTIGO 2

Tabela 1: Material de estudo: espécimes utilizados na descrição e no estudo e paleoecológico.	108
Tabela 2: Características morfológicas selecionadas para formar os atributos ecomofológicos que serão utilizados nos estudos de locomoção. A seleção e nomenclatura para essas características foram baseadas em Gatz (1979) e Sambilay (1990). A tabela foi adaptada de Lopes & Barreto, (2021).	112
Tabela 3: Atributos ecomofológicos, suas fórmulas e suas interpretações de acordo com Gatz (1979) e Sambilay (1990).	113
Tabela 4: Quantidade de espécimes por espécie em cada sítio fossilífero da região ocidental da Formação Romualdo.	143
Tabela 5: Dados morfométricos usados para as análises biomecânicas (cm). As medidas morfométricas foram baseadas em Gatz (1979) e Figueiredo & Gallo (2004)	144
Tabela 6: Resultado dos cálculos dos atributos ecomorfológicos presentes na tabela 2.	145

SIGLAS E ACRÔNIMOS

AA	Anglo-articular
AC	Altura corporal
AMC	Altura máxima do corpo
AMNC	Altura máxima da nadadeira caudal
AR	Abundância relativa
ASNC	Area de superfície da nadadeira caudal
BB	Basibranquial
CBNA	Comprimento da base da nadadeira anal
CBND	Comprimento da base da nadadeira dorsal
CC	Comprimento da cabeça
CL	Cleitro
CO	Coracoide
CP	Comprimento padrão
CPA	Comprimento pré-anal
CPC	Comprimento do pedúnculo caudal
CPD	Comprimento pré-dorsal
CPP	Comprimento pré-peitoral
CPPV	Comprimento pré-pélvico
CPU	Centro pré-ural
CSIO	Canal sensorial infraorbital
CSPO	Canal sensorial pré-opercular
CT	Comprimento total
CTG	Centro de Tecnologia e Geociências
CU	Centro ural
D	Dentário
DGEO	Departamento de Geologia
DSPH	Dermosfenótico
EU	Epural
EM	Epineural
EPP	Epipleural
ESPU1	Espinho neural do primeiro centro pré-ural

ET	Etmoide
FR	Frontal
GH	Glosso-hial
HM	Hiomandibular
HP	Hipural
IOP	Interopérculo
IO	Infraorbital
MÊS	Mesetmoide
MCNHBJ	Museu de Ciências Naturais e de História Barra do Jardim
MPT	Metapterigoide
MX	Maxilar
NA	Nasal
NW	Noroeste
OP	Opérculo;
PA	Parietal
PAL	Palatino
PC	Profundidade da cabeça
PCL	Pós-cleित्रo
PELV	Ossó pélvico
PES	Paraesfenoide
PH	Parihipural
PMX	Pré-maxilar
POP	Pré-opérculo
POPHM	Processo opercular do hiomandibula
PPC	Profundidade do pedúnculo caudal
PTO	Pterótico
PTS	Pterosfenoide
Q	Quadrado
R	Riqueza
RA	Retroarticular
RN	Raios da nadadeira
SC	Supracleित्रo
SE	Sudeste

SI	Simplético
SM	Supramaxilar
SN	Supraneural
SO	Subopérculo
UM	Uroneural

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	22
2 OBJETIVO GERAL.....	24
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	25
3.1 CONTEXTO GEOLÓGICO DA BACIA DO ARARIPE.	25
3.1.1 A Formação Barbalha.	27
3.1.2 A Formação Crato	28
3.1.3 A Formação Ipubi.	28
3.1.4 A Formação Romualdo.	29
3.2 PALEOICTIOFAUNA DA FORMAÇÃO ROMUALDO	31
3.3 PALEOECOLOGIA DA PALEOICTIOFAUNA DA FORMAÇÃO ROMUALDO.....	34
3.4 ASSOCIAÇÃO FOSSILÍFERA.	36
4 ÁREA DE ESTUDO.	38
5 MATERIAL E MÉTODOS	41
5.1 MATERIAL.....	41
5.2 MÉTODOS.	42
5.2.1 Atividade de campo.	42
5.2.2 Atividades laboratoriais.....	43
5.2.2.1 Preparação mecânica e tombamentos dos fósseis.....	43
5.2.2.2 Identificação taxonômica das espécies.	43
5.2.2.3 Paleoecologia e revisão bibliográfica.....	43
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
6.1 ARTIGO 1.....	48
6.2 ARTIGO 2.....	102
7 CONCLUSÕES	162
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
APÊNDICE A – Lista com os fósseis da região central.....	172

APÊNDICE B – Lista com os fósseis da região central	178
APÊNDICE C – Lista com os fósseis da região central	182
APÊNDICE D – Paleoictiofauna e associação fossilífera	189

1 INTRODUÇÃO

A Bacia Sedimentar do Araripe estende-se por três estados do nordeste brasileiro: Pernambuco, Ceará e Piauí (Ponte, 1996). Sua sedimentação é consequência dos eventos tectônicos que promoveram a origem da África e da América do Sul, bem como a origem do Oceano Atlântico Sul, que, segundo Jalowitzki *et al.* (2024), teve origem na região de Karoo através de uma pluma vulcânica durante o Jurássico inferior.

Dentre os estratos que compõem a sedimentação da Bacia do Araripe, o Grupo Santana (sequência pós-rift I) é constituído pelas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo (Assine *et al.*, 2014). Ele apresentando uma litologia bastante complexa (Custódio, 2017) e um conteúdo fossilífero bastante diversificado e em excelente estado de preservação, principalmente nas formações Crato e Romualdo (Martill, 2007).

A Formação Romualdo representa os estratos sedimentares do Grupo Santana com maior influência marinha, que consiste em dois eventos de ingressão marinha. O primeiro ocorrendo durante o Aptiano, caracterizado como um ambiente marinho raso de águas quentes dominado por eventos de tempestade (FA-5) e o outro no Albiano, refletindo ambiente marinho de plataforma interna (FA-3) (Lemos *et al.*, 2023).

O reconhecimento desses eventos na Formação Romualdo correu através do registro de seu conteúdo fossilífero, caracterizado pela presença de nanofósseis calcários, microfósseis (dinoflagelados, foraminíferos planctônicos e bentônicos, ostracodes marinhos e mixohalinos e palinórfos) e macroinvertebrados, representado por gastrópodes, bivalves, equinóides e decápodes (Batista, *et al.*, 2015; Souza, *et al.*, 2017; González, 2023; Lemos, *et al.*, 2023; Nascimento *et al.*, 2023).

Seu conteúdo fossilífero também é marcado por vertebrados, cuja diversidade é representada por peixes, quelônios, crocodilos, pterossauros, e dinossauros, sendo os peixes, o grupo numericamente mais expressivo e com maior diversidade (Santos e Valença, 1968; Maisey, 1991; Kellner, 2002; Naish, 2004; Carvalho, 2019; Barbosa, *et al.*, 2022).

A paleoictiofauna da Formação Romualdo pode ser encontrada em concreções calcárias, calcarenitos e nos folhelhos onde as concreções estão inseridas. Eles apresentam excelente estado de preservação, visto que estruturas como escamas, raios das nadadeiras, fibras musculares e outras estruturas de fácil degradação estão presentes no material fóssil. Além disso, são encontrados em grande quantidade devido aos eventos de mortandade que ocorreram durante o Aptiano/Albiano (Martill, *et al.*, 2008).

Por conta dessa excelente preservação, os peixes são estudados desde o século XIX, período em que ocorreram as descrições dos primeiros táxons para a Formação Romualdo (Agassiz, 1841), e as primeiras ilustrações realizadas pelos naturalistas alemães, Johann Baptist von Spix e Karl Friedrich Philipp von Martius (Carvalho e Santos, 2005; Fernandes, *et al.*, 2018). Com o passar do tempo, o número de peixes descritos cresceu consideravelmente e, hoje, a paleoictiofauna é constituída por três espécies de Chondrichthyes, (um tubarão, *Tribodus limae*, e duas raias, *Iansan beurleni* e *Stahlraja sertanensis*) e 28 espécies de peixes ósseos, tendo representantes dos grupos Actinopterygii e Sarcopterygii (Coutinho, 2021).

Além de estudos descritivos, outras temáticas contribuíram para avanço do conhecimento sobre a paleoictiofauna da Formação Romualdo, principalmente a paleoecologia (paleoautoecologia e paleossinecologia), tafonomia e paleogeografia (Maisey, 1994; Maisey e Carvalho, 1995; Voltani, 2011; Gallo e Figueiredo, 2012; Alves, 2017; Osés *et al.*, 2017; Parmera *et al.*, 2017; Lopes e Barreto, 2019; Maisey, 2000). Esses estudos permitiram compreender como as características morfológicas influenciavam de forma direta no modo de vida da paleoictiofauna, as principais causas de sua mortandade, além de destacar sua distribuição temporal e estratigráfica nas bacias brasileiras e em outras localidades cronocorrelatas.

Tendo em vista o grande potencial fossilífero da Formação Romualdo, o foco desta tese foi dar continuidade aos trabalhos de coleta com controle estratigráfico da paleoictiofauna, comparar a dominância e biomassa dos táxons, aprofundar aspectos paleoautoecológicos através da coleta de dados morfométricos, correlacionar a fauna de peixes com outros organismos associados (microfósseis e macroinvertebrados) e realizar uma revisão bibliográfica sobre paleoecologia e paleogeografia da paleoictiofauna.

2 OBJETIVO GERAL

Estudar a paleoictiofauna da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior (Aptiano/Albiano), da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, por meio de análises taxonômicas, paleoecológicas e da distribuição geográfica dos táxons, para contribuir e ampliar o conhecimento atual.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar trabalhos de campo na Formação Romualdo, nos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, para identificar novos afloramentos e coletar espécimes, dando continuidade ao inventário da paleoictiofauna da Bacia do Araripe.
- Coletar fósseis mediante controle estratigráfico para compreender a distribuição da paleoictiofauna ao longo das seções da Formação Romualdo e correlacioná-la com a fauna associada.
- Identificar e analisar, por meio da riqueza de espécies, a similaridade na dominância e biomassa entre táxons que compõem a paleoictiofauna da Formação Romualdo amostrada ao longo da bacia.
- Coletar medidas morfométricas para promover inferências paleoautoecológicas sobre os aspectos locomotores da paleoictiofauna da Formação Romualdo.
- Levantar dados paleoecológicos, paleogeográficos e temporais da paleoictiofauna presentes na literatura e contribuir com novas interpretações sobre esses temas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, serão fornecidas informações sobre o contexto geológico onde foi realizada a pesquisa, a paleoictiofauna das formações Crato e Romualdo, a associação fossilífera, e a paleoecologia e tafonomia de peixes da Formação Romualdo.

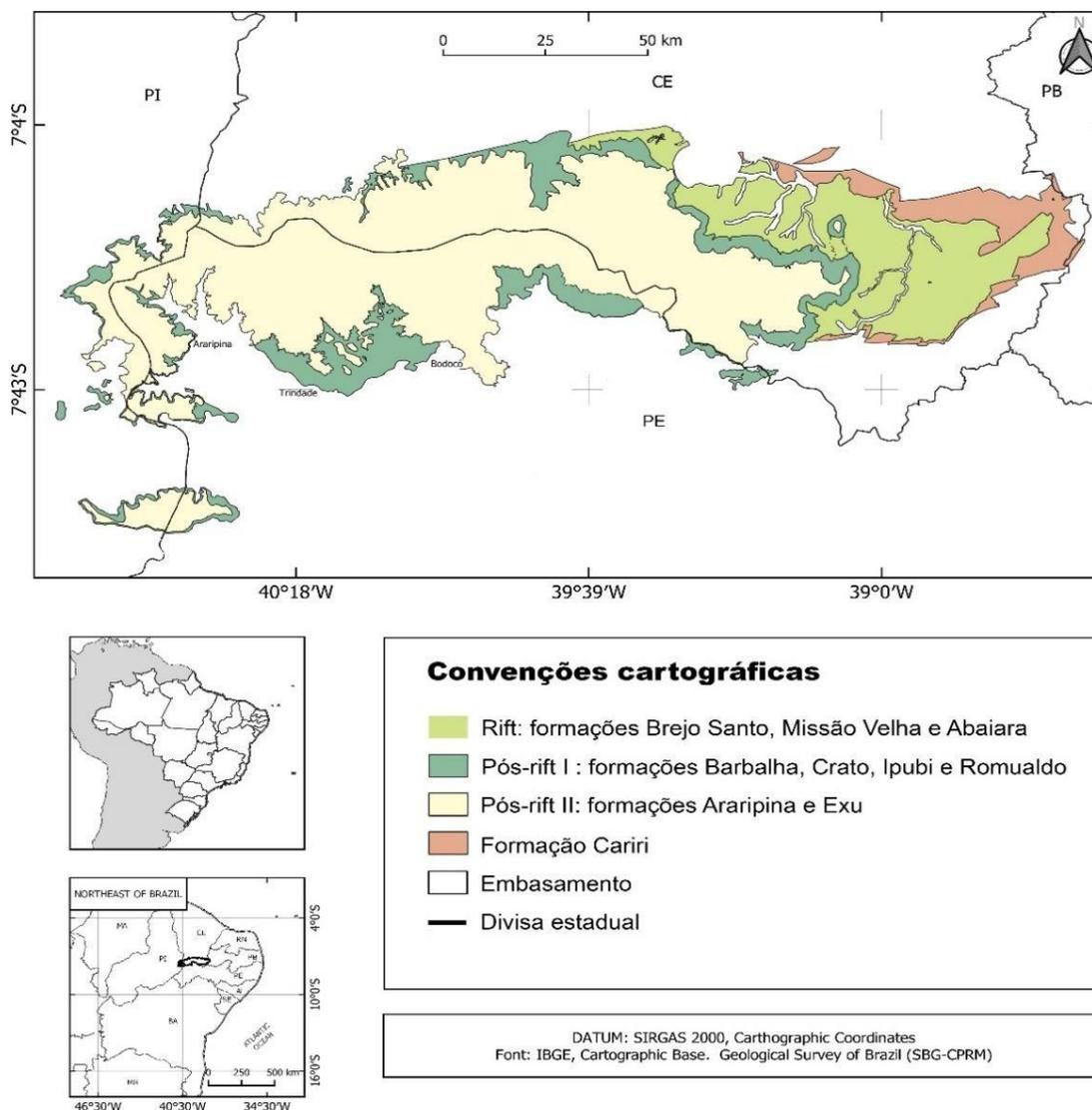
3.1 CONTEXTO GEOLÓGICO DA BACIA DO ARARIPE

A Bacia do Araripe é a mais extensa de todas as bacias sedimentares do interior do nordeste do Brasil, abrangendo uma área de 9.000 Km² e aproximadamente 1.700 metros de profundidade (Ponte e Appi, 1990). Seus depósitos sedimentares estendem-se pelos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, sendo limitada ao norte pelo lineamento da Paraíba (lineamento de Patos) e ao sul pelo lineamento de Pernambuco (Assine, 1995; Ponte, 1996).

De acordo com Ponte e Ponte Filho (1996), a Bacia do Araripe teve sua origem através de eventos tectônicos que resultaram na origem do continente africano e sul-americano. Assine (1992) destacou que esses eventos permitiram a deposição de sedimentos que datam do Paleozoico (Formação Cariri), Jurássico/Neocomiano (formações Brejo Santo, Missão Velha e Abaiara), Aptiano/Albiano (formações Barbalha e Santana) e Albiano/Cenomaniano (Formação Exu). Posteriormente, Neumman e Cabrera (1999) propuseram a elevação hierárquica da Formação Santana para Grupo Santana. Utilizando essa mesma estratigrafia, Assine *et al.* (2014), detalharam toda sequência deposicional do Grupo Santana, agora constituído pelas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo, sendo esta última mais recente (figura 1).

O Grupo Santana torna a Bacia do Araripe conhecida mundialmente pela presença de fósseis em excelente grau de preservação (*Lagerstätten*) nas formações Crato e Romualdo (figura 2), consistem em plantas, animais (invertebrados e vertebrados), microfósseis e icnofósseis (Kellner, 2002).

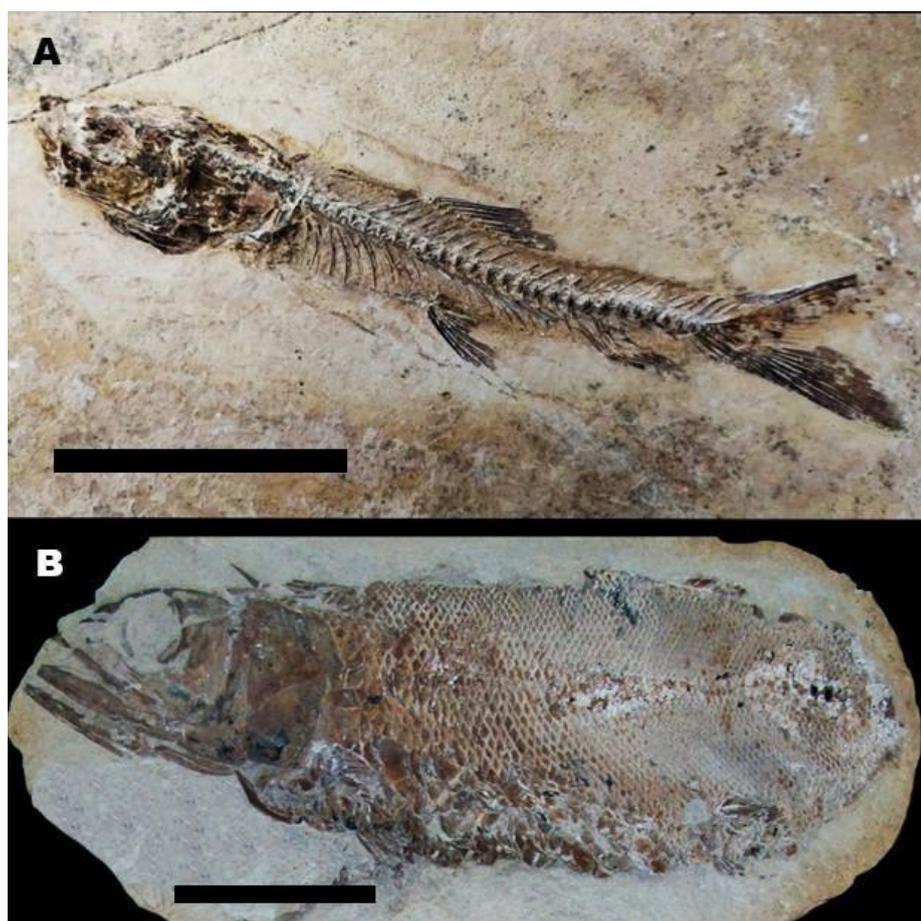
Figura 1 – Mapa geológico e posicionamento geográfico da Bacia do Araripe.



Fonte: Modificado de Lemos et al. (2023).

Legenda: O mapa mostra a extensão geográfica da Bacia do Araripe e seus estratos sedimentares de acordo com os estágios tectônicos responsáveis pela sua formação.

Figura 2 – Fósseis do Grupo Santana.



Fonte: O autor, 2025.

Legenda: A – *Dastilbe crandalli*, calcário laminado da Formação Crato (escala, 5cm); B - *Notelops brama*, em concreções calcárias da Formação Romualdo (escala, 5cm).

3.1.1 Formação Barbalha

A Formação Barbalha é caracterizada pela presença de arenitos finos a muito grossos, lenticulares e/ou sigmoides, com estratificação cruzada planar e acanalada, podendo apresentar estruturas de sobrecarga, como chamas, bolas e almofadas. Também estão presentes arenitos conglomeráticos, argilitos e folhelhos de cor cinza-escuro a preta, contendo ostrácodos, conchostráceos, peixes e fragmentos vegetais carbonificados. Em direção ao topo dos estratos, os arenitos tornam-se mais finos, sendo substituídos por folhelhos cinza-escuros a esverdeados (Assine *et al.*, 2014).

A presença de fósseis continentais nos seus folhelhos permite inferir que a Formação Barbalha foi depositada em um sistema flúvio-lacustre, cujo nível d'água apresentava

oscilações sazonais. Além disso, apresenta os primeiros registros dos eventos de ingressão marinha na bacia, evidenciados pela presença de microfósseis e icnofósseis (Assine, 1992; Assine *et al.*, 2014; Fauth *et al.*, 2023).

3.1.2 Formação Crato

A Formação Crato é formada por folhelhos calcíferos e calcários micríticos laminados de cor cinza e amarela, sendo constituída por uma feição carbonática de seis unidades lacustres e fluviais (Medeiros, 1990; Pons, 1990; Viana e Neumann, 2002). A presença de pseudomorfos de halita nos calcários laminados indicam um ambiente lacustre em condições de aridez e alta salinidade (Silveira, 2019). O seu registro fossilífero é caracterizado por excelente preservação e alta diversidade taxonômica, sendo representado por microfósseis, invertebrados, peixes, anuros, quelônios, arcossauros, icnofósseis e plantas (Maisey, 1991; Carmo *et al.*, 2004; Dentzien-Dias *et al.*, 2010; Pinheiro *et al.*, 2011; Lima *et al.*, 2012; Carvalho, 2012; Leite, 2013; Xavier, 2014; Polck *et al.*, 2015; Lima, 2018; Nascimento, 2020; Santana, *et al.*, 2024).

3.1.3 Formação Ipubi

A Formação Ipubi é composta por camadas de gipsita associadas a folhelhos pretos fossilíferos, ricos em matéria orgânica. Esses evaporitos e folhelhos compõem uma seção sedimentar de aproximadamente 30 metros de espessura, mas sua distribuição não ocorre em toda a bacia (Assine *et al.*, 2014). Seu conteúdo fossilífero é representado por plantas, ostracodes, conchostráceos, camarões, peixes e tartarugas (Filho, 2011; Barros, 2013; Barros *et al.*, 2019; Pereira *et al.*, 2020).

De acordo com Assine (2007), a deposição dos evaporitos que constituem a Formação Ipubi ocorreu em ambientes costeiros (planícies de maré) com influência marinha, ocasionada pelas variações relativas do nível do mar (eustasia), cujas condições climáticas poderiam variar de áridas a semiáridas, semelhantes às salinas que estão presentes na Austrália.

3.1.4 Formação Romualdo

A Formação Romualdo (figura 3) está no topo do Grupo Santana (Assine *et al.*, 2014). De acordo com Mabesoone e Tinoco (1973), a espessura dessa sequência sedimentar é acima de 150 metros, apresentando uma ampla diversidade litológica. Custódio (2017) realizou uma análise abrangente de fácies sedimentares para a Formação Romualdo, identificando e caracterizando cinco fácies siliciclásticas e sete fácies e microfácies carbonáticas.

As fácies siliciclásticas foram caracterizadas por arenitos conglomeráticos com estratificação cruzada acanalada, arenitos com estratificação cruzada acanalada, arenito com estratificação cruzada sigmoide, folhelhos e siltitos, compostos por folhelhos verdes, cinzas, pretos e siltitos calcíferos. A quinta fácies siliciclástica é a fácies heterolítica, que corresponde a um conjunto de camadas delgadas de arenitos (muito finos a finos) e pelitos.

As outras fácies, caracterizadas como fácies carbonáticas, foram representadas por coquinas e calcários coquinoídes, lamito carbonático laminado (*Mudstone* laminado), rocha carbonática com mais de 10% de bioclasto (*Wackstone* bioclástico), rocha carbonática suportada pelos grãos com pouca matriz em seu arcabouço (*Packstone* peloidal), rocha carbonática suportada pelos grãos com matriz de micrita (*Packstone* peloidal laminado), laminito crenulado brechado e ostracodito (grande abundância de ostracodes).

Ainda de acordo com Custódio (2017), essas fácies sedimentares permitiram identificar uma associação de fácies características de ambientes transicionais (representado por arenitos conglomeráticos, calcários, fácies heterolíticas compostas por arenitos finos, finas camadas de folhelhos e siltitos) e fácies de ambiente marinho raso e marinho de plataforma (representado por arenitos, folhelhos e concreções calcárias). As fácies de ambientes transicionais e marinhos na bacia também foram identificadas por Araripe *et al.* (2022) no sítio Santo Antônio. Prado *et al.* (2016) também identificaram fácies correspondentes a um ambiente marinho raso influenciado por eventos de tempestade.

O conteúdo fóssilífero presente nas concreções calcárias e nos folhelhos é composto por uma flora representada por gimnospermas e angiospermas, como por exemplo *Brachyphyllum obesum*, *Brachyphyllum castilhoi* e *Choffatia francheti* (Lima *et al.*, 2012). Além disso, também são encontrados foraminíferos bentônicos e planctônicos, ostracodes marinhos e mixohalinos, nanofósseis calcários, palinórfos e coprólitos (Abreu *et al.*, 2020; Araripe *et al.*, 2021; Araripe *et al.*, 2022; Lacerda, 2023; Lemos *et al.*, 2023).

A fauna de invertebrados presente na Formação Romualdo apresenta grande diversidade, cuja representatividade é marcada pela ocorrência de gastrópodes, bivalves, equinoides e decápodes (Perreira *et al.*, 2015; Prado *et al.*, 2016). A ocorrência desses organismos é de grande importância para promover inferências paleoambientais, atuando como organismos paleobioindicadores em trabalhos como os de Pereira *et al.*, (2017) e Prado *et al.*, (2019).

A presença dos vertebrados é marcada pela ocorrência de quelônios, como *Araripemys barretoii* (Oliveira e Kellner, 2005; Carvalho e Barreto, 2015; Carvalho *et al.*, 2019), pterossauros das famílias Anhangueridae e Tapejaridae (Duque, 2023), dinossauros (Bittencourt e Kellner, 2004; Naish *et al.*, 2004) e peixes, que é o grupo mais abundante dos vertebrados, estando presentes Chondrichthyes e peixes ósseos (Maisey, 1991; Figueiredo e Gallo, 2004; Gallo e Figueiredo, 2009; Polck *et al.*, 2015; Barbosa, 2022).

Figura 3 – Afloramento da Formação Romualdo



Fonte: O autor, 2025.

Legenda: Mineradora de gipsita Vale do Silício, localizada no município de Araripina/PE.

3.2 PALEOICTIOFAUNA DAS FORMAÇÕES CRATO E ROMUALDO

Os registros mostram que a paleoictiofauna preservada nas concreções calcárias vem sendo estudadas desde o século XIX. Durante esse período, muitos naturalistas relataram a ocorrência dessas estruturas, demonstrando grande interesse na preservação dos seus fósseis.

Em 1841, o ictiólogo suíço Louis Agassiz realizou a identificação das primeiras espécies de peixes fósseis no estado do Ceará, *Aspidorhynchus comptoni* (= *Vinctifer comptoni*), *Lepidotus temnurus* (= *Araripelepidotes temnurus*), *Rhacolepis brama* (= *Notelops brama*), *Rhacolepis latus* (= *Brannerion latum*), *Rhacolepis buccalis*, *Cladocycclus gardneri* e *Ennelis audax* (= *Calamopleurus cylindricus*) (Carvalho e Santos, 2005) (Quadro 1). Alguns anos mais tarde, em 1970, o pesquisador Clément Jobert realizou o primeiro registro da paleoictiofauna no estado do Piauí, relatando a ocorrência de *V. comptoni*, *R. buccalis*, *C. gardneri*, *C. cylindricus*, *T. araripis* e *Elopomorpha* sp. (Fernandes *et al.*, 2018).

Quase um século depois da ocorrência relatada por Clément Jobert, Santos (1968) descreveu o primeiro espécime de raia (*Iansan beurleni*) na mina Alto alegre, no município de Araripina, PE, cujo holótipo está depositado na coleção científica do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco. Essa raia, juntamente com o tubarão *Tribodus limae* Brito e Ferreira, 1989, foram os primeiros registros de Chondrichthyes na Formação Romualdo.

Com o passar dos anos, os estudos referentes à descrição de espécies continuaram crescendo, e a região da Bacia do Araripe localizada no estado do Ceará, possuía uma grande diversidade de táxons, principalmente de peixes. Maisey (1991) mostrou as diferenças da coloração e no formato das concreções calcárias nos municípios de Missão Velha, Santana do Cariri e Jardim. Ele também reuniu a ocorrência desses táxons e os classificou como raros, incomuns, comuns e abundantes, de acordo com sua abundância. Isso permitiu comparar a fauna desses municípios e realizar uma descrição detalhada desses táxons, resultando em um importante compêndio para a identificação taxonômica da paleoictiofauna das formações Crato e Romualdo.

Alguns anos mais tarde, outros táxons foram descritos, como *Obaichthys decoratus* Wenz e Brito, 1992, *Dentilepisosteus laevis* (Wenz e Brito, 1992), *Santanaclupea silvasantosi* Maisey, 1993, *Placidichthys bidorsalis* Brito, 2000, "*Lepidotus*" *wenzae* Brito e Gallo, 2003, *Beurlenichthys ouricuriensis* Figueiredo e Gallo, 2004, *Cratoamia gondwanica* Brito, Yabumoto e Grande, 2008, *Santanasalmo elegans* Gallo *et al.*, 2009, *Bullichthys santanensis* Mayrinck *et al.*, 2010 e *Stahlraja sertanensis* Brito *et al.*, 2013 (Quadro 1).

Quadro 1 – Paleoictiofauna das formações Crato e Romualdo.

		Família	Espécie
Osteichthy	Actinopterygii	<i>Semionotidae</i>	<i>Araripelepidotes temnurus</i> (Agassiz, 1841) “ <i>Lepidotes</i> ” <i>wenzae</i> Brito e Gallo, 2003
		<i>Obaichthyidae</i>	<i>Obaichthys decoratus</i> Wenz e Brito, 1992 <i>Dentilepisosteus laevis</i> (Wenz e Brito, 1992)
		<i>Pycnodontidae</i>	<i>Neoproscinetes penalvai</i> (Santos, 1970) <i>Iemanja palma</i> Wenz, 1989
		<i>Amiidae</i>	<i>Calamopleurus cylindricus</i> Agassiz, 1841 <i>Cratoamia gondwanica</i> Brito, Yabumoto e Grande, 2008
		<i>Oshuniidae</i>	<i>Oshunia brevis</i> Wenz e Kellner, 1986
		<i>Ophiosiellidae</i>	<i>Placidichthys bidorsalis</i> Brito, 2000
		<i>Aspidorhynchidae</i>	<i>Vinctifer comptoni</i> (Agassiz, 1841) <i>Vinctifer longirostris</i> Santos, 1990
		<i>Cladocyclidae</i>	<i>Cladocyclus gardneri</i> Agassiz, 1841
		<i>Araripichthyidae</i>	<i>Araripichthys castilhoi</i> Santos, 1985
		<i>Albulidae</i>	<i>Brannerion latum</i> (Agassiz, 1841) <i>Brannerion vestitum</i> (Jordan e Branner, 1908)

			<i>Brannerion</i> sp A e <i>Brannerion</i> sp B (Forey e Maisey, 2010) <i>Bullichthys santanensis</i> Mayrinck, et al., 2010
		<i>Pachyrhizodontidae</i>	<i>Rhacolepis buccalis</i> Agassiz, 1841
		<i>Notelopidae</i>	<i>Notelops brama</i> (Agassiz, 184)
		<i>Chanidae</i>	<i>Tharrhias araripis</i> Jordan e Branner, 1908 <i>Dastilbe crandalli</i> Jordan, 1910
		<i>Clupavidae</i>	<i>Clupavus brasiliensis</i> Santos, 1985
		<i>Incertae sedis</i>	<i>Paraelops cearensis</i> Santos, 1971 <i>Santanichthys diasii</i> (Santos, 1958) <i>Beurlenichthys ouricuriensis</i> Figueiredo e Gallo, 2004 <i>Santanasalmo elegans</i> Gallo, Figueiredo e Azevedo, 2009 <i>Santanaclupea silvasantosi</i> Maisey, 1993
Chondrichthys	Sarcopterygii	<i>Mawsoniidae</i>	<i>Mawsonia gigas</i> Mawson e Woodward, 1907 <i>Axelrodichthys araripensis</i> Maisey, 1986
	Elasmobranchii	<i>Hybodontidae</i>	<i>Tribodus limae</i> Brito e Ferreira, 1989
		<i>Incertae sedis</i>	<i>Iansan beurleni</i> (Santos, 1968) <i>Stahlraja sertanensis</i> Brito, Leal e Gallo, 2013

Fonte: Adaptado de Lopes (2019)

Legenda: Famílias e espécies descritas nas formações Crato e Romualdo.

Nos últimos anos, o Araripe Pernambucano vem ganhando destaque, sendo alvo de estudos que abordam descrição, catalogação e a paleoecologia de invertebrados, vertebrados e microfósseis da Formação Romualdo. A paleoictiofauna na região ocidental (Araripina, Ipubi, Ouricuri e Trindade) e centro sul da Bacia do Araripe (Exu), ganhou destaque através dos estudos de Duque e Barreto (2018), Lopes e Barreto (2019) e Barbosa *et al.* (2022), relatando novas ocorrências de peixes, destacando suas semelhanças e diferenças da paleoictiofauna nos estados de Pernambuco e Ceará.

3.3 PALEOECOLOGIA DA PALEOICTIOFAUNA DA FORMAÇÃO ROMUALDO

Os estudos paleoecológicos sobre a paleoictiofauna da Formação Romualdo abrangem diversos aspectos, como alimentação, morfologia, hábito de vida (posição na coluna d'água), bem como a organização da teia trófica e o paleoambiente que esses táxons ocupavam (Santos e Valença, 1968; Maisey, 1991; Wilby e Martill, 1992; Maisey e Carvalho, 1995; Mulder, 2013; Coutinho, 2021; Lopes e Barreto, 2021).

Abordando aspectos alimentares, alguns autores realizaram uma série de análises do conteúdo estomacal da paleoictiofauna da Formação Romualdo (Wilby e Martill, 1992; Maisey, 1994; Maisey e Carvalho, 1995; Mulder, 2013). Embora a análise do conteúdo estomacal seja altamente confiável para inferência alimentar, (categoria 1, sensu Boucot, 1990), muitas vezes não é possível visualizar sua preservação. Por isso, torna-se necessário realizar inferências sobre a dieta e hábitos alimentares por meio de outros indicadores, como os tipos de dentição, abertura da boca (*gape*), orientação bucal e comparação com análogos atuais, como foi realizado por Santos e Valença (1968), Thies (1996), Lopes e Barreto (2021) e Coutinho (2021).

Através da preparação química dos espécimes utilizados para a produção do livro “*Santana Fossilis – Na Illustrated Atlas*” (Maisey, 1991), novas informações sobre o conteúdo faríngeo e estomacal desses peixes foram relatadas (Maisey, 1994). Nas análises feitas por Maisey (1994), apenas *C. cylindricus* apresentou conteúdo faríngeo, cujas espécies identificadas foram *C. gardneri* e *V. comptoni*. Em contrapartida, a análise do conteúdo estomacal foi muito mais ampla, permitindo identificar a alimentação de *D. elongatus*, *T. araripis*, *S. silvasantosi*, *R. buccalis*, *N. brama* e *C. gardneri*. A partir dessas análises foi possível concluir que a principal fonte de alimento para *C. gardneri* eram peixe como *R. buccalis*, que por sua vez se alimentava de decápodes e espécimes menores de sua própria espécie. *Notelops brama*, alimentava-se de peixes como *R. buccalis* e apresentava comportamento canibal assim como *Rhacolepis*. Embora não tenham realizado uma análise

como a de Maisey (1994), Santos e Valença (1968) também inferiram sobre os hábitos alimentares desses peixes. De acordo com esses autores, *Rhacolepis* e *Notelops* também poderiam se alimentar de peixes de pequeno porte e decápodes.

Maisey (1994) também inferiu que *V. comptoni* seria uma espécie filtradora por apresentar um aparelho branquial bem desenvolvido e não apresentar nenhuma evidência de conteúdo estomacal, muito embora, Wilby e Martill (1992) tenha relatado a ocorrência de elementos ósseos de outros peixes no conteúdo intestinal de *V. comptoni*.

Em um estudo posterior, Maisey e Carbalho (1995) realizaram uma descrição detalhada das larvas de braquiúra preservadas no conteúdo estomacal de *T. araripis* e dos fragmentos de decápode presente nos espécimes de *R. buccalis*. Suas interpretações permitiram identificar esses vestígios como espécimes do gênero *Paleomattea deliciosa*.

Quase 20 anos depois, um novo estudo abordando o conteúdo estomacal de *C. cylindricus* permitiu identificar que essa espécie, assim como *N. brama* e *R. buccalis*, também apresentava hábito canibal (Mulder, 2013), confirmando a dúvida presente nos estudos de Maisey (1995).

Outras inferências sobre hábitos alimentares foram realizadas para inferir sobre o comportamento de outros táxons presentes na Formação Romualdo. Essas inferências foram resultado da observação das características morfológicas dos espécimes, como por exemplo o possível hábito de sucção realizado por celacantos (Lund et al., 1985), *A. temnurus* (Thies, 1996), o hábito suspensívoro de algumas espécies, como *T. araripis* e *S. diasii*, e a alimentação durofágica de *N. penalvai* e *I. beurleni* (Lopes e Barreto, 2021).

De acordo com Lopes e Barreto (2021) e Coutinho (2021), a morfologia corporal fusiforme é a morfologia predominante na paleoictiofauna da Formação Romualdo, sendo a forma mais hidrodinâmica segundo Bemvenuti e Fischer (2010). Outras espécies, como *N. penalvai*, *A. castilhoi*, *I. palma*, possuíam o corpo comprimido lateralmente, especializado para movimentos de manobrabilidade, e *I. beurleni*, *S. sertanensis*, e *A. araripensis* eram adaptados para estabilidade e “frenagem” (Lund et al., 1985; Lopes e Barreto, 2021).

A correlação de características morfológicas como a morfologia corporal e a orientação bucal dos peixes podem trazer novas inferências, como foi feito por Lopes e Barreto (2021) a partir da metodologia e interpretação de Gatz (1979b) e Watson e Balon (1984). Em seus estudos, Lopes e Barreto (2021) identificaram que peixes da Formação Romualdo que apresentam morfologia fusiforme e com orientação bucal em posição terminal – por exemplo, *V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *P. cearensis*, *Brannrion* sp. e *T. araripis* – teriam maior

facilidade para se locomover ao longo da coluna d'água. Em contrapartida, também identificaram espécies de corpo fusiforme com orientação bucal em posição superior (*C. garneri* e *S. diasii*), isso permitiu inferir que essas espécies preferencialmente habitavam próximo a superfície. O estudo também ressaltou que peixes com orientação bucal inferior e corpo comprimido lateralmente (*N. penalvai*) ou peixes com boca em posição ventral e achatado dorso-ventralmente (*I. beurleni*) eram bentopelágicos.

3.4 MICROFÓSSEIS E PALEOINVERTEBRADOS COMO INDICADORES PALEOAMBIENTAIS DA FORMAÇÃO ROMUALDO

Os registros de macroinvertebrados na Formação Romualdo, principalmente no afloramento do sítio Canastra (Araripina/PE) datam da década de 60 (Beurlen, 1962) e segundo Prado *et al.* (2016), esse afloramento merece destaque por apresentar as ocorrências das primeiras espécies de equinoide descritas para esta formação, permitindo identificar a influência marinha em seus estratos. A presença de elementos marinhos na porção sudoeste da Formação Romualdo como equinoide e bivalves relatada por Prado *et al.* (2016), bem como seu estado de preservação, permitiu identificar que a associação de macroinvertebrados do sítio Canastra era caracterizado como um ambiente marinho raso influenciado por eventos de tempestades, que atuariam como principais responsáveis pelo soterramento final dos bioclastos.

Pereira *et al.* (2017) analisou uma série de espécimes de macroinvertebrados ao longo de toda a Formação Romualdo, entre eles bivalves (*lucinídeos*, *venerídeos*, *Corbulomima*, *Brachidontes araripensis*, *Aguilera dissita*, *Plicatula* sp), gastrópodes (*Cerithium sergipensis*, *Pseudomesalia* ('*Pseudomesalia*') *santanensis*, *Gymnentome* (*Craginia*) *beurleni*, *Gymnentome* (*Gymnentome*) *romualdoi*, *Tylostoma ranchariensis*; *Paraglauconia* (*Diglauconia*) *araripensis*, '*Pseudomesalia*' ('*Pseudomesalia*') *mennessieri*, cassiopídeos *indeterminados*, *Gymnentome* (*Gymnentome*) *carregozica*, *Paraglauconia* (*Diglauconia*) *lyrica*) e equinoides (*Pygurus* (*Echinopygus*) *tinocoi*, *Bothryopneustes araripensis*). A análise realizada através desses invertebrados, permitiu inferir que a Formação Romualdo é caracterizada pela presença de microhabitats marinhos, lagunares e estuarinos.

Anda de acordo com Pereira *et al.* (2017) a presença de *Pygurus* (*Echinopygus*) *tinocoi* em afloramentos em Araripina/PE (Torre Grande e Lagoa de Dentro) e Exu/PE (Cedro) permitiram caracterizar essas localidades como ambiente marinho, visto que os quinoídeos são

organismos que toleram baixas flutuações nos níveis de salinidade e estão associados à *Tylostoma ranchariensis* (gastrópode marinho). Nas regiões lagunares observou-se uma fauna com tolerância às variações de salinidade, como *Cerithium sergipensis*, *Paraglauconia (Diglauconia) araripensis*, *Gymmentome (Craginia) beurleni*, *Corbula* sp., cassiopídeos, no entanto, esses organismos apresentam um tamanho reduzido, característica de organismos adaptados a ambientes com variações nos níveis de salinidade (Remane, 1934 e 1963, *apud* Pereira *et al.*, 2017) e nas regiões estuarinas há uma grande predominância de *Corbula* sp., (típicos de ambiente estuarino) e ausência de elementos marinhos.

Fürsich *et al.* (2018) Também identificou uma associação de gastrópodes com baixa diversidade nos afloramentos dos sítios serra da Mãozinha e Sobradinho, que possivelmente seria ocasionada pelas variações nos níveis de salinidade e principalmente nos níveis de oxigenação.

A ocorrência de microfósseis como foraminíferos (*Quinqueloculina* sp., *Miliolinella* sp., *Agathammina pusilla*, *Spirosigmoilina rajke*, *Sigmoilinita tenuis*, *Spirosigmoilina* sp., *Spirillina minima*, *Nodosarella* sp., *Pseudonodosaria* sp., *Pleurostomella* sp. e *Conorboides minutissima*, *Pseudoguembelitra* sp.) e ostracodes (*Pattersoncypris salitrensis*, *Pattersoncypris angulata*, *Damonella grandiensis*, *Mantelliana* sp. e *Alicenula leguminella*) identificada por Araripe *et al.* (2022) na Formação Romualdo, também foram fundamentais na reconstrução paleoambiental da Formação Romualdo, corroborando a influência marinha na bacia através dos eventos de ingressão marinha, principalmente no afloramento presente no sítio Santo Antônio, Exu (PE), que foi caracterizado por duas fácies marinhas e uma lagunar (Araripe *et al.*, 2021; Araripe *et al.*, 2022).

Outros microfósseis que também são importantes para inferir e interpretar os aspectos paleoambientais da Formação Romualdo, são os palinórfos e dinoflagelados, cuja presença pôde identificar que o afloramento sobradinho/CE (porção leste da Bacia do Araripe) é caracterizada por um ambiente marinho proximal (Nascimento, 2023), devido a ocorrência de dinoflagelados e esporos de plantas (elementos continentais).

4 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo desse trabalho é constituída por 27 afloramentos, com distribuição nos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí (figura 7). Em Pernambuco foram inventariados 13 afloramentos localizados nos municípios de Araripina, Ipubi, Ouricuri e Exu. No Ceará, foram visitados oito afloramentos, nos municípios de Jardim, Santana do Cariri e Missão Velha e no Piauí, foram analisados 3 afloramentos nos municípios de Curral Novo, Caldeirão Grande e Simões (quadro 2). Os afloramentos sem coordenadas foram catalogados pelo Museu de Ciências Naturais e de História Barra do Jardim, e por isso foram plotados no mapa de forma estimada.

Quadro 2 – Afloramentos estudados da Formação Romualdo.

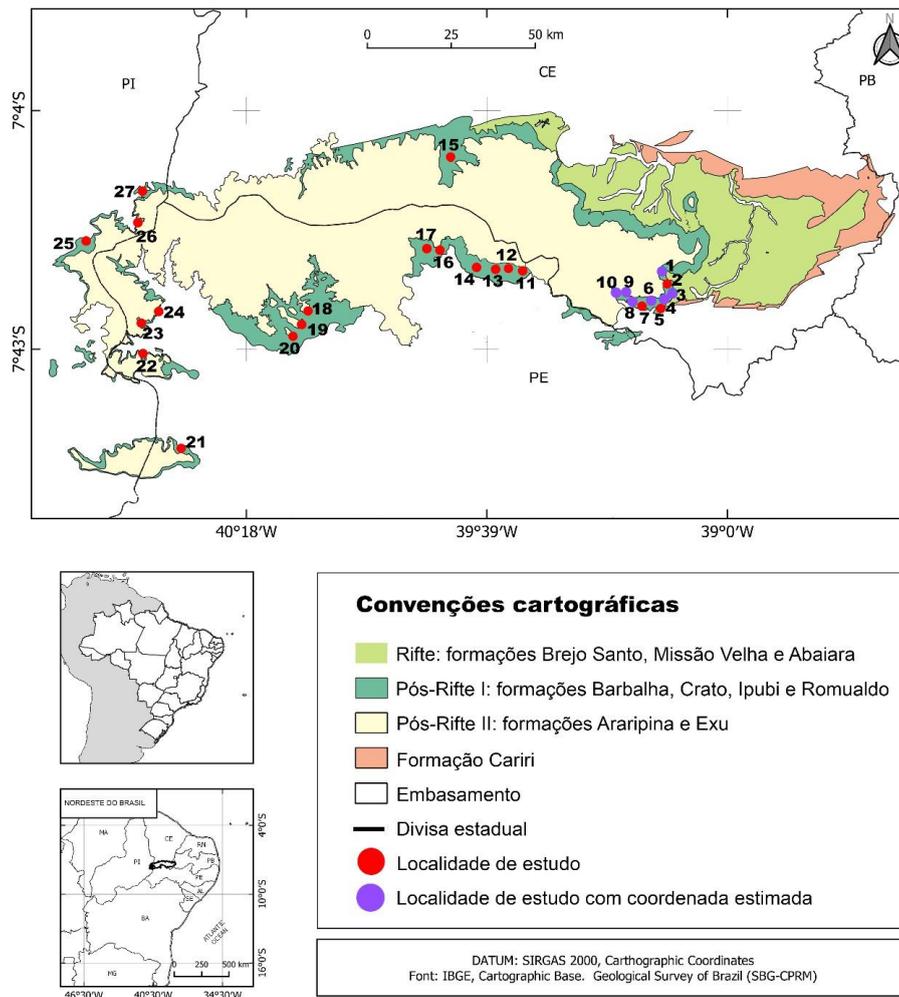
Municípios	Afloramento	Tipo de afloramento	Coordenadas geográficas	Número de fósseis
Araripina	Alto Alegre	Mineradora	7°37'37"S 40°31'04" W	117
	Gregório	Mineradora	7°43'39.1"S 40°33'24.3"W	2
	Vale do Silício	Mineradora	7°40'03.7" S 40°33'23.5"W	4
Ipubi	Escorrego	Afloramento natural	7°37'56.8"S 40°08'24.4"W	34
	VMB	Mineradora	7°42'47.2"S 40°12'39.4"W	21
	Serrolândia	Mineradora	07°43'31.31"S 40°11'35.36"W	37
Ouricuri	Serra do Inácio	Afloramento natural	7°59'12,1"S 40°28'21.0"W	8
Exu	Zé Gomes	Afloramento natural	7°31'16"S 39°34'18"W	83
	Santo Antônio	Afloramento natural	7°30'52.6"S 39°32'56.8"W	39
	Cedro	Afloramento natural	7°29'35"S 39°35'32"W	24
	Marçal	Afloramento natural	7°25'43"S 39°49'108"W	9
	Saudade	Afloramento natural	7°28'03"S 39°45'51"W	40
	São Félix	Afloramento natural	-	13
Santana do Cariri	Riacho da cascavel	Afloramento natural	7°12'13.7"S 39°44'07.8"W	11
Jardim	Engenho Velho	Afloramento natural	7°34'46.4"S 39°16'40.1"W	34
	Engenho D'água	Afloramento natural	7°35'20.4"S 39°15'59.7"W	14
	Sobradinho	Afloramento natural	7°34'15.4"S 39°09'51.7"W	89
	Lagoa do Alto	Afloramento natural	-	23
	Lagoa de Souza	Afloramento natural	-	9
	Lagoa	Afloramento natural	-	9

	Avenida Wilson	Afloramento natural	-	27
	Vieira	Afloramento natural	-	6
	Taquari	Afloramento natural	-	2
	Boa vista	Afloramento natural	-	1
Caldeirão Grande	Ladeira do Berlenga	Afloramento natural	7°17'10.2"S 40°35'42"W	10
Simões	Serra do Félix	Afloramento natural	7°35'40"S 40°28'37"W	23
Curral novo	Caminho novo	Afloramento natural	7°20'40.8"S 40°36'49.0"W	8

Fonte: O autor, 2025.

Legenda: No quadro é possível visualizar os afloramentos, suas coordenadas e a quantidade de espécimes coletados em cada afloramento

Figura 4 – Mapa geológico da área de estudo, mostrando a localização dos sítios fossilíferos.



Fonte: Modificado de Lemos *et al.* (2023).

Legenda: 1 – Taquari (CE); 2 – Sobradinho (CE); 3 – Lagoa do Alto (CE); 4 – Lagoa de Souza (CE); 5 – Engenho d'água (CE); 6 – Sítio Lagoa (CE); 7 – Engenho Velho (CE); 8 – Vieira (CE); 9 – Avenida Wilson (CE); 10 – Boa Vista (CE); 11 – Cedro (PE); 12 – Santo Antônio (PE); 13 – Zé Gomes (PE); 14 – São Félix (PE); 15 – Riacho da Cascavel (CE); 16 – Marçal (PE); 17 – Saudade (PE); 18 – Escorrego; 19 – Mina Serrolândia (PE); 20 – Mina VMB (PE); 21 – Serra do Inácio (PE); 22 – Mina Gregório (PE); 23 – Mina Vale do Silício (PE); 24 – Mina Alto alegre (PE); 25 – Serra do Félix (PI); 26 – Caminho Novo (PI); 27 – Ladeira do Berlenga (PI).

5 MATERIAL E MÉTODOS

Nesta seção será descrita a quantidade de espécimes coletados, bem como o local de coleta, os materiais utilizados e todas as atividades realizadas em laboratório.

5.1 MATERIAL

Para a realização deste estudo foram examinados e identificados 712 espécimes da paleoictiofauna da Formação Romualdo, cuja preservação ocorreu em calcários (9 – 1,29%), folhelhos (38 – 5,45%) e principalmente nas concreções calcárias (642 – 93,25%). O material foi proveniente de coleta realizada em campo e do acervo da coleção paleontológica do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco e do Museu de Ciências Naturais e de História Barra do Jardim, CE.

No estado de Pernambuco, a coleta foi realizada nos municípios de Araripina, Ipubi, Ouricuri e Exu, somando 421 espécimes em 13 afloramentos (mina Alto alegre, mina Grégorio, mina Vale do Silício, sítio Escorrego, mina Serrolândia, mina VMB, serra do Inácio, sítio Zé Gomes, sítio Cedro, sítio Marçal, sítio saudade, sítio São Felix e sítio Santo Antônio). No Ceará, a coleta aconteceu nos municípios de Santana do Cariri, Jardim e Missão Velha, resultando em 227 espécimes em 11 afloramentos (Riacho da Cascavel, Serra do Mãozinha, Engenho velho e Engenho d'água) e no Piauí, o material foi coletado em 3 afloramentos (Ladeira do Berlenga, Serra do Félix e Sítio Caminho novo), resultando em 41 espécimes (Tabela 1).

Para a coleta, foram utilizadas pás, enxadas, alavancas, martelos geológicos, sacos plásticos e jornal. Para a preparação mecânica do fóssil, foram utilizados os seguintes materiais: martelos, talhadeiras, agulhas, materiais odontológicos, pincéis, e microrretífica Dremel 3000 com braço extensor. Durante o processo de preparação, também foi utilizado uma resina acrílica para proteger o espécime (paraloid-B72) (figura 5).

Figura 5 – Material utilizado para preparação mecânica



Fonte: O autor, 2025.

Legenda: Material composto por martelo, pinceis, talhadeiras e equipamento de EPI

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Atividades de Campo

O material foi coletado com o auxílio das ferramentas de campo e cuidadosamente embalado e guardado, principalmente aqueles que estavam preservados nos folhelhos. Também foram coletados sedimentos e rochas para análise de microfósseis (foraminíferos, ostracodes, palinomorfos) e nanofósseis calcários, além da coleta de macroinvertebrados (gastrópodes, bivalves e decápodes), objetivando correlacionar os dados da fauna associada aos da paleoictiofauna. A fauna associada foi analisada por outros pesquisadores do PALEOLAB e será aqui comparada com os níveis dos peixes.

Durante o trabalho de coleta, foram elaborados perfis estratigráficos dos sítios fossilíferos. Após o trabalho de campo, os dados coletados foram interpretados e digitalizados utilizando o programa *Sedlog* 3.1, e o material de estudo foi armazenado no Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Pernambuco (PALEOLAB-DGEO-CTG-UFPE).

5.2.2 Atividades laboratoriais

As atividades laboratoriais consistiram quatro etapas: 1) Preparação mecânica dos fósseis e deposição do material na coleção do PALEOLAB; 2) Identificação taxonômica; 3) Análises estatísticas e revisão bibliográfica para obter os resultados e elaborar a discussão; 4) Digitalização dos perfis estratigráficos, produção de material fotográfico, redação de artigos científicos e elaboração da tese.

5.2.2.1 Preparação mecânica e tombamento dos fósseis

A preparação mecânica é um dos processos que visa remover o sedimento que impede a visualização do material. Porém, como a maioria dos fósseis está preservada em concreções calcárias, muitas vezes a preparação mecânica baseou-se apenas na abertura dessas concreções. Após esse procedimento, o material foi direcionado para a Coleção Científica Paleontológica do Departamento de Geologia da UFPE, onde recebeu um número de tombo e etiqueta com os seguintes dados: número de tombo; nome da espécie; localidade; formação; idade; coletor; sua localização dentro da coleção e outras informações relevantes.

5.2.2.2 Identificação taxonômica dos espécimes

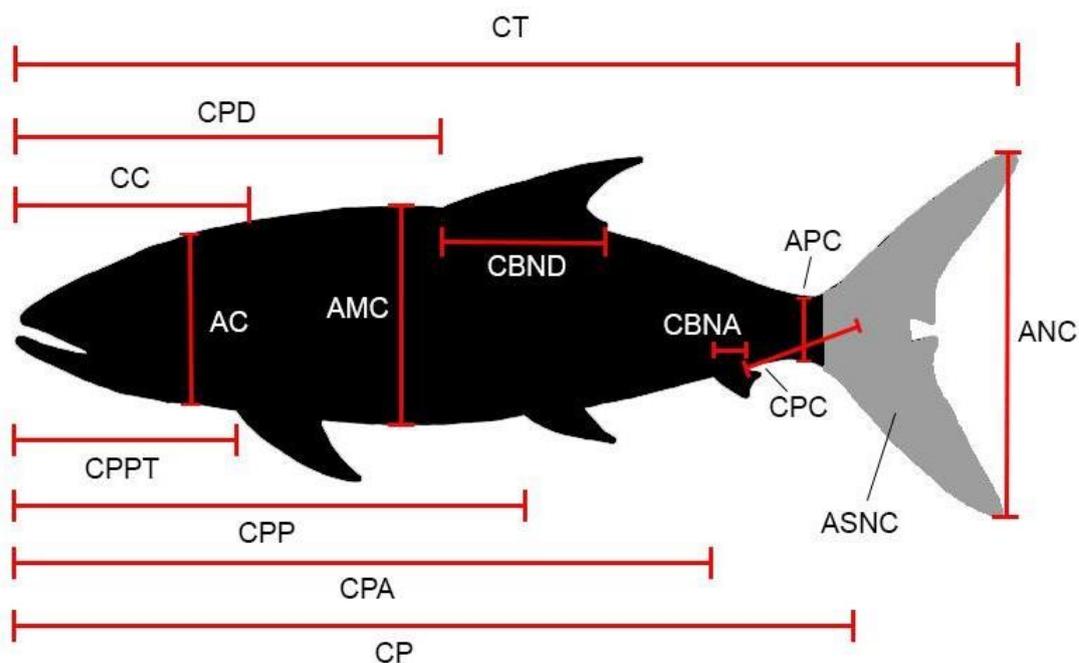
A identificação taxonômica e a descrição dos fósseis foram feitas com base em Taverne (1977), Santos (1985), Maisey (1991, 1993), Santos (1995), Figueiredo e Gallo (2004), Filleul e Maisey (2004), Gallo e Figueiredo (2009) e Polck *et al.* (2015).

5.2.2.3 Paleoecologia e revisão bibliográfica

Com base nos dados de riqueza de espécies (R), foi realizada uma análise paleosinecológica seguindo a metodologia de Barletta *et al.* (2005), que consistiu na aplicação do índice de *Bray-Curtis*, cujo objetivo foi compreender a similaridade em relação à dominância e biomassa dos táxons que compõem a paleoictiofauna identificada neste trabalho. A aplicação do índice de *Bray-Curtis* foi feita pelo *software Primer 7*, também baseado na metodologia de Barletta *et al.* (2005).

A análise paleoautoecológica foi realizada por meio da morfometria, conforme a metodologia de Gatz (1979b) e Sambilay (1990) (Figura 6), destacando as seguintes características morfológicas: 1) Altura máxima do corpo; 2) Comprimento padrão; 3) Comprimento do pedúnculo caudal; 4) Altura da nadadeira caudal; 5) Área da superfície da nadadeira caudal (Quadro 3). Após a mensuração dessas características, elas foram combinadas, gerando três atributos ecomorfológicos: 1) Altura relativa; 2) Altura relativa do pedúnculo caudal; 3) Proporção da nadadeira caudal (*aspect ratio*) (Quadro 4). Esses atributos ecomorfológicos geraram índices que permitiram inferir sobre a paleoautoecologia da paleoictiofauna, cujos resultados foram interpretados conforme Gatz (1979b) e Sambilay (1990).

Figura 6 – Indicações para coleta de dados morfométricos, de acordo com Figueiredo e Gallo (2004) e Sambilay (1990).



Fonte: Gatz (1979b), Figueiredo e Gallo (2004) e Sambilay (1990).

Legenda: CBNA: comprimento da base da nadadeira anal; AMC: altura máxima do corpo; APC: altura do pedúnculo caudal; CPC: comprimento do pedúnculo caudal; CBND: comprimento da base da nadadeira dorsal; AC: altura da cabeça; CC: comprimento da cabeça; CPA: comprimento pré-anal; CPD: comprimento pré-dorsal; CPPT: comprimento pré-peitoral; CPP: comprimento pré-pélvico; CP: comprimento padrão; CT: comprimento total; ANC: altura da nadadeira caudal; ASNC: área de superfície da nadadeira caudal.

Quadro 3 – Características morfológicas selecionadas para formar os atributos ecomorfológicos utilizados nos estudos de locomoção.

Características morfológicas	Código	Padrões de medida
Altura máxima do corpo	AMC	Maior distância vertical do corpo
Comprimento padrão	CP	Distância do ponto mais anterior do pré-maxilar até a extensão mais posterior do hipurais
Comprimento do pedúnculo caudal	CPC	Distância da região posterior proximal da nadadeira anal até a margem posterior da última vértebra.
Altura da nadadeira caudal	ANC	Distância vertical entre as extremidades dos lobos da nadadeira caudal
Área da superfície da nadadeira caudal	ASNC	Soma de todos os lados da nadadeira caudal

Fonte: Gatz (1979b) e Sambilay (1990).

Legenda: A seleção e nomenclatura para essas características foram baseadas em Gatz (1979b) e Sambilay (1990).

Quadro 4 – Atributos ecomorfológicos para estudo paleoecológico.

Atributos ecomorfológicos	Código	Fórmula	Interpretação
Altura relativa	AR	$AR = \frac{AMC}{CP}$	Resultados com baixos índices sugerem um peixe capaz de nadar em ambientes de alta energia (Gatz, 1979b).
Altura relativa do pedúnculo caudal	ARPC	$ARPC = \frac{CPC}{CP}$	Pedúnculos com baixos índices sugerem a capacidade de natação contínua e em águas turbulentas (Gatz, 1979b).
Proporção da nadadeira caudal = <i>aspect ratio</i> (A) da nadadeira caudal	PNC (A)	$PCN(A) = \frac{ANC^2}{ASNC}$	Resultados com altos índices indicam adaptação à natação contínua e menor gasto de energia (Sambilay, 1990).

Fonte: Gatz (1979b) e Sambilay (1990).

Legenda: As fórmulas e suas interpretações estão de acordo com Gatz (1979b) e Sambilay (1990).

A revisão bibliográfica teve por objetivo reunir informações já disponíveis na literatura, abordando aspectos paleoecológicos (tipos de dentição, orientação bucal, forma do corpo, posição dos peixes na coluna d'água, paleoambiente da paleoictiofauna), bem como a ocorrência e distribuição geográfica da paleoictiofauna da Formação Romualdo.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão desta tese foram organizados de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Geociências (PEPGEOC-UFPE), no formato de dois artigos acadêmicos, ambos submetidos em periódicos de língua inglesa, cujo Qualis seja superior ou igual a A4.

O primeiro artigo intitulado “*DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF THE PALEOICTYOFAUNA OF THE ROMUALDO FORMATION, APTIANO-ALBIAN OF THE ARARIPE BASIN, NORTHEAST BRAZIL*” foi submetido ao periódico “*Palaeobiodiversity and palaeoenvironments*”. Ele consiste em apresentar novos registros da paleoictiofauna e novos afloramentos da Formação Romualdo, comparando a dominância e biomassa dos táxons na bacia, além de compreender as causas que influenciaram no seu grau de dominância, incluindo aspectos paleoecológicos e paleogeográficos.

O segundo artigo intitulado “*SYSTEMATICS AND PALEOAUTECOLOGY OF CLUPEOCEPHALAN FISHES FROM THE ROMUALDO FORMATION, APTIAN-ALBIAN OF ARARIPE BASIN, NE BRAZIL*” submetido ao periódico “*Journal of Anatomy*”. O objetivo desse trabalho é promover a descrição de novos espécimes realizar novas inferências paleoautoecológicas dos peixes Clupeocephala coletados nos afloramentos dos municípios de Araripina, Ipubi, Ouricuri e Simões.

6.1 ARTIGO 1

DIVERSIDADE E DISTRIBUIÇÃO DA PALEOICTIOFAUNA DA FORMAÇÃO ROMUALDO, APTIANO-ALBIANO DA BACIA DO ARARIPE, NORDESTE DO BRASIL

Gabriel Levi Barbosa Lopes¹, Valéria Gallo³, Francisco J. de Figueiredo³ Mario Barilletta² e Alcina Magnólia Franca Barreto¹

¹Universidade Federal de Pernambuco, Centro de tecnologia e Geociências, Departamento de geologia, Av. Acadêmico Hélio Ramos, S/n, 50740-530, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil

²Univerisdade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia, Av. Acadêmico Hélio Ramos, S/n, 50740-530, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil

³Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia, Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20550-900, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho foi levantar novos dados da distribuição da paleoictiofauna do Aptiano/Albiano da Bacia do Araripe, compreender sua associação com outros grupos e revisar seus aspectos paleoecológicos e a distribuição dos táxons ao longo da bacia e no mundo. Foram analisados 712 espécimes distribuídos em 27 localidades, em dez municípios dos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, resultando na identificação de 14 famílias e 21 táxons. A análise de agrupamento, feita por meio do índice de Bray-Curtis, mostrou que o grupo de maior abundância e biomassa é composto por espécies marinhas (*V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *C. gardneri*, *C. cylindricus*, *Brannerion* sp., *T. araripis*, *N. penalvai*, *S. diasii* e *P. cearensis*), embora o grau de abundância desses táxons varie em diferentes regiões da bacia. Em contrapartida, táxons característicos de ambientes lacustres e lagunares (*A. temnurus*, *M. gigas*, *T. limae*) apresentaram baixa abundância. A associação fossilífera caracterizou os estratos sedimentares desses ictiólitos como ambiente marinho de plataforma interna e marinho proximal, corroborando a dominância desses táxons. A semelhança da paleoictiofauna da Bacia do Araripe com a fauna das bacias do Parnaíba, Colômbia, Venezuela, México, Itália e Tunísia, totalizando onze táxons, sugere que a ingressão marinha na Bacia do Araripe ocorreu no sentido NW-SE, através do antigo Mar de Tétis.

1 Introdução

A Bacia do Araripe tem aproximadamente 170 Km de extensão e uma área de 9.000 km², com cerca de 240 km², estendendo-se pelos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí, sendo conhecida não só no Brasil, mas em todo o mundo (Ponte & Appi, 1990). O principal motivo que torna essa bacia conhecida é a grande quantidade e diversidade de organismos fósseis preservados excepcionalmente em seu regime sedimentar, principalmente nos estratos das formações Crato e Romualdo, que juntamente com as formações Barbalha e Ipubi constituem o Grupo Santana (Assine et al., 2014).

A Formação Romualdo é marcada principalmente pela excelente preservação e abundância de peixes fósseis. Os primeiros estudos foram realizados pelo ictiólogo Louis Agassiz em 1841 no estado do Ceará, resultando na descrição dos primeiros táxons para a Bacia do Araripe: *Aspidorhynchus comptoni* (*Vinctifer comptoni*), *Lepidotus temnurus* (*Araripelepidotes temnurus*), *Rhacolepis brama* (*Notelops brama*), *Rhacolepis latus* (*Brannerion latus*), *Rhacolepis buccalis*, *Cladocyclus gardneri* e *Calamopleurus cylindricus* (Carvalho & Santos, 2005). Mais tarde, em 1870, o naturalista Clément Jobert também relatou a ocorrência de peixes fósseis na região oriental, no Piauí, destacando as espécies *V. comptoni*, *R. buccalis*, *C. gardneri*, *T. araripis* e *C. cylindricus*, cujo material foi entregue ao Museu Nacional do Rio de Janeiro (Fernandes et al., 2018).

Um século mais tarde, os estudos referentes a paleoictiofauna tomaram outros rumos além da descrição e sistemática. Santos e Valença (1968), foram os pioneiros nos estudos paleoecológicos, analisando como as características morfológicas das espécies poderiam refletir sobre seu modo de vida. Posteriormente outros autores realizaram estudos paleoecológicos (Maisey, 1994; Maisey & Carvalho, 1995; Juanes, 2003; Milder, 2013; Meunier, et al., 2018; Lopes & Barreto, 2021; Coutinho, 2021).

Maisey (1991), analisou a ocorrência dos peixes presentes nos nódulos calcários dos municípios de Jardim, Santana do Cariri e Missão Velha, destacando a presença de *Vinctifer comptoni*, *Rhacolepis buccalis*, *Cladocyclus gardneri*, *Notelops brama*, *Calamopleurus cylindricus*, *Tharrhias araripis*, *Brannerion* sp., *Neoproscinetes penalvai*, *Paraelops cearensis*, *Araripelepidotes temnurus*, *Araripichthys castilhoi*, *Oshunia brevis*, *Axelrodichthys araripensis*, *Mawsonia gigas* e *Iansan beurleni*, dando grande visibilidade para a diversidade de peixes que ocorre no estado do Ceará. Novos táxons foram descritos para essa região como *Santaclupea silvasantosi* Maisey (1993) e *Santanasalmo elegans* Gallo et al., (2009).

A Formação Romualdo, no estado de Pernambuco, teve a descrição de *Beurlenichthys ouricuriensis* Figueiredo e Gallo (2004) e também, trabalhos como Duque e Barreto (2018) e Lopes e Barreto (2019), que realizaram estudos abordando a diversidade e abundância da paleoictiofauna dessa região, destacando a presença de quatorze táxons, sendo eles *V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *C. cylindricus*, *C. gardneri*, *Brannerion* sp., *N. penalvai*, *T. araripis*, *S. diasii*, *P. cearensis*, *I. beurleni*, *A. temnurus*, *A. araripensis* e *B. ouricuriensis*. Esses mesmos autores também relataram a ausência de algumas espécies que ocorrem no estado do Ceará como *O. brevis*, *M. gigas* e *A. castilhoi*. No entanto, Barbosa et al., (2022) descreveram os

espécimes de *A. araripensis* e citaram ainda a ocorrência do gênero *Mawsonia* no sítio Zé Gomes, localizado no município de Exu.

Tendo em vista o potencial fossilífero e paleoecológico da Formação Romualdo, o objetivo desse trabalho é apontar novas ocorrências de peixes através da coleta de fósseis e analisar a associação fossilífera nos locais de coleta, permitindo compreender como era a diversidade e distribuição dos peixes ao longo da bacia.

2 Contexto geológico

A Bacia do Araripe se estende por três estados do Nordeste brasileiro: Pernambuco, Ceará e Piauí (Kellner et al., 2002). É uma bacia poligenética, pois sua deposição ocorreu durante os estágios pré-rift, rift e pós-rift, responsáveis pela separação dos continentes Africano e Sul-americano, em associação com a abertura do Oceano Atlântico. Ela é conhecida não somente pela sua origem, mas também pela sua litologia e pelo conteúdo fossilífero encontrados nas formações do Grupo Santana (Pós-rift I, sensu Assine et al., 2014).

De acordo com Assine et al. (2014), o Grupo Santana é constituído por quatro formações: Formação Barbalha (arenito de granulação fina à grossa), seguida pela Formação Crato (calcários laminados fossilíferos), Formação Ipubi (gipsita e folhelhos pirobetuminosos) e no topo, a Formação Romualdo, cuja litologia é bastante complexa, composta por arenitos cuja granulação varia de fino a grosso, margas, calcários laminados, coquinas e folhelhos com nódulos calcários, a maioria fossilíferos.

A Formação Romualdo, um Konservat-Lagerstätte, apresenta um conteúdo fossilífero constituído por diversos grupos, como plantas (gimnospermas e angiospermas), invertebrados (insetos, gastrópodes, bivalves, equinoides, camarões e caranguejos, bem como seus representantes larvais), vertebrados (peixes, quelônios, crocodilos, pterossauros e dinossauros), microfósseis, palinórfos e icnofósseis (coprólitos e ovos) (Naish et al., 2004; Maisey & Carvalho, 1995; Manso & Hessel 2007; Pereira et al., 2017; Batista, 2019; Carvalho et al., 2019; Freitas, 2019; Prado et al., 2019; Abreu et al., 2020; Prado et al., 2021; Sena et al., 2021; Duque et al., 2022).

A Formação Romualdo possui uma fauna de macroinvertebrados que reflete diferentes ambientes deposicionais (marinho, lagunar e estuarino), sendo composta por organismos adaptados ao ambiente marinho e ambientes com flutuações nos níveis de salinidade (Prado et al., 2016; Prado et al., 2016). Além disso, a presença de foraminíferos, nanofósseis calcários e

ostracodes, indicando a presença de ambiente marinho e transicional (Araripe et al., 2021; Araripe et al., 2022; Lemos et al., 2023).

Uma discussão de grande importância envolvendo a Formação Romualdo aborda o fluxo da ingressão marinha na região. Por meio da análise de paleocorrentes, Assine (1994), relatou que a ingressão marinha na região ocorreu pela Bacia de Sergipe/Alagoas. Valença et al. (2003) sugeriram uma outra rota de ingressão pela Bacia do Potiguar (E), mas, pela ausência de sedimentos coevos entre as bacias do Potiguar e Araripe, essa teoria foi descartada (Arai, 2006). Arai (2014), por sua vez, defende que o mar ingressou no nordeste brasileiro pelo Norte (NW), pela Bacia do Parnaíba, devido a correlação faunística entre Formação Romualdo e o mar de Tétis.

De acordo com diversos autores, a deposição da Formação Romualdo data do Aptiano/Albiano (Arai et al., 2001; Coimbra et al., 2002; Neumann et al., 2002; Custódio et al., 2017; Arai & Assine, 2020; Melo et al., 2020; Araripe et al., 2022). Além disso, estudos recentes baseados em nanofósseis calcários indicam que houve duas ingressões marinhas, sendo a primeira depositada no Aptiano e a segunda no Albiano (Araripe et al., 2022; Lemos et al., 2023).

3 Área de estudo

A área de estudo do presente trabalho consiste em sete novos afloramentos e 20 já conhecidos, totalizando 27 afloramentos da Formação Romualdo, amplamente distribuídos nos estados de Pernambuco, Ceará e Piauí (figura 1). Esses afloramentos são representados por exposição natural de rochas (sítios, fazendas, estradas e leitos de rio da região) e pela mineração para extração de gipsita (Formação Ipubi). Os afloramentos sem coordenadas foram catalogados pelo Museu de Ciências Naturais e de História Barra do Jardim e, por isso, foram plotados no mapa de forma estimativa.

No estado de Pernambuco, foram realizadas coletas nos municípios de Araripina, Ipubi, Ouricuri e Exu. No estado do Ceará, as coletas ocorreram em Jardim e Santana do Cariri; e no estado do Piauí, nos municípios de Curral Novo, Simões e Caldeirão Grande (tabela 1). Em algumas localidades do município de Jardim, o acesso ao material foi feito por meio da coleção do Museu de Ciências Naturais e de História Barra do Jardim, CE. As figuras 2, 3, 4, e 5 mostram os perfis estratigráficos de alguns afloramentos analisados.

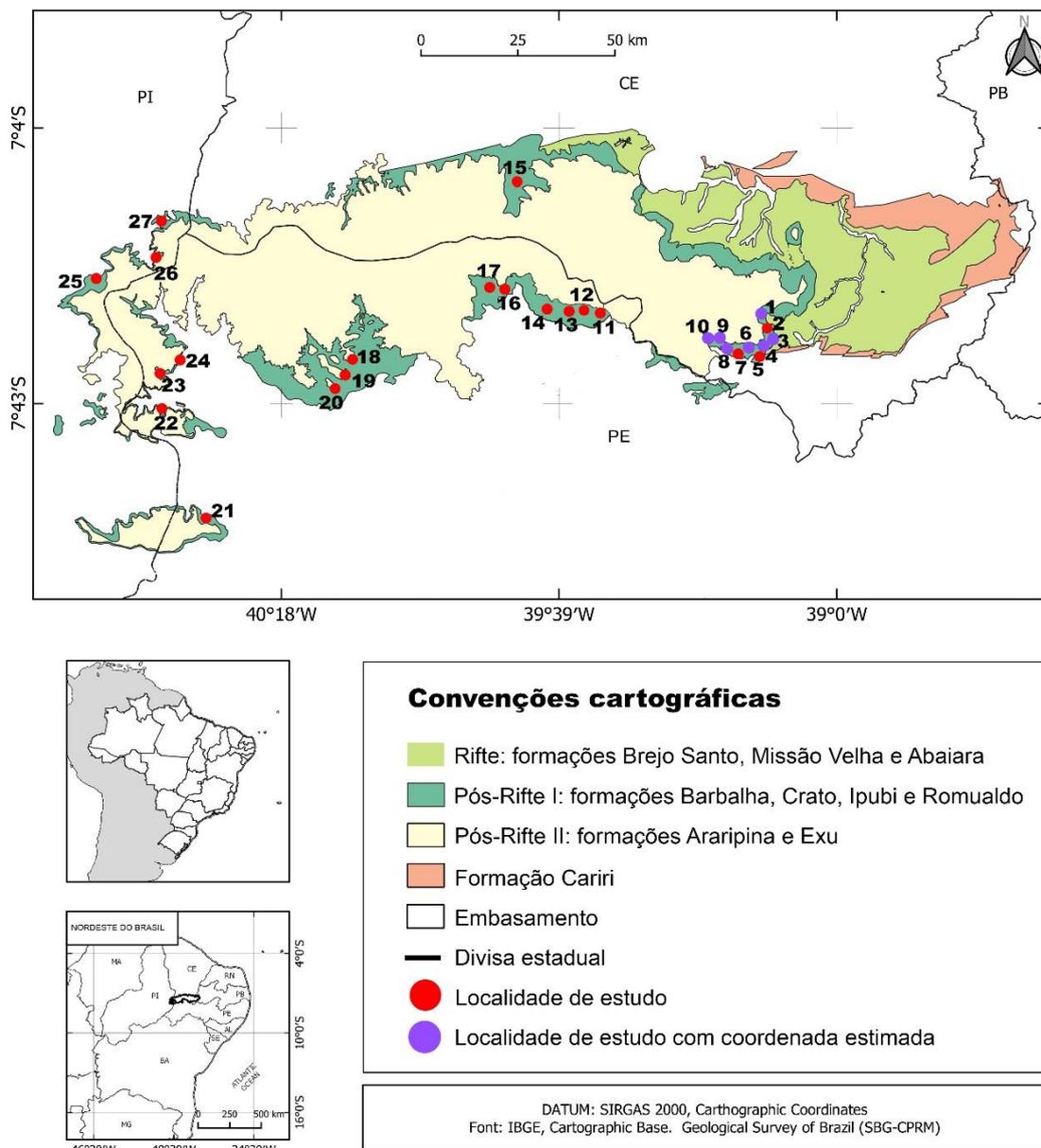


Figura 1: Mapa geológico da Bacia do Araripe e localização dos sítios fossilíferos estudados: 1 – Taquari (CE); 2 – Sobradinho (CE); 3 – Lagoa do Alto (CE); 4 – Lagoa de Souza (CE); 5 – Engenho d’água (CE); 6 – Sítio Lagoa (CE); 7 – Sítio Engenho Velho (CE); 8 – Vieira (CE); 9 – Avenida Wilson (CE); 10 – Boa Vista (CE); 11 – Cedro (PE); 12 – Santo Antônio (PE); 13 – Zé Gomes (PE); 14 – São Félix (PE); 15 – Riacho da Cascavel (CE); 16 – Marçal (PE); 17 – Saudade (PE); 18 – Escorrego; 19 – Mina Serrolândia (PE); 20 – Mina VMB (PE); 21 – Serra do Inácio (PE); 22 – Mina Gregório (PE); 23 – Mina Vale do Silício (PE); 24 – Mina Alto alegre (PE); 25 – Serra do Félix (PI); 26 – Caminho Novo (PI); 27 – Ladeira do Berlenga (PI).

Municípios	Localidade	Coordenadas geográficas	Número de Fósseis amostrados
Araripina	Mina Alto Alegre	7°37'37"S 40°31'04" W	117
	Mina Gregório	7°43'39.1"S 40°33'24.3"W	2
	Mina Vale do Silício	7°40'03.7" S 40°33'23.5"W	4
Ipubi	Sítio Escorrego	7°37'56.8"S 40°08'24.4"W	34
	Mina VMB*	7°42'47.2"S 40°12'39.4"W	21
	Mina Serrolândia	07°43'31.31"S 40°11'35.36"W	37
Ouricuri	Serra do Inácio*	7°59'12,1"S 40°28'21.0"W	8
Exu	Sítio Zé Gomes	7°31'16"S 39°34'18"W	74
	Sítio Santo Antônio	7°30'52.6"S 39°32'56.8"W	39
	Sítio Cedro	7°29'35"S 39°35'32"W	24
	Sítio Marçal	7°25'43"S 39°49'108"W	9
	Sítio Saudade	7°28'03"S 39°45'51"W	40
	Sítio São Félix	-	13
Santana do Cariri	Riacho da cascavel*	7°12'13.7"S 39°44'07.8"W	10
	-	-	1
Jardim	Sítio Engenho Velho*	7°34'46.4"S 39°16'40.1"W	41
	Sítio Engenho D'água*	7°35'20.4"S 39°15'59.7"W	14
	Sítio Sobradinho	7°34'15.4"S 39°09'51.7"W	90
	Sítio Lagoa do Alto	-	30
	Sítio Lagoa de Souza	-	8
	Sítio lagoa	-	9
	Avenida Wilson	-	31
	Sítio Vieira	-	12
	Sítio Taquari	-	2
	Sítio Boa vista	-	1
Caldeirão Grande	Ladeira do Berlenga	7°17'10.2"S 40°35'42"W	10
Simões	Serra do Félix*	7°35'40"S 40°28'37"W	23
Curral novo	Sítio Caminho novo*	7°20'40.8"S 40°36'49.0"W	8

Tabela 1: Quantidade de peixes fósseis coletados e identificados. O * marca os sítios inéditos para estudos da paleoictiofauna.

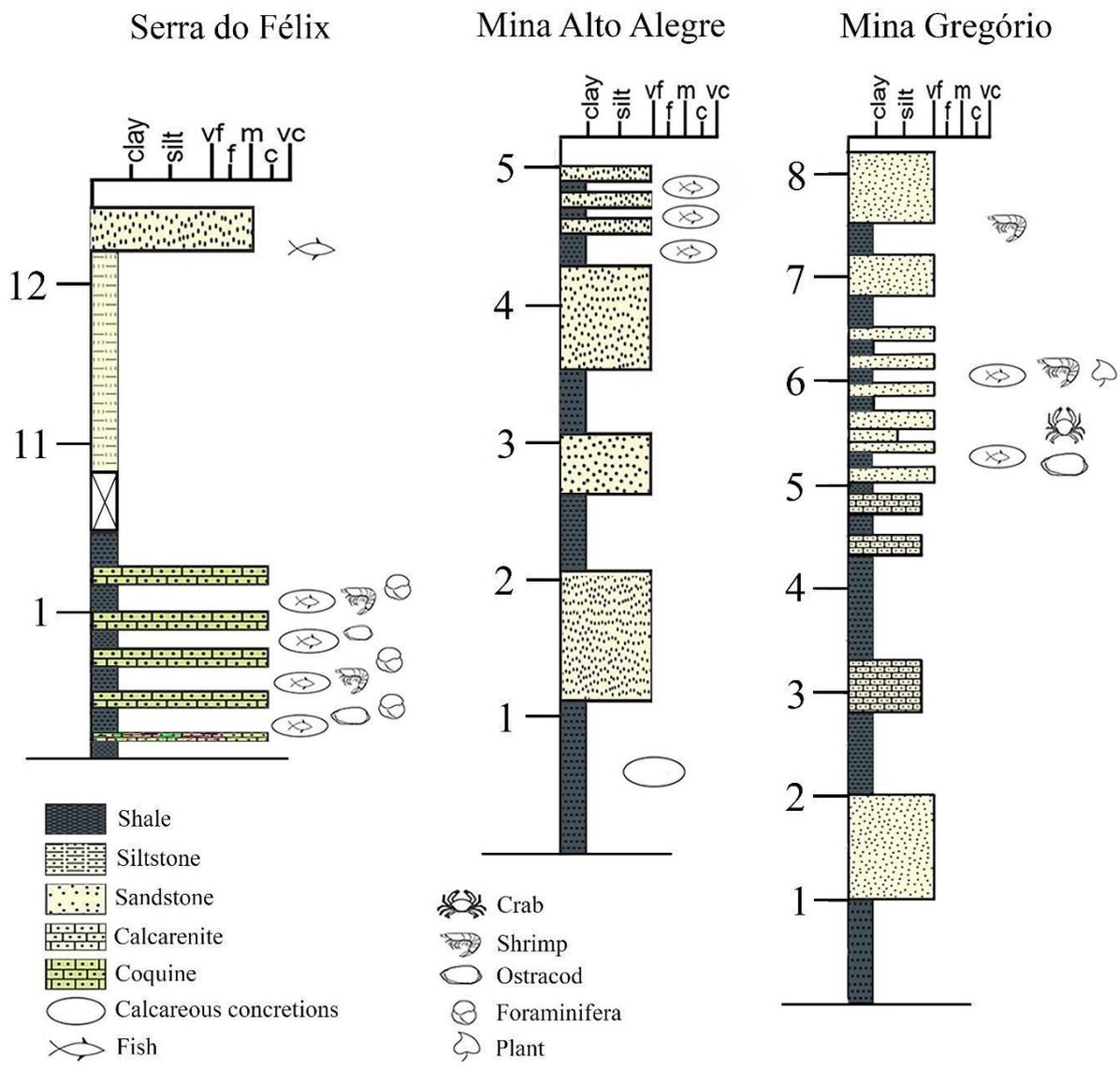


Figura 2: Perfil estratigráfico dos afloramentos de Serra do Félix (PI), mina Alto Alegre (PE) e mina Gregório (PE), Formação Romualdo/Grupo Santana, região ocidental da Bacia do Araripe. A – Argila; S – Siltito; MF – Muito fina; F – Fina; M – Média; G – Grossa; MG – Muito grossa.

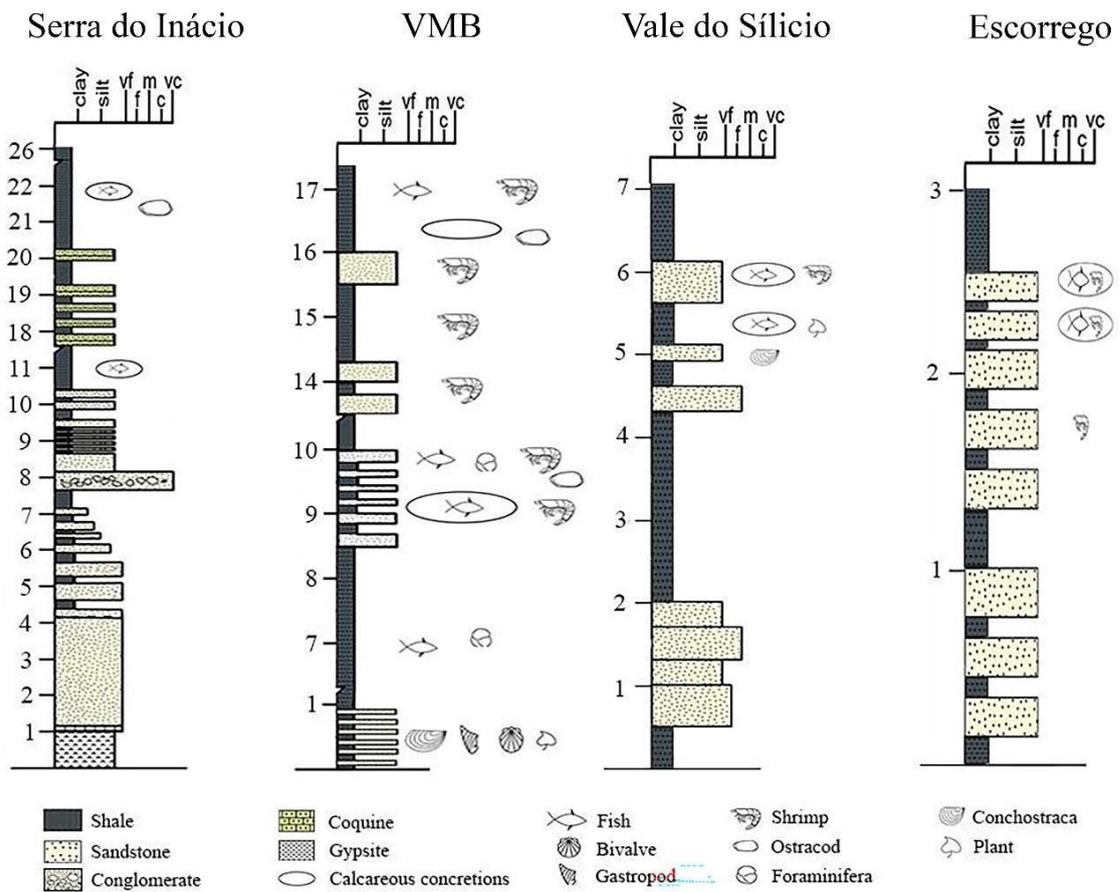


Figura 3: Perfil estratigráfico dos afloramentos de Serra do Inácio (PE), mina VMB (PE), mina Vale do Silício (PE) e Escorrego (PE), Formação Romualdo/Grupo Santana, região ocidental da Bacia do Araripe. A – Argila; S – Siltito; MF – Muito fina; F – Fina; M – Média; G – Grossa; MG – Muito grossa.

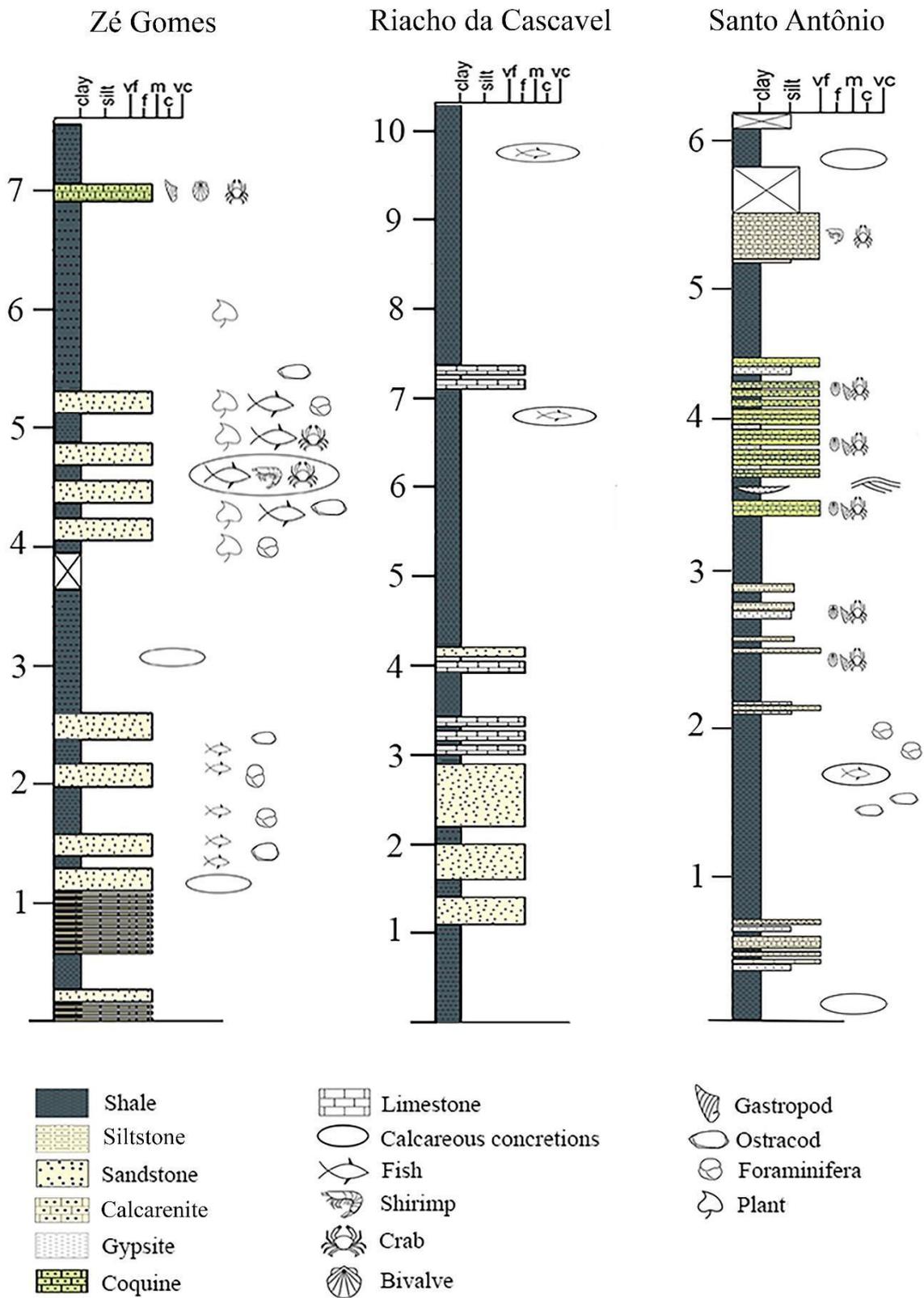


Figura 4: Perfil estratigráfico dos afloramentos de Zé Gomes (PE), Riacho da cascavel (CE) e Santo Antônio (PE), Formação Romualdo/Grupo Santana, região central da Bacia do Araripe. A – Argila; S – Siltito; MF – Muito fina; F – Fina; M – Média; G – Grossa; MG – Muito grossa.

Sobradinho

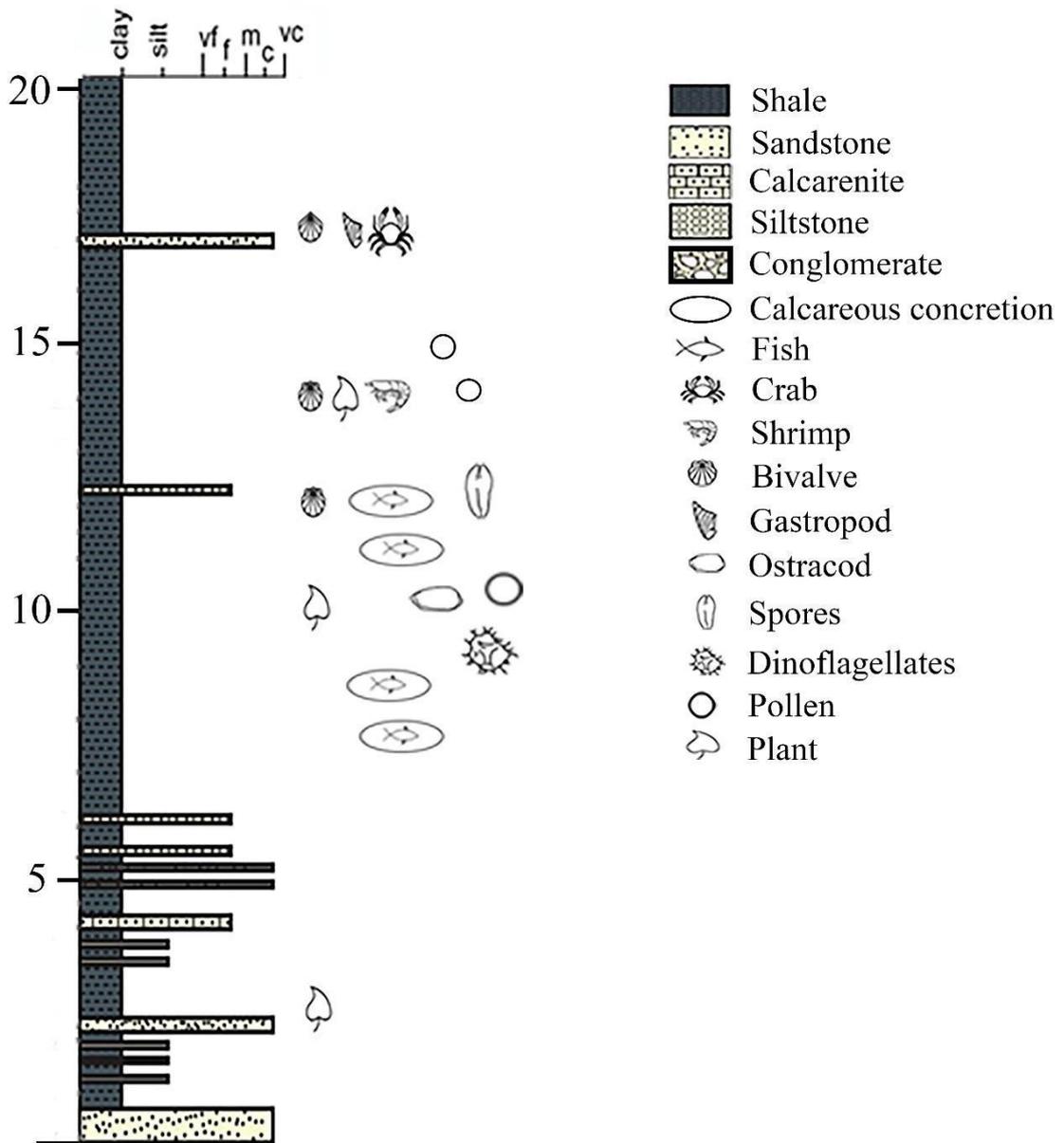


Figura 5: Perfil estratigráfico do afloramento Sobradinho, Formação Romualdo/Grupo Santana, região oriental da Bacia do Araripe (CE). A – Argila; S – Siltito; MF – Muito fina; F – Fina; M – Média; G – Grossa; MG – Muito grossa.

4 Material e Métodos

O material de estudo corresponde a 712 espécimes, oriundos de coletas de campo, da coleção científica do Laboratório de Paleontologia do Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco (PALEOLAB-DGEO-CTG-UFPE) e do Museu de Ciências Naturais e de História Barra do Jardim (MCNHBJ), CE. O material coletado

passou por processo de preparação mecânica, tombamento e, posteriormente, identificação taxonômica com base nos trabalhos já presentes na literatura, principalmente: Maisey (1991), Maisey (1993), Figueiredo e Gallo (2004), Gallo et al., (2009), Polck et al., (2015). Dos 712 espécimes analisados, a grande maioria foi proveniente de concreções calcárias, correspondendo a 93,36% do conteúdo fossilífero. Os demais são procedentes de folhelhos (38 – 5,36%) e calcarenitos (9 – 1,27%).

Os dados de riqueza de espécies e abundância relativa (AR) foram utilizados para desenvolver uma análise baseada no índice de *Bray-Curtis*, por meio do *software* Primer 7 seguindo a metodologia de Barletta et al., (2005). Essa análise permitiu agrupar os táxons de acordo com a similaridade do grau de dominância e biomassa dos táxons da Formação Romualdo ao longo de toda a bacia (regiões oriental, central e ocidental).

Além dos dados referentes à paleoictiofauna, também foram analisadas as associações fossilíferas dos sítios abordados neste trabalho. Esses dados foram obtidos por meio de coletas e observações realizadas durante os trabalhos de campo, atividades laboratoriais e revisão bibliográfica.

A revisão bibliográfica deste trabalho baseou-se em dados da literatura sobre os aspectos paleoecológicos da paleoictiofauna da Formação Romualdo, incluindo tipos de dentição, dieta e hábitos alimentares, morfologia corporal, posição dos peixes na coluna d'água, paleoambiente, além de dados paleogeográficos e seus intervalos temporais.

5 Resultados

5.1 A Paleoictiofauna da Formação Romualdo

A identificação da paleoictiofauna da Formação Romualdo na área de estudo revelou a presença de 21 táxons: *Vinctifer comptoni*, *Rhacolepis buccalis*, *Notelops brama* (figura 6), *Cladocylus gardneri*, *Calamopleurus cylindricus* (figura 7), *Brannerion* sp., *Tharrhias araripis*, *Araripelepidotes temnurus* (figura 8), *Neoproscinetes penalvai*, *Araripichthys castilhoi* (figura 9), *Paraelops cearensis*, *Beurlenichthys ouricuriensis* (figura 10), *Clupavus brasiliensis*, *Placidichthys bidorsalis*, *Santanichthys diasii* (figura 11), *Axelrodichthys araripensis* e *Mawsonia gigas* (figura 12), *Iansan beurleni* e *Tribodus limae* (figura 13), *Iemanja palma* e *Clupeocephala*.

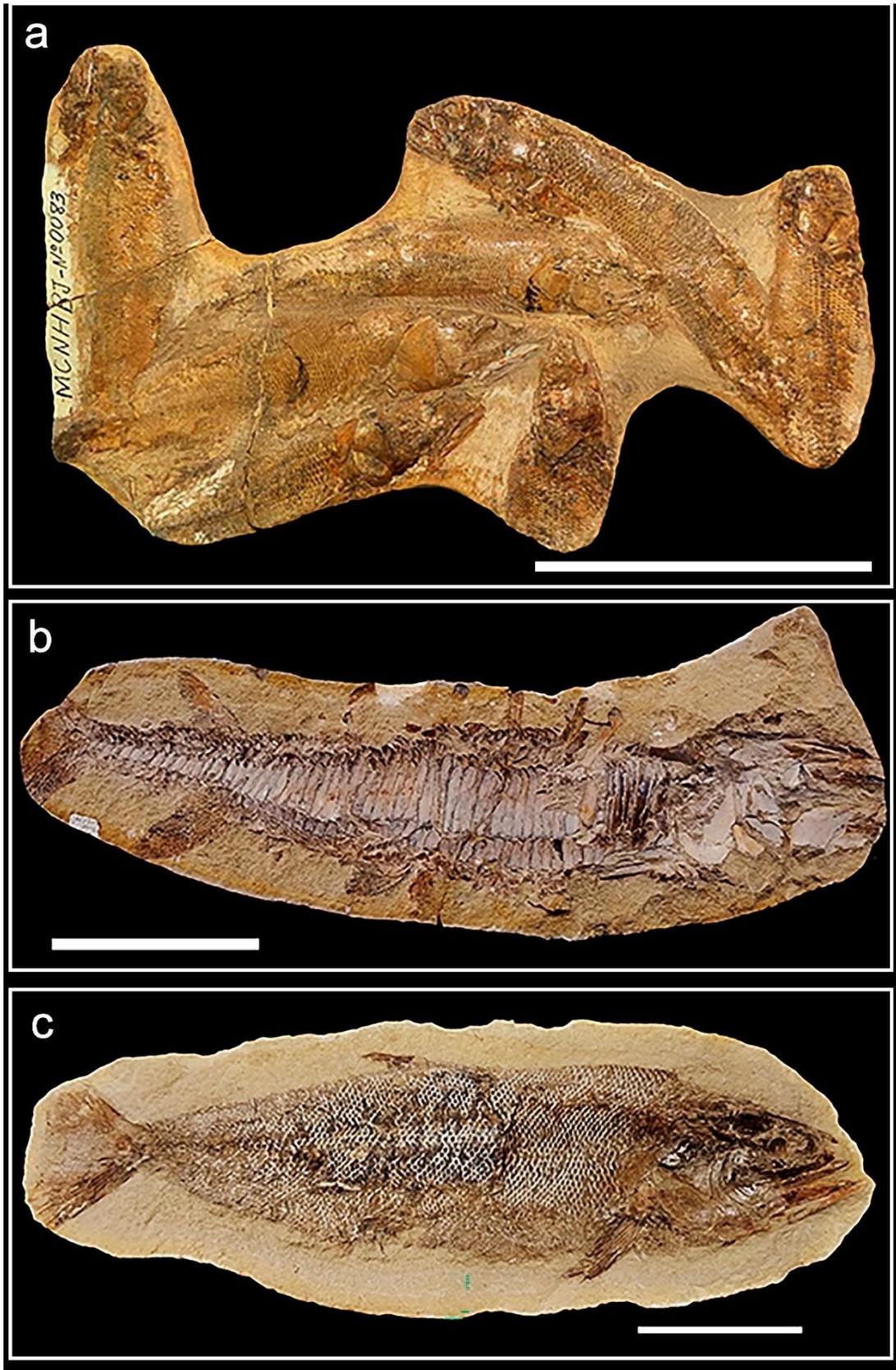


Figura 6: A - *Rhacolepis buccalis* (escala, 10cm. MCNHBJ, N° 0083, Sítio Sobradinho); B - *Vinctifer comptoni* (escala 5cm. DEGEO/CTG/UFPE 8785, Mineradora Agaci); C - *Notelops brama* (escala, 10cm. DEGEO/CTG/UFPE 9502, Mina Alto Alegre).

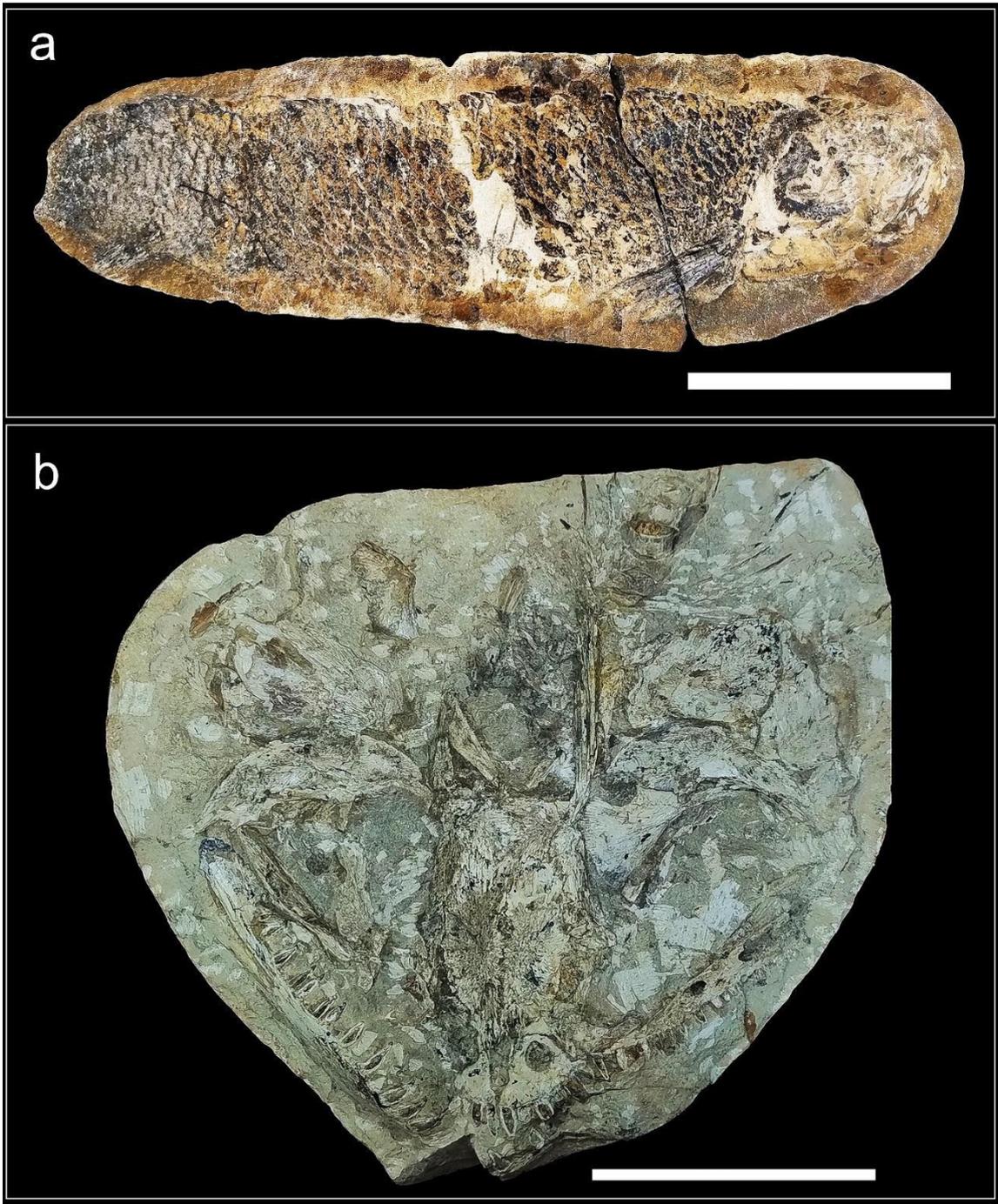


Figura 7: A - *Cladocyclus gardneri* (escala, 10cm. DEGEO/CTG/UFPE 8523, Zé Gomes); B - *Calamopleurus cylindricus* (escala, 10cm. DEGEO/CTG/UFPE 9504, Distrito de Rancharia).

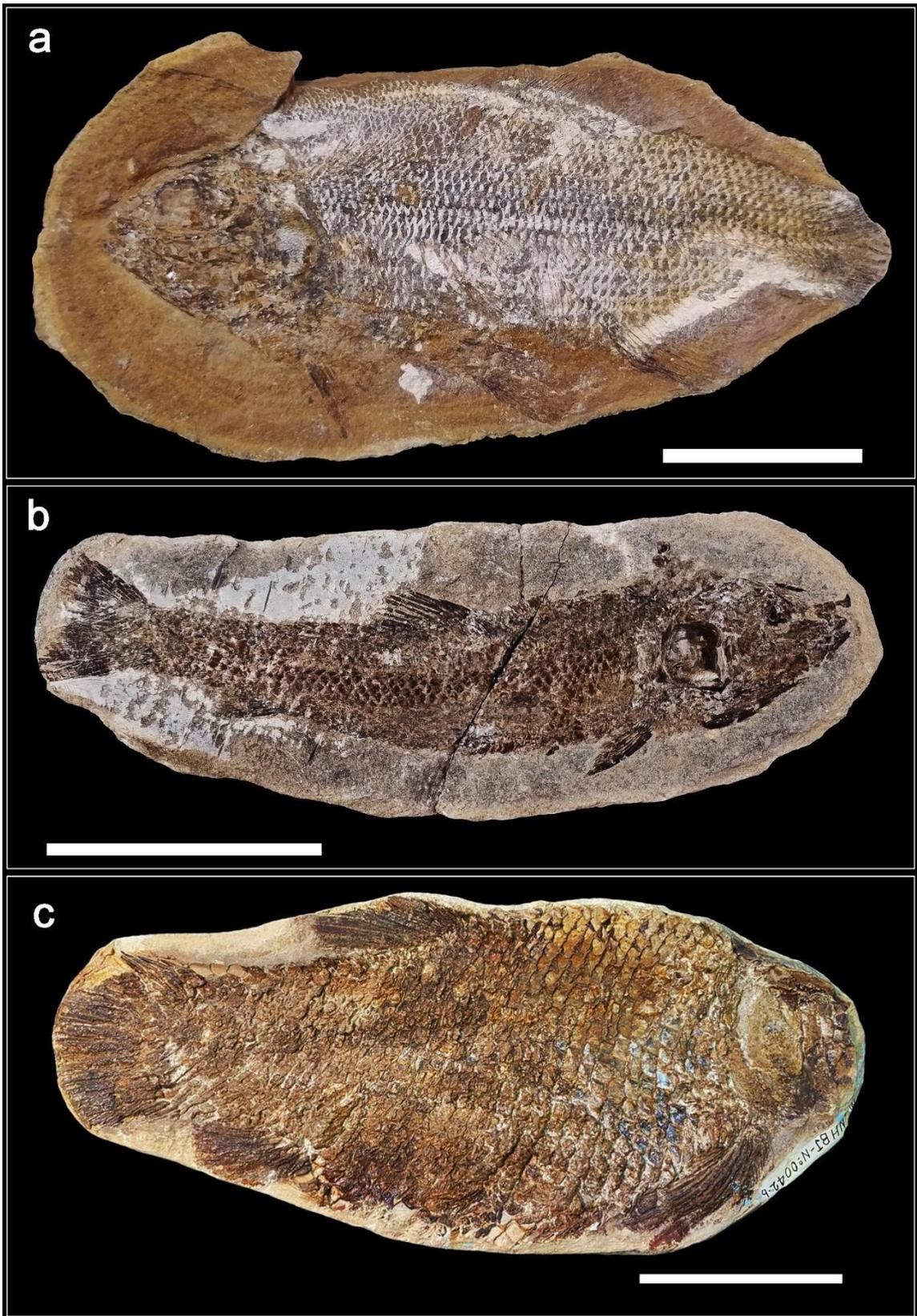


Figura 8: A - *Brannerion* sp. (escala, 10cm. DEGEO/CTG/UFPE 9505, Santo Antônio); B - *Tharrhias araripis* (escala, 10cm. DEGEO/CTG/UFPE 9506, Sítio Sobradinho); C - *Araripelepidotes temnurus* (escala, 10cm. MCNHB, N° 0042b, Sítio Sobradinho).

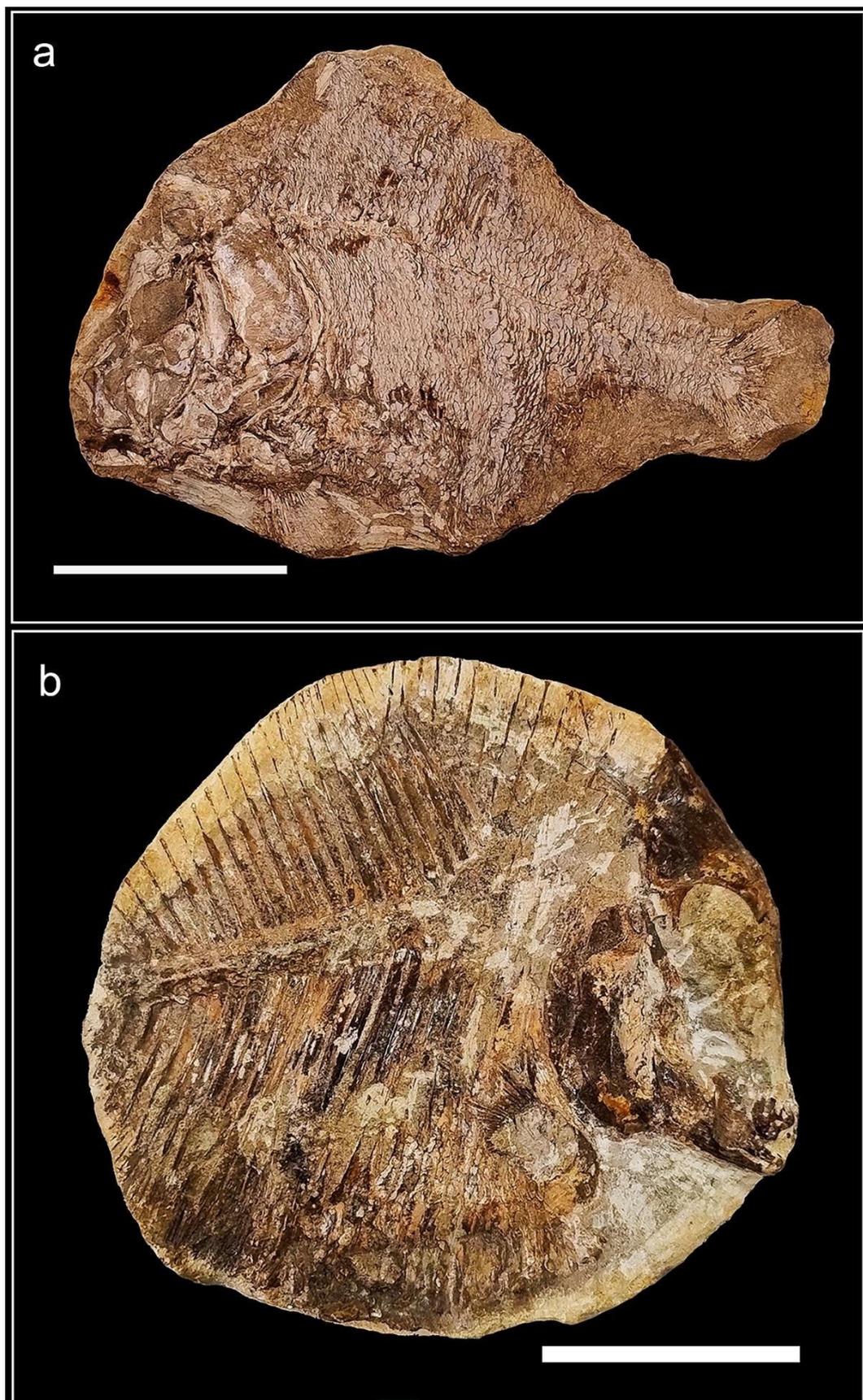


Figura 9: A – *Araripichthys castilhoi* (escala, 10cm. DGEO/CTG/UFPE 7678, Santana do Cariri); B – *Neoproscinetes penalvai* (escala, 5cm. DGEO/CTG/UFPE 8266, Zé Gomes).



Figura 10: A - *Paraelops cearensis* (escala, 10cm. DGEO/CTG/UFPE 7567, Mina Gregório);
B - *Beurlenichthys ouricuriens* (escala, 8mm. DGEO/CTG/UFPE 8500, Mina VMB).

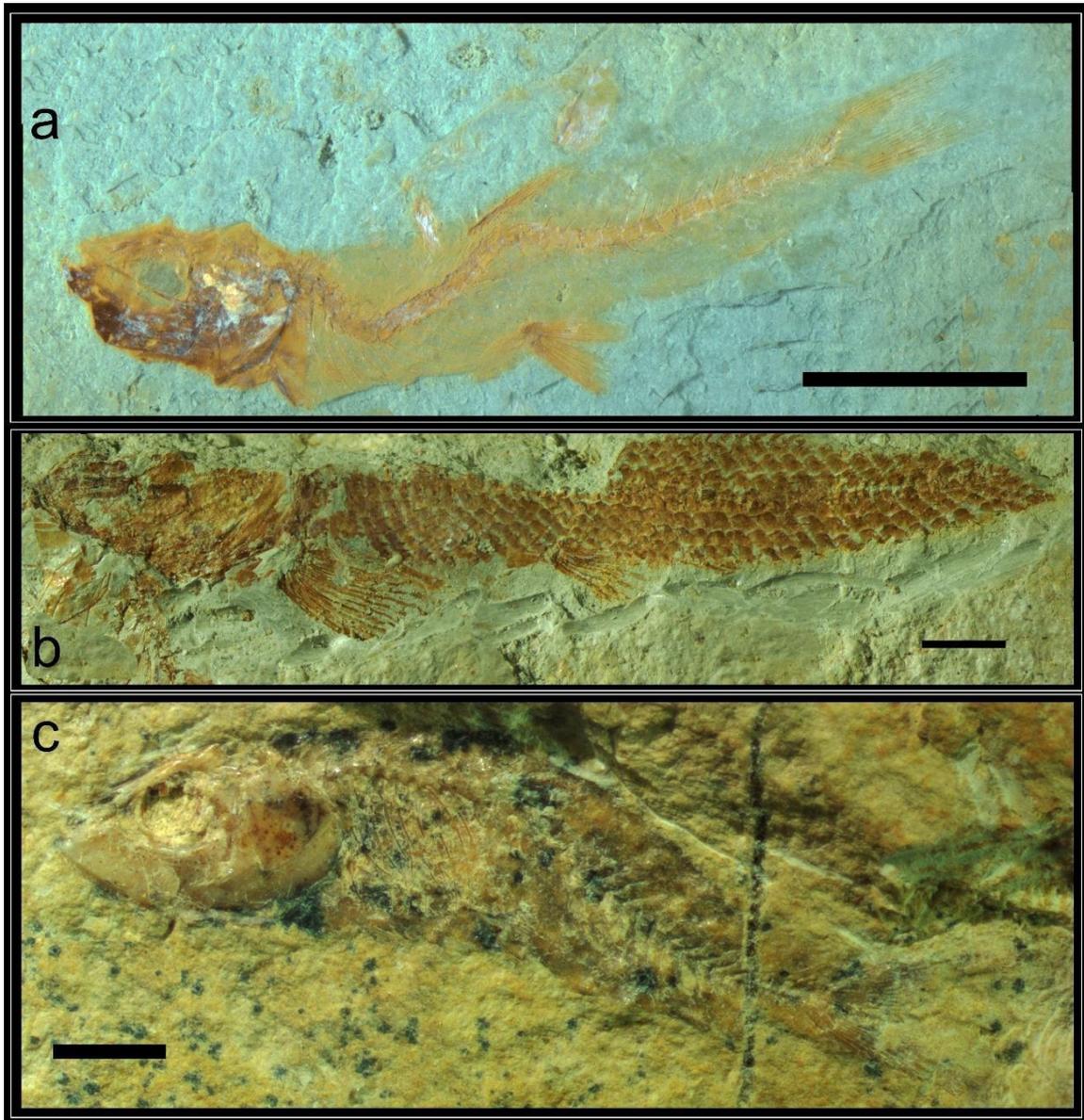


Figura 11: A - *Clupavus brasiliensis* (escala, 10mm (DGEO/CTG/UFPE 9508, Serra do Inácio); B - *Placidichthys bidorsalis* (escala, 2mm. DGEO/CTG/UFPE 9509, Mina VMB); C - *Santanichthys diasii* (escala, 5mm. DGEO/CTG/UFPE 9507, Serra do Félix).

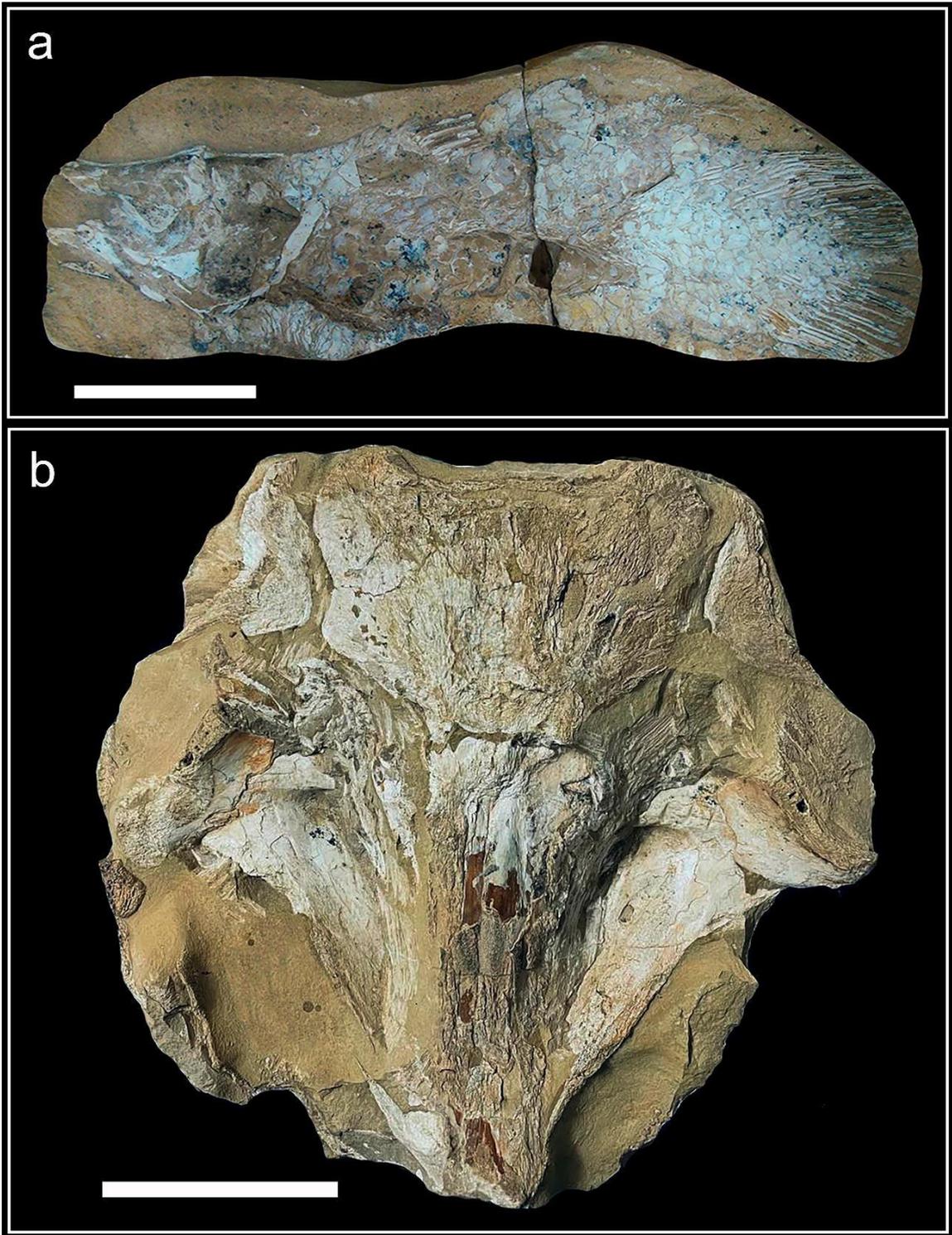


Figura 12: A) – *Axelrodichthys araripensis* (escala, 10cm. DGEO/CTG/UFPE 8598, Sítio Cedro); B – *Mawsonia gigas* (escala, 10cm. MCNHBJ, N° 0354, Sítio Sobradinho).

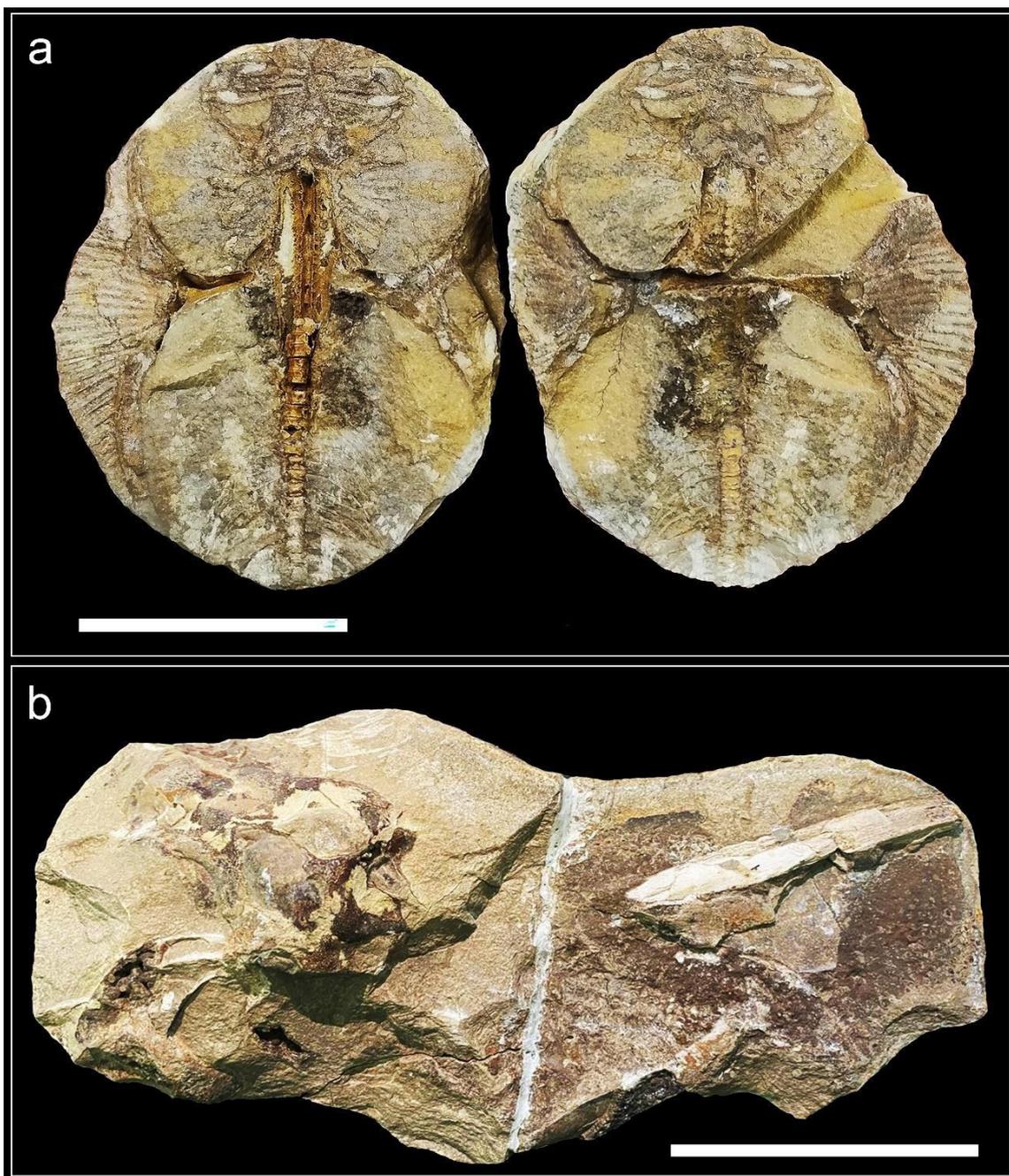


Figura 13: A) – *Iansan beurleni* (escala, 10cm. DGEO/CTG/UFPE 2510, Mina Alto Alegre); B) – *Tribodus limae* (escala, 10cm. MCNHBJ, N° 185, Sítio Sobradinho).

Dos 29 táxons já descritos na Formação Romualdo, 20 foram identificados neste trabalho a nível de gênero, correspondendo a 69% da diversidade de sua paleoictiofauna. A grande maioria pertence ao grupo dos Osteichthyes, sendo 16 táxons Actinopterygii e dois Sarcopterygii (*A. araripensis* e *M. gigas*). Também estão presentes duas espécies de Chondrichthyes: *I. beurleni* e *T. limae*. *T. limae* ocorre apenas na região oriental da bacia (sítio Sobradinho), e *I. beurleni*, nas regiões oriental e ocidental (sítio Sobradinho e mina Alto Alegre,

respectivamente) (tabela 3). Além disso, este trabalho registra a primeira ocorrência de *P. bidorsalis* em território pernambucano, antes identificada apenas no Estado do Ceará, e a primeira ocorrência de *C. brasiliensis* na Formação Romualdo, que no Brasil era registrada apenas na Bacia do Tucano.

A análise de agrupamento (figura 14), realizada por meio da similaridade de *Bray-Curtis*, permitiu reunir os táxons em três grupos principais. O grupo I, composto pelas espécies *C. brasiliensis* e *B. ouricuriensis*; o grupo II, por *A. temnurus*, *A. castilhoi*, *M. gigas*, *I. beurleni*, *T. limae* e *Clupeocephala*; e o grupo III, por *V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *C. gardneri*, *C. cylindricus*, *Brannerion* sp., *T. araripis*, *N. penalvai*, *P. cearensis*, *S. diasii* e *A. araripensis*.

O grupo III foi subdividido em quatro subgrupos: III-A) *P. cearensis* e *A. araripensis*; III-B) *N. penalvai* e *S. diasii*; III-C) *N. brama*, *C. gardneri*, *C. cylindricus*, *Brannerion* sp., e *T. araripis*; III-D) *V. comptoni* e *R. buccalis*. Com exceção de *S. diasii*, todos outros ocorrem ao longo de toda a Bacia do Araripe, e os subgrupos III-D (*V. comptoni* e *R. buccalis*) e III-C (*N. brama*, *C. gardneri*, *C. cylindricus*, *Brannerion* sp., e *T. araripis*) possuem maior abundância, respectivamente (figura 14).

Taxon	Número (%) de espécimes coletados em diferentes porções da Bacia do Araripe		
	Porção Oeste	Porção Central	Porção Leste
<i>V. comptoni</i>	79 (29.92)	85 (40.48)	58 (24.37)
<i>R. buccalis</i>	39 (14.77)	26 (12.38)	58 (24.37)
<i>N. brama</i>	24 (9.09)	16 (7.62)	9 (3.78)
<i>C. gardneri</i>	20 (7.58)	20 (9.52)	34 (14.29)
<i>C. cylindricus</i>	13 (4.92)	16 (7.62)	20 (8.40)
<i>Brannerion</i> sp.	19 (7.20)	16 (7.62)	3 (1.26)
<i>T. araripis</i>	23 (8.71)	13 (6.19)	13 (5.46)
<i>N. penalvai</i>	2 (0.76)	7 (3.33)	10 (4.20)
<i>A. temnurus</i>	2 (0.76)	1 (0.48)	1 (0.42)
<i>S. diasii</i>	10 (3.79)	2 (0.96)	-
<i>C. brasiliensis</i>	26 (9.85)	-	-
<i>B. ouricuriensis</i>	1 (0.38)	-	-
<i>P. cearensis</i>	2 (0.76)	2 (0.96)	2 (0.84)
<i>P. bidorsalis</i>	1 (0.38)	-	-
<i>A. castilhoi</i>	-	1 (0.48)	3 (1.26)
<i>I. palma</i>	-	-	1 (0.42)
<i>Clupeocephala</i>	1 (0.38)	-	17 (7.14)

<i>A. araripensis</i>	1 (0.38)	4 (1.91)	3 (1.26)
<i>M. gigas</i>	-	1 (0.48)	2 (0.84)
<i>I. beurleni</i>	1 (0.38)	-	3 (1.26)
<i>T. limae</i>	-	-	1 (0.42)
Total	264 (100.00)	210 (100.00)	238 (100.00)

Tabela 2: Dados estatísticos de riqueza de espécies (R) e Abundância relativa (Ar) para as regiões da Bacia do Araripe (ocidental, central e oriental).

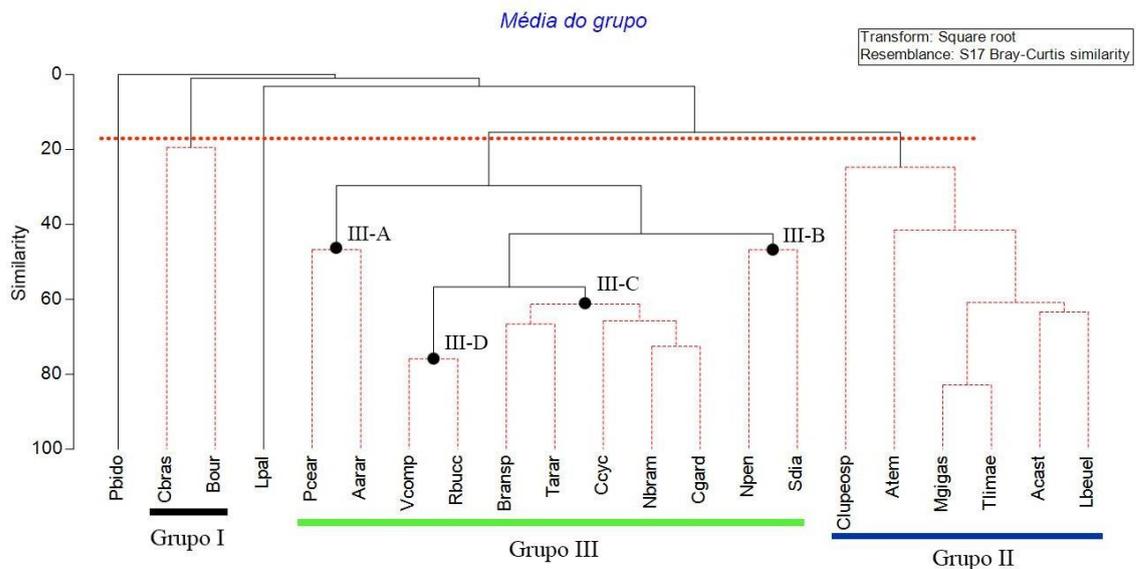


Figura 14: Análise de agrupamento baseado na similaridade da abundância e biomassa de peixes da Formação Romualdo. Foram identificados três grupos (I, II e III), e quatro subgrupos no grupo três (III-A, III-B, III-C e III-D).

5.2 Paleoictiofauna e sua associação fossilífera

Os fósseis associados à paleoictiofauna da Formação Romualdo, representam uma ampla diversidade de organismos, como nanofósseis calcários, foraminíferos bentônicos e planctônicos, ostracodes mixohalinos e marinhos, esporos, polens, dinoflagelados e invertebrados (camarões e caranguejos) (tabela 4). Outros invertebrados, como gastrópodes, bivalves e equinoides também ocorrem nos pontos de coleta estudados neste trabalho. No entanto, são poucos os registros desses organismos nos mesmos níveis das concreções calcárias ricas em peixes. Um exemplo disso, é a presença de concreções com caranguejos (marinhos) (Prado et al., 2021).

Em Serra do Félix, os peixes ocorrem entre os níveis 0,3-1,2 metros e 12 metros (*S. diasii*) (figura 11). Os peixes dos níveis de 0,3-1,2 metros estão associados à nanofósseis

calcários, foraminíferos, ostracodes e camarões (*Paleomattea deliciosa*). Não foram encontrados organismos associados a *S. diasii* (12m).

Ainda na região ocidental da bacia no Estado de Pernambuco, a mina Alto Alegre, possui peixes entre os níveis de 4,2-5m (figura 11) e estão associados aos camarões *P. deliciosa*, assim como na mina Gregório e mina Vale do Silício, cujos peixes ocorrem entre os níveis de 5-6m (figura 12). A mina VMB, apresenta peixes em três níveis, 7m, 9-10m, e 22 metros (figura 12), com associação de foraminíferos em 7m, foraminíferos, ostracodes e camarões nos níveis 9-10m e ostracodes e camarões no nível de 22m. O sítio Escorrego possui peixes entre 2-2,5m (figura 12) e estão associados a camarões. Em Serra do Inácio os peixes ocorrem nos níveis de 11m e 22m (figura 12), apenas este último apresenta associação com ostracodes.

O sítio Zé Gomes apresenta peixes em dois níveis, 1-1,2m e 4-5,3m (figura 13). O nível 1-1,2m apresenta associação de ostracodes e foraminíferos e os peixes dos níveis de 4-5,3m estão associados à ostracodes, foraminíferos, camarões e caranguejos. O sítio Santo Antônio apresenta peixes nos níveis 1,5-2m e 4,5-6m (figura 13), ambos estão associados à foraminíferos e ostracodes. Estes afloramentos estão localizados na região central da bacia.

O sítio Sobradinho, localizado na porção oriental da bacia, apresenta peixes (8-12 metros, figura 14) associados aos esporos, pólenes, dinoflagelados, ostracodes, gastrópodes, bivalves e camarões.

Sítios fossilíferos	Táxons		Referências bibliográficas
Ladeira do Berlenga	Gastrópodes	<i>Cerithium sergipensis</i>	Pereira et al., (2015)
	Bivalves	<i>Aguileria dissita</i> <i>Brachidontes araripensis</i>	Santos (1982) Pereira et al., (2015)
Pé da Serra do Félix	Nanofósseis calcários	<i>Thoracosphaera</i> sp. <i>Watznaueria</i> sp. <i>Braarudosphaera</i> sp.	Nova ocorrência
	Foraminíferos bentônicos	<i>Spirosigmoilina</i> sp. <i>Quinqueloculina</i> sp. <i>Cornoboides minutissima</i> <i>Spirulina minina</i> <i>Astacolus</i> sp. <i>Patellina subcretacea</i>	Nova ocorrência
	Ostracodes mixohalinos	<i>Pattersoncypris</i> spp.	Nova ocorrência
	Camarão	<i>Paleomattea deliciosa</i>	Nova ocorrência
Alto Alegre	Equinoide	<i>Pygurus</i>	Beurlen, (1963, 1966) Sales & Leal, 1993

		<i>(Echinopygus) tinocoi</i> <i>Bothryopneustes araripensis</i>	Cavalcanti & Viana, 1990
Gregório	Ostracodes mixohalinos	<i>Damonella grandiensis</i> <i>Pattersoncypris micropapillosa</i> <i>Pattersoncypris angulata</i>	Nova ocorrência
	Gastrópodes	Cerithiidae <i>Tylostoma ranchariensis</i> <i>Pseudomesalia</i> (‘ <i>Pseudomesalia</i> ’) <i>santanensis</i> <i>Paraglauconia</i> sp.	Gomes et al., (2023)
	Camarão	<i>P. deliciosa</i>	Gomes et al., (2023)
	Spinocaudata	<i>Cyzicus brauni</i> <i>Cyzicus pricei</i> <i>Martinstheria codoenses</i> <i>Estheriina costai</i>	Gomes et al., (2023)
Vale do Silício	Gastrópodes	Cerithiidae <i>Tylostoma ranchariensis</i> <i>Pseudomesalia</i> (‘ <i>Pseudomesalia</i> ’) <i>santanensis</i> ; <i>Paraglauconia</i> sp.	Gomes et al., (2023)
	Camarão	<i>P. deliciosa</i> <i>Kellnerius jamacaruensis</i>	Gomes et al., (2023)
	Spinocaudata	<i>Cyzicus brauni</i> <i>Cyzicus pricei</i> <i>Martinstheria codoenses</i> <i>Estheriina costai</i>	Gomes et al., (2023)
Escorrego	Camarão	<i>Paleomattea deliciosa</i>	Nova ocorrência
VMB	Foraminíferos bentônicos	<i>Gukinella</i> sp. <i>Quinqueloculina</i> sp. <i>Spirulina mínima</i>	Nova ocorrência
	Foraminíferos planctônicos	<i>Hedberguella</i> sp. <i>Pseudoguembelitra</i> sp	Nova ocorrência
	Ostracodes mixohalinos	<i>Damonella grandensis</i> <i>P. alta</i> <i>P. angulata</i> <i>P. salitrensis</i>	Nova ocorrência
	Camarão	<i>Paleomattea deliciosa</i> <i>Kellnerius jamacaruensis</i>	Gomes et al., (2023)
	Spinocaudata	<i>Cyzicus brauni</i> <i>Cyzicus pricei</i> <i>Martinstheria codoenses</i> <i>Estheriina costai</i>	Gomes et al., (2023)
Serrolândia	Palinórfos	Esposos de samambaias Pólen de gimnosperma Pólen de angiospermas Esposos de fungos	Lacerda (2023)

		Dinoflagelados Palinoforaminíferos	
	Gastrópodes	<i>Cerithium sergipensis</i> <i>Paraglauconia (Diglauconia)</i> <i>araripensis</i> Cassiopídeos	Pereira et al., (2017) Prado (2019) Gomes et al., (2023)
	Camarão	<i>P. deliciosa</i> <i>Araripnaeuos</i> sp	Bertotto (2023) Gomes et al., (2023)
	Spinocaudata	<i>Cyzicus brauni</i> <i>Cyzicus pricei</i> <i>Martinstheria codoenses</i> <i>Estheriina costai</i>	Gomes et al., (2023)
Serra do Inácio	Nanofósseis calcários	<i>Thoracosphaera</i> sp. <i>Watznaueria</i> sp. <i>Braarudosphaera</i> sp.	Nova ocorrência
	Foraminíferos bentônicos	<i>Quinqueloculina</i> sp. <i>Pattersoncypris</i> spp. <i>P. micropapillosa</i>	Nova ocorrência
	Ostracodes mixohalinos	<i>Pattersoncypris</i> spp. <i>P. micropapillosa</i> .	Nova ocorrência
Zé Gomes	Nanofósseis calcários Foraminíferos bentônicos planctônicos	<i>Spirosigmoilina</i> sp. <i>Quinqueloculina</i> sp. <i>Cornoboides minutissima</i> <i>Spirulina minina</i> <i>Astacolus</i> sp	Nova ocorrência
	Ostracodes mixohalinos/marinhos	<i>Pattersoncypris angulata</i> , <i>Pattersoncypris salitrensis</i> <i>Damonella grandiensis</i> <i>Dicrorygma minuta</i>	Nova ocorrência
	Gastrópodes	<i>Cerithium sergipensis</i>	Pereira et al., (2015)
	Bivalve	<i>Brachidontes araripensis</i> <i>Corbula</i> sp	Pereira et al., (2015)
Santo Antônio	Foraminíferos bentônicos	<i>Spirosigmoilina</i> sp. <i>Quinqueloculina</i> sp. <i>C. minutissima</i> <i>S. minina</i>	Araripe et al., (2022)
	Ostracodes mixohalinos	<i>P. angulata</i> <i>P. salitrensis</i> <i>D. grandiensis</i> <i>D. minuta</i>	Araripe et al., (2022)
	Gastrópodes	Cassiopídeos <i>Cerithium sergipensis</i>	Pereira et al., (2015)
	Bivalves	<i>Brachidontes araripensis</i> <i>Aguilera dissita</i> <i>Corbula</i> sp.	Pereira et al., (2015)
Cedro	Foraminífero	<i>Agathammina cf. pusilla</i>	Araripe et al., (2021)

		<i>Spiroloculina</i> sp. <i>Gaudrynopsis</i> sp.	
	Ostracodes	<i>Pattersoncypris symmetrica</i> <i>Pattersoncypris</i> cf. <i>micropapillosa</i> <i>Pattersoncypris</i> <i>salitrensis</i> <i>Damonella grandiensis</i>	Araripe et al., (2021)
	Gastrópodes	<i>Cerithium sergipensis</i> <i>Tylostoma ranchariensis</i> Cassiopídeos	Pereira et al., (2017) Prado et al., (2018)
	Bivalves	<i>Brachidontes araripensis</i> <i>Aguileria dissita</i>	Pereira et al., (2017) Prado et al., (2018)
	Caranguejos	<i>Romualdocarcinus salesi</i>	Prado et al., (2021)
	Equinoides	<i>Bothryopneustes araripensi</i>	Prado et al., (2018)
Marçal	Caranguejo	<i>Exucarcinus gonzagai</i>	Prado et al., (2021)
Saudade	Bivalve	Brachidontes Corbulídeos	Beurlen (1963)
	Palinómorfos	<i>Equisetosporites</i> spp. <i>Cicatricosispantes</i> spp. <i>Klukisporites</i> spp <i>Afropolis</i> spp. <i>Classopollis</i> spp. <i>subtilisphaera</i> sp. <i>gonyalacysta</i> sp. <i>batiacasphaera</i> sp. <i>tricodinium</i> sp. <i>atopodinium</i> sp	Nascimento et al., (2023)
Sobradinho	Ostracodes mixohalinos	<i>Pattersoncypris</i> sp. <i>Cypridea araripensis</i> <i>Rynocypris</i> sp. <i>Theriosynoecum silvai</i> <i>Damonella grandiensis</i> <i>Alicenula leguminella</i>	Nascimento et al., (2023)
	Ostracodes marinhos	<i>Dicrorygma</i> cf. <i>minuta</i>	Nascimento et al., (2023)
	Gastrópodes	Ceritidae Cassiopidae	Fürsch et al., (2019)
	Bivalves	Corbulidae Lucinideo Venerídeo <i>Bakevellia</i> sp.	Fürsch et al., (2019)
	Camarão	<i>P. deliciosa</i>	Fürsch et al., (2019)

Tabela 3: Associação macro e microfossilífera descrita para sítios da Formação Romualdo na Bacia do Araripe.

5.3 Peleocologia da paleoictiofauna da Formação Romualdo

5.3.1 Dieta e Hábitos alimentares

Santos e Valença (1968) realizaram os primeiros estudos e interpretações paleoautoecológicas sobre a paleoictiofauna da Formação Romualdo. Eles apontaram uma série de características morfológicas e inferiram aspectos paleoecológicos, sobre *Iansan*, “*Lepidotes*”, *Neoproscinetes*, *Santanichthys*, *Tharrhias*, *Brannerion*, *Notelops*, *Paraelops*, *Rhacolepis*, *Vinctifer*, *Calamopleurus* e *Cladocyclus*, desde dentição, dieta e hábitos alimentares, até locomoção e ambiente de vida (tabela 4).

Baseado no tipo de dentição, Santos e Valença (1968) inferiram que *Iansan*, “*Lepidotes*” e *Neoproscinetes* eram táxons com alimentação durofágica. Isso também foi relatado para *Tribodus limae*, cuja apresenta e articulação de dentes achatados e hexagonais constituem uma dentição pavimentada, sendo possível que essa espécie se alimentasse próximo ao substrato (Lane & Maisey, 2012).

Outros tipos de dentições também foram identificados para os peixes que compõem a paleoictiofauna da Formação Romualdo, como a dentição viliforme presente em *R. buccalis*, *N. brama*, *P. ceaensis* e *Brannerion*, que viviam em cardumes e se alimentava de pequenos peixes ou restos deixados por peixes ou de restos deixados por peixes maiores e a dentição cônica, identificada em *C. gardneri*, *C. cylindricus* e *V. comptoni*, considerados por Santos e Valença (1968) os grande predadores da Formação Romualdo. Além disso, também identificaram dois gêneros edêntulos, *Tharrhias* e *Dastilbe*, inferindo que esses táxons se alimentavam de plânctons (Santos & Valença, 1968).

Através de análise de conteúdos estomacais e tipos de dentição, novos estudos foram realizados e permitiram identificar mais precisamente a alimentação dessa fauna. Maisey (1994) e Maisey e Carvalho (1995) realizaram a identificação do conteúdo estomacal de alguns desses peixes, corroborando algumas inferências feitas por Santos e Valença (1968).

Cladocyclus e *Calamopleurus* se alimentavam de *Rhacolepis*, *Notelops* e *Vinctifer*, este último, por sua vez, sendo considerado uma espécie filtradora (Maisey, 1994), por apresentar um aparelho branquial bem desenvolvido, muito embora Wilby e Martill (1992) já tenha descrito essa espécie como carnívora. Maisey (1994) relatou que *Rhacolepis* e *Notelops* eram predadores de peixes pequenos, incluindo indivíduos da mesma espécie.

Novos registros sobre a alimentação de *Rhacolepis* e *Tharrhias* foram publicados por Maisey e Carvalho, (1995). Além de se alimentar de peixes, *Rhacolepis* também se alimentava de camarões da espécie *Paleomattea deliciosa*, enquanto *Tharrhias* consumia larvas de

braquiuros (caranguejos), corroborando as inferências de Santos e Valença (1968) sobre ambos os táxons.

Mulder (2013), analisou o conteúdo estomacal de um espécime de *Calamopleurus cylindricus* e ao descrever os ossos do dentário e da placa gular, identificou como pertencente a outro espécime de *C. cylindricus*, classificando a espécie como canibal, assim como *Rhacolepis* e *Notelops*.

Sobre a alimentação de *Araripelepidotes temnurus* e *Axelrodixthys araripensis*, acredita-se que se alimentavam por meio da sucção (Thies, 1996; Meunier et al., 2018). *Araripichthyes castilhoi* possui dentes molariformes no vômer (Voltani, 2011), sugerindo alimentação durofágica assim como *N. penalvai*. Outras espécies aqui identificadas não apresentam nenhuma informação alimentar, como *Beurlenichthys ouricuriensis*, *Clupavus brasiliensis*, *Placidichthys bidorsalis* e *Iemanja palma*. No entanto, *P. bidorsalis* apresenta uma dentição cônica (Brito, 2000), podendo se alimentar de outros peixes e *I. palma*, dentes molariformes, sugerindo uma alimentação durofágica (Polck et al., 2015).

5.3.2 Locomoção e posição na coluna d'água

Lopes e Barreto (2021) e Coutinho (2021), utilizaram as metodologias de Gatz (1979) e Watson e Balon (1984) com peixes atuais, para inferir sobre a locomoção e a posição dos peixes da Formação Romualdo na coluna d'água. Os resultados mostraram que a grande maioria da fauna era composta por peixes fusiformes (*V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *C. gardneri*, *T. araripis*, *P. cearensis* e *S. diasii*) e adaptados para natação em ambientes de alta energia. Isso sustenta as inferências de Santos e Valença (1968) sobre *C. gardneri* e *V. comptoni*. Em contrapartida, *Brannerion* sp., *N. penalvai* e *A. castilhoi* apresentavam morfologia adaptada para movimentos de manobrabilidade, que consistem em corpos mais altos e nadadeiras bem desenvolvidas (Lopes & Barreto, 2021; Coutinho, 2021). No caso de *Iansan beurleni*, seu corpo é achatado dorso ventralmente, sugerindo uma adaptação pra estabilidade próximo ao substrato (Lopes & Barreto, 2021) (tabela 4).

Embora Lopes e Barreto (2021) não tenham classificado a morfologia de *A. araripensis*, Lund et al., (1985), inferiram com base em celacantos do Devoniano que, assim como eles, *A. araripensis* era adaptado para movimentos de frenagem, rotação e estabilidade.

A posição da paleoictiofauna na coluna d'água pôde ser inferida a partir da relação entre a forma do corpo e a orientação bucal dos peixes. As espécies de corpo fusiforme, com orientação bucal terminal, poderiam viver ao longo de toda a coluna d'água (*V. comptoni*, *R.*

buccalis, *N. brama*, *C. cylindricus*, *T. araripis*, *P. cearensis*) diferente das espécies que apresentam corpo fusiforme e boca com orientação superior habitando próximo a superfície (*C. gardneri*, *S. diasii*), e as espécies de corpo comprimido lateralmente e boca com orientação inferior, possivelmente ocupavam a zona bentopelágica (*N. penalvai* e *A. castilhoi*) (Coutinho, 2021; Lopes & Barreto, 2021). Espécies como *B. ouricuriensis*, *C. brasiliensis*, *A. castilhoi*, *I. palma*, *P. bidorsalis* e *T. liame*, não apresentam estudos que abordem esses aspectos.

5.3.3 Ambiente de vida

As primeiras inferências sobre o ambiente de vida da paleoictiofauna também foram feitas por Saltos e Valença (1968). Eles caracterizaram *C. gardneri*, *R. buccalis*, *N. brama*, *Brannerion* sp. e *P. cearensis*, como espécies marinhas, e com exceção de *C. gardneri*, poderiam habitar poderia penetrar em estuários e lagunas litorâneas pois seriam espécies eurialinas (tabela 4). No entanto, com o registro da Formação Crato (Leal & Brito, 2004), é possível dizer que *Cladocyclus* também poderia ocupar ambientes lacustres com influência marinha, assim como *C. cylindricus*, que possui espécimes na mesma formação (Coutinho, 2021).

De acordo com Maisey (1991), *V. comptoni*, *T. araripis*, *R. buccalis* e *Brannerion* sp. são espécies marinhas, estando de acordo com as observações feitas por Santos e Valença (1968). Esses táxons, assim como *A. castilhoi*, também estão presentes a nível de gênero em outras bacias fora do Brasil, cuja deposição reflete ambiente marinho (Maisey, 2000; Arratia, 2004; González-Rodríguez et al., 2016).

Os táxons *Neoproscinetes penalvai*, *Santanasalmo elegans*, *Santanichthys diasii*, *Beurlenichthys ouricuriensis* ocorrem em estratos marinhos (Gallo & Figueiredo 2009; Gallo et al., 2012). Sobre *Santanaclupea silvasantosi*, não há nenhuma inferência sobre seu habitat, no entanto estava associado a *T. araripis*, um táxon marinho.

Segundo Maisey (1991), *Araripelepidotes temnurus* poderia habitar em ambiente de água doce a salobro, assim como “*Lepidotes*” *wenzae*, que de acordo com Brito e Gallo (2003) era táxon característico de ambiente não marinho.

As informações paleoambientais sobre *Iemanja palma*, *Oshunia brevis*, *Placidichthys bidorsalis*, *Obaichthys decoratus* e *Dentilepisosteus laevis* não são claras. No entanto, existem registros de *P. bidorsalis* na Formação Crato (Coutinho, 2021) e de *D. laevis* na Formação Codó, caracterizada por ambiente lacustre com influência marinha (Lindoso et al., 2016).

Os celacantos da Bacia do Araripe (*Axelrodichthys araripensis* e *Mawsonia gigas*), são encontrados em ambientes lacustres, como os exemplares de *Mawsonia* na Formação Brejo

Santo (Melo, 2013), lacustres salinos, na Formação Morro do Chaves/Bacia de Sergipe/Alagoas (Gallo et al., 2010) e marinhos (Barbosa et al., 2021).

Em relação aos condrichthyes, Santos e Valença (1968) correlacionaram o gênero *Iansan* com seus representantes atuais, caracterizando-a como uma espécie marinha. *Tribodus* é representado por uma espécie marinha (*T. tunisiensis*) e uma lacustre (*T. limae*) (Veiga et al., 2019; Cuny et al., 2020).

	Morfologia	Dentição	Hábito alimentar	Alimentação	Orientação bucal	Posição na coluna d'água	Adaptação para natação	Paleoambiente	Referências bibliográficas
<i>V. comptoni</i>	Fusiforme	Dentição reduzida	Filtração	Matéria orgânica em suspensão	Terminal	Mesopelágico	Velocidade	Marinho litorâneo	Santos e Valença (1968); Maisey (1991); Maisey (1994); Maisey e Carvalho (1995); Lopes e Barreto (2021)
<i>R. buccalis</i>	Fusiforme	Viliforme	Predação	Peixes e decápodes	Terminal	Mesopelágico	Velocidade	Marinho litorâneo	Santos e Valença (1968); Maisey (1991); Maisey (1994); Maisey e Carvalho (1995)
<i>N. brama</i>	Fusiforme	Viliforme	Predação	Peixes	Terminal	Mesopelágico	Velocidade	Marinho litorâneo	Santos e Valença (1968); Maisey (1994); Maisey e Carvalho (1995)
<i>C. gardneri</i>	Fusiforme	Cônica	Predação	Peixes	Superior	Epipelágico	Velocidade	Lacustre com influência marinha e marinho	Santos e Valença (1968); Maisey (1994); Maisey e Carvalho (1995); Lopes e Barreto (2021)
<i>C. cylindricus</i>	Alongado	Cônica	Predação	Peixes	Terminal	Demersal	Velocidade	Lacustre com influência marinha e marinho	Santos e Valença (1968); Maisey (1991); Maisey (1994); Maisey e Carvalho (1995)
<i>Brannerion sp</i>	Fusiforme	Viliforme/ Molariforme	Predação	Peixes, moluscos e artrópodes	Terminal	Bentopelágico	Manobrabilidade	Marinho	Santos e Valença (1968); Forey e Maisey (2010); Lopes e Barreto (2021)
<i>T. Araripis</i>	Fusiforme	Edêntulo	Suspensivoro	Larvas de Braquiura	Terminal	Mesopelágica	Velocidade	Marinho litorâneo	Maisey (1991); Maisey e Carvalho (1995)
<i>N. penalvai</i>	Comprimido lateralmente	Molariforme	Predação	Durofagia	Inferior	Bentopelágico	Manobrabilidade	Marinho	Gallo et al., (2012); Lopes e Barreto (2021)
<i>A. temnurus</i>	Curto	Edêntulo	Predação por Sucção	Moluscos, artrópodes e peixes	Inferior	Bentopelágico	Estabilidade	Água doce ou Salobra	Maisey (1991); Thies (1996); Lopes e Barreto (2021)

<i>L. wenzae</i>	-	Estiliforme no vômer e cônicos no maxilar	Predação	-	-	-	-	Água doce ou Salobra	Maisey (1991); Brito e Gallo (2003)
<i>P. cearensis</i>	Fusiforme	Viliforme	Predação	Peixes e decápodes	Terminal	Mesopelágica	Velocidade	Estuários e marinho litorâneo	Santos e Valença (1968); Maisey (1994); Maisey e Carvalho (1995)
<i>S. diasii</i>	Fusiforme	Edêntulo	Suspensivoro	Matéria orgânica em suspensão	Superior	Epipelágica	Velocidade	Marinho	Gallo et al., (2012); Lopes e Barreto (2021)
<i>B. ouricuriensis</i>	Fusiforme	Dentes cônicos e pequenos no pré-maxilar	Suspensivoro?	Matéria orgânica em suspensão?	-	-	Velocidade?	Marinho	Gallo et al., (2012)
<i>S. elegans</i>	Fusiforme	Edêntulo	Suspensivoro?	Matéria orgânica em suspensão?	-	-	Velocidade?	Marinho	Gallo e Figueiredo (2009)
<i>S. silvasantosi</i>	Fusiforme	Cônica	Predação	Peixes	-	-	Velocidade?	-	Maisey (1993)
<i>A. castilhoi</i>	Comprimido lateralmente	Molariforme (vômer)	Predação	Durofagia	Inferior	Bentopelágico	Manobrabilidade	Marinho	Voltani (2011)
<i>I. palma</i>	Comprimido lateralmente	Molariforme	Predação	Durofagia	-	Bentopelágico?	Manobrabilidade?	-	Polck et al., 2015
<i>O. brevis</i>	Fusiforme	Dentes pequenos no vômer e nos pterigóides	Predação?	Peixes?	-	-	Velocidade?	-	Maisey (1991)

Tabela 4: Síntese bibliográfica abordando os aspectos paleoecológicos da paleoictiofauna da Formação Romualdo. A interrogação indica incerteza sobre os aspectos paleoecológicos.

5.4 Distribuição paleogeográfica da paleoictiofauna da Formação Romualdo

Gênero *Vinctifer*

O gênero *Vinctifer* é composto por três espécies: *Vinctifer comptoni*, *Vinctifer longirostris* e *Vinctifer ferrusquiai*, mas no Brasil ocorrem apenas duas, *V. comptoni* e *V. longirostris*. A espécie *V. comptoni* foi descrita nas formações Ipubi e Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano), na Formação Codó (Bacia do Parnaíba, Albiano) e na Formação Maceió (Bacia de Sergipe/Alagoas, Aptiano) e *V. longirostris* também ocorre nas formações Romualdo e Marizal (Bacia do Tucano, Aptiano). (Gallo et al., 2012; Barros et al., 2016; Lindoso et al., 2016; Lopes & Barreto, 2019; Silva et al., 2022).

Durante o Jurássico Superior, *Vinctifer* ocorre na Formação Ameghino/Graham Land, península da Antártida (*Vinctifer* sp. - Titoniano). Também foi descrito na Formação Sabinal, cidade de Tlaxiaco, México (*V. ferrusquiai* - Kimmeridgiano). No Cretáceo Inferior, o gênero foi descrito no México, nas formações Tlayúa, cidade de Puebla (Albiano), e El Doctor (Albiano/Cenomaniano); na Venezuela, Formação Apon/Grupo Cogollo, plataforma de Maracaibo (Albiano/Cenomaniano); na Colômbia, na Formação Paja, ao sul de Villa Leiva; e na Guiné Equatorial (Moody & Maisey, 1994; Maisey, 2000; Arratia et al., 2004; Gouiric-Cavalli et al., 2017; González-Rodríguez et al., 2016; Cantalice et al., 2018).

De acordo com as informações sedimentológicas, estratigráficas e paleontológicas, os paleoambientes das formações que o gênero *Vinctifer* está presente refletem um sistema flúvio-lacustre, transicional e marinho (Eneas et al., 2022; Araripe et al., 2022).

Gênero *Rhacolepis*

O gênero *Rhacolepis* já foi representado por *Rhacolepis buccalis* e *Rhacolepis defiorei* d'Erasmus 1938, que hoje é considerada sinonímia de *R. buccalis* (Figueiredo, 1971). Esta espécie está presente nas formações Ipubi e Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano), Riachuelo (Bacia de Sergipe, Albiano) e Codó (bacias do Parnaíba e São Luís-Grajaú, Albiano) (Gallo et al., 2012; Barros et al., 2016; Lindoso et al., 2016; Lopes & Barreto, 2019). O gênero *Rhacolepis* também foi identificado na Venezuela, Formação Apon (Grupo Cogollo), plataforma de Maracaibo (Albiano), na Colômbia, Formação Paja (Maisey, 2000) e México, Formação Tlayúa, cidade de Puebla Albiano (González-Rodríguez et al., 2016).

Tanto no Brasil quanto em outros países, a ocorrência de *Rhacolepis* é registrada em formações cuja sedimentação ocorreu em sistemas deposicionais marinhos ou lacustres, com

influência marinha (Formação Codó), corroborando as interpretações de Santos e Valença (1968), que já haviam mencionado que *Rhacolepis* é um táxon marinho.

Gênero *Notelops*

O gênero *Notelops*, até o presente momento, é representado pela espécie *Notelops brama*, cuja ocorrência no Brasil abrange a Bacia do Araripe, Formação Romualdo (Aptiano/Albiano), e a Bacia de Sergipe/Alagoas, Formação Riachuelo (Albiano) (Gallo et al., 2012; Duque & Barreto, 2018).

Notelops ocorrem em outros países, como na Colômbia (Formação Paja, ao sul de Villa de Leiva, Albiano) e México (Formação Tlayúa, cidade de Puebla, Albiano) (Maisey, 2000; González-Rodríguez et al., 2016). Maisey e Moody (2001) também citaram a ocorrência de *Notelops* na Venezuela.

Santos e Valença (1968) destacaram que *Notelops* possivelmente habitava estuários e lagoas litorâneas, mas, considerando os depósitos da Formação Riachuelo e as formações da Colômbia e do México, esse táxon poderia ser considerado também como marinho.

Gênero *Cladocyclus*

Atualmente, quatro espécies descritas constituem o gênero *Cladocyclus*: *Cladocyclus gardneri*, *Cladocyclus alagoensis*, *Cladocyclus geddesi* e *Cladocyclus pankowskii*. *Cladocyclus* é encontrado no Brasil e em outros países, mas em algumas localidades, o material utilizado na descrição permitiu apenas realizar uma diagnose a nível de gênero. Havia outra espécie para esse gênero (*Cladocyclus ferus*), mas hoje ela é considerada sinônima de *C. gardneri* (Leal & Brito, 2004).

No Brasil, são encontradas as espécies *C. gardneri* (Formação Codó, Bacia do Parnaíba, Albiano; Formação Codó, São Luís-Grajaú, Albiano/Cenomaniano; formações Crato, Ipubi e Romualdo, Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano e; Formação Riachuelo, Bacia de Sergipe, Mesoaptiano/eoalbiano) e *C. alagoensis* (Formação Maceió, Bacia Alagoas, Mesoaptiano/eoalbiano) (Gallo et al., 2012; Barros et al., 2016; Lindoso et al., 2016; Lopes & Barreto, 2019).

A ocorrência do gênero *Cladocyclus* também pode ser observada na Tunísia (Formação Sidi Aïch/Bacias de Chotts e Gafsa, Barremiano), Venezuela (Formação Apon/Grupo Cogollo, plataforma de Maracaibo, Aptiano), Austrália (*C. geddesi* - Formação Winston, Bacia do Eromonga, Albiano superior), Itália (Bacia de Pietraraja, Albiano), México (Formação Tlayua,

cidade de Puebla, Albiano) e Marrocos (*C. pankowskii* - Membro Gara Sbaa, Grupo de Kem Kem, Bacia de Guir, Cenomaniano-Turoniano). Essas ocorrências evidenciam a predominância do gênero em ambientes marinhos (Santos & Valença, 1968; Maisey, 2000; Signore et al., 2006; Forey & Cavin, 2007; Aguilera & Lundberg, 2010; Martill et al., 2011; Berrell et al., 2014; Ali et al., 2018).

Gênero *Calamopleurus*

Este gênero é representado pelas espécies *Calamopleurus cylindricus* e *Calamopleurus africanus*. *C. cylindricus* já foi descrito como *Enneles audax* por Jordan e Branner em 1908, e sua ocorrência de *Calamopleurus* no Brasil é representada apenas por *C. cylindricus* que ocorre nas formações Crato e Romualdo da Bacia do Araripe (Aptiano/Albiano) e, Codó da Bacia do Parnaíba (Albiano). Essa espécie é restrita ao Brasil e adaptada aos ambientes lacustre e marinho (Polck et al., 2015; Barros et al., 2016; Duque & Barreto, 2018; Coutinho, 2021).

A espécie *C. africanus* foi descrita no Marrocos (Membro Gara Sbaa/Grupo Kem Kem, Bacia Guir, Cenomaniano-Turoniano) e na Argélia (Formação Grès rouges/Bacia Guir, Cenomaniano inferior); ambas as localidades refletem um ambiente marinho (Cavin et al., 2015; Benyoucef et al., 2022).

Gênero *Brannerion*

Apesar de sua complexidade taxonômica, *Brannerion* sp., ocorre em duas bacias do território brasileiro: nas formações Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano) e Codó (Bacia do Parnaíba, Albiano). Ele também foi descrito no México, Formação Tlayúa, localizada na cidade de Puebla (Albiano) (González-Rodríguez et al., 2016; Lindoso et al., 2016; Lopes & Barreto, 2019). Com exceção da Formação Codó, as demais formações com ocorrência do gênero refletem um sistema deposicional marinho.

Gênero *Tharrhias*

O gênero *Tharrhias* é representado apenas por *T. araripis*, que ocorre nas formações Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano-Albiano), Codó (Bacia do Parnaíba, Albiano) e Riachuelo (Bacia de Sergipe/Alagoas, Aptiano), sendo considerado um táxon de ambiente marinho (Gallo et al., 2012; Lindoso et al., 2016; Lopes & Barreto, 2019).

Outra espécie havia sido descrita para *Tharrhias* na Patagônia, mas Sferco et al., (2021) realizaram uma revisão taxonômica através de novos espécimes e concluíram que os espécimes

de *Tharrhias feruglioi* Bordas (1942) apresentava semelhanças com os espécimes de *Luisiella inexcitata*, tais semelhanças eram variações intraespecíficas, motivo pelo qual elegeram uma nova espécie, *Luisiella feruglioi* (Bordas, 1942).

Gênero *Neoproscinetes*

O gênero *Neoproscinetes* Figueiredo e Santos, 1990 é representado por *Neoproscinetes penalvai* e *Neoproscinetes africanus*. A espécie *N. penalvai*, inicialmente descrita como *Microdon penalvai* Santos, 1970, foi identificada apenas no Brasil, nas formações Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano) e Riachuelo (Bacia de Sergipe/Alagoas, Aptiano) (Maisey, 1991; Gallo et al., 2012).

A segunda espécie, *N. africanus* Cooper e Martill 2020, foi descrita no Grupo Kem Kem (Bacia de Guir, Marrocos). O gênero também foi descrito no México, Formação Tlayúa, cidade de Puebla (Albiano), como *Neoproscinetes* sp. (González-Rodríguez et al., 2016; Cooper & Martill, 2020). Aguilera e Lundberg (2010) citam a ocorrência de pycnodontiformes (cf. *Proscinetes* sp.) no Membro Machite (Formação Apon). Todas as formações em que *Neoproscinetes* foi descrito são interpretadas como depósitos marinhos.

Gênero *Santanichthys*

O gênero *Santanichthys* é representado pela espécie *Santanichthys diasii* (Santos 1958), anteriormente conhecida como *Leptolepis diasii* Santos 1958. Ocorre nas formações Crato, Ipubi e Romualdo, na Bacia do Araripe, e em outras bacias do nordeste brasileiro, como nas formações Codó (Bacia do Parnaíba, Albiano) e Riachuelo (Bacia de Sergipe/Alagoas, Aptiano) (Gallo et al., 2012; Lindoso et al., 2016). Embora ocorra na Formação Crato, é considerado um peixe marinho (Figueiredo & Gallo, 2004).

Gênero *Paraelops*

Paraelops cearensis é o único representante do gênero e até o presente momento foi descrito nas formações Ipubi e Romualdo/Bacia do Araripe (Aptiano/Albiano) e, no México, Formação Tlayúa, cidade de Puebla (Albiano) (Maisey, 1991; González-Rodríguez et al., 2016; Barros et al., 2016). A ocorrência de *Paraelops* na Bacia do Araripe e no México está associada a ambientes lagunares e marinhos.

Gênero *Araripichthys*

O gênero *Araripichthys* é representado pelas espécies *Araripichthys castilhoi* (Formação Romualdo, Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano), *Araripichthys axelrodi* (Formação Apon, Villa del Rosario, Venezuela) e *Araripichthys corythophorus* (Formação Tlayúa, cidade de Puebla, Albiano). Algumas ocorrências foram relatadas nas formações Agua nueva (Vallecillo, México, Cenomaniano/Turoniano) e Akrabou (Marrocos), mas nessa última, só foi descrito a nível de gênero (Maisey & Moody, 2001; Blanco & Cavin, 2003; Alvaro-Ortega & Brito, 2011). Todas as ocorrências de *Araripichthys* foram identificadas em depósitos lagunares e marinhos.

Gênero *Araripelepidotes*

Araripelepidotes temnurus é um dos representantes da família Semionotidae na Bacia do Araripe, assim como "*L. wenzae*". *A. temnurus* é a única espécie que representa o gênero, e seu registro fóssil ocorre nas formações Crato (Aptiano), Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano) e Codó (Bacia do Parnaíba, Aptiano) (Lindoso, 2016).

De acordo com Polck et al., (2015), esse táxon é raro na Formação Crato e mais abundante na Formação Romualdo, mas sua presença em ambas as formações indica que essa espécie poderia habitar ambientes de água doce e/ou influência marinha.

Gênero *Beurlenichthys*

O gênero *Beurlenichthys* é representado por *Beurlenichthys ouricuriensis*, que ocorre nas formações Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano), Riachuelo (Bacia de Sergipe/Alagoas, Aptiano) (Gallo & Figueiredo, 2012) e na Sierra de Perijá, Formação Apon, na Venezuela (Aguilera, 2010). De acordo com as interpretações paleoambientais dessas formações, *B. ouricuriensis* era típico de ambiente marinho.

Gênero *Clupavus*

O gênero é representado por duas espécies: *Clupavus brasiliensis* Santos, 1985, *Clupavus maroccanus* Arambourg, 1968. No Brasil, há registro do *C. brasiliensis*, presente na Formação Marizal (Bacia de Tucano, Aptiano) (Gallo & Figueiredo, 2012), e do *C. maroccanus* no Jbel Tselfat, no Marrocos (Cenomaniano) (Taverne, 1977). Além disso, o gênero também foi identificado em Pietrarroja, Itália (Albiano) (Sasso et al., 2014).

Na coleta de campo realizada neste trabalho, foram identificados alguns espécimes do *C. brasiliensis* na Formação Romualdo (Bacia do Araripe), cujos espécimes estão em estudo e resultarão em outros trabalhos. Sua ocorrência na Formação Romualdo permite inferir que,

apesar de estar presente em sistemas deposicionais de origem continental (Formação Marizal), ela poderia habitar ambientes com influência marinha.

Gênero *Placidichthys*

Esse gênero é representado por duas espécies: *Placidichthys bidorsalis* e *Placidichthys tucanensis*. A espécie *P. bidorsalis* está presente nas formações Ipubi e Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano), e *P. tucanensis* na formação Marizal, possivelmente Aptiano, sendo o gênero conhecido apenas na margem sul do Mar de Tétis (Brito, 2000; Brito & Ortega, 2016). Sua ocorrência nessas formações indica que o gênero possuía representantes de ambientes marinhos e continentais.

Gênero *Axelrodichthys*

No Brasil, o gênero *Axelrodichthys* é representado por duas espécies *Axelrodichthys araripensis*, que ocorre nas formações Crato (um espécime juvenil de 70 mm) e Romualdo da Bacia do Araripe (Brito & Martill, 1999; Barbosa et al., 2022) e, por *Axelrodichthys maiseyi*, que compõem a paleoictiofauna da Formação Codó na Bacia São Luís-Grajaú (Carvalho et al., 2013).

O gênero *Axelrodichthys* também ocorre no Marrocos, sendo representado por *Axelrodichthys lavocati*. Com base nos estudos de Fragoso et al., (2019), era representante do gênero *Mawsonia*, no entanto, ele sugere a inclusão de *Mawsonia lavocati* no gênero *Axelrodichthys*, cuja ocorrência é relatada no Grupo Kem Kem/Bacia de Guir, Marrocos (Ibrahim et al., 2020). Além da ocorrência no Marrocos, *Axelrodichthys* também foi registrada em Madagascar (Gottfried et al., 2004) e no sudeste da França, *Axelrodichthys megadromos*, datando do Campaniano inferior (Cavin et al., 2020). Apresenta registros em ambiente flúvio-lacustre e lacustre com influência marinha (Barbosa et al., 2019; Veiga et al., 2019).

Gênero *Mawsonia*

No Brasil, o gênero é representado por *Mawsonia gigas* desde depósitos jurássicos das formações Missão Velha e Brejo Santo (Bacia do Araripe), Formação Aliança (Bacia do Jatobá) (Silva, 2012; Cupello et al., 2016) até depósitos do Cretáceo presentes na Formação Areado (Bacia Sanfranciscana, Berriasiano), Formação Malhada Vermelha (Bacia Lima Campos, Berriasiano), Formação Candeias (Bacias Tucano e Recôncavo, Berriasiano), Formação Morro do Chaves (Bacia de Sergipe/Alagoas, Barremiano), Formação Morro do Barro (Bacia do Rio

Almada, Aptiano), Formação Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano), Formação Açú (Bacia do Potiguar, Albiano), Formação Itapecuru (Bacia do Grajaú, Albiano), também ocorre na Bacia do Iguatu e Formação Alcântara (Bacia São Luiz) (Woodward, 1908; Brito & Reis 1999; Carvalho, 2002; Carvalho & Maisey, 2008; Gallo et al., 2010; Pinheiro et al., 2011; Viega et al., 2019; Barbosa et al., 2022).

Alguns espécimes já descritos foram identificados como *Mawsonia minor*, *Mawsonia ubangiensis*, *Mawsonia libyca* e *Mawsonia brasiliensis*, mas, de acordo com Carvalho e Maisey, (2008), esses táxons foram considerados sinonímia de *M. gigas*, pois muitas das características morfológicas utilizadas para descrever essas espécies não têm valor sistemático, embora a discussão sobre a taxonomia e filogenia dos *Mawsonia* ainda seja objeto de debate.

O gênero também ocorre em outros países, sendo representado por *M. gigas* nos depósitos da Formação Tacuarembó (Kimeridgiano-Hauteriviano), *M. soba* na Bacia Babouri Figuillem Camarões (Berriasiano a Barremiano), e por *M. tegamensis* nos depósitos de Gadoufaoua, no Níger, com idade pertencente ao Aptiano; no Marrocos, com ocorrência nos depósitos do Grupo Kem Kem (Cenomaniano), na Bacia de Oulad Abdoun, também no Marrocos (Maastrichtiano) e Formação Baharija, Egito (Cenomaniano) (Wenz, 1975; Brito et al., 2018; Brito et al., 2021; Toriño et al., 2021). Este gênero é caracterizado por habitar em ambiente lacustre salino e marinho (Gallo et al., 2010; Silva, 2011; Melo, 2013; Veiga et al., 2019).

Gênero *Iansan*

Este gênero é representado por apenas uma espécie, *Iansan beurleni* que inicialmente foi descrita como o *Rhinobatos beurleni* Santos (1968). Ocorre apenas na Formação Romualdo, durante o Cretáceo Inferior (Aptiano/Albiano). De acordo com Santos e Valença (1968) e Maisey (1991), este era um táxon marinho e/ou águas salobras, visto que seus descendentes vivos habitam esse mesmo ambiente.

Gênero *Tribodus*

Esse táxon é representado por *Tribodus limae*, *Tribodus tunisiensis*, *Tribodus morlati* e *Tribodus aschersoni*. No Brasil, *T. limae* ocorre nas formações, Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano/Albiano) e Alcântara (Bacia São Luiz, Cenomaniano). Também há ocorrência de *Tribodus* nas formações Açú (Bacia do Potiguar, Cenomaniano) e Quiricó (Bacia

Sanfranciscana, Aptiano), mas essas descrições foram feitas apenas a nível de gênero. (Medeiros et al., 2014; Veiga et al., 2019; Fragoso et al., 2021).

Fora do Brasil, o gênero é representado por *T. tunisiensis*, Membro Chanini (Tunísia, Albiano); *T. morlati* (Cenomaniano da França); *T. aschersoni* descrito no Cenomaniano do Egito e exemplares no Grupo Kem Kem, na Bacia Guir (*Tribodus* sp., Cenomaniano/Turoniano) e na Formação Gara Samani, Argélia (Albiano/Cenomania) (Vullo, 2003; Cuny et al., 2004; Lane & Maisey, 2012; Ibrahim et al., 2020; Benyoucef et al., 2022). O gênero apresenta representantes marinhos (*T. tunisiensis*) e lacustres (*T. limae*) (Veiga et al., 2019; Cuny et al., 2020).

6 Discussão

6.1 Paleoictiofauna da Formação Romualdo

A análise de agrupamento mostrou que o grupo I (Figura 14) é composto pelas espécies com menor abundância e biomassa na Bacia do Araripe, sendo representado por peixes Clupeocephala (*B. ouricuriensis* e *C. brasiliensis*) que, até o presente momento, ocorrem apenas na região ocidental da bacia. Eles apresentam corpo fusiforme, adaptado para realizar movimentos de alta velocidade, como *V. comptoni*, *R. buccalis* e *N. brama* (Lopes & Barreto, 2021), possuem boca pequena e possivelmente se alimentavam de matéria em suspensão, como já foi inferido por Lopes e Barreto (2021) para *S. diasii* e *T. araripis*.

O grupo II (*A. temnurus*, *A. castilhoi*, *M. gigas*, *I. beurleni*, *T. limae* e Clupeocephala indet.) apresenta maior abundância e biomassa que o grupo I, mas ainda é raro quando comparado aos táxons do grupo III e sua ocorrência ao longo de toda a bacia. É possível que a baixa ocorrência de *A. temnurus*, *M. gigas* e *T. limae* seja resultado da adaptação desses peixes ao ambiente lacustre ou lagunar. Este grupo apresenta maior diversidade morfológica, com táxons de corpo fusiforme (*T. liame* e Clupelocephala), curto (*A. temnurus*), comprimido dorsoventralmente (*I. beurleni*), comprimido lateralmente (*A. castilhoi*) e alongado, robusto, com nadadeiras bem desenvolvidas (*M. gigas*). Essa diversidade resulta em diferentes adaptações, como velocidade (*T. liame* e Clupelocephala), manobrabilidade (*A. castilhoi*) e estabilidade (*I. beurleni* e *M. gigas*) (Lund et al., 1985; Lopes & Barreto, 2021). Apenas a orientação bucal de *I. beurleni* é clara (orientação ventral), permitindo inferir que habitava próximo ao substrato (Lopes & Barreto, 2021).

O grupo III (*V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *C. gardneri*, *C. cylindricus*, *Brannerion* sp., *T. araripis*, *N. penalvai*, *S. diasii*, *P. cearensis* e *A. araripensis*) é o mais abundante, e todos

são característicos de ambiente marinho, com exceção de *P. cearensis*, que de acordo com Santos e Valença (1968) poderia habitar também em ambientes estuarinos, e *A. araripensis* em ambiente lacustre com influência marinha (Brito & Martill 1999) e marinho (Barbosa, 2021).

Com exceção de *N. penalvai* (corpo comprimido lateralmente) e *A. araripensis* (corpo alongado), todos os demais táxons apresentam a morfologia fusiforme (Coutinho, 2021; Lopes & Barreto 2021). Quanto a orientação bucal, há predominância da orientação terminal (*V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *C. cylundricus*, *Brannerion* sp., *T. araripis*, *P. cearensis* e *A. araripensis*), mas também estão presentes *C. gardneri* e *S. diasii* com orientação superior e *N. penalvai* com orientação inferior (Lopes & Barreto, 2021).

A abundância dos táxons não está relacionada aos seus aspectos morfológicos, visto que grupos com menor abundância e biomassa possuem formas semelhantes às dos peixes do grupo mais abundante, como a semelhança entre *B. ouricuriensis* e *C. brasiliensis* (grupo I) e *S. diasii* (grupo III). No entanto, as ingressões marinhas na Formação Romualdo influenciaram claramente na abundância dos táxons, pois alguns representantes do grupo II são espécies de ambiente lacustre e lacustre com influência marinha, apresentando baixa ocorrência, assim como o táxon *P. dorsalis*.

Embora na literatura não haja informações sobre o paleoambiente de *I. palma*, sua baixa ocorrência, assim como a de *B. ouricuriensis*, deve ser influenciada por algum motivo ainda não claro.

6.2 A paleoictiofauna e sua associação fossilífera

De acordo com o registro de foraminíferos bentônicos e planctônicos, ostracodes marinhos, palinóforos, dinoflagelados e invertebrados (Gastrópodes e bivalves marinhos e equinóides) presentes nos afloramentos da Formação Romualdo (Tabela 3), foi possível destacar a presença de dois eventos de ingressão marinha durante Cretáceo Inferior, a primeira durante o Aptiano (FA3) e a segunda no Albiano (FA5) (Araripe et al., 2022; Gomes et al., 2023; Lemos et al., 2023; Nascimento et al., 2023). Além de indicar a presença de ambiente marinho na Formação Romualdo, a presença desses organismos permitiu inferir que esses eventos de ingressão marinha causaram diversas variações nos níveis de salinidade e oxigenação, resultando em um alto estresse ambiental na região (Fürsch et al., 2019; Araripe et al., 2022).

Através da associação de microfósseis (foraminíferos e ostracodes) e macroinvertebrados encontrada nos níveis onde ocorrem os folhelhos e as concreções fossilíferas (FA3) dos afloramentos minas Gregório, Vale do Silício, VMB e no sítio Zé Gomes,

foi possível inferir que esses níveis refletiam um ambiente deposicional caracterizado como ambiente marinho de plataforma interna (Gomes et al., 2023; Lemos et al., 2023). Em contrapartida, esse mesmo nível (FA3) presente nos afloramentos da mina Serrolândia e sítio Sobradinho, foram interpretados como marinho proximal devido a presença de dinoflagelados, foraminíferos bentônicos e plactônicos e elementos continentais, como pólen de *Classopollis* spp e *Araucariacites* spp (Lacerda, 2023; Nascimento et al., 2023).

A predominância de um paleoambiente marinho no mesmo nível que ocorrem os peixes pode explicar a ocorrência de *V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *C. gardneri*, *C. cylindricus*, *Brannerion* sp., *T. araripis*, *N. penalvai*, *S. diasii* e *P. cearensis* ao longo da bacia. No entanto, os dados aqui apresentados mostram que embora sejam táxons marinhos (Santos & Valença 1968; Maisey, 1991) ou eurialinos, no caso de *C. gardneri*, *C. cylindricus* que também ocorrem na formação Crato (Coutinho, 2021), suas dominâncias variam de região para região (Tabela 3).

Os táxons *V. comptoni*, *N. brama* e *Brannerion* sp., apresentam maior abundância nas regiões ocidental e central da bacia, que de acordo com a associação fossilífera eram regiões caracterizadas por ambiente marinho de plataforma interna (Gomes et al., 2023; Lemos et al., 2023), inferindo que esses táxons habitavam preferencialmente este tipo de ambiente.

As espécies *R. buccalis*, *C. gardneri*, *C. cylindricus*, *N. penalvai* e *A. castilhoi* são mais abundantes na região oriental da bacia, e considerando a associação de microfósseis e palinomorfos na região do sítio Sobradinho (Nascimento et al., 2023), é possível inferir que essas espécies teriam maior afinidade com ambiente marinho costeiro. Além disso, *C. gardneri* e *C. cylindricus* já foram identificados na Formação Crato (Polck et al., 2015; Coutinho, 2021), mostrando que essas espécies também poderiam ocupar ambientes lacustres com influência marinha (lagunas) e tolerar diferentes níveis de salinidade.

6.3 Distribuição paleogeográfica da paleoictiofauna da Formação Romualdo

A paleoictiofauna da Formação Romualdo (Bacia do Araripe, Aptiano-Albiano) apresenta semelhanças com a paleoictiofauna das formações Codó, Bacia do Parnaíba; Marizal, Bacia do Tucano; e Riachuelo, Bacias de Sergipe e Alagoas. Além disso, também compartilha o registro fóssil com outras localidades presentes na Venezuela, Colômbia, México, Argélia, Tunísia, Itália e Austrália (Figura 15).

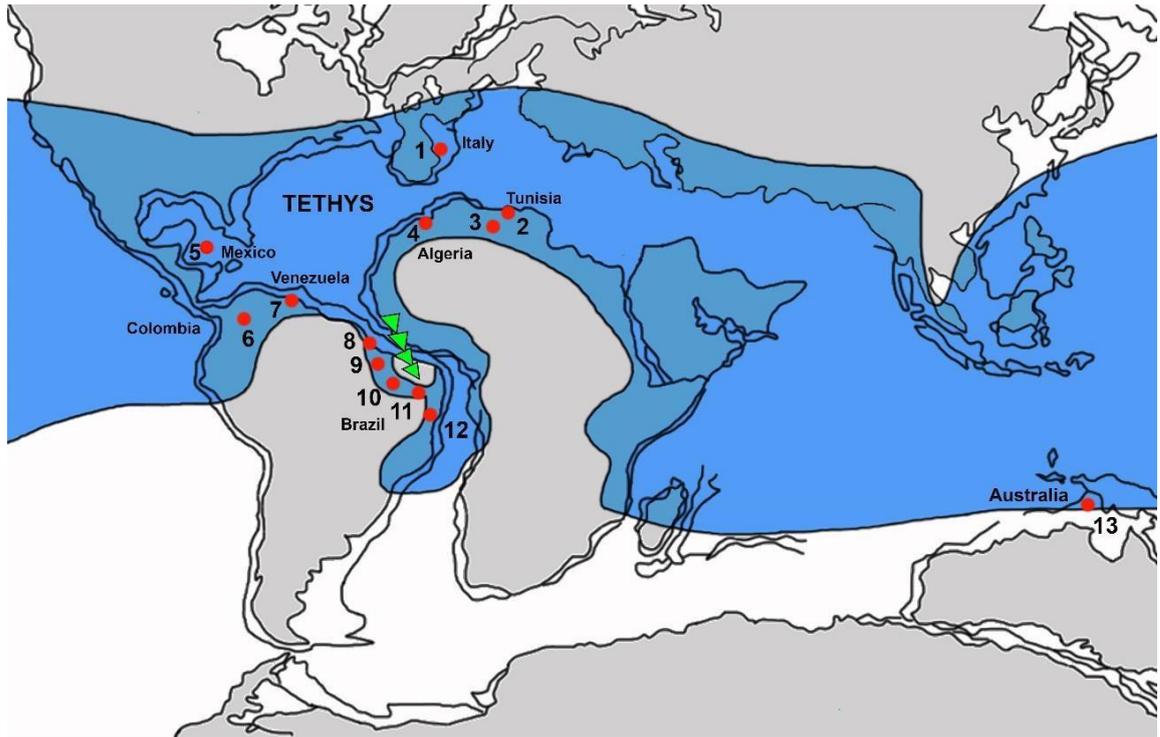
A ocorrência de *Araripichthys*, *Vinctifer*, *Rhacolpeis*, *Notelops*, *Cladocyclus*, *Brannerion*, *Paraelops*, *Beurlenichthys*, *Clupavus* e *Tribodus* nesses países mostra que esses

táxons eram característicos do Mar de Tétis (Berrell et al., 2004; Cuny et al., 2004; Signore et al., 2006; Aguilera, 2010; Aguilera & Lundberg 2010; Alvaro-Ortega & Brito, 2011; Arai, 2012; González-Rodríguez et al., 2016). Além disso, correlacionando as semelhanças entre a paleoictiofauna das formações Codó (Lindoso et al., 2016), Riachuelo (Figueiredo & Gallo, 2012), Marizal (Santos, 1985; Brito & Ortega, 2008; Figueiredo & Gallo, 2012) e a fauna da Formação Romualdo identificada neste trabalho com a fauna encontrada na região ocupada pelo Mar de Tétis, é possível inferir que a paleoictiofauna dessas formações sofreu grande influência tetiana.

De acordo com Arai (2014), a influência do Mar de Tétis nas bacias sedimentares do nordeste brasileiro ocorreu a partir das ingressões marinhas provenientes da Bacia do Parnaíba, seguindo o fluxo NW-SE. Essa ingressão permitiu, conseqüentemente, a distribuição da fauna tetiana nas bacias sedimentares do nordeste brasileiro. Em contrapartida, a distribuição desses peixes pelo Oceano Atlântico Sul não seria possível devido à dorsal de São Paulo e do Alto de Florianópolis, que atuou como uma barreira geográfica, obstruindo a rota de distribuição de muitos táxons durante o Cretáceo Inferior (Arai, 2009).

Outras evidências mostram que a ligação entre o Mar de Tétis com a Bacia do Araripe não se restringe apenas aos peixes. De acordo com Prado et al., (2021) *V. comptoni* e *R. buccalis* estão associados a duas famílias de caranguejos, *Orithopsidae* e *Eogeryonidae*, ambas com afinidade Tetiana. Além dos caranguejos, há uma grande concentração de invertebrados na região de Tétis, como *Cassiopidae*, *Cerithium*, *Tylostoma* e *Brachidontes* (Pereira et al., 2017), corroborando a ingressão no sentido NW-SE.

Os gêneros *Calamopleurus*, *Santanichthys*, *Tharrhias*, *Placidichthys*, *Araripelepidotes* e *Mawsonia* foram considerados gondwânicos, pois, segundo a pesquisa realizada neste trabalho seus registros ocorrem apenas em território gondwânico. *Santanichthys*, *Tharrhias*, *Placidichthys* e *Araripelepidotes* estão presentes apenas no Brasil; *Calamopleurus* presente no Brasil, Marrocos e Argélia; e *Mawsonia* no Marrocos, Níger e Egito. Embora *Axelrodichthys* também seja gondwânico, apresenta ocorrência na França datada do Campaniano (Cavin et al., 2020), permitindo inferir que houve a dispersão desse gênero para a Europa, visto que sua ocorrência no Brasil é mais antiga (Aptiano/Albiano) (Brito & Martill, 1999; Barvosa et al., 2022).



Group/Formation Basin	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<i>Vinctifer</i>					X	X	X		X	X	X	X	
<i>Rhacolepis</i>					X	X	X		X	X		X	
<i>Notelops</i>					X	X		X		X		X	
<i>Cladocycclus</i>	X	X			X		X	X	X	X		X	X
<i>Calamopleurus</i>									X	X			
<i>Brannerion</i>					X				X	X			
<i>Tharrhias</i>										X		X	
<i>Neoproschinetes</i>					X					X		X	
<i>Araripichthys</i>					X		X			X			
<i>Iemanjá</i>										X			
<i>Araripelepidotes</i>									X	X			
<i>Paraelops</i>					X					X			
<i>Beurlenichthys</i>										X			
<i>Santanichthys</i>									X	X		X	
<i>Clupavus</i>	X			X						X	X		
<i>Placidichthys</i>										X	X		
<i>Axelrodichthys</i>								X	X	X		X	
<i>Mawsonia</i>								X		X			
<i>Iansan</i>										X			
<i>Tribodus</i>			X							X			

Figura 15: Distribuição paleogeográfica de parte da paleoictiofauna da Formação Romualdo durante o Aptiano/Albiano. 1 - Bacia de Pietraraja; 2 - Bacia Chotts e Gafta/Tunísia; 3 - Chanini/Tunísia; 4 - Gara Samani/Argélia; 5 - Formação Tlayúa; 6 - Formação Paja/Colômbia; 7 - Grupo Congollo/Venezuela; 8 - Bacia de São Luís/Grajaú; 9 - Bacia do Parnaíba; 10 - Bacia do Araripe; 11 - Bacia do Tucano; 12 - Bacia de Sergipe/Alagoas; 13 - Bacia do Eromonga. Os

pontos vermelhos indicam a ocorrência da paleoictiofauna; A linha de triângulos verdes indica o fluxo da ingressão marinha na Bacia do Araripe.

7 Conclusões

A associação de microfósseis e macroinvertebrados mostrou uma grande predominância de ambiente marinho ao longo de toda extensão da Formação Romualdo. Esses ambientes marinhos, permitiram a dominância de *V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *Brannerion* sp., *T. araripis*, *N. penalvai*, *C. gardneri* e *C. cylindricus* ao longo da bacia e influenciaram na baixa ocorrência de *A. temnurus*, *M. gigas* e *T. limae*, espécies características de ambiente lacustre e lagunar.

Embora estejam distribuídos ao longo de toda a Formação Romualdo, a abundância de *R. buccalis*, *C. gardneri*, *C. cylindricus*, *N. penalvaia* e *A. castilhoi* é maior na região oriental (CE), que baseado na associação de palinomorfos e presença de dinoflagelados é uma região caracterizada como marinho proximal.

A semelhança entre a dominância e biomassa dos táxons, identificada através da análise do índice de similaridade de *Bray-curtis*, não está associada aos aspectos morfológicos da paleoictiofauna, visto que peixes com formas semelhantes foram reunidos em diferentes grupos de abundância.

O Aptiano-Albiano foi o grande marco temporal para a ocorrência da maior parte da paleoictiofauna da Formação Romualdo não só nas bacias brasileiras, como também nos depósitos da Venezuela, Colômbia, México e Itália, visto que poucos táxons datam do Jurássico e Cretáceo Superior.

Correlacionando a ocorrência dos táxons *Vinctifer*, *Rhacolepis*, *Notelops*, *Cladocylus*, *Brannerion*, *Neoproscinetes*, *Paraelops*, *Araripichthys*, *Beurlenichthys*, *Clupavus* e *Tribodus* distribuída em países como México, Itália, Colômbia, Venezuela e Tunísia e com os peixes fósseis presentes nas bacias do nordeste brasileiro, foi possível perceber que houve uma grande afinidade entre o Mar de Tétis e as bacias do Parnaíba, Araripe, Tucano e Sergipe/Alagoas. Isso sugere que a ingressão marinha na bacia do Araripe ocorreu através do fluxo com direção NW-SE através da Bacia do Parnaíba.

Referências bibliográficas

Abreu, D., Viana, MSS., Oliveira, PD., Viana, GF., & Nojosa, DMB. (2020). First record of an amniotic egg from the Romualdo Formation (Lower Cretaceous, Araripe Basin, Brazil). *Revista Brasileira de Paleontologia*, 23(3), 185-193.

- Aguilera, O. (2010). Peces fósiles del Caribe de Venezuela.
- Aguilera, O., & Lundberg, J. (2010). Venezuelan caribbean and orinocoan neogene fish. *Urumaco and venezuelan paleontology*, 129-152.
- Ali, WB., Cavin, L., Boukhalfa, K., Ouaja, M., & Soussi, M. (2018). Fish assemblage and palaeoenvironment of Early Cretaceous (Barremian) neap-spring tidal rhythmites from Sidi Aïch Formation of the Chotts basin (Southern Tunisia). *Cretaceous Research*, 92, 31-42.
- Alvaro-Ortega, J., & Brito, PM. (2011). A new species of *Araripichthys* (Teleostei, Elopoccephala) from the Tlayúa Formation (Cretaceous, Albian), México. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 31(6), 1376-1381.
- Arai, M., Coimbra JC., & Silva-Telles Júnior, AC (2001). Síntese bioestratigráfica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil). In: *Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias interiores do Nordeste*, Crato, 2.
- Arai, M. (2014). Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective. *Brazilian Journal of Geology*, 44, 339-350.
- Arai M., & Assine ML. (2020). Restrições cronoestratigráficas e interpretação paleoambiental da formação Romualdo (Santana grupo, bacia do Araripe, nordeste do Brasil) com base na palinologia. *Pesquisa Cretácea*, 116:104610.
- Arambourg, C. (1968). A propos du genre *Clupavus* Aramb.(Rectification de nomenclature). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle, 2e série*, 39(6), 1236.
- Araripe, RC., Oliveira, DH., Tomé, ME., Mello, RM., & Barreto, AM. (2021). Foraminifera and Ostracoda from the lower Cretaceous (Aptian–lower Albian) Romualdo formation, Araripe basin, northeast Brazil: Paleoenvironmental inferences. *Cretaceous Research*, 122, 104766.
- Araripe, RC., Lemos, FAP., Prado, LA., Tomé, MET., Oliveira, DH., Pereira, PA., & Barreto, AF. (2022). Upper Aptian–lower Albian of the southern-central Araripe Basin, Brazil: Microbiostratigraphic and paleoecological inferences. *Journal of South American Earth Sciences*, 116, 103814.
- Arratia, G., Scasso, RA., & Kiessling, W. (2004). Late Jurassic fishes from Longing Gap, Antarctic Peninsula. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 24(1), 41-55.
- Assine, ML. (1994). Paleocorrentes e paleogeografia na Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 24(4), 223-232.
- Assine, ML., Perinott, JAJ., Custódio, MA., Neumann, VH., Varejão, FG., & Mescolotti, PC. (2014). Sequências deposicionais do andar Alagoas da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 22(1), 3-28.
- Batista, MEP. (2019). Paleoflora da Bacia do Araripe (Aptiano/Albiano): novas perspectivas sobre a taxonomia e paleoecologia de coníferas. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará.

Barbosa, RES., Silva, MC., Duque, RRC., & Barreto, AMF. (2019). Os Mawsoniídeos das bacias sedimentares do Nordeste do Brasil: Revisão bibliográfica. *Estudos geológicos*, 9, 94-119.

Barbosa, R., Silva, MC., & Barreto, AMF. (2022). New records of Mawsoniidae (Actinistia) from the Romualdo Formation, Aptian-Albian of the Araripe Basin in Pernambuco state, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 113, 103637.

Barros, OA., Pinheiro, AP., Batista, MEP., Silva, JH., & Saraiva, AAF. (2016). Aspectos paleoecológicos da macrofauna dos folhelhos associados à camada de gipsita. Bacia do Araripe. *Estudos geológicos*, 26, 147-156.

Benyoucef, M., Meister, C., Mebarki, K., Läng, É., Adaci, M., Cavin, L., & Bensalah, M. (2016). Évolution lithostratigraphique, paléoenvironnementale et séquentielle du Cénomanién-Turonien inférieur dans la région du Guir (Ouest algérien). *Carnets geologic*. 16(9), 271.

Benyoucef, M., Pérez-García, A., Bendella, M., Ortega, F., Vullo, R., Bouchemla, I., & Ferré, B. (2022). The “mid”-Cretaceous (lower Cenomanian) continental vertebrates of Gara Samani, Algeria. Sedimentological framework and palaeodiversity. *Frontiers in Earth Science*, 10, 927059.

Berrell, R. W., Alvarado-Ortega, J., Yabumoto, Y., & Salisbury, SW. (2014). The first record of the ichthyodectiform fish *Cladocycclus* from eastern Gondwana: a new species from the Lower Cretaceous of Queensland, Australia. *Acta Palaeontologica Polonica*, 59(4), 903-920.

Blanco, A., & Cavin, L. (2003). New Teleostei from the Agua Nueva Formation (Turonian), Vallecillo (NE Mexico). *Comptes Rendus Palevol*, 2(5), 299-306.

Brito, PM., & Martill, DM. (1999). Discovery of a juvenile coelacanth in the Lower Cretaceous, Crato Formation, northeastern Brazil. *Cybium*, 23(3), 209-211.

Brito, PM., & Reis, MF. (1999). Presença de *Mawsonia* (Actinistia; Coelacanthidae) no Cretáceo Inferior da bacia Iguatu (NE do Brasil) com comentários sobre a distribuição desses celacantídeos. In: *Congresso Brasileiro de Paleontologia*. 29-30.

Brito, PM. (2000). A new halecomorph with two dorsal fins, *Placidichthys bidorsalis* ng, n. sp.(Actinopterygii: Halecomorphi) from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeast Brazil. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science*, 331(11), 749-754.

Brito, PM., & 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, PM., Cupello, C., Yabumoto, Y., Hell, J. V., Brunet, M., & Otero, O. (2018). First occurrence of a mawsoniid (Sarcopterygii: Actinistia), *Mawsonia soba* sp. nov., in pre-Aptian Cretaceous deposits from Cameroon. *Cretaceous Research*, 86, 91-96.
- Brito, PM., Martill, DM., Eaves, I., Smith, RE., & Cooper, SL. (2021). A marine Late Cretaceous (Maastrichtian) coelacanth from North Africa. *Cretaceous Research*, 122, 104768.
- Brito, PM., & Alvaro-Ortega, J. (2008). A new species of Placidichthys (Halecomorphi: Ionoscopiformes) from the Lower Cretaceous Marizal Formation, northeastern Brazil, with a review of the biogeographical distribution of the Ophiopsidae. *Fishes and the Break-up of Pangaea*, 295, 145–154.
- Cantalice, KM., Alvarado-Ortega, J., & Brito, PM. (2018). On the occurrence of *Vinctifer ferrusquiai* sp. nov. (Actinopterygii, Aspidorhynchiformes) in the Kimmeridgian (Late Jurassic) deposits near Tlaxiaco, Oaxaca, southern Mexico. *Revista Mexicana de Ciências Geológicas*, 35(2), 179–187. doi:10.22201/cgeo.20072902e.2018.2.713
- Carvalho, MSS. (2002). O gênero *Mawsonia* (Sarcopterygii, Actinistia) no Cretáceo das bacias Sanfranciscana, Tucano, Araripe, Parnaíba e Sao Luiz. UFRJ, 117p
- Carvalho, MSS., & Santos, MECM. (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 – UFRJ*, 28(1), 15-34.
- Carvalho, MSS., Maisey, JG. (2008). New occurrence of *Mawsonia* (Sarcopterygii: Actinistia) from the Early Cretaceous of the Sanfranciscana Basin, Minas Gerais, southeastern Brazil. *Geological Society, London, Special Publications*, 295(1), 109-144.
- Carvalho, ARA., Oliveira, GR., & Barreto, AMF. (2019). New occurrences of fossil Testudines of the Romualdo Formation, Aptian-Albian of the Araripe Basin, Pernambuco, Northeast Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 94, 102211.
- Carvalho, MSS., Gallo, V., & Santos, HRS. (2013). New species of coelacanth fish from the Lower Cretaceous (Albian) of the Grajaú Basin, NE Brazil. *Cretaceous Research*, 46, 80-89.
- Cavin, L., Boudad, L., Tong, H., Läng, E., Tabouelle, J., & Vullo, R. (2015). Taxonomic composition and trophic structure of the continental bony fish assemblage from the early Late Cretaceous of southeastern Morocco. *PLoS One*, 10(5), e0125786.
- Cavin, L., Buffetaut, E., Dutour, Y., Garcia, G., Le Loeuff, J., Mechin, A., & Valentin, X. (2020). The last known freshwater coelacanths: New Late Cretaceous mawsoniid remains (Osteichthyes: Actinistia) from southern France. *Plos one*, 15(6), e0234183.
- Coimbra, JC, Arai, M., & Carreno AL. (2002). Bioestratigrafia de microfósseis do Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Geobiociências*, 35(6), 687-698. [https://doi.org/10.1016/S0016-6995\(02\)00082-7](https://doi.org/10.1016/S0016-6995(02)00082-7)

- Cooper, S.L.A., & Martill, D.M. (2020). A diverse assemblage of pycnodont fishes (Actinopterygii, Pycnodontiformes) from the mid-Cretaceous, continental Kem Kem Group of south-east Morocco. *Cretaceous Research*, 112, 104456.
- Coutinho, I.M. (2021). Diversidade e ecomorfologia de peixes fósseis do Grupo Santana, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.
- Cuny, G., Ouaja, M., Srarfi, D., Schmitz, L., Buffetaut, E., & Benton, M.J. (2004). Fossil sharks from the Early Cretaceous of Tunisia. *Revue de Paléobiologie*, 9, 127-142.
- Cupello, C., Batista, T.A., Fragoso, L.G., & Brito, P.M. (2016). Mawsoniid remains (Sarcopterygii: Actinistia) from the lacustrine Missão Velha formation (lower cretaceous) of the Araripe Basin, North-east Brazil. *Cretaceous Research*, 65, 10-16.
- Custódio, M.A., Quaglio, F., Warren, L.V., Simões, M.G., Fürsich, F.T., Perinotto, J.J.A., & Assine, M.L. (2017). O ciclo transgressivo-regressivo da formação Romualdo (bacia do Araripe): arquivo sedimentar da ingressão marinha do Cretáceo Inferior no interior do Nordeste Brasil. *Geologia Sedimentar*, 359, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2017.07.010>
- D'erasmo, G. (1938). Ittioliti del Brasile. *Atti. Acad. Fis. Mat.*, Napoli, 3, 1, (3), 1-44.
- Duque, R.R.C., & Barreto, A.M.F. (2018). Novos Sítios Fossilíferos da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, Exu, Pernambuco, Nordeste do Brasil New Fossiliferous Sites of the Romualdo Formation, Lower Cretaceous, Araripe Basin, Exu, Pernambuco, Northeast of Brazil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 41(1), 5-14.
- Duque, R.R.C., Pinheiro, F.L., & Barreto, A.M.F. (2022). The ontogenetic growth of Anhangueridae (Pterosauria, Pterodactyloidea) premaxillary crests as revealed by a crestless Anhanguera specimen. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 42(1), e2116984.
- Eneas, G.O., Antonioli, L., LIMA, W.S., Dino, R., & Soares, E.A.A. (2022). Palinologia da Formação Codó, Bacia do Parnaíba: Idade e Paleoambiente Depositional: Palynology of Codó Formation, Parnaíba Basin: age and depositional paleoenvironment. *Geociências*, 41(3), 845-856.
- Fernandes, A.C.S., Carvalho, L.B., Azevedo, S.A.K., & Buckup, P.A. (2018). Clément Jobert, os peixes da Amazônia e os peixes fósseis do Estado do Piauí, Brasil. *Filosofia e História da Biologia*, 13(2), 169-190.
- Figueiredo, F.J. (1989). Osteologia e Afinidades Filogenéticas de *Paraelops cearensis* Silva Santos, 1971 (Pisces, Teleostei, Elopiformes). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Figueiredo, F.J., & Santos, R.S. (1990). Sobre *Neoproscoinetes penalvai* (Silva Santos, 1970) (Pisces, Pycnodontiformes) do Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 62(3), 269-282.
- Figueiredo, F.J., & Gallo, V. (2004). A new teleost fish from the Early Cretaceous of Northeastern Brazil. *Boletim do Museu Nacional*, 72, 1-23.

- Forey, PL., & Cavin L. (2007). A new species of *Cladocycclus* (Teleostei: Ichthyodectiformes) from the Cenomanian of Morocco. *Palaeontologia Electronica*, 10(3), 1-10.
- Forey, PL., Maisey, JG. (2010). Structure and relationships of † *Brannerion* (Albuloidei), an Early Cretaceous teleost from Brazil. *Origin and phylogenetic interrelationships of teleosts*, 183-218.
- Fragoso, LGC., Brito, P., & Yabumoto, Y. (2019). *Axelrodichthys araripensis* Maisey, 1986 revisited. *Historical Biology*, 31(10), 1350-1372.
- Fragoso, LGC., Bittencourt, JS., Mateus, ALD., Cozzuol, MA., & Richter, M. (2021). Shark (Chondrichthyes) microremains from the Lower Cretaceous Quiricó Formation, Sanfranciscana Basin, Southeast Brazil. *Historical Biology*, 33(8), 1308-1316.
- Freitas, LCB. (2019). Descrição de novos taxons de insetos fósseis dos membros Crato e Romualdo da formação Santana e comentários sobre a geodiversidade do geopark Araripe, bacia sedimentar do Araripe, nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Ceará.
- Fürsich, FT., Custódio, MA., Matos, SA., Hethke, M., Quaglio, F., Warren, LV., & Simões, MG. (2019). Analysis of a Cretaceous (late Aptian) high-stress ecosystem: The Romualdo Formation of the Araripe Basin, northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, 95, 268-296.
- 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 Research*, 30(6), 1357-1366.
- Gallo, V., Carvalho, MSS., & Santos, HRS. (2010). New occurrence of † Mawsoniidae (Sarcopterygii, Actinistia) in the Morro do Chaves Formation, Lower Cretaceous of the Sergipe-Alagoas Basin, Northeastern Brazil. *Boletim do Museu Paraense Emilio Goeldi*, 5, 195-205.
- Gallo, V., Figueiredo, FJ., & Carvalho, MSS. (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*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 175-206.
- Gatz, AJ. (1979). Community organization in fishes as indicated by morphological features. *Ecology*, 60, 711-718.
- González-Rodríguez, KA., Fielitz, C., Bravo-cuevas, VM., Baños-Rodríguez, RE. (2016). Cretaceous osteichthyan fish assemblages from Mexico. *Cretaceous Period: Biotic Diversity and Biogeography*, 71.
- Gottfried, MD., Rogers, RR., & Rogers, KC. (2004). First record of Late Cretaceous coelacanths from Madagascar. *Recent advances in the origin and early radiation of vertebrates*, 687-691.
- Gouiric-Cavalli, S., Burchill, LA., Iglesias, A., Moly, JJ., O'gorman, JP., Reguero, MA., Santillana, S., Talevi, M., Vieytes, C. Ojeda, MAB., & Lusky, J. (2017). Late Mesozoic marine

Antarctic fishes: future perspectives based on the newly collections recovered in the Ameghino and Lopez de Bertodano Formations. *Research Article*, 3(1), 16-21.

Ibrahim, N., Sereno, PC., Varricchio, DJ., Martill, DM., Dutheil, DB., Unwin, DM., Baidder, L., Larsson, HCE., Zouhri, S., & Kaoukaya, A. (2020). Geology and paleontology of the upper cretaceous Kem Kem group of eastern Morocco. *ZooKeys*, 928(1). doi: 10.3897/zookeys.928.47517.

Juanes, F., (2003). The allometry of cannibalism in piscivorous fishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*, 60, 594–602.

Kellner, AWA., Gallo, V., Saraiva, ASF., Sayão, JM., Silva, HP. (2002). On the fossil locality “Ladeira do Berlenga” (Santana Formation, Araripe Basin), Piauí, Northeastern Brazil. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, 60(3), 111-116.

Lacerda, JNL. (2023). Palinologia e paleoecologia da Formação Romualdo (Aptiano) da Bacia do Araripe, Mina Serrolândia-PE, Nordeste-Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

Lane, J. A., Maisey, J. G. 2012. The visceral skeleton and jaw suspension in the durophagous hybodontid shark *Tribodus limae* from the Lower Cretaceous of Brazil. *Journal of Paleontology*, 86, 5, 886-905.

Leal, MECL., & Brito, PM. (2004). The ichthyodectiform *Cladocycclus gardneri* (Actinopterygii: Teleostei) from the Crato and Santana Formations, Lower Cretaceous of Araripe Basin, North-Eastern Brazil. In: *Annales de paléontologie. Elsevier Masson*, 103-113.

Lemos, FAP., Asakura, Y., Antunes, RL., Araripe, RVCD., Prado, LACD., Tomé, MET. R., Oliveira, DH., Nascimento, RLSL., Ng, C., & Barreto, AMF. (2023). Calcareous nannofossils, biostratigraphy, and paleobiogeography of the Aptian/Albian Romualdo Formation in the Araripe Basin, North-Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 53, e20220054.

Lindoso, RM., Maisey, JG., & Carvalho, IS. (2016). Ichthyofauna from the Codó Formation, Lower Cretaceous (Aptian, Parnaíba Basin), Northeastern Brazil and their paleobiogeographical and paleoecological significance. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 447, 53-64.

Lopes, GLB., & Barreto, AMF. (2019). A Paleoictiofauna da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, da Bacia Sedimentar do Araripe, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 42, 396–409.

Lopes, GLB., & Barreto, AMF. (2021). Paleoecological and biomechanical inferences regarding the paleoichthyofauna of the Romualdo Formation, Aptian-Albian of the Araripe Basin, state of Pernambuco, northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 111, 103444.

Lund, WL., Lund, R., & Klein, G. (1985). Coelacanth feeding mechanisms and the ecology of the Bear Gulch coelacanths. In: *compte rendus du neuvième congrès international sur la stratigraphie et la géologie du carbonifère*, 5, 492–500.

- Maisey, JG. (1991). *Santana fossils - An illustrated atlas*, New York. 459p
- Maisey, JG. (1993). A new clupeomorph fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil. *American Museum novitates*, 3076.
- Maisey, JG. (1994). Predator-prey relationships and trophic level reconstruction in a fossil fish community. *Environ. Biol. Fish*, 40, 1–22.
- Maisey, JG., & Carvalho, MGP. (1995). First records of fossil sergestid decapods and fossil brachyuran crab larvae (Arthropoda, Crustacea): with remarks on some supposed palaemonid fossils, from the Santana Formation (Aptian-Albian, NE Brazil). *American Museum novitates*, 3132.
- Maisey, JG. (2000). Continental break up and the distribution of fishes of Western Gondwana during the Early Cretaceous. *Cretaceous Research*, 21, 281–314.
- Maisey, JG., & Moody, JM. (2001). A review of the problematic extinct teleost fish *Araripichthys*, with a description of a new species from the Lower Cretaceous of Venezuela. *American Museum Novitates*, 3324, 1-27.
- Manso, CLC., & Hessel, MH. (2007). Revisão sistemática de *Pygidiolampas araripensis* (Beurlen, 1966), (echinodermata: cassiduloida) da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. São Paulo, UNESP, *Geociências*, 26(3), 271-277.
- Martill, DM., Ibrahim, N., Brito, PM., Baider, L., Zhouri, S., Loveridge, R., Naish, D., & Hing, R. (2011). A new plattenkalk Konservat Lagerstätte in the Upper Cretaceous of Gara Sbaa, south-eastern Morocco. *Cretaceous Research*, 32(4), 433-446.
- Medeiros, MA, Lindoso, RM, Mendes, ID, & Carvalho, IS. (2014). Registro continental do Cretáceo (Cenomaniano) da laje da laje do coringa (formação Alcântara), nordeste da América do Sul. *Revista Sul-Americana de Ciências da Terra*, 53 , 50-58.
- Melo, BGVD. (2013). A fauna do neojurásico da Bacia do Araripe (Formação Brejo Santo). Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Melo, RM., Guzmán, J., Almeida-Lima, D., Piovesan, EK., Neumann, VHML., & Sousa, A. J. (2020). New marine data and age accuracy of the Romualdo Formation, Araripe Basin, Brazil. *Scientific Reports*, 10:15779
- Meunier, FJ., Cupello, C., Yabumoto, Y., & Brito, PM., (2018). The diet of the early cretaceous coelacanth †*Axelrodichthys araripensis* Maisey, 1986 (actinistia: mawsoniidae). *Cybium*, 42, 105–111.
- Moody, JM., & Maisey, JG. (1994). New cretaceous marine vertebrate assemblages from North-western Venezuela and their significance. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 14(1), 1-8.
- Mulder, EWA. (2013). On the piscivorous behaviour of the Early Cretaceous amiiform neopterygian fish *Calamopleurus cylindricus* from the Santana Formation, northeast Brazil. *Netherlands Journal of Geosciences — Geologie en Mijnbouw*, 92, 119–122.

- Naish, D., Martill, MD., & Frey, E. (2004). Ecology, Systematics and Biogeographical Relationships of Dinosaurs, Including a New Theropod, from the Santana Formation (Albian, Early Cretaceous) of Brazil. *Historical Biology*, 16(2–4), 57–70.
- Nascimento, LRSL., Arai M. Lacerda, JNL., Tomé, ME., Araripe, RVC, Barreto, AMF., Oliveira, DH., Lemos, FP., Prado, LAC., & NG, C. (2023). Integrated study of the microfossils of the upper Aptian (Lower Cretaceous) of the Sobradinho and Serra do Mãozinha sections (Araripe Basin, northeastern Brazil): Biostratigraphic and paleoenvironmental inferences. *Journal of South American Earth Sciences*, 132, 104644.
- Neumann, VH., Cabrera L., Mabessone JM, Valença LMM., & Silva AL. (2002). Ambiente sedimentar e fácies da sequência lacustre Aptiana-Albiana da Bacia do Araripe, NE do Brasil. In: 6º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, São Pedro. *Boletim do 6º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 37-41.
- Pereira, PA., Cassab, RDCT., Barreto, AMF., & Almeida, JAC. (2015). Moluscos da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi-Ciências Naturais*, 10(2), 231-246.
- Pereira, PA., Cassab, RCT., & Barreto, AMF. (2017). Paleocologia e paleogeografia dos moluscos e equinoides da Formação Romualdo, Aptiano–Albiano da Bacia do Araripe, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 40(2), 180-198.
- Pinheiro, FL., Figueiredo, AEQ., Fortier, DC., Viana, MSS., Schultz, CL. (2011). Fauna de vertebrados eocretácicos de um afloramento da Bacia de Lima Campos, Ceará, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 14(2), 189-198.
- Prado, LAC., Pereira, PA., Sales, AMF., & Barreto, AMF. (2016). Tafonomia dos invertebrados do Sítio Canastra, Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, Araripina, Pernambuco, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 39(2), 77-87.
- Prado, LAC., Calado, TCS., & Barreto, AMF. (2019). New records of shrimps from the Lower Cretaceous Romualdo Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil, with new taxa of Penaeoidea (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata). *Cretaceous Research*, 99, 96-103.
- Prado, LAC., Lopes, GLB., Pereira, PA., Araripe, RVC., Oliveira, DH., Lemos, FAP., Nascimento, LRSL., Tomé, METR., & Barreto, AMF. (2021). A incomum associação de peixes e caranguejos da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia Sedimentar do Araripe, Ne do Brasil. *Revista brasileira de paleontologia*, 24(2), 149-162.
- 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, 76p
- Santos, RS. (1958). *Leptolepis diasii*, novo peixe fóssil da Serra do Araripe, Brasil. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do Departamento Nacional de Produção Mineral, Notas Preliminares*, 108, 1–15.
- Santos, RS., & Valença, JGA., (1968). Formação Santana e sua paleoictiofauna. *Anais da Academia Brasileira Ciências*, 40, 339–360.

- Santos, RS. (1968). A paleoictiofauna da Formação Santana-Euselachi. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 40(4), 491-497.
- Sasso, C., Marramà, G., & Carnevale, G. (2014). Vertebrates from the uppermost stratigraphic sequence of the pietraraja plattenkalk (Early Cretaceous, Southern Italy).
- Sena, MVA., Bantim, RAM., Saraiva, AAF., Sayão, JM., & Oliveira, GR. (2021). Shell and long-bone histology, skeletochronology, and lifestyle of *Araripemys barretoii* (Testudines: Pleurodira), a side-necked turtle of the Lower Cretaceous from Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 93.
- Sferco, E., López-Arbarello, A., & Baez, AM. (2015). Anatomical description and taxonomy of † *Luisiella feruglioi* (Bordas), new combination, a freshwater teleost (Actinopterygii, Teleostei) from the Upper Jurassic of Patagonia. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 35(3), e924958.
- Signore, M. Pede, C., Bucci, E., & Barbera, C. (2006). First report of the genus *Cladocycclus* in the Lower Cretaceous of Pietraraja (Southern Italy). *Bollettino-societa paleontologica italiana*, 45(1), 141.
- Silva, MCD. (2012). Paleovertebrados da Formação Aliança, Jurássico Superior da Bacia de Jatobá, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco.
- Silva, JL., Gallo, V., Bantim, RAM., Lima, FJ., Oliveira, GR., Batista, TA., Santos-F, EB., & Saraiva, AAF. (2022). Presence of the Aspidorhynchidae *Vinctifer longirostris* in the Early Cretaceous of the Araripe Basin. *Historical Biology*, 1-11.
- Taverne, L. (1977). Osteologia de *Clupavus maroccanus* (Cretáceo Superior de Marrocos) e considerações sobre a posição sistemática e relações de Clupavidae dentro da ordem Clupeiformes sensu stricto (Peixes, Teleostei). *Geobios*, 10(5), 697-722.
- Toriño, P., Soto, M., Perea, D., & Carvalho, MSS. (2021). New findings of the coelacanth *Mawsonia* Woodward (Actinistia, Latimerioidei) from the Late Jurassic–Early Cretaceous of Uruguay: Novel anatomical and taxonomic considerations and an emended diagnosis for the genus. *Journal of South American Earth Sciences*, 107, 103054.
- Uyeno, T., & Yabumoto, Y. (2007). Origin of extant coelacanths. *The Coelacanth, Fathom the Mystery 2007*, 24-26.
- Valença, LMM., Neumann, VH., & Mabesoone, JM. (2003). An overview on Callovian-Cenomanian intracratonic basins of Northeast Brazil: onshore stratigraphic record of the opening of the Southern Atlantic. *Geologica Acta*, 1(3), 261-275.
- Veiga, IMM.G., Bergqvist, LP., & Brito, PM. (2019). The fish assemblage of the Cretaceous (? Albian-Cenomanian) Açú Formation, Potiguar Basin, Northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 93, 162-173.

Vullo, R., Néraudeau, D., & Videt, B. (2003). Un faciès de type falun dans le Cénomanién basal de Charente-Maritime (France). In: *Annales de Paléontologie, Elsevier Masson*, 89(3), 171-189.

Watson, DJ., & Balon, EK., (1984). Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *J. Fish. Biology*, 25, 371–384.

Wenz, S. (1975). Un nouveau Coelacanthide du Crétacé Inférieur du Niger, remarques sur la fusion des os dermiques. In: *CNRS CCXVIII Colloques Internationaux de Centre Nationale Recherche Scientifique, Paris, 1973. Problèmes actuels de Paléontologie Evolution des Vertébrés*, 175-190.

Wilby, PR., & Martill, DM. (1992). Fossil fish stomachs: a microenvironment for exceptional preservation. *Historical biology*, 6(1), 25-36.

Woodward, AS. (1908). On some Fossil Fishes discovered by Prof. Ennes de Souza in the Cretaceous Formation at Ilhéos (State of Bahia), Brazil. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 64, 358-362.

6.2 ARTIGO 2

***Burlenichthys ouricuriensis* E *Clupavus brasiliensis*, DOIS PEIXES CLUPEOCÉFALOS BASAIS DO APTIANO-ALBIANO DA BACIA DO ARARIPE: NOVAS OCORRÊNCIAS, ANATOMIA E ECOMOFOLOGIA**

Gabriel Levi Barbosa Lopes¹, Rizoaldo do Espírito Santo Barbosa¹, Valéria Gallo², Francisco José de Figueiredo², e Alcina Magnólia Franca Barreto¹

¹Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Geologia, Av. Acadêmico Hélio Ramos, S/n, 50740-530, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil

²Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Departamento de Zoologia, Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, 20550-013, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Resumo

O objetivo deste trabalho é redescrever *Clupavus brasiliensis* e *Beurlenichthys ouricuriensis*, peixes teleósteos clupeocéfalos não euteleósteos, com base em novo material coletado em afloramentos da Formação Romualdo, no Estado de Pernambuco (i.e., mina VMB, mina Vale do Silício, Mina Gregório e Serra do Inácio), e explorar aspectos ecomorfológicos subjacentes. O material em estudo consiste em 24 espécimes de *Clupavus brasiliensis* e um de *B. ouricuriensis*. A presença de *Clupavus brasiliensis* na Fm. Romualdo é assinalado pela primeira vez. Esses dois pequenos peixes possuem maxilas com dentes diminutos, corpo fusiforme, alongado e nadadeira caudal bifurcada. Até onde a preservação permite visualizar, um retroarticular excluído da superfície de articulação com o quadrado, articular e angular fusionados, e arco neural do primeiro centro ural reduzido indicam que são clupeocéfalos, porém carecem de sinapomorfias de Otocephala e Euteleostei. Em geral, os peixes encontram-se completos, articulados e bem preservados, de modo que permitiram acrescentar informações morfológicas relevantes e corrigir equivocadas interpretações descritivas anteriores. Aspectos morfológicos exclusivos, originalmente propostos como diagnósticos para ambos os táxons, foram reavaliados. Dados morfométricos (por exemplo, altura corporal, dimensões do pedúnculo caudal e índice de estreiteza) foram utilizados na análise ecomorfológica. O resultado obtido permitiu inferir sobre o tipo de locomoção e velocidade. Apesar da extrema similaridade do desenho estrutural, *Clupavus brasiliensis* teria sido um peixe suspensívoro mais veloz e generalista que *B. ouricuriensis*.

Palavras-chave: Anatomia; ecomorfologia; Clupeocephala; *Beurlenichthys ouricuriensis*; *Clupavus brasiliensis*; Formação Romualdo, Albiano-Aptiano

1 INTRODUÇÃO

O Grupo Santana da Bacia do Araripe se depositou durante o estágio pós-rifte, resultante dos eventos tectônicos responsáveis pela separação do supercontinente Gondwana e a abertura do Oceano Atlântico, que se iniciou no Jurássico superior (Jalowitzki et al., 2024). Sua sedimentação é composta por estratos das formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo

(Assine et al., 2014). O Grupo Santana apresenta uma grande diversidade litológica e é conhecido principalmente pela abundância, diversidade e excepcional preservação dos fósseis (Maisey, 1991; Kellner, 2002; Viana & Neumann 2002). Todas as formações são fossilíferas, mas essa grande diversidade e excepcional preservação ocorrem principalmente nas formações Crato e Romualdo, cujas associações fossilíferas são compostas por palinómorfs, gimnospermas, angiospermas, foraminíferos, ostracodes, macroinvertebrados e vertebrados, com significativo predomínio de peixes, objeto de estudo deste trabalho (Maisey, 1991; Kellner, 2002; Polck et al., 2015; Pereira, et al., 2017; Araripe, 2022).

Um grupo importante e pouco estudado, que compõe a paleoictiofauna da Formação Romualdo, é o dos Clupeocefálos não euteleosteos. Segundo Arratia (2010), este grupo compreende a maior parte dos peixes teleosteos, com exceção de elopomorfos, osteoglossomorfos e vários teleosteos basais extintos. Segundo o registro fóssil, sua origem é do Jurássico Superior da Europa (Arratia, 1997). No entanto, estudos moleculares realizados por Peng, et al., (2006) relatam sua ocorrência desde o Paleozoico (Carbonífero/Permiano).

O registro de Clupeocéfalos não euteleosteos na Formação Romualdo data do Cretáceo Inferior (Aptiano/Albiano). Esse grupo é representado pelas espécies *Beurlenichthys ouricuriensis* Figueiredo e Gallo 2004, *Santanasalmo elegans* Gallo, Figueiredo e Azevedo 2009, *Santanaclupea silvasantosi* Maisey 1993, *Tharrhias araripis* Jordan & Branner 1908 e *Clupavus brasiliensis* Santos 1985, cuja descrição dos primeiros espécimes deste táxon na Formação Romualdo será feita neste estudo.

Embora Clupeocephala seja o grupo com maior diversidade morfológica e taxonômica na composição da paleoictiofauna da Formação Romualdo, poucos estudos abordaram seus aspectos paleoecológicos (Maisey e Carvalho 1995; Coutinho, 2021; Lopes e Barreto, 2021). Por isso, o principal objetivo deste trabalho é realizar uma descrição detalhada de novos espécimes desses táxons e inferir informações sobre sua paleoautoecologia por meio da análise morfométrica.

2 CONTEXTO GEOLÓGICO

A Bacia do Araripe possui uma extensão de 170 km e ocupa uma área de 9.000 km² nos estados do Piauí, Pernambuco e Ceará, sendo limitada ao sul pelo Lineamento Pernambuco e ao norte pelo Lineamento da Paraíba (Ponte & Appi, 1990; Assine, 1994). A deposição teve origem nos eventos tectônicos que causaram a separação do supercontinente Gondwana,

iniciando-se durante o Jurássico Inferior, com a atuação da pluma de Karoo, e posteriormente resultando na abertura do Oceano Atlântico (Jalowitzki et al., 2024).

A Bacia do Araripe é famosa por apresentar conteúdo fossilífero abundante, com alta diversidade e excelente preservação, principalmente onde ocorrem os estratos das formações Crato e Romualdo (Maisey, 1991; Martins-Neto, 2006; Lima et al., 2012; Pereira et al., 2017; Araripe, 2022; Rebelato et al., 2022, Bertotto, 2023; Lacerda, 2023). A Formação Romualdo apresenta litologia composta por margas, calcarenitos, arenitos de granulação fina a grossa, coquinas e folhelhos, com ou sem nódulos calcários, que, em sua maioria, são altamente fossilíferos, interpretados como depositados em ambientes transicionais e marinhos (Assine, 2014).

O conteúdo fóssil da Formação Romualdo é caracterizado pela presença de uma grande diversidade de organismos. Essa diversidade é representada por plantas gimnospermas e angiospermas, foraminíferos bentônicos e planctônicos, ostrácodes mixohalinos e marinhos, palinórfos, macroinvertebrados (gastrópodes, bivalves, equinóides e decápodes), vertebrados (peixes, quelônios, crocodilos, pterossauros e dinossauros), icnofósseis e nanofósseis calcários (Kellner, 2002; Naish et al., 2004; Fürsch et al., 2018; Pereira et al., 2018; Araripe et al., 2022; Lemos et al., 2023).

A ocorrência de nanofósseis calcários, foraminíferos, ostrácodes marinhos e mixohalinos, gastrópodes marinhos, equinóides e uma paleoictiofauna predominantemente marinha é evidência de que a Formação Romualdo sofreu eventos de ingresso marinha, além de refletir um cenário cujas variações de salinidade e oxigenação apresentavam grande influência na diversidade de organismos e, principalmente, nas ocorrências de mortandade em massa (Martill et al., 2008; Prado et al., 2014; Prado et al., 2016; Fürsch et al., 2018).

3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreendeu quatro afloramentos da Formação Romualdo na região ocidental da bacia, cujas localizações estão distribuídas no estado de Pernambuco (Figura 1), com as seguintes coordenadas: Serra do Inácio (Ouricuri/PE - 7°59'12,1''S 40°28'21.0''W), mina VMB (Ipubi/PE - 7°42'47.2''S 40°12'39.4''W), mina Gregório (Araripina/PE - 7°43'39.1''S 40°33'24.3''W) e mina Vale do Silício (Araripina/PE - 7°40'03.7''S 40°33'23.5''W).

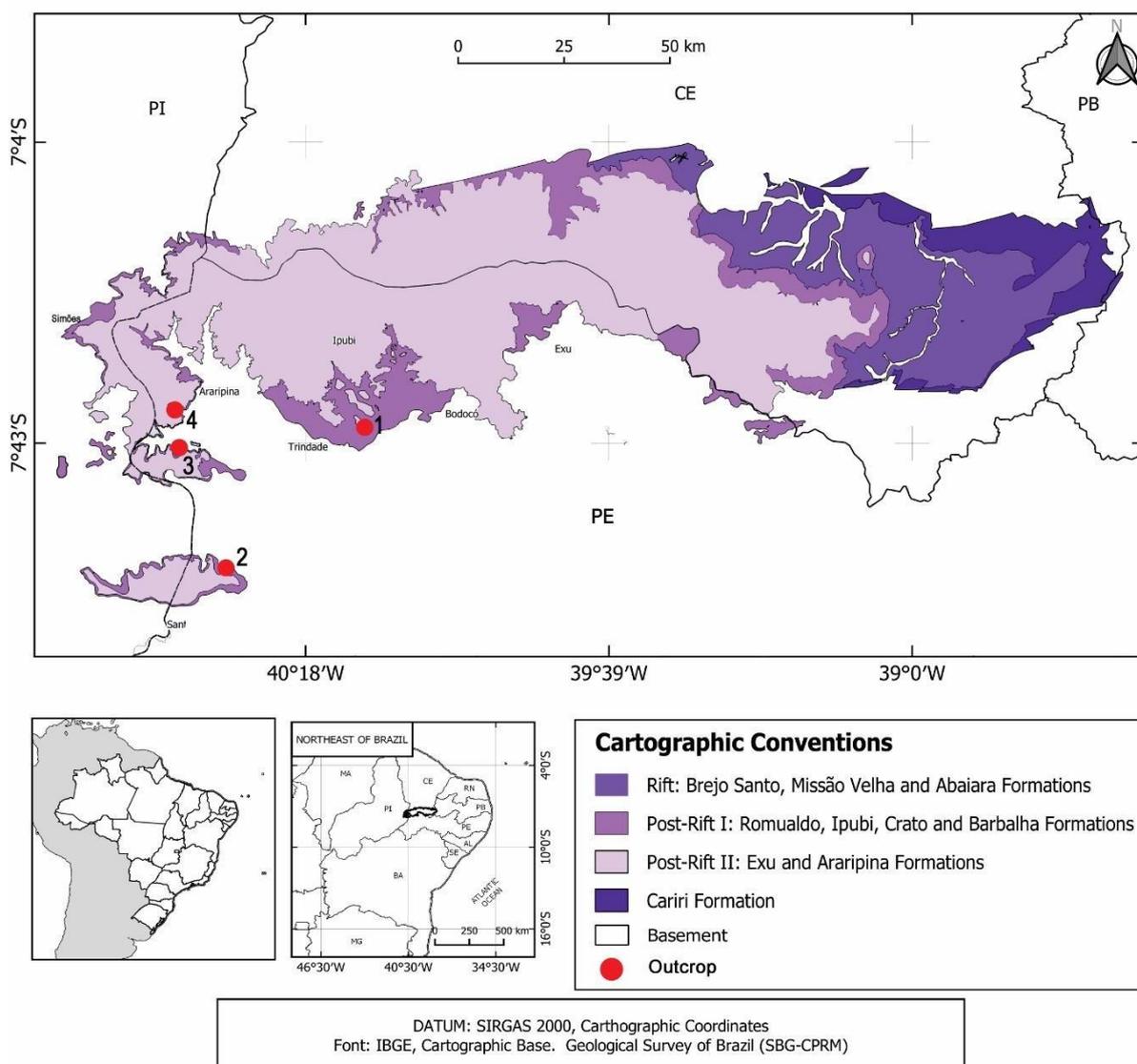


Figura 1: Mapa geológico da área de estudo. 1 – VMB, Araripina/PE; 2 – Serra do Inácio, Ouricuri/PE; 4 – Mina Vale do Silício, Araripina/PE.

3.1 Mina Gregório, Araripina/PE

A Formação Romualdo na mina Gregório, possui uma exposição de 14,5 metros de altura, e sua litologia é marcada pela presença de folhelhos, arenitos calcíferos e arenito coquinoides (Figura 2), que, em contrapartida, são mais espessos que os da mina VMB. Os peixes foram coletados nos arenitos e folhelhos entre os níveis de 5-6 metros.

3.2 Mina Vale do Silício, Araripina/PE

Com 12 metros de exposição da Formação Romualdo, a mina Vale do Silício é caracterizada por folhelhos intercalados a arenito calcífero (Figura 2). A litologia é semelhante à da mina VMB, devido às espessas camadas de folhelhos, que diferem pela ausência de invertebrados, formando o arenito coquinoide. Os peixes foram coletados nos níveis 5 a 6 metros.

3.3 Mina VMB, Ipubi/PE

O afloramento apresenta 23,5 metros de altura, e a litologia da Formação Romualdo também é caracterizada por folhelhos, intercalados por arenitos calcíferos e arenito coquinoide (Figura 2). Os peixes foram coletados nos folhelhos dos níveis 7, 9-10 e 17 metros.

3.4 Serra do Inácio, Ouricuri/PE

A seção da Formação Romualdo na Serra do Inácio possui aproximadamente 70 metros de altura e uma litologia diversificada, composta por arenitos calcíferos, folhelhos, calcários e arenito coquinoide. Os peixes ocorrem em dois níveis: 10 a 11, 22 e 26 metros nos folhelhos (Figura 2).

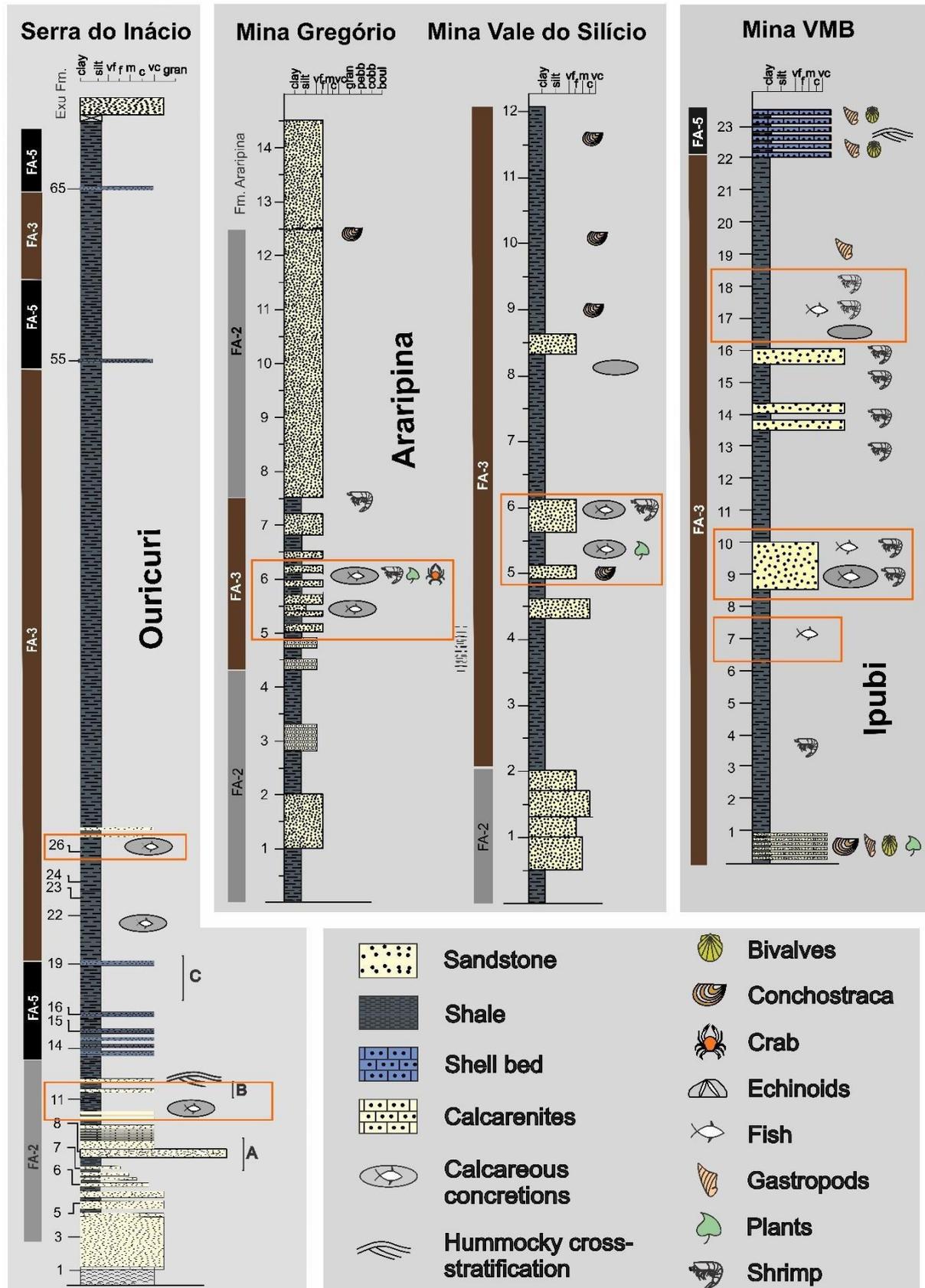


Figura 2: Seções estratigráficas da Formação Romualdo nos afloramentos Serra do Inácio e das minas Gregório, Vale do silício e VMB.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O material coletado consistiu em um espécime de *Beurlenichthys ouricuriensis* (DGEO/CTG/UFPE 8500) e 24 espécimes de *Clupavus brasiliensis* (Tabela 1), cuja identificação e análises paleoautoecológicas foram realizadas no Laboratório de Paleontologia (PALEOLAB). Após à identificação, os fósseis foram numerados e armazenados na Coleção de Paleontologia do Departamento de Geologia do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Durante as atividades de coleta, foram produzidos perfis estratigráficos dos afloramentos, visando promover a coleta controlada dos espécimes. A identificação taxonômica dos espécimes foi realizada de acordo com Santos (1985, 1995), Filleul & Maisey (2004), Figueiredo & Gallo (2004).

Tabela 1: Material de estudo – Espécimes utilizados na descrição e no estudo paleoecológico.

Número de Tombo	Material	Município/ Localidade
DGEO/CTG/UFPE 9511	Corpo achatado lateralmente, articulado e com nadadeira dorsal, ventral e anal articuladas. A nadadeira peitoral está parcialmente preservada e a pélvica está ausente.	Ouricuri (Serra do Inácio)
DGEO/CTG/UFPE 9512	Corpo achatado lateralmente, completamente articulado. Nadadeiras articuladas, com raios fragmentados.	
DGEO/CTG/UFPE 8500 (A e B)	Corpo articulado, achatado lateralmente. Apresenta todas as nadadeiras, embora o lobo superior da nadadeira caudal tenha se perdido durante a coleta	
DGEO/CTG/UFPE 9211	Corpo achatado lateralmente, articulado. Coluna vertebral apresenta duas fraturas. As nadadeiras estão articuladas e bem preservada.	Ipubi (Mina VMB)
DGEO/CTG/UFPE 9212	Corpo achatado lateralmente, parcialmente preservado (ausência da região caudal). As nadadeiras dorsal, peitorais e pélvicas estão articuladas e bem preservadas.	
DGEO/CTG/UFPE 9213	Corpo achatado lateralmente, articulado, com uma torção na coluna vertebral. Com exceção das nadadeiras anais, todas as outras estão articuladas.	

DGEO/CTG/UFPE 9214	Corpo achatado lateralmente, articulado. Com exceção das nadadeiras anais, todas as outras estão articuladas.
DGEO/CTG/UFPE 9215	Corpo achatado lateralmente, parcialmente preservado. A cabeça está parcialmente preservada. Nadadeira caudal ausente.
DGEO/CTG/UFPE 9216	Corpo achatado lateralmente, articulado. As nadadeiras estão articuladas, embora as extremidades dos lobos da nadadeira caudal estejam mal preservadas.
DGEO/CTG/UFPE 9217	Cabeça achatada lateralmente e parcialmente preservada.
DGEO/CTG/UFPE 9218	Corpo achatado lateralmente, parcialmente preservado, com cabeça articulada. Coluna vertebral com uma torção próximo a nadadeira dorsal. As nadadeiras peitorais, dorsal e pélvica estão articuladas. Região caudal está ausente.
DGEO/CTG/UFPE 9219	Corpo achatado lateralmente, completamente articulado e mal preservado. A coluna apresenta torção abaixo da parte anterior da nadadeira dorsal. Somente a nadadeira dorsal e as pélvicas estão presentes.
DGEO/CTG/UFPE 9513	Corpo achatado lateralmente, articulado e sem torção na coluna vertebral. Todas as nadadeiras estão articuladas.
DGEO/CTG/UFPE 9514	Corpo achatado lateralmente, parcialmente preservado, articulado com a cabeça. A região caudal está ausente. Apenas a nadadeira peitoral está presente.
DGEO/CTG/UFPE 9515	Corpo achatado lateralmente e articulado. A cabeça, no entanto, não apresenta a região anterior. A coluna apresenta uma torção próximo a cabeça. Todas as nadadeiras estão presentes, mas a pélvica está desarticulada.
DGEO/CTG/UFPE 9516	Corpo achatado lateralmente, e parcialmente preservado com cabeça articulada. Apenas as nadadeiras peitorais, dorsal e pélvica estão presentes.

DGEO/CTG/UFPE 9517	Cabeça achatada lateralmente, articulada a corpo mal preservado e desarticulado. As nadadeiras também estão desarticuladas.	
DGEO/CTG/UFPE 9518	Corpo achatado lateralmente. A cabeça e a região caudal estão articuladas, mas as vertebrae medianas não estão preservadas. Apenas as nadadeiras peitorais, dorsal e caudal estão preservadas	
DGEO/CTG/UFPE 9519	Cabeça achatada lateralmente e parcialmente preservada.	
DGEO/CTG/UFPE 9520	Corpo achatado lateralmente e totalmente articulado. A coluna vertebral apresenta uma torção após a nadadeira dorsal. As nadadeiras estão articuladas, porém as extremidades da nadadeira caudal estão mal preservadas.	
DGEO/CTG/UFPE 9205	Corpo achatado lateralmente, articulado, mas a extremidade anterior da cabeça está ausente. Apenas as nadadeiras peitorais, dorsal, pélvicas e caudal estão presentes. É possível visualizar a impressão da nadadeira anal no sedimento.	Araripina (Mina Gregório)
DGEO/CTG/UFPE 9206	Cabeça desarticulada, com preservação parcial	
DGEO/CTG/UFPE 9207	Cabeça e Corpo achatado lateralmente. A coluna vertebral apresenta torção após a cabeça. Todas as nadadeiras estão ausentes, mas é possível visualizar sua posição através da impressão no sedimento.	Araripina (Vale do Silício)
DGEO/CTG/UFPE 9521	Cabeça desarticulada e mal preservada	

4.1 Abreviaturas anatômicas:

(AA) anglo-articular; (BB) basibrânquial; (CL) cleitro; (CO) coracoide; (D) dentário; (DSPH) dermosfenótico; (EU) epural; (EN) epineural; (EP) epipleural; (ET) etmoide; (RN) raios da nadadeira; (FR) frontal; (GH) glosso-hial; (HM) hiomandibular; (HP) hipural; (IOP) interopérculo; (IO) infraorbital; (CSIO) canal sensorial infraorbital; (MES) mesetmoide; (MPT) metapterigoide; (MX) maxilar; (NA) nasal; (ESPU1) Espinho neural do primeiro centro pré-ural; (OP) opérculo; (POPHM) processo opercular do hiomandibular; (PA) parietal; (PAL)

palatino; (PCL) pós-cleito; (PELV) osso pélvico; (PH) paripurais; (PMX) pré-maxilar; (POP) pré-opérculo; (CSPO) canal sensorial pré-opercular; (PES) paresfenoide; (PTO) pterótico; (PTS) pteroesfenoide; (CPU) centro pré-ural; (Q) quadrado; (RA) retroarticular; (SI) simplético; (SO) subopérculo; (SC) supracleito; (SM) supramaxilar; (SN) supraneural; (CU) centro ural; (UN) uroneural.

4.2 Abreviaturas das medidas morfométricas

As medidas usadas foram as seguintes (Figura 3): (CBNA) comprimento da base da nadadeira anal – medida horizontal tomada do início ao fim da base de articulação da nadadeira anal; (AMC) altura máxima do corpo – maior distância vertical do corpo; (APC) altura do pedúnculo caudal – maior distância vertical do pedúnculo caudal; (CPC) comprimento do pedúnculo caudal – distância oblíqua entre a extremidade posterior da base da nadadeira anal até a extremidade posterior do hipural; (CBND) comprimento da base da nadadeira dorsal – distância horizontal do início da nadadeira dorsal (extremo anterior da base da base do primeiro raio da nadadeira) até o extremo posterior da base (extremo posterior da base até o último raio); (AC) altura da cabeça – maior distância vertical do crânio (do occipício à região gular); (CC) comprimento da cabeça – distância da ponta do focinho (pré-maxilar) até a porção mais posterior do opérculo; (CPA) comprimento pré-anal – distância horizontal da ponta do focinho até a origem da nadadeira anal; (CPD) comprimento pré-dorsal – distância horizontal da ponta do focinho (pré-maxilar) até a origem da nadadeira dorsal; (CPPT) comprimento pré-peitoral – distância horizontal da ponta do focinho (pré-maxilar) até a porção anterior da base da nadadeira peitoral; (CPP) comprimento pré-pélvico – distância entre a ponta do focinho até a extremidade anterior da base da nadadeira pélvica; (CP) comprimento padrão – distância horizontal da ponta do focinho até a borda posterior do hipurais extremos; (CT) comprimento total – distância horizontal da ponta do focinho ao extremo posterior do raio mais alongado da nadadeira caudal; (Figueiredo & Gallo, 2004); Duas outras medidas foram desenvolvidas aqui, baseando-se em Sambilay (1990): (ANC) altura da nadadeira caudal – distância vertical entre as extremidades dos lobos da nadadeira caudal, correspondendo a: h, sensu Sambilay (1990); (ASNC) área de superfície da nadadeira caudal – soma de todos os lados da nadadeira caudal, correspondendo a: s, sensu Sambilay (1990).

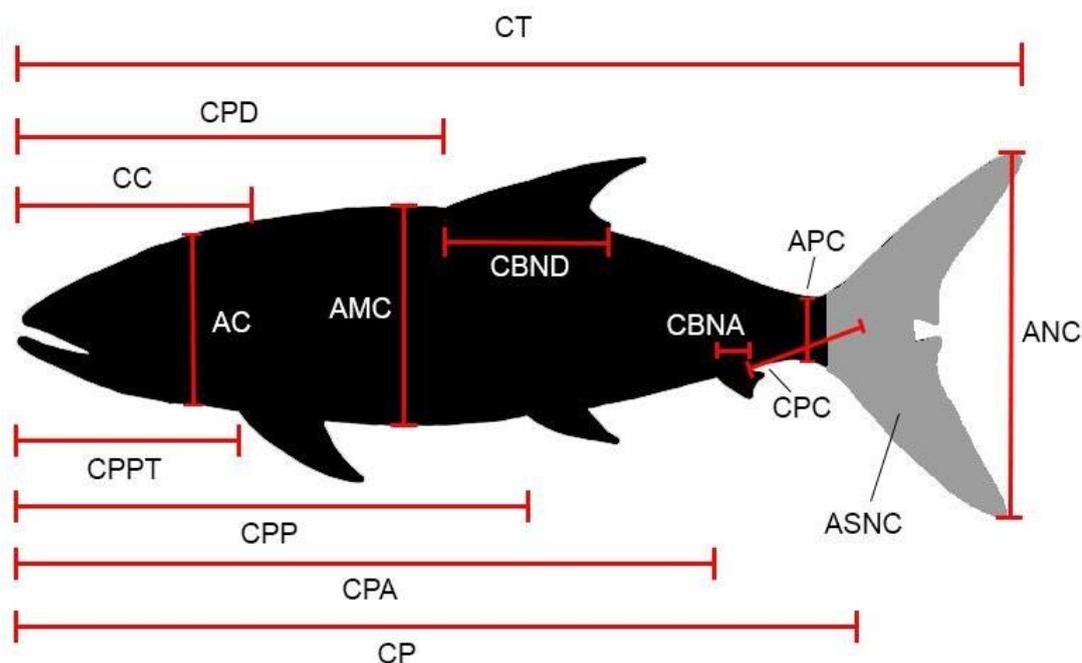


Figura 3: Indicações para coleta de dados morfométricos, de acordo com Figueiredo & Gallo (2004) e Sambilay (1990).

4.3 Paleoautoecologia

As características morfológicas utilizadas nas análises paleoautoecológicas (Tabela 2), assim como os atributos ecomorfológicos desenvolvidos a partir da combinação dessas características (Tabela 3), foram baseadas na metodologia de Gatz (1979), Watson & Balon (1984) e Sambilay (1990), que também serviram como referências principais na discussão do tema.

Tabela 2: Características morfológicas selecionadas para formar os atributos ecomorfológicos utilizados nos estudos de locomoção. A seleção e nomenclatura para essas características foram baseadas em Gatz (1979b) e Sambilay (1990).

Características morfológicas	Código	Padrões de medida
Altura máxima do corpo	AMC	Maior distância vertical do corpo
Comprimento padrão	CP	Distância do ponto mais anterior do pré-maxilar até a extensão mais posterior do hipurais

Comprimento do pedúnculo caudal	CPC	Distância da região posterior proximal da nadadeira anal até a margem posterior da última vértebra.
Altura da nadadeira caudal	ANC	Distância vertical entre as extremidades dos lobos da nadadeira caudal
Área da superfície da nadadeira caudal	ASNC	Soma de todos os lados da nadadeira caudal

Tabela 3: Atributos ecomorfológicos, suas fórmulas e suas interpretações de acordo com Gatz (1979b) e Sambilay (1990).

Atributos ecomorfológicos	Código	Fórmula	Interpretação
Altura relativa	AR	$AR = \frac{AMC}{CP}$	Resultados com baixos índices sugerem um peixe capaz de nadar em ambientes de alta energia (Gatz, 1979b).
Altura relativa do pedúnculo caudal	ARPC	$ARPC = \frac{CPC}{CP}$	Pedúnculos com baixos índices sugerem a capacidade de natação contínua e em águas turbulentas (Gatz, 1979b).
Proporção da nadadeira caudal = <i>aspect ratio</i> (A) da nadadeira caudal	PNC (A)	$PCN(A) = \frac{ANC^2}{ASNC}$	Resultados com altos índices indicam que há adaptação para natação contínua e menor gasto de energia (Sambilay, 1990).

5 RESULTADOS

5.1 Sistemática paleontológica

Beurlenichthys ouricuriensis

Osteichthyes Huxley 1880

Actinopterygii Cope 1887

Teleostei Müller 1844

Clupeocephala Patterson & Rosen, 1977 *incertae sedis*

Gênero *Beurlenichthys* Figueiredo & Gallo, 2004

Espécie-tipo *Beurlenichthys ouricuriensis* Figueiredo & Figueiredo, 2004

Holótipo: DGM 883-P

Localidade tipo – Casa de Pedra, Ouricuri, PE

Diagnose (Emendada de Figueire & Gallo, 2004) – Crânio medioparietal. Teto do crânio sem fontanelas e fenestras. Ramo parietal do canal sensorial supraorbital perfura o parietal. Infraorbitais 3, 4 e 5 possuem formato trapezoidal. Pré-maxilar com dentes espaçados em forma de espinhos de rosa e um processo ascendente arredondado. Maxilar alongado e arqueado, com uma lâmina dentígera na borda oral. Dois supramaxilares grandes e lisos. Dentário com dentes rudimentares próximo à sínfise. Articulação quadrática-mandibular localizada no terço posterior da órbita. Hiomandibular sem processo pré-opercular. Pré-opérculo com três túbulos simples do canal sensorial pré-opercular, não atingindo sua margem posteroventral. Opérculo mais alto que largo com margem anterior e posterior retilíneas. Cerato-hial anterior com grande forame bericiforme triangular. Pós-cleito dorsal grande, com margem inferior arredondada. Região anteroventral do coracoide com pequenos sulcos. Escápula com formato de ampulheta. 12 supraneurais: os cinco primeiros apresentam formato de folha, sendo a parte superior mais alongada, e os demais, mais finos e delicados. Ossos intermusculares epineurais presentes, mas não se estendem para a região caudal. Nadadeira dorsal associada aos 13 pterigióforos. Nadadeira anal associada a sete pterigióforos. Endoesqueleto caudal com três epurais, quatro a seis hipurais e dois uroneurais, o primeiro cobrindo totalmente a margem dorsal do primeiro centro pré-ural e o segundo, lanceolado, alcançando a extremidade posterior do segundo centro ural. Espinhos hemais fundidos com os centros anteriores ao segundo centro pré-ural. Primeiro centro ural fundido ao segundo hipural. Primeiro centro pré-ural com um espinho neural em forma de folha. Três uronurais, sendo o terceiro abaixo do segundo e apresentando morfologia semelhante.

Material examinado: DEGEOCTG/UFPE 8500 A e B (Figura 4)

Localidade do material: Formação Romualdo, mineradora VMB, município de Ipubi, Estado de Pernambuco.



Figura 4: *Beurlenichthys ouricuriensis* (DGEO/CTG/UFPE 8500) – Escala: 1 cm.

Ossos cranianos

O mesetmoide é visto lateralmente. É alongado e situado adiante do frontal, composto por uma porção mediana terminada em seta e dois processos laterais tubulares. Abaixo dele, é possível visualizar o vômer, que, embora também esteja fragmentado, possui um processo anterior arredondado que contacta o mesetimoide, e um processo plano e curto próximo ao paraesfenóide.

O etmoide lateral é um osso pericondral laminar e triangular de grandes dimensões, localizado à frente da órbita e acima do paresfenoide. Sua base está fragmentada e sua margem posterior entra em contato com a porção anterior do anel esclerótico.

O frontal ocupa a maior parte do teto craniano, e a região anterior é mais estreita que a região posterior. O canal sensorial supraorbital atravessa longitudinalmente a porção mediana do frontal, dentro de um túbulo retilíneo e posteriormente, estendendo-se até o parietal, penetrando-o pelo mesmo eixo. Emite apenas uma ramificação (ramo epifisário), localizada no limite entre as regiões medial e posterior do frontal (Figura 5A e B).

O parietal é quadrangular e aparentemente encontra seu antímero medialmente. Não há qualquer evidência de fontanela entre ele e porção posterior do frontal. Abaixo do parietal está o pterótico, que está pobremente preservado, impossibilitando o reconhecimento de suas proporções.

O nasal é um osso delgado, alongado e curvo, situado adjacente ao mesetmoide e a frente do etmoide lateral. Apenas sua base está preservada, impossibilitando visualizar a porção anterior do canal sensorial supraorbital.

O autosfenótico é pequeno, triangular e forma o limite pósterodorsal da órbita. A fossa do músculo dilatador do opérculo é curta e rasa.

O paresfenoide é um osso longo, edêntulo, retilíneo e delgado, parcialmente preservado, que cruza a órbita ventromedialmente (Figura 5). O basiesfenoide é visto parcialmente no canto pósteroinferior da órbita.

Série circumorbital

Não foi possível observar os supraorbitais. O lacrimal (Figura 5A e B) é triangular e alongado, com face ventral retilínea, dorsal côncava, e margem posterior mais alta e reta do que a anterior, que é arredondada. O infraorbital 2 tem formato subtriangular, com margem anterior mais baixa que a posterior, e a margem inferior é levemente arqueada ventralmente na porção pósteroventral (Figura 5A e B). O infraorbital 3 é trapezoidal e apresenta uma leve inclinação, sendo sua margem anterior maior que a posterior. Os infraorbitais 4 e 5 também apresentam formato trapezoidal, sendo ambos menores que o infraorbital 3 (Figura 5A e B). O canal sensorial infraorbital atravessa a região mediana de todos os infraorbitais e emite túbulos apenas no lacrimal. O dermesfenótico está mal preservado, e seu formato e suas dimensões não são claramente observados.

Série Hiopalatina

O hiomandibular possui uma porção superior grande, larga, com uma leve inclinação para a região anterior. A margem anterosuperior é arredondada, e não é possível observar a projeção laminar da margem anterior. A faceta articular dorsal do hiomandibular é expandida e oblíqua. A escavação presente na margem anterior do pérculo mostra que o processo opercular hiomandibular é arredondado. O hiomandibular alonga-se, dando origem ao ramo vertical estreito e longo, que se estende até a base do ramo horizontal do pré-opérculo (Figura 5A e B). Não há preservação do ramo mandibular do nervo facial.

O quadrado, embora não seja possível visualizar o côndilo articular, apresenta formato triangular (Figura 5A e B). Na margem posterior, há um entalhe profundo que se estende até o nível da linha medial do quadrado para o encaixe do simplético, que é um osso fino e alongado. O processo pósteroventral alongado e afilado estende-se posteriormente além da margem posterior do quadrado. Não é possível visualizar o metapterigoide, o endopterigoide e o ectopterigoide.

Maxila superior

O pré-maxilar está preservado apenas pela impressão no sedimento, aparentando ser longo e estreito. O maxilar está danificado em sua porção proximal, mas é possível perceber que é alongado, com formato sigmoidal, sendo sua porção anterior composta por um processo anterior mais baixo que as porções medial e posterior, simples e arredondado. O limite posterior do maxilar aparentemente está situado próximo à articulação quadrado-mandibular (Figura 5C). Não há presença de lâmina dentígera.

Dois supramaxilares grandes e provavelmente fragmentados estão presentes (Figura 5C): O primeiro localiza-se sobre a região mediana do maxilar e apresenta a forma de folha, com a extremidade anterior alongada e fina, estendendo-se até próximo à região anterior do maxilar; o segundo supramaxilar está situado logo atrás do primeiro e possui, na superfície medial, uma crista que resulta em um processo anterior estreito em forma de espinho, posicionado acima da região posterior do primeiro supramaxilar. As demais margens do supramaxilar 2 são arredondadas, e seu limite está próximo à articulação quadrado-mandibular.

Maxila inferior

O maxilar inferior aparenta ser mais alongado que alto e possui um limite posterior próximo à região anterior da órbita (Figura 5C). O dentário é grande e alto, possivelmente resultando em um processo coronoide elevado, que está coberto pelo maxilar. Sua margem anterior é triangular, com extremidade arredondada, que aparentemente se estende posteriormente, onde está presente a articulação quadrado-mandibular. A sínfise do dentário é baixa e profunda e o canal sensorial está localizado próximo à margem ventral do maxilar inferior, atravessando o dentário e seguindo até o anguloangular. Não foi possível observar a fossa meckeliana.

O anguloangular também está fragmentado (Figura 5C). A faceta articular para o quadrado é levemente côncava, rasa, situada nas margens póstero-ventral e ínfero-posterior, que parecem bem fortalecidas e ossificadas. Próximo à faceta articular, é possível visualizar o fim do canal sensorial, que está posicionado perto de sua margem ventral. Não é possível visualizar o retroarticular.

Série opercular

O pré-opérculo pode ser mais bem visualizado no espécime DGEO/CTG/UFPE 8500A. Ele apresenta a forma de bumerangue, com ambos os braços de tamanho similar (Figura 5D). O canal sensorial pré-opercular estende-se do ramo vertical até a porção mediana do ramo horizontal, onde se ramifica em, pelo menos, quatro túbulos simples, que não atingem a margem ventral do pré-opérculo.

Há um interopérculo levemente enconbertido pelo ramo horizontal do pré-opérculo. Possivelmente ele acompanha toda extensão do ramo horizontal do pré-opérculo.

O opérculo está presente em ambos os lados do espécime DGEO/CTG/UFPE 8500, sendo o lado A mais bem preservado. O osso tem formato trapezoidal, ligeiramente maior e mais alto do que largo, com margem anterior e posterior retilíneas (Figura 5D). Em sua margem anterior é possível visualizar uma escavação para receber o processo opercular hiomandibular. Sua margem ventral faz um contado oblícuo com o subopérculo de aproximadamente 45 graus.

O subopérculo está mais bem preservado no espécime DGEO/CTG/UFPE 8500B. Seu formato é retangular, sua margem póstero-ventral é arredondada e sua altura corresponde a aproximadamente $\frac{1}{4}$ da altura do opérculo (Figura 5D).

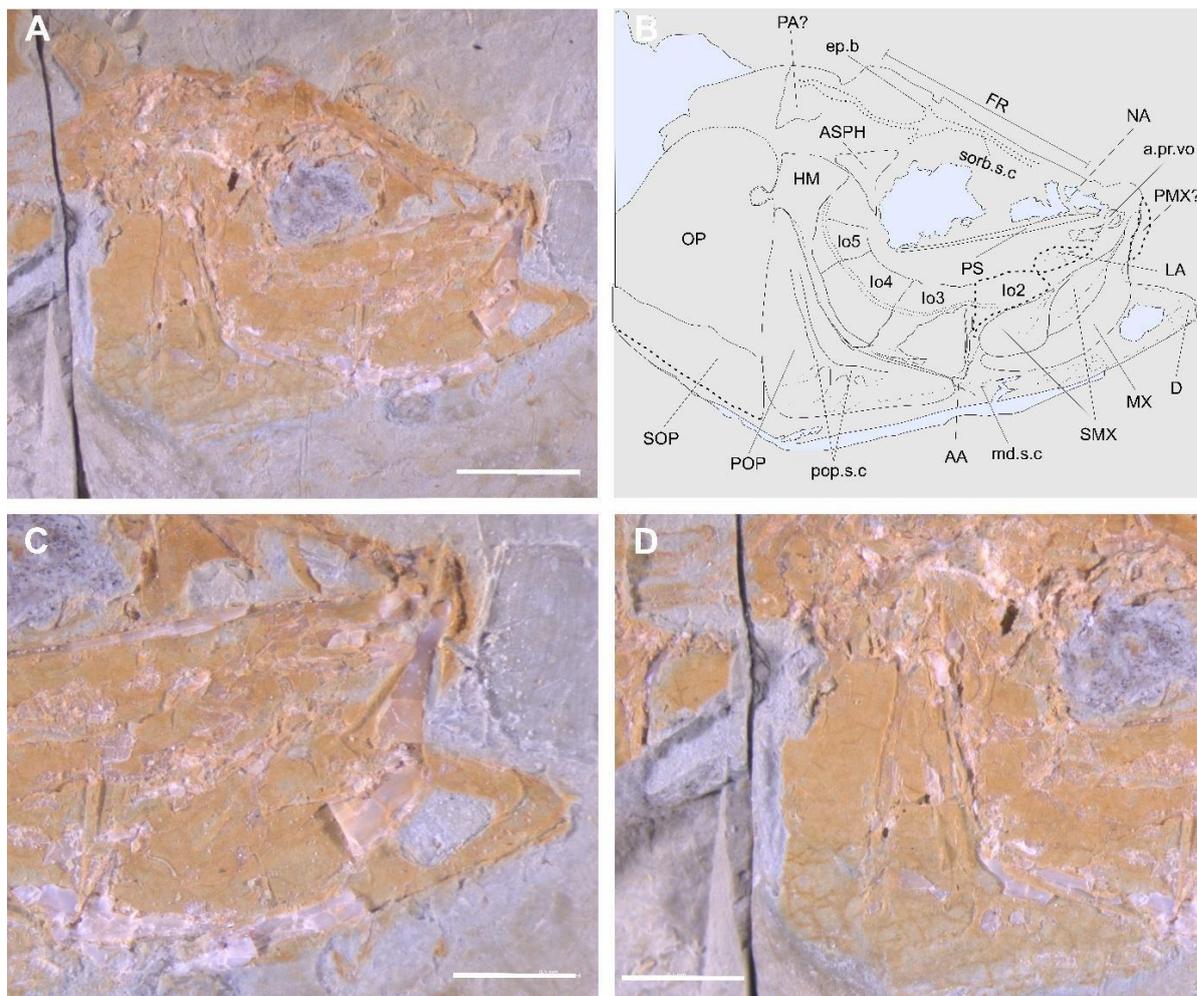


Figura 5: Cabeça do *Beurlenichthys ouricuriensis*, DGEO/CTG/UFPE 8500. A) Visão geral de todos os elementos que compõem a cabeça do espécime GEO/CTG/UFPE 8500 – Escala: 1 mm; B) Desenho interpretativo da cabeça vista na figura A; C) Porção pré-orbital da cabeça com destaque para as maxilas superior e inferior do espécime – Escala: 0,5 mm; D) Série opercular e parte do suspensório mandibular – Escala: 0,5 mm.

Cintura escapular e nadadeira peitoral

A melhor preservação da cintura peitoral está no espécime DGEO/CTG/UFPE 8500B, que, embora contenha pequenos fragmentos ósseos, pode ser identificada por meio da impressão no sedimento. No espécime DGEO/CTG/UFPE 8500A, é possível observar parcialmente preservados o cleitro, supracleitro e raios da nadadeira (Figura 6). Não foi possível identificar a presença do pós-temporal, escápula, radial e do pós-cleitro dorsal.

O pós-cleitro dorsal é mais alto que largo, com margem superior mais ampla que a margem inferior, e ambas são arredondadas (Figura 6A e B). A margem anterior superior faz contato oblíquo com a margem posterior do cleitro, e sua margem inferoanterior faz contato com a extensão laminar posterior do cleitro. Sua margem dorsal apresenta um formato convexo.

O cleitro possui formato sigmoidal, com a margem anterior fortalecida por uma crista e uma expansão laminar posterior (Figura 6A e B). O cleitro é limitado superiormente pelo supraclitro e, em sua parte inferior, está em contato com o coracoide. Após a margem posterior do cleitro, é possível ver um molde e um fragmento de osso que correspondem à região distal do pós-cleitro ventral, um osso com porção dorsal expandida e ventral alongada, que se estende obliquamente acima da área da nadadeira peitoral.

O coracoide tem forma de bota, sendo mais alongado do que alto (Figura 6A e B). Sua porção anterior faz contato com a porção inferoposterior do cleitro e é mais baixa que a posterior, além de apresenta pequenos sulcos em sua margem anteroventral.

A escápula é pequena e tem forma de ampulheta. Está diretamente associada à nadadeira peitoral, sendo composta por 17 raios que se ramificam em sua região distal, onde o primeiro raio é bem mais desenvolvido proximalmente que os outros. Não é possível determinar a presença de um mesocoracoide.

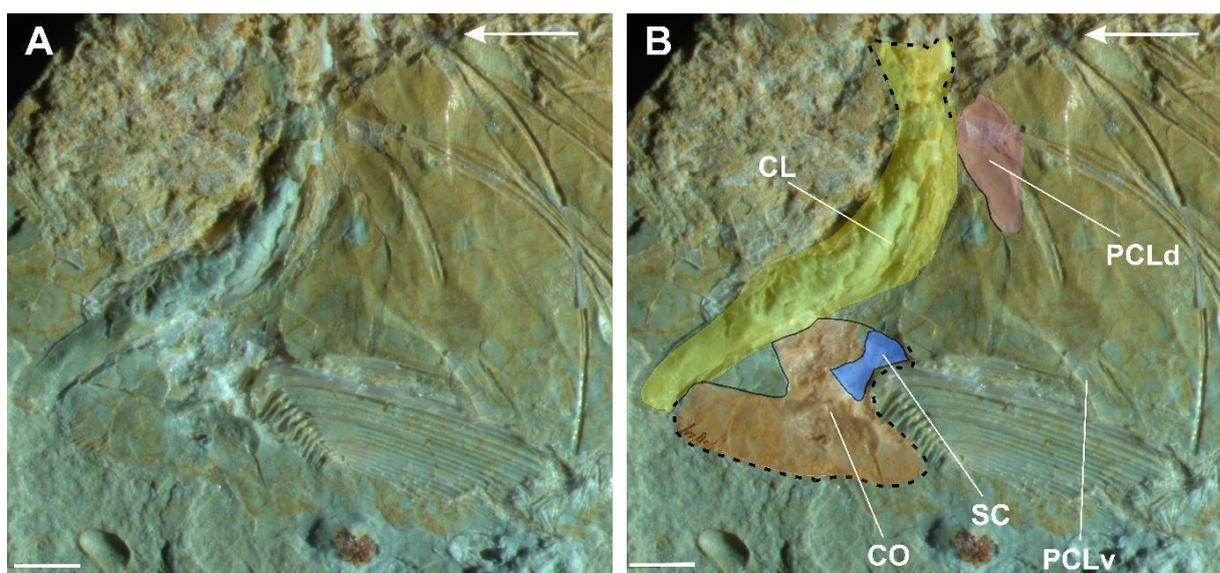


Figura 6: Cintura escapular do espécime DGEO/CTG/UFPE 8500. A) Visão geral dos elementos que compõem a cintura escapular – Escala: 0,5 mm; B) separação em cores dos elementos ósseos da cintura escapular – Escala: 0,5 mm.

Coluna vertebral

A coluna vertebral é constituída por 44 vértebras, 31 abdominais e 13 caudais. Cada vértebra tem forma de carretel, exceto os dois centros urais. Os centros vertebrais são bastante ossificados e, inicialmente, apresentam um diâmetro semelhante em relação à altura e ao comprimento, mas, a partir da vértebra 17, os centros vertebrais se tornam mais alongados.

Algumas vértebras (nas vértebras 7, 16, 32, 33, 34, 35 e nos centros urais e pré-urais) apresentam sulcos horizontais (Figura 7A).

Os arcos e espinhos neurais estão fusionados proximalmente aos centros vertebrais. Os espinhos neurais são finos e longos, mas próximo à região da nadadeira dorsal, eles são mais curtos (Figura 7A e B). Associados aos arcos neurais, os epineurais são finos e tão longos quanto os espinhos neurais, mas seu tamanho reduz à medida que se aproximam da região caudal. Aparentemente, a região caudal não possui epineurais. Na região pós-craniana pré-dorsal, é possível observar 12 supraneurais. Os cinco primeiros supraneurais apresentam um formato de folha, sendo a parte superior mais alongada. A partir do sétimo supraneural, eles se tornam mais finos e delgados.

As vértebras abdominais apresentam costelas longas e finas, que se tornam gradativamente mais curtas na porção posterior da cavidade abdominal (Figura 7A). Elas se acomodam sobre curtas parapófises e são bem mais alongadas que os espinhos neurais. Em associação com as costelas pleurais, notam-se os epipleurais, menores e mais finos.

As vértebras caudais possuem espinhos neurais e hemais que diminuem de tamanho próximo do esqueleto caudal. Os espinhos neurais tornam-se menores, e os espinhos hemais tornam-se mais alargados próximos do paripural.

Nadadeira dorsal

Ela é constituída por 13 raios e está inserida entre as vértebras 17 e 23 (Figura 7B). O décimo terceiro raio é bastante reduzido e não apresenta ramificação. A ramificação e segmentação só podem ser visualizadas entre os raios 11 e 12. Os raios são sustentados por 13 pterigióforos distais, que também estão inseridos na altura da vértebra 17. Não foi possível identificar se o primeiro pterigióforo é bífido. Os pterigióforos 2 a 5 são mais largos, alongados e pontiagudos. Os outros são pontiagudos, delgados e diminuem gradativamente ao longo do eixo longitudinal.

Cintura e nadadeira pélvica

Apenas um dos ossos pélvicos pôde ser visualizado e está posicionado ventralmente no abdome, entre as vértebras 17 e 21 (Figura 7C). Em sua margem medial, é possível visualizar o processo medial articular e uma expansão laminar que reduz longitudinalmente à medida que se aproxima da região oposta ao processo medial. Na margem lateral, é possível visualizar o processo anterior, que é largo e convexo. Ao longo do osso pélvico, também é possível perceber

uma crista dorsal reta. A nadadeira pélvica é composta por sete raios segmentados e ramificados, que se articulam na região posterior do osso pélvico, ao nível da vértebra 21.

Nadadeira anal

A nadadeira anal tem origem no nível da vértebra 34, e sua extremidade posterior ocorre na altura da 37 (Figura 7D). Esta nadadeira possui pelo menos nove raios, sendo o primeiro mais curto que os posteriores. Os raios são sustentados por sete pterigióforos alongados e pontiagudos, sendo o primeiro mais longo que os demais. Não é possível visualizar se os raios são segmentados ou ramificados.

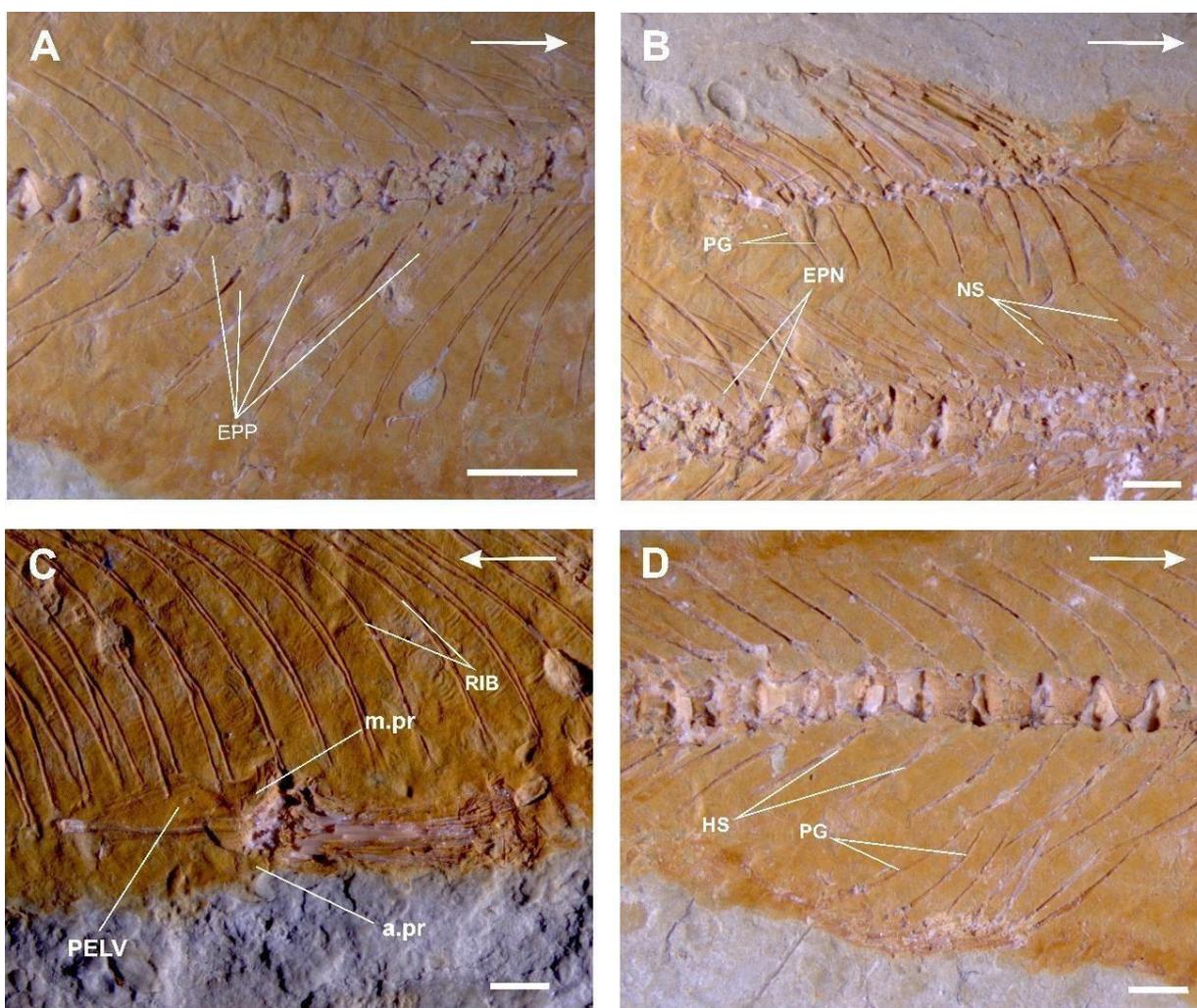


Figura 7: Coluna vertebral e nadadeiras medianas dos espécimes DGE0/CTG/UFPE 8500A e B). A) Coluna vertebral e seus elementos associados – Escala: 2 mm; B) Vértebras abdominais e nadadeira dorsal e seus pterigióforos – Escala: 1 mm; C) Osso pélvico associado aos raios da nadadeira pélvica; D) Nadadeira anal e suporte endoesquelético – Escala: 1 mm.

Endoesqueleto e nadadeira caudal

O endoesqueleto caudal só pode ser observado em DGEO/CTG/UFPE 8500A (Figura 8A e B). O eixo do endoesqueleto caudal que suporta a nadadeira caudal é constituído por três vértebras pré-urais e duas vertebrae urais, onde o centro ural 2 é triangular, mais alto que largo.

O paripural está próximo ao centro pré-ural 1, e apenas a sua região proximal está presente. O restante do seu corpo está preservado apenas através do molde no sedimento, que, por sua vez, apresenta uma morfologia alongada, com a porção distal mais fina que a proximal.

Posterior ao paripural, é possível visualizar quatro hipurais. O primeiro e o segundo hipural estão próximos ao primeiro centro ural. O hipural 1 possui a forma de leque e, em sua região proximal, apresenta um pequeno processo arredondado. O hipural 2 é mais fino e retilíneo que o primeiro, além de estar fusionado com o U1. O terceiro hipural tem uma forma semelhante ao hipural 1 (em forma de leque) e apresenta um processo em sua região proximal, côncavo e articulado ao primeiro ural. O quarto hipural é bem menor que os outros e não apresenta processo como os hipurais 1 e 2. Pelo espaço restante acima do hipural 4, é possível que haja mais dois hipurais, mas não possível visualizá-los.

Três uroneurais estão presentes. O primeiro uroneural pode ser visto parcialmente preservado e encontra-se na parte dorsal do ural 2 e pré-ural 1 e 2. Sua morfologia é alongada, curvilínea e estreita na porção distal, sendo a parte que repousa sobre o ural 1 e o pré-ural 1 mais espessa. O segundo está abaixo do uroneural 1, sendo retilíneo, muito fino e o terceiro, aproximadamente metade do segundo, também fino e retilíneo.

Acima do uroneural 1, estão presentes dois epineurais e o espinho neural do primeiro centro pré-ural. Foram observados três epurais, o primeiro é o menor, com formato fusiforme, e os outros, de formato longo e fino, embora na base pareçam um pouco mais espessos. O espinho neural do primeiro pré-ural possui um formato de folha, sendo a base mais larga que o ápice. Ambas as estruturas estão preservadas a partir de moldes no sedimento.

A nadadeira caudal é composta por 13 raios principais e seis raios pré-correntes no lobo superior, e por 11 raios principais e dois raios pré-correntes no lobo inferior. Apresentam segmentação claramente visível no quinto raio do lobo inferior, no terceiro raio do lobo superior e ramificações em suas porções distais. Essa ramificação torna-se mais evidente na região distal dos raios, mas na região mediana de alguns raios já é possível observar indícios dessa ramificação

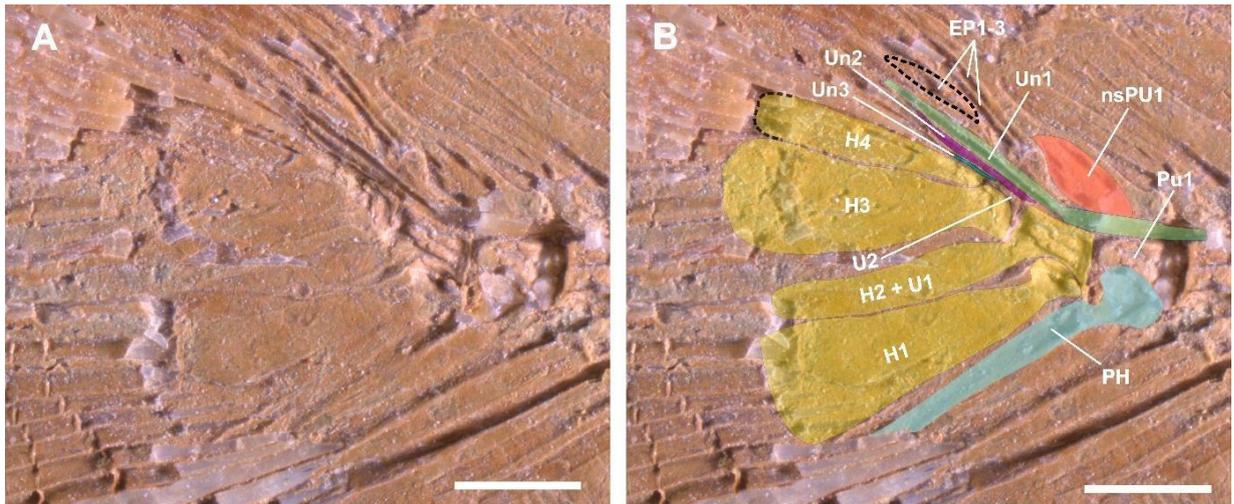


Figura 8: Endoesqueleto caudal do espécime DCEO/CTG/UFPE 8500A. A) Elementos do endoesqueleto caudal sem destaque em cores – escala: 1 mm. Elementos do endoesqueleto caudal destacados em cores – Escala: 1 mm.

Escamação

As escamas são cicloides, delicadas e têm formato circular. Na preservação, é possível visualizar as linhas de crescimento. Elas estão presentes ao longo de todo o corpo, mas não é possível determinar seu tamanho ao longo do eixo longitudinal do espécime.

Clupavus brasiliensis

Osteichthyes Huxley 1880

Actinopterygii Cope 1887

Teleostei Müller 1845

Clupeocephala Patterson & Rosen, 1977

Clupavidae Bertin & Arambourg 1958

Clupavus Taverne 1977

Clupavus brasiliensis Santos 1985

Holótipo: DGM 1018P

Horizonte: Formação Marizal, Bacia do Tucano

Localidade tipo: Euclides da Cunha, Bahia

Diagnose (Emendada de Santos, 1985) – Altura máxima do corpo igual ao comprimento da cabeça. Cabeça, com cerca de quatro vezes no comprimento total. Nasal alongado e reto, com extremidades arredondadas. Presença de fontanela localizada entre a porção posterior do frontal e a margem anterior parietal. Dois supraorbitais, o primeiro alongado e estreito, e o segundo, espesso, curto e levemente côncavo. O lacrimal é triangular. Segundo infraorbital mais largo que alto, com extremidades arredondadas. Dentes pequenos no maxilar superior e inferior.

Articular com uma faceta articular rasa com o quadrado. A porção superior do hiomandibular é triangular e sua região posterior apresenta o processo opercular. Quadrado com um côndilo articular na junção quadrado-mandibular. Opérculo grande, altura equivale a quatro vezes o tamanho do subopérculo. Ramo vertical e horizontal do pré-opérculo são iguais, com um canal sensorial localizado na borda anterior do pré-opérculo e com cinco ramificações. O supracleitro, mais alto que largo, apresenta uma concavidade na margem inferior. A coracoide é triangular, apresentando um processo anterior e outro posterior. Vertebrae sem epipleurais. Pelo menos sete supraneurais estreitos e alongados. Nadadeira dorsal em posição mediana, articulada aos pterigióforos 9 e 10. Pélvicas opostas a dorsal e no meio da distância entre as nadadeiras peitorais e anais. Nadadeira anal articulada a sete pterigióforos. Nadadeira caudal bifurcada. Espinhos neurais do centro pré-ural 2 e 3 não apresentam expansão laminar superior. Centro ural 2 é triangular, alongado e pontiagudo. O parahipural e hipurais 1 e 3 a apresentam um processo arredondado em sua região proximal. Dois uroneurais estão presentes. Não há presença de escudos caudais. Fórmulas: vértebras 23 + 15 = 38; D. 14; A. 12; P. 16; V. 10; C. 8-1-9-8-1-8.

Material examinado: DEGEO/CTG/UFPE 9205, DEGEO/CTG/UFPE 9206, DEGEO/CTG/UFPE 9207, DEGEO/CTG/UFPE 9211, DEGEO/CTG/UFPE 9212, DEGEO/CTG/UFPE 9213, DEGEO/CTG/UFPE 9214, DEGEO/CTG/UFPE 9217, DEGEO/CTG/UFPE 9218, DEGEO/CTG/UFPE 9511, DEGEO/CTG/UFPE 9512, DEGEO/CTG/UFPE 9517 (Figura 9).

Localidade do material: Formação Romualdo; mina VMB, mina Gregório, mina Vale do Silício, Serra do Inácio.



Figura 9: *Clupavus brasiliensis*, DEGEO/CTG/UFPE 9211 – Escala: 1 cm.

Ossos cranianos

O mesetmoide (Mes) é pequeno e aparenta ser expandido lateralmente, dando a ele um aspecto triangular, estando ao lado de uma estrutura pobremente preservada, cujo formato é alongado e com extremidades arredondadas, que possivelmente é o nasal que está desarticulado (Figura 10A). Não foi possível identificar a preservação do etmoide.

O frontal cobre a maior parte do teto craneano a porção anterior bem mais estreita que a posterior, que apresenta uma concavidade próximo a localização do parietal (Figura 10B). Ele é atravessado longitudinalmente pelo canal sensorial supraorbital e no espécime DGEO/CTG/UFPE 9206, é possível ver uma ramificação que segue em direção à série circunorbital e outras duas que seguem em direção ao parietal e pterótico, que estão ausentes no espécime (Figura 10C).

Em todos os espécimes analisados a porção posterior do teto craneano está pobremente preservado, mas no espécime DGEO/CTG/UFPE 9218 é possível visualizar de forma parcial o parietal, cujo formato subquadrangular está impresso no sedimento (Figura 10D). Abaixo do parietal, há fragmentos que possivelmente pertencem ao pterótico mas não é possível identificar sua morfologia. Não foi possível visualizar o autoesfenótico, pterosfenoide e o supraoccipital.

O paresfenoide é um osso fino, reto e alongado, que após a margem posterior da orbita se expande dando um formato afunilado a região posterior do osso (Figura 10D). Não apresenta dentes e não há nenhum processo ao longo de sua estrutura.

O extraescapular está parcialmente preservado e apresenta um formato triangular, com todas as extremidades arredondadas com a base maior que sua altura e sua margem posterior é levemente côncava. Não há presença de canal sensorial (Figura 10E e F).

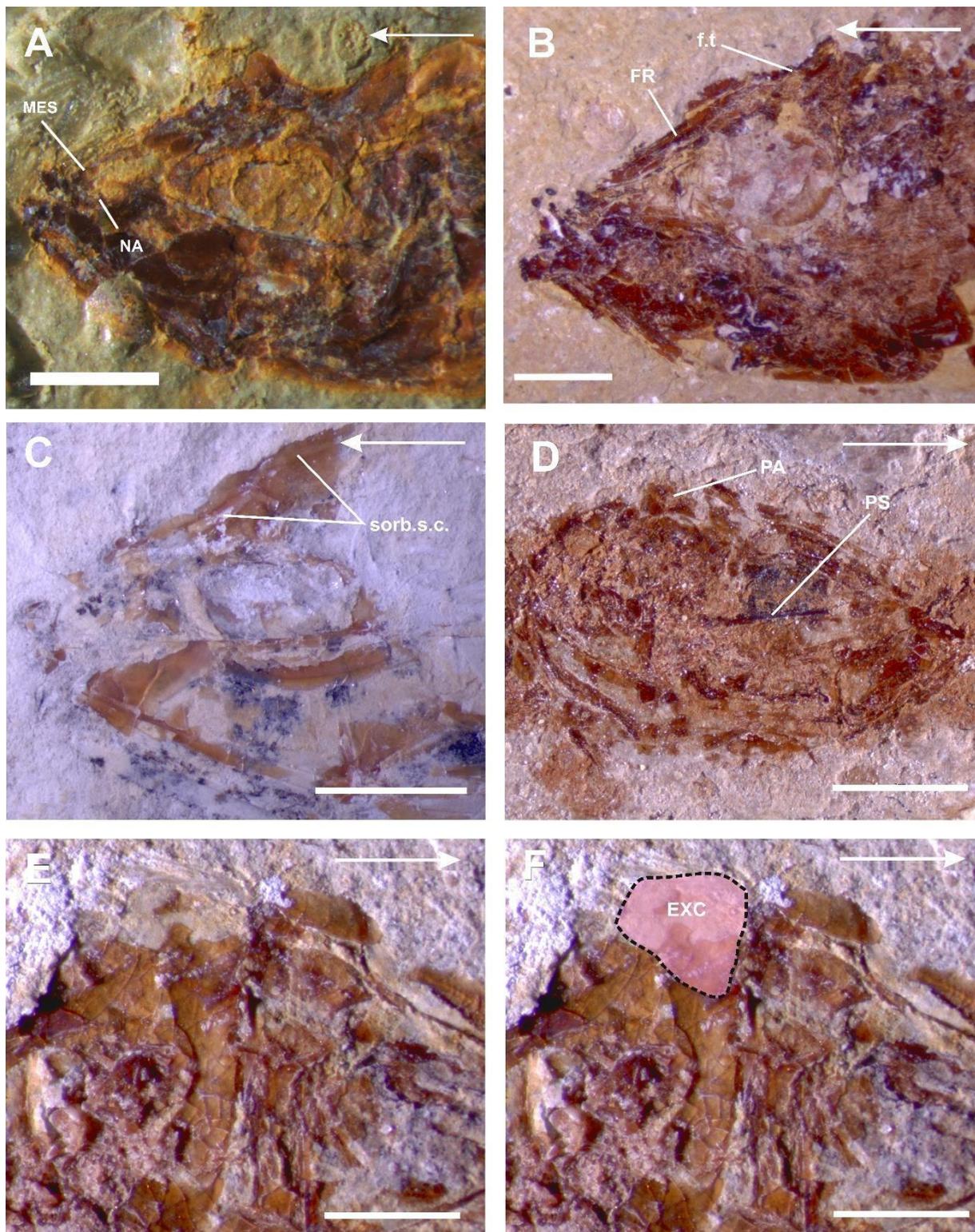


Figura 10: Ossos do crânio de *Clupavus brasiliensis*. A) Região anterior do crânio mostrando o mesetímóide (MES) e o nasal (NA), DGEO/CTG/UFPE 9214 – Escala: 1 mm; B) Frontal (FR) e concavidade formada pela fontanela (f.t), DGEO/CTG/UFPE 9511 – Escala: 2 mm; C) Canal sensorial supraorbital (sorb.s.c), DGEO/CTG/UFPE 9206 – Escala: 2mm; D) Parietal (PA) e parasfenoide (PS), DGEO/CTG/UFPE 9218 – Escala: 2 mm; E e F) Região posterior do crânio com destaque para o extraescapular, DGEO/CTG/UFPE 9517 – Escala: 1 mm.

Série circumorbital

O lacrimal (LA) pode ser visto no espécime DGEO/CTG/UFPE 9213B (Figura 11A e B). É pequeno e apresenta um formato triangular, mais alto que largo. Com exceção de seu ápice pontiagudo, todas as outras extremidades são arredondadas. Seu canal sensorial está presente em DGEO/CTG/UFPE 9213A, que aparentemente atravessa obliquamente o lacrimal de sua base até o topo.

Neste mesmo espécime, também está presente o primeiro supraorbital (SORB), que é alongado e estreito. Sua margem inferior encontra-se acima do lacrimal e a superior próxima à expansão lateral do frontal (Figura 11A e B).

Em todos os espécimes, os infraorbitais estão pobremente preservados. O infraorbital 2 é mais largo que alto, e suas extremidades são arredondadas, sendo a anterior menor que a posterior. O canal sensorial não está claramente preservado. O IO3 aparenta ser grande e arredondado, ocupando a margem posteroventral da órbita. O IO4 e o IO5 não foram identificados devido à baixa preservação dos espécimes. Em ambos os espécimes, não é possível identificar a presença do canal sensorial infraorbital. O dermoesfenótico não foi identificado por estar pobremente preservado. O canal sensorial infraorbital aparentemente ocorre na região mediana dos infraorbitais e não apresenta ramificações.

Serie opercular

O pré-opérculo possui formato de bumerangue, com um braço em posição vertical e o outro horizontal, ambos apresentam tamanho semelhante. O canal sensorial pré-opércular está presente desde o ápice do braço vertical próximo a sua região anterior, e se estende ao longo da região mediana do braço horizontal até sua extremidade. Ele se ramifica em pelo menos três túbulos, mas são pouco desenvolvidos e não chegam próximo a margem oposta do pré-opérculo (Figura 11C).

O interopérculo aparenta ser triangular, longo, seguindo toda a margem ventral do braço horizontal do pré-opérculo, e alto, podendo atingir o ápice de seu braço vertical (Figura 11C).

A altura do subopérculo é aproximadamente $\frac{1}{4}$ da altura do opérculo, sendo um osso mais largo que alto, que apresenta uma inclinação sentido a região anterior da cabeça. Sua margem anterior é reta enquanto a posterior é levemente arredondada, reduzindo sua altura

gradativamente ao se aproximar do cleitro. Sua superfície não apresenta ornamentação ou porosidade (Figura 11C).

O opérculo é um osso liso, mais alto que largo e sua base retilínea faz contato com o subopérculo de forma oblíqua, que assim como o subopérculo, é levemente inclinado para a região anterior da cabeça. Sua margem anterior é retilínea e a posterior é arqueada (Figura 11C).

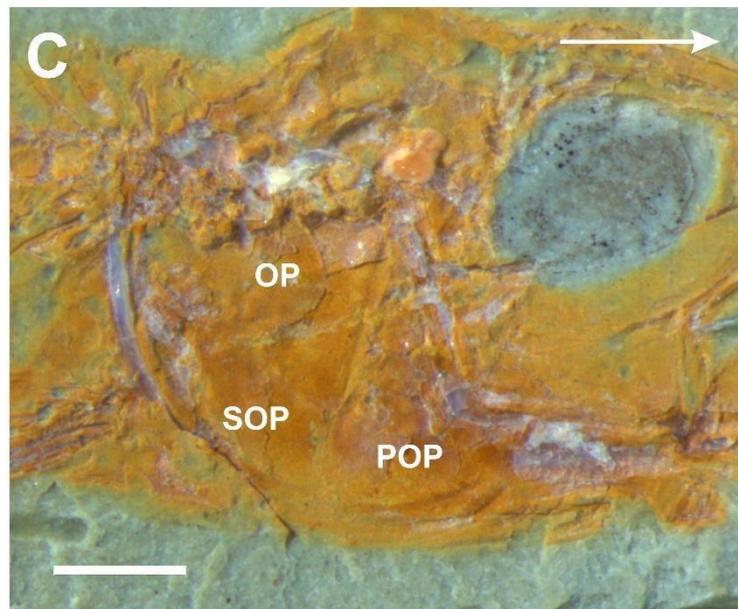
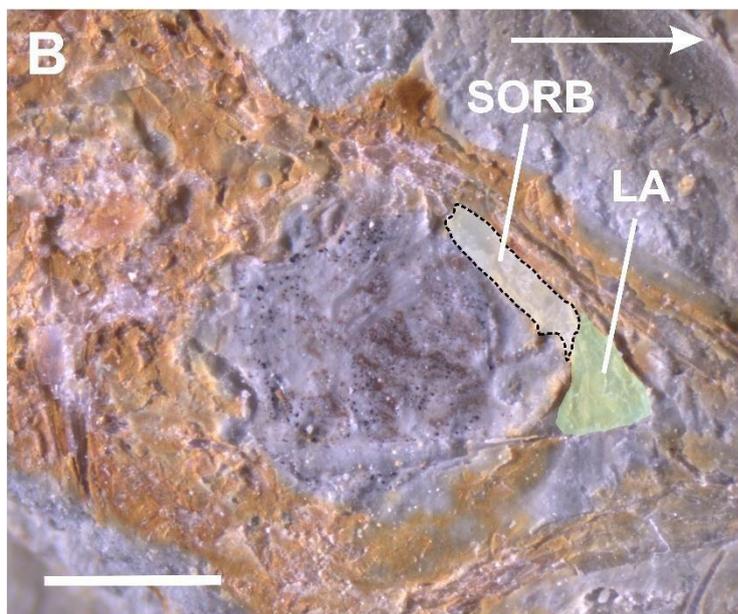
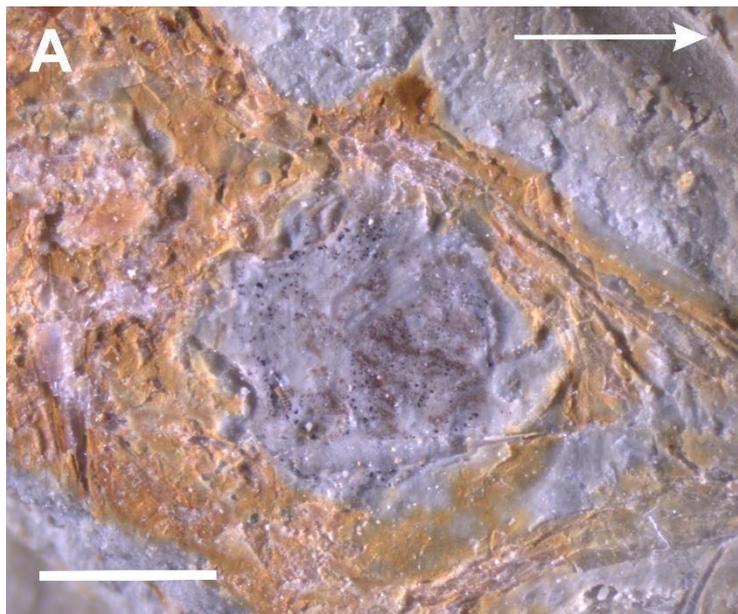


Figura 11: Elementos das séries circumorbital e opercular. A e B) Lacrimal (LA) e um supraorbital (SORB), DGEO/CTG/UFPE 9213B – Escala: 1 mm; C) Série opercular, DEGEO/CTG/UFPE 9212 – Escala: 0,5 mm.

Maxila superior

No espécime DGEO/CTG/UFPE 9207, é possível visualizar a impressão do pré-maxilar, cuja porção distal é mais larga, arredondada e apresenta uma pequena concavidade. Em contrapartida, sua porção proximal é estreita e pontiaguda, apresentando lâmina dentígera (Figura 12B).

É possível identificar dois supramaxilares: o anterior e posterior. A anterior é está mal preservada, mas possui um formato triangular, sendo sua região posterior mais alta que a anterior. O posterior é arredondado e possui um processo alongado e estreito que cobre completamente o supramaxilar anterior.

O maxilar é um osso alongado, cuja extremidade posterior atinge seu limite próximo à região anterior da cavidade orbital. A região mais distal do maxilar é fina e aparentemente cilíndrica, mas, ao seguir para a região proximal, ela se torna mais alta e achatada, com margem ventral semelhante a um trapézio (Figura 12C). No espécime DGEO/CTG/UFPE 9207, é possível visualizar a impressão de uma lâmina dentígera localizada em sua margem ventral (Figura 12B).

Maxila inferior

Assim como o maxilar superior, o maxilar inferior também se limita próximo à região anterior da órbita. É um osso triangular, cujo comprimento é maior que a altura, com sua extremidade distal mais baixa que a proximal, devido ao alto processo coróide presente na região posterior. No espécime DGEO/CTG/UFPE 9207, é possível visualizar lâmina dentígera na região distal do maxilar inferior, assim como no maxilar superior (Figura 12A). O canal sensorial mandibular está posicionado próximo à margem ventral do dentário, tendo início em sua região anterior e seguindo até a região do articular (Figura 12C e D).

Na grande maioria dos espécimes observados, o articular está pobremente preservado. Sua margem posterior possui uma inclinação em direção à parte anterior da cabeça e, em sua região pósterio-ventral, apresenta uma faceta articular rasa que permite sua articulação com o quadrado (Figura 12D). Não foi possível identificar a presença da fossa meckeliana, nem do retroarticular.

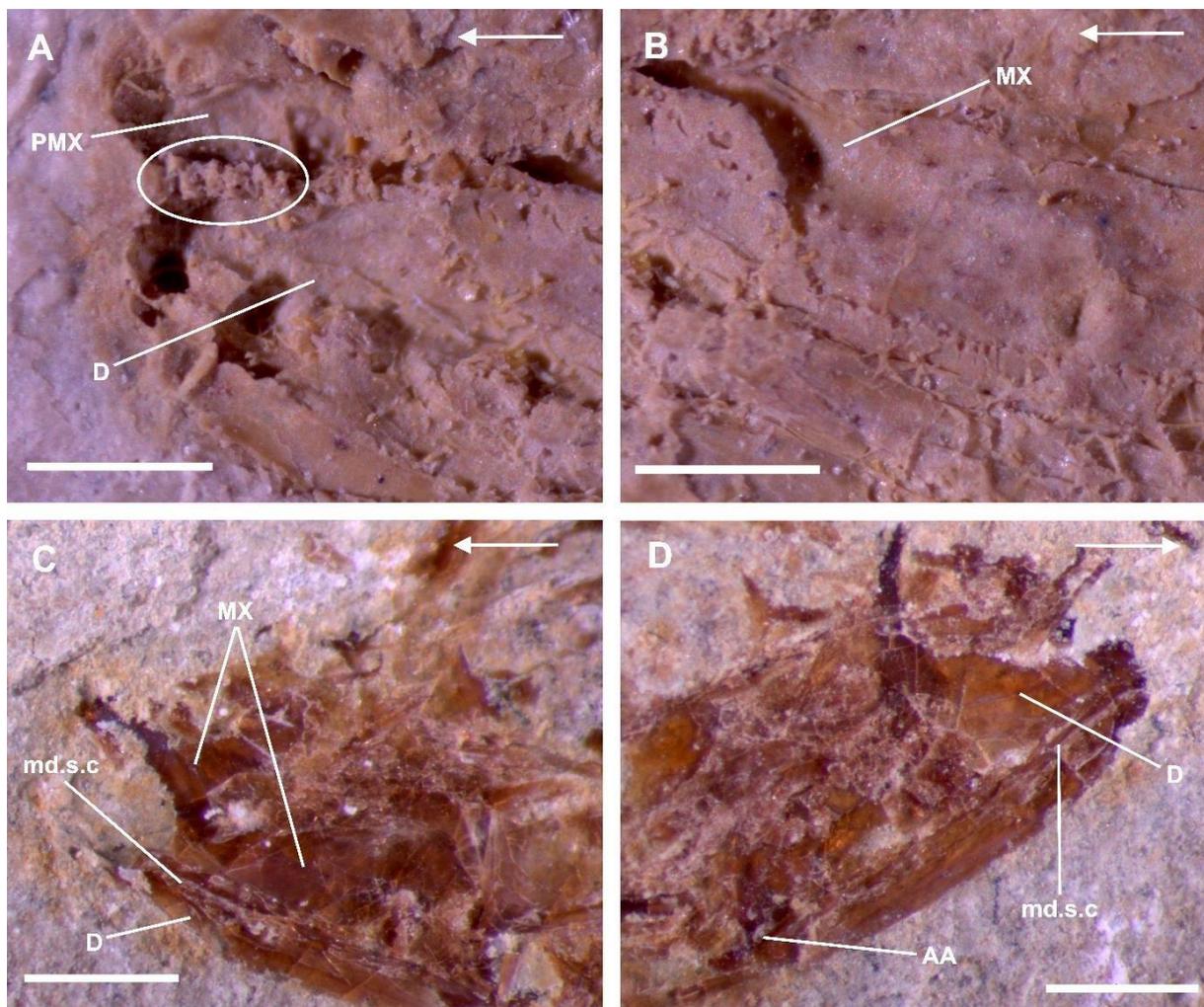


Figura 12: Estruturas que compõem o maxilar superior e inferior. A) Dentes no maxilar inferior (MX), DGEO/CTG/UFPE 9207 – Escala: 0,5 mm; B) Dentes no maxilar superior (MX), DGEO/CTG/UFPE 9207 – Escala: 0,5 mm; C) Maxilar superior (MX), dentário (D) e canal sensorial mandibular (md.s.c), DGEO/CTG/UFPE 9517A – Escala: 1 mm; D) Dentário (D), articular (AA) e canal sensorial mandibular (md.s.c), DGEO/CTG/UFPE 9517B – Escala: 1 mm; G e H) Pré-maxilar, DGEO/CTG/UFPE 9508 – Escala: 0,2 mm.

Série hiopalatina

O hiomandibular é um osso longo em posição vertical e levemente arqueado e se estende até a base do braço vertical do pré-opérculo. Sua porção superior é mais espessa, apresentando um formato triangular com bordas arredondadas e corresponde a 1/3 do osso, enquanto as outras duas, embora não estejam completamente preservadas, aparentam ser alongadas e estreitas.

Além disso, é possível visualizar um processo opercular proeminente e arredondado em sua porção posterior (Figura 13A).

O metapterigoide não foi identificado, no entanto o espécime DGEO/CTG/UFPE 9213A, mostra o ectopterigoide e o endopterigoide (Figura 13B e C). O ectopterigoide tem formato de bumerangue, cujos ramos horizontal e vertical são estreitos e retilíneos e o endopterigoide possui um formato de meia lua, com a margem dorsal levemente côncava. A frente do ectopterigoide há um fragmento aqui identificado como palatino, cuja morfologia aparenta ser tubular.

Próximo ao quadrado e o hiomandibular há um osso cujas margens são arredondadas. Como não há presença de canal sensorial infraorbital, esse osso foi considerado como o metapterigoide, que pode ser visualizado no espécime DGEO/CTG/UFPE 9213A. Não foi possível visualizar o endopterigoide e o ectopterigoide.

O simplético é pequeno e está articulada na região posterodorsal do quadrado e apresenta uma morfologia lanceolada. O quadrado é um osso triangular com margem anterior reta e levemente oblíqua em direção posterior da cabeça (Figura 13A). Em sua margem anteroventral está presente o côndilo articular da junção quadrado-mandibular. A extremidade posterior é arredondada, oblíqua e em sua porção posteroinferior há um resquício da chanfradura que permite a articulação com o simplético.

Arco branquial

No espécime DGEO/CTG/UFPE 9206, há uma placa alongada, estreita e com a margem ventral levemente convexa abaixo do parasenoide, possivelmente é referente ao Basibranquial. Ela é provida de uma grande quantidade de dentes pequenos e muito pontiagudos.

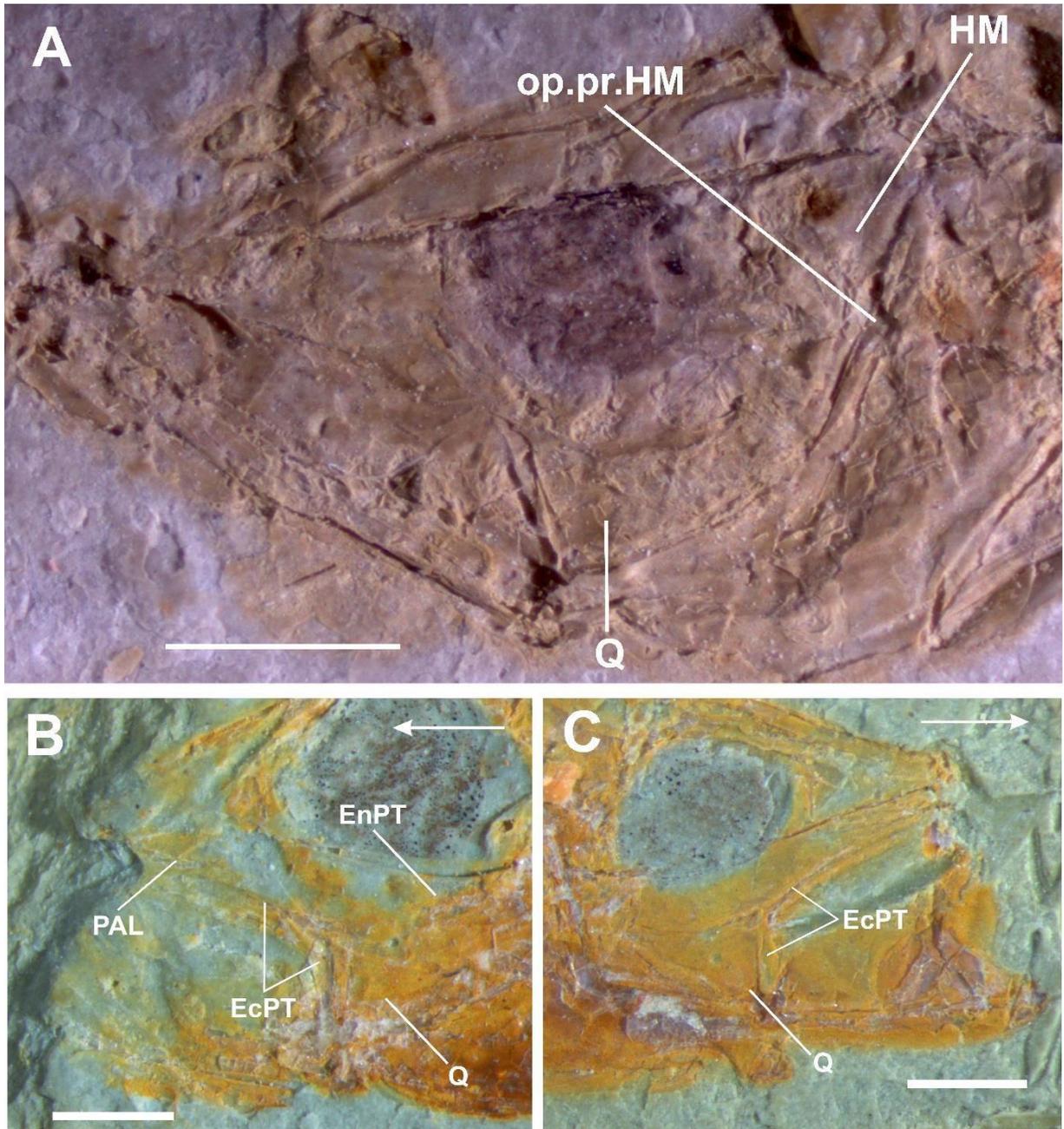


Figura 13: Elementos que compõem a série hiopalatina. A) Hiomandibular (HM), processo opercular do hiomandibular (op.pr.HM) e o quadrado (Q), DGEO/CTG/UFPE 9207 – Escala: 2 mm; B) Preservação do Endopterygoide, ectopterygoide, palatino e quadrado, DGEO/CTG/UFPE 9213 – Escala: 1 mm; C) preservação do Ectopterygoide e quadrado, DGEO/CTG/UFPE 9212 – 1 mm.

Cintura escapular e nadadeira peitoral

No espécime DGEO/CTG/UFPE 9211 é possível visualizar o pós-temporal direito e esquerdo. Ambos possuem a extremidade anterior alongada e estreita e posteriormente são mais largos e arredondados. A preservação do canal sensorial não é clara (Figura 14A).

O supracleito está mal preservado e está inclinado em direção a região anterior da cabeça e é mais alto que largo com margem inferior arredondada, dando um aspecto elipsoidal, mas sua margem superior não está claramente visível (Figura 14A). O canal sensorial está posicionado na porção superior do supracleito, embora esteja mal preservado.

O cleitro é longo, encurvado e robusto anteriormente, marcado pela presença de uma elevação que tem origem desde sua porção superior até a inferior, se tornando mais larga (Figura 14A e B). Uma grande lâmina arredondada e lisa se expande posteriormente, sendo mais larga na região mediana do cleitro.

A escapula é pequena aparentemente quadrangular com um orifício em seu centro, estando articulada com o coracoide, que é grande e largo com dois processos em sua base (Figura 14B). O processo anterior é mais alto e mais arredondado que o posterior, apresentando uma concavidade em sua região anterodorsal. O processo posterior é completamente retilíneo na margem dorsal e ventral, dando um aspecto triangular com ápice arredondado. A nadadeira peitoral é composta por 15 raios que se ramificam em sua porção distalmente.

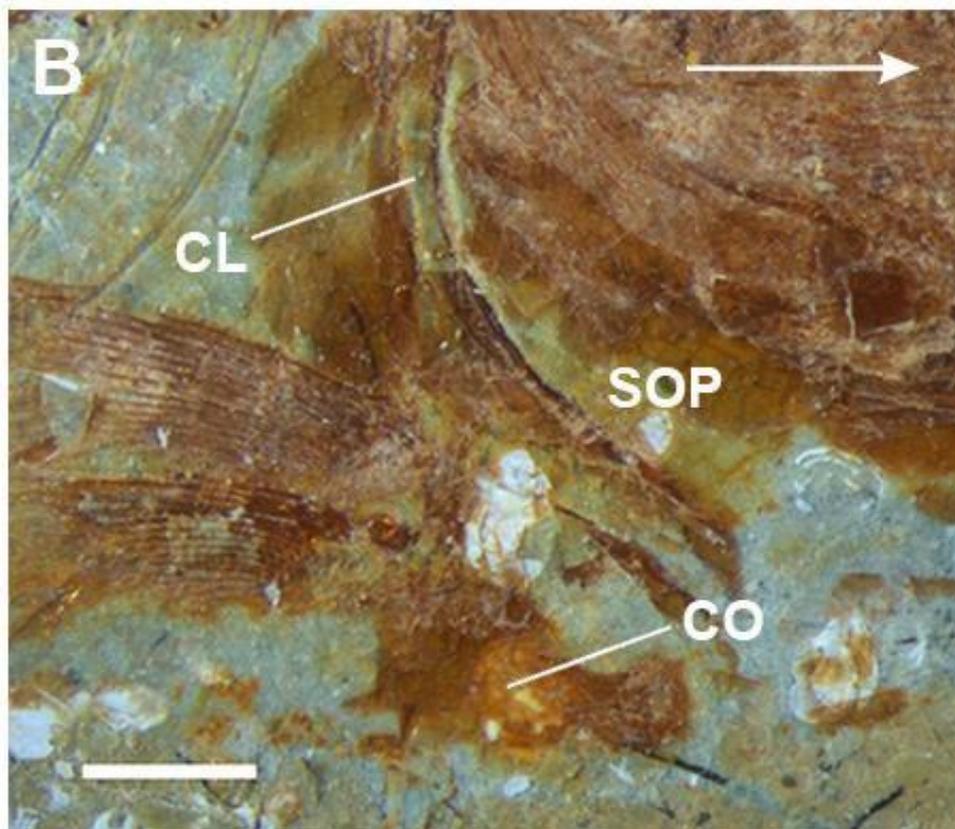
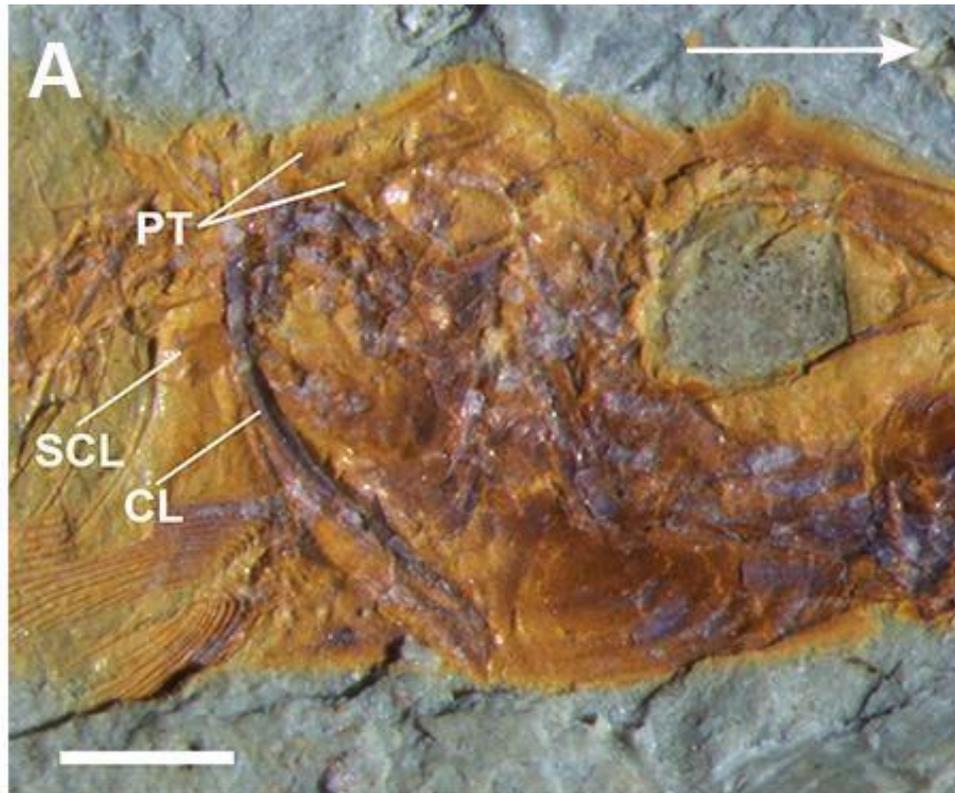


Figura 14: Cintura escapular e nadadeira peitoral. A) Supracleitro (SCL), cleitro (CL) e pós-temporal (PT) DGE0/CTG/UFPE 9508 – Escala: 1 mm; B) Coracoide (CO) e Cleitro (CL), DGE0/CTG/UFPE 9217 – Escala: 0,5 mm.

Coluna vertebral

A coluna vertebral é constituída por 19 vértebras abdominais e 16 caudais, totalizando 35 vértebras com formato quadrangular (Figura 15A e B). Os arcos neurais, espinhos neurais e as costelas estão inseridos na parte anterior das vértebras. Nas vértebras abdominais os espinhos neurais são finos e pequenos, com exceção do primeiro que apresenta um formato lanceolado (Figura 15B). Junto aos espinhos neurais estão os epineurais que também apresentam a mesma morfologia. As costelas são longas, delgadas e arqueadas e seu tamanho reduz gradativamente ao chegar na vertebra 19, não apresentando epipleurais. Nas vértebras caudais não há epineurais, estando presente apenas os espinhos neurais e hemais. É possível visualizar pelo menos sete supraneurais, eles estão pobremente preservados, mas apresentam um formato estreito e alongado (Figura 15C).

Nadadeira dorsal

A nadadeira dorsal está inserida na altura da décima quarta vertebra e é composta por pelo menos 10 a 11 raios que se ramificam distalmente, com exceção do primeiro, que é menor que os raios 2, 3, 4, 5 e 6 (Figura 15D). Os raios estão associados a 9 a 10 pterigióforos, sendo o primeiro trifurcado e dando origem três ramos pontiagudos, um deles pequeno e os outros alongados. Os demais também são pontiagudos e alongados, mas não apresentam bifurcações ou trifurcações. O tamanho dos pterigióforos reduz gradativamente à medida que se aproxima do fim da nadadeira dorsal.

Cintura pélvica e nadadeiras pélvicas

A preservação da cintura pélvica pode ser visualizada nos espécimes DEGEO/CTG/UFPE 9205 (Figura 15E e F). Na região anterior do osso pélvico, a margem anteromedial desses ossos apresenta expansão laminar que reduz seu tamanho gradativamente quando chega próximo a região posterior, onde esses ossos se articulam através do processo mediano que são arredondados. A junção dos processos medianos e a presença da expansão laminar resulta em uma abertura grande com forma de folha. A margem lateral dos ossos pélvicos é reta e fortalecida por uma crista longitudinal, mas próximo a porção posterior dos ossos, é possível visualizar um processo lateral com um ângulo de aproximadamente 45°. Ambos os processos são longos, ocupando praticamente todo comprimento dos ossos pélvicos. A nadadeira é composta por nove raios segmentados que ramificam nas extremidades e se articulam ao osso pélvico desde o processo lateral anterior até o processo medial.

Nadadeira anal

A nadadeira anal localiza-se próximo à vértebra 25, sendo composta por oito raios. Aparentemente 2º, 3º e 4º raios são maiores que os outros e todos, com exceção do primeiro que não está preservado, é possível que apresentem ramificação nas extremidades. Os raios estavam associados a pelo menos cinco pterigióforos, apenas três estão preservados, os outros foram identificados através da impressão no sedimento. Eles são mais finos e pontiagudos (Figura 15G).

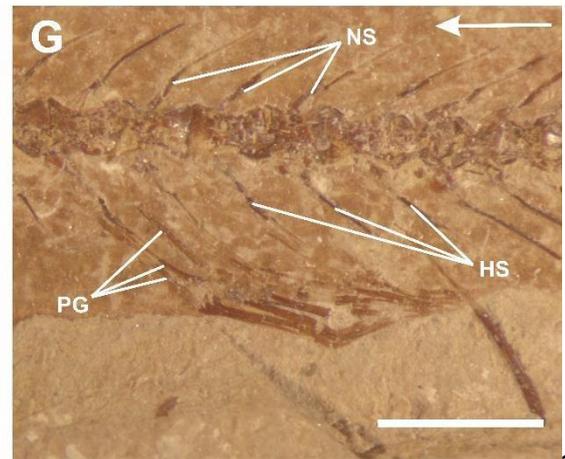
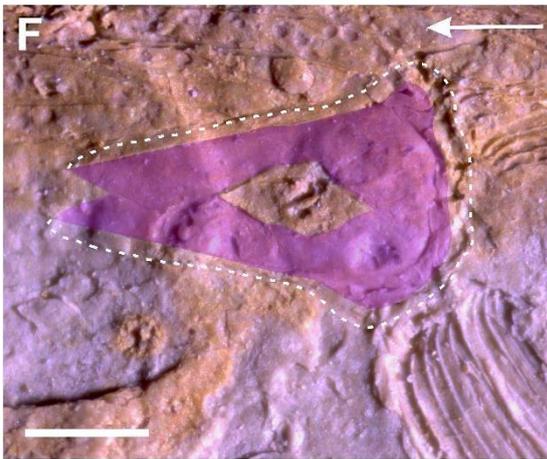
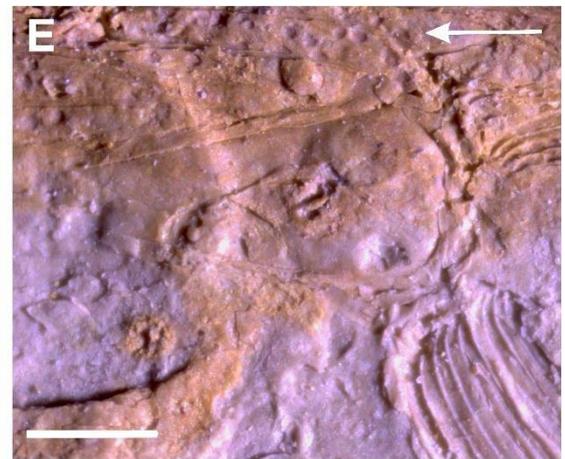
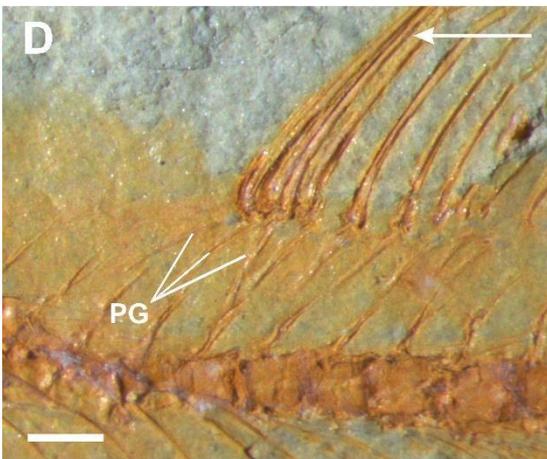
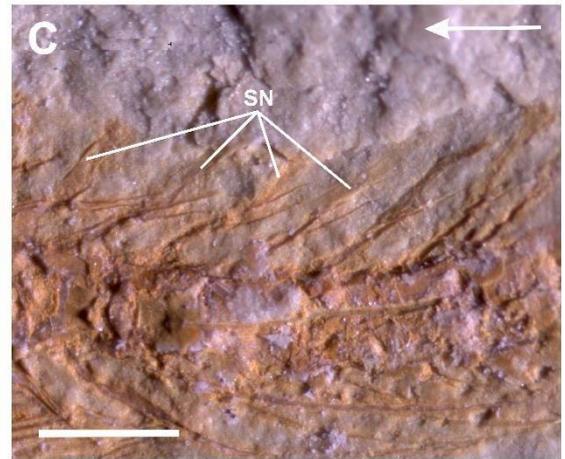
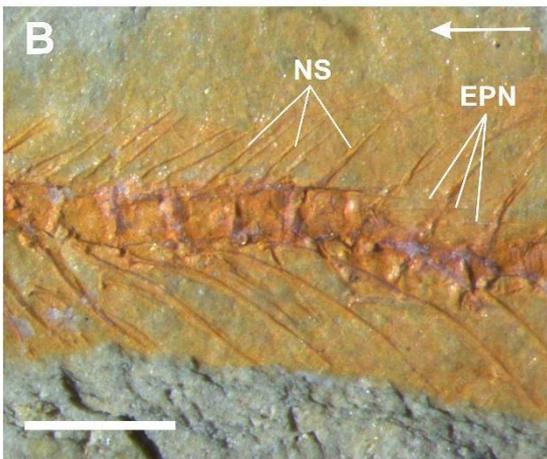


Figura 15: Coluna vertebral e nadadeiras medianas. A) *Clupavus brasiliensis*, DGEO/CTG/UFPE 9211 – Escala: 1 cm; B) Coluna vertebral com vértebras quadrangulares, associadas a espinhos neurais (NS), epineurais (APN) e costelas, DGEO/CTG/UFPE 9212 – Escala: 1 mm; C) Supraneurais (SN), DGEO/CTG/UFPE 9214 – Escala: 0,5 mm; D) Nadadeira dorsal associada aos pterigióforos (PG), DGEO/CTG/UFPE 9212 – Escala: 0,5 mm; E e F) Cintura pélvica e nadadeira pélvica, DGEO/CTG/UFPE 9205 – Escala: 0,5 mm; G) Vértebras caudais e nadadeira anal, DGEO/CTG/UFPE 9511 – Escala: 2 mm.

Endoesqueleto caudal

O eixo que sustenta todos os elementos do endoesqueleto caudal é composto por cinco vértebras, sendo três pré-urais (PU) e duas são urais (U). O centro PU1 é fusionado ao primeiro U1, e o U2 possui formato triangular, delgado e pontiagudo (Figura 16A e B).

Fusionados ao PU1 e U1, estão o neural do primeiro pré-ural (enPU1) e o estegural (ES). O snPU1 é mais curto que o segundo e o terceiro snPU, apresentando um formato de folha com o ápice é mais estreito que a base (Figura 16A, B e D). O ES é um osso alongado com a extremidade distal mais fina e pontiaguda. No espécime DGEO/CTG/UFPE 9205, abaixo do ES, é possível visualizar o Uroneural 2 (UN2), que é mais delgado e tão alongado quanto o ES (Figura 16C). Não foi identificada a presença de nenhum outro UN, assim como a presença de escudos caudais. Os epurais não foram preservados.

O parahipural (PH) não está fusionado aos centros vertebrais e se articula entre o centro PU2 e o PU1. Sua extremidade proximal é formada por um processo anterior largo e arredondado, marcado por um estreitamento que posteriormente resulta em um osso alongado e retilíneo (Figura 16A e B).

Após o PH, estão presentes seis H (Figura 16A e B), e eles não se fundem aos centros pré-urais e urais. O primeiro H é grande, com formato triangular, sendo a região proximal mais estreita que a distal. O processo anterior do H1 é arredondado, pequeno e menor que o processo anterior presente no parahipural. O H2 é fino e alongado, e seu processo anterior é ainda menor que o H1. Ambos são sustentados pelo centro PU2 e pelo U1, além de dar suporte aos raios do lobo inferior da nadadeira. O H3 é menor, mas possui o mesmo formato que o H1, além de um processo anterior semelhante. O H4, assim como o H2, é fino e alongado, mas, é mais curto e não apresenta processo anterior. O H5 é menor que o H4. Acima do H5 há espaço que possivelmente pertence ao H6, mas não há resquício de sua preservação. Os H3-H5 são sustentados pelo U2.

O lobo superior da nadadeira caudal é composto por 12 a 13 raios principais e 8 a 9 raios procorrentes, enquanto o inferior possui 10 a 11 raios principais e 6 raios procorrentes no inferior. A segmentação dos raios ocorre a partir do segundo raio principal.

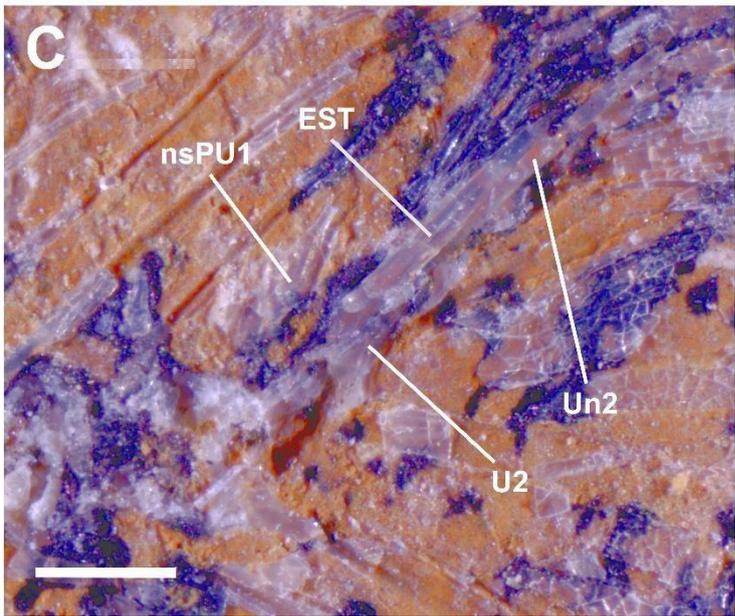
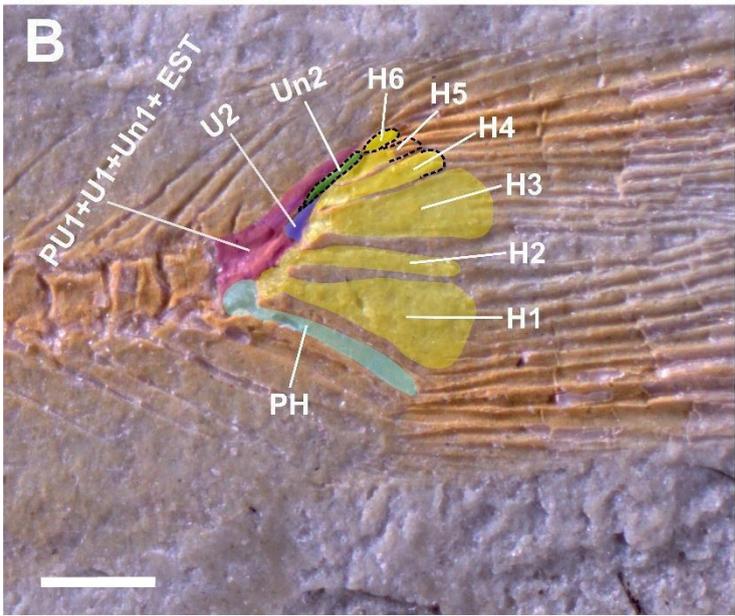
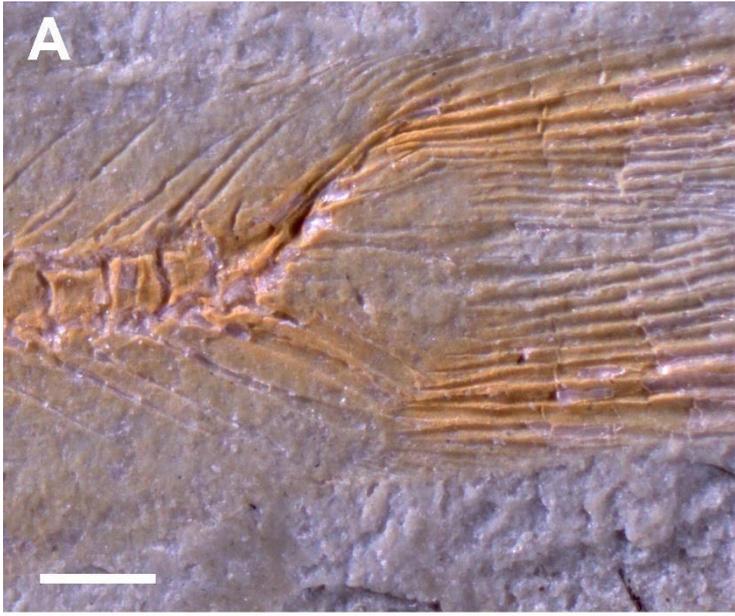


Figura 16: Endoesqueleto caudal de *Clupavus brasiliensis*. A e B) Presença de elementos que constituem o endoesqueleto caudal, DGEO/CTG/UFPE 9211 – Escala: 0,5 mm; C) Preservação do espinho neural do primeiro centro pré-ural (nsPU1), do segundo ural (U2) e segundo uroneural (UN2), DGEO/CTG/UFPE 9205 – Escala: 0,5 mm.

Escamas

As escamas são cicloides, sendo possível observar suas linhas de crescimento, não apresentando nenhuma outra estrutura em sua superfície. Elas podem ser observadas na maioria dos espécimes.

5.2 Paleoautoecologia

A identificação do material resultou em duas espécies: *Beurlenichthys ouricuriensis* e *Clupavus brasiliensis*. A espécie *C. brasiliensis* foi a mais abundante, estando presente em quatro dos cinco afloramentos estudados neste trabalho, enquanto *B. ouricuriensis* foi registrada em apenas uma localidade (Tabela 4). Dos 25 espécimes identificados neste estudo, apenas sete foram utilizados para a coleta dos dados morfométricos (Tabela) e análises posteriores dos atributos ecomorfológicos, pois alguns espécimes apresentam estruturas desarticuladas, além de não apresentarem preservação adequada das regiões dorsal e ventral.

Tabela 4: Quantidade de espécimes por espécie em cada sítio fossilífero da região ocidental da Formação Romualdo.

Sítios fossilíferos	<i>C. brasiliensis</i>	<i>B. ouricuriensis</i>
Mina VMB	17	1
Mina Gregório	2	-
Mina Vale do silício	2	-
Serra do Inácio	3	-

Tabela 5: Dados morfométricos utilizados para as análises biomecânicas (cm). As medidas morfométricas foram baseadas em Gatz (1979) e Figueiredo & Gallo (2004).

Espécimes	CBNA	AMC	APC	CPC	CBND	AC	CC	CPA	CPD	CPPT	CPP	CP	CT	ANC	ASNC
DGEO/CTG/UFP E 9511	0,1	0,7	0,2	0,4	0,3	0,6	1,0	3,0	2,0	-	-	3,6	4,4	-	-
DGEO/CTG/UFP E 9512	-	0,5	0,1	-	0,2	0,6	1,0	-	1,7	1,0	1,8	3,4	4,0	-	-
DGEO/CTG/UFP E 9513	-	0,3	0,1	0,2	-	0,3	0,5	1,4	0,9	0,5	1,0	1,8	2,1	-	-
DGEO/CTG/UFP E 9514	-	0,4	0,1	-	0,1	0,4	0,6	-	1,1	0,4	1,2	2,2	2,7	-	-
DGEO/CTG/UFP E 9515	-	-	0,2	-	0,4	0,6	-	-	-	-	-	-	-	0,54	24,65
DGEO/CTG/UFP E 8500	0,3	1,0	0,4	0,5	0,5	1,1	1,4	4,6	2,4	1,6	3,2	5,9	7,0	0,76	34,76
DGEO/CTG/UFP E 9205	-	0,7	0,3	-	-	0,6	-	-	-	-	-	-	-	0,62	21,55
DGEO/CTG/UFP E 9507	-	0,7	0,2	0,4	-	0,7	1,0	2,2	-	0,9	1,6	2,7	3,3	-	-

Os resultados dos atributos ecomofológicos mostram que *C. brasiliensis* apresentou os menores índices de altura relativa e altura relativa do pedúnculo caudal, seguido *B. ouricuriensis*. Além disso, no cálculo do índice de estreiteza (*Aspect ratio*), *C. brasiliensis* apresentou o índice mais alto que *B. ouricuriensis* (Tabela 6).

Tabela 6: Resultado dos cálculos dos atributos ecomorfológicos presentes na tabela 2.

Média Aritmética			
Espécies	Altura relativa	Altura relativa do pedúnculo caudal	Índice de estreiteza
<i>C. brasiliensis</i>	0,212	0,155	±0,05
<i>B. ouricuriensis</i>	0,232	0,175	±0,04

6 DISCUSSÃO

6.1 Revisão sistemática

Beurlenichthys ouricuriensis

Grande parte dos ossos do crânio descritos por Figueiredo & Gallo (2004) não puderam ser identificados no espécime DGEO/CTG/UFPE 5800. O mesetmoide está bastante fragmentado e não é possível visualizar sua morfologia nem os processos que se estendem em direção ao frontal, nem a fossa anterior que recebe a pré-maxilar. O limite entre o frontal, parietal e pterótico não estão claros. O canal sensorial e o processo anterior do vômer podem ser vistos aqui apresentando a mesma morfologia descrita por Figueiredo & Gallo (2004).

Na série opercular de DGEO/CTG/UFPE 8500 o opérculo apresenta as mesmas dimensões já conhecidas e possui a borda posterior retilínea, complementando o que não foi possível informar na descrição feita por Figueiredo & Gallo (2004). Além disso, o subopérculo apresenta a mesma morfologia, mas sua altura equivale a um quarto da altura do opérculo. A série hiopalatina e mandibular superior e inferior estão coerentes com a descrição do táxon, sendo mencionada por outros autores (Brito & Yabumoto, 2011; Polck et al., 2015), com exceção do processo opercular do hiomandubular que era ausente.

Na série circumorbital, apenas um infraorbital foi descrito, sendo um osso alongado e estreito (Figueiredo & Gallo, 2004). No espécime analisado neste trabalho é possível visualizar os infraorbitais 3, 4 e 5 complementando informações anteriormente desconhecidas. O canal

sensorial infraorbital segue exatamente o mesmo padrão descrito por Figueiredo & Gallo (2004).

O pós-temporal não foi identificado por conta do estado de preservação do material. No entanto, de acordo com Figueiredo & Gallo (2004) é um osso laminado, de margem dorsal ligeiramente convexa e com um braço dorsal bem desenvolvido. Seu canal sensorial da linha lateral segue ao longo de sua margem ventral em direção a cabeça. Este também não se preservou.

O cleitro de *B. ouricuriensis* é caracterizado por ser um osso longo, possuir a região anterior fortalecida por uma crista, um alargamento da região anteroventralmente e por apresentar uma extensão posterior (Figueiredo & Gallo, 2004). Essas características também estão presentes no espécime analisado aqui. A presença de lâmina anteromedial e dos órgãos cleitro também não foram identificadas, assim como no holótipo e parátipo usados na descrição da espécie.

O contato da porção anterior do coracoide com o cleitro não foi descrito por Figueiredo & Gallo (2004), assim como a presença de pequenos sulcos em sua margem ventral (Figura A e B). Além disso, associado ao coracoide e aos raios da nadadeira peitoral está presente a uma escápula com forma de ampulheta, anteriormente descrita como um osso quadrado reduzido.

De acordo com a descrição de Figueiredo & Gallo (2004), *B. ouricuriensis* apresenta dois pós-cleitros, o primeiro é estreito e semilunar (Pós-cleitro dorsal) e o segundo (Pós-cleitro ventral) é grande em sua região proximal e delgado em sua extremidade distal. No espécime DGEO/CTG/UFPE 8500, o pós-cleitro dorsal é mais maior, mais largo e sua margem inferior é arredondada e o pós-cleitro ventral segue o mesmo padrão morfológico anteriormente descrito.

A descrição da coluna vertebral e de seus elementos associados analisados aqui, como espinhos neurais, epineiraursis e epipleurais estão de acordo com a descrição feita por (Figueiredo & Gallo, 2004), com exceção das costelas, que no espécime DGEO/CTG/UFPE 8500, são longas e arqueadas, sendo aproximadamente três vezes maiores que os espinhos neurais, e a ornamentação lateral dos centros vertebrais, está presente em algumas vértebras da região abdominal, uma característica vista inicialmente apenas nos centros Urais.

Anterior à nadadeira dorsal foi possível visualizar 12 supraneurais, cuja preservação através da impressão está dos dois lados do espécime DGEO/CTG/UFPE 8500. Figueiredo & Gallo (2004), descreveram três supraneurais no exemplar analisado, embora tenham deixado claro que *B. ouricuriensis* poderia ter uma quantidade superior.

A inserção da nadadeira dorsal, bem como o número de pterigióforos associados, do espécime DGEO/CTG/UFPE 8500 diferem do que já foi descrito para o táxon. Nos primeiros espécimes descritos a nadadeira está inserida entre as vértebras 11-12, mas nesta descrição sua inserção ocorre entre os níveis das vértebras 17-23. Foram identificados 13 pterigióforo no espécime DGEO/CTG/UFPE 8500, mas não foi possível identificar a morfologia do primeiro, que segundo Figueiredo & Gallo (2004) é bifido e alongado. Os outros são alongados e lanceolados, conforme descrito inicialmente.

O osso pélvico presente em *B. ouricuriensis* é descrito como um osso triangular com dois processos, um medial e um anterior associado a uma crista dorsal rasa ao longo de seu eixo longitudinal (Figueiredo & Gallo, 2004). Embora esteja pobremente preservado, o osso pélvico identificado no espécime DGEO/CTG/UFPE 8500 apresenta as mesmas características, sendo a crista longitudinal e o processo medial as estruturas mais facilmente visíveis no espécime aqui descrito. Além disso, este espécime apresenta uma nadadeira composta por sete raios segmentados e ramificados distalmente, seguindo o mesmo padrão descrito por Figueiredo & Gallo (2004).

Os dados sobre a nadadeira anal de *B. ouricuriensis* não apresentam diferenças significativas. A primeira descrição da nadadeira anal para este táxon, mostra que sua nadadeira anal possui inserção entre as vértebras 27-28, constituída por pelo menos 8 raios e 8 pterigióforos (Figueiredo & Gallo, 2004). No espécime de *B. ouricuriensis* analisado aqui, está inserida entre as vértebras 34-37, composta por nove raios e sete pterigióforos.

O endoesqueleto caudal do espécime DGEO/CTG/UFPE 8500 apresenta os mesmos elementos descritos por Figueiredo & Gallo (2004). A morfologia do parahipural e dos hipurais é a mesma, sendo o H1 e H3 semelhantes a um leque, o H2 é mais alongado e estreito que os outros. Coincidentemente, o H5 e H6 estão ausentes no material aqui analisado e nos espécimes usados para descrever o táxon. Dois uroneurais foram descritos inicialmente, mas no DGEO/CTG/UFPE 8500 foram vistos três uroneurais. No entanto, sua porção proximal faz contato com o pré-ural 2, diferindo da primeira descrição, que sua porção proximal atingia apenas o pré-ural 1. O espinho neural do primeiro centro pré-ural também apresenta a mesma morfologia descrita por Figueiredo & Gallo (2004), podendo ser visto principalmente pela sua impressão no sedimento. A quantidade de epurais difere do que já foi descrito para *B. ouricuriensis*. Anteriormente apenas dois epurais estavam presentes, mas no DGEO/CTG/UFPE 8500 é possível visualizar mais um epural, ele está mais próximo do uroneural 1 e menor que os outros epurais.

Clupavus brasiliensis

Os espécimes de *C. brasiliensis* analisados neste trabalho, agregam de forma significativa novos dados na descrição deste táxon feita por Santos (1985). Embora seja um trabalho de grande importância para os estudos que abordam clupecocephala, muitos elementos ósseos apresentam uma descrição simplificada ou apenas são citados no texto. Além disso, a descrição feita aqui permitiu traçar novas comparações com *Clupavus maroccanus*, uma espécie do cretáceo superior do Marrocos.

O nasal é descrito como um osso pequeno (Santos, 1985), mas no DGEO/CTG/UFPE 9214, ele é alongado e reto com extremidades arredondas (Figura 10A). Na descrição do teto craniano pode ser incluído a presença da fontanela localizada entre a porção posterior do frontal e da margem anterior parietal, que apresenta-se um pouco maior que o parietal ilustrado por Santo (1985). De acordo com Taverne (1977), *C. maroccanus* possui duas fontanelas no teto craniano, a primeira localizada entre o mesetimoide e o frontal e a segunda entre a região posterior do frontal e o parietal. Em *C. Brasiliensis*, foi identificada apenas a segunda fontanela. Um nasal descrito e ilustrado como pequeno e estreito, com canal sensorial, mas em *C. Brasiliensis* é mais largo e possui as extremidades arredondadas, não sendo possível identificar a presente canal sensorial, devido ao estado de preservação.

Na descrição do paraesfenoide, a única coisa que esse estudo pode acrescentar é que após a imagem superior da órbita ele se expande, dando a sua região posterior um formato afunilado. Embora não seja descrito, o extraescapular foi inicialmente ilustrado como um osso triangular, com canal sensorial supratemporal em sua margem ventral. Essa ilustração está de acordo com o que foi analisado neste material, com exceção do canal sensorial que não foi preservado.

Os supraorbitais (SO1) foram descritos como tendo um tamanho aparentemente igual e dispostos na região mediana e lateral do frontal, mas no espécime DGEO/CTG/UFPE 9213B, eles são diferentes. O SO1 é alongado e estreito e o SO2 é mais espesso, curto e levemente côncavo (Figura 11A e B). Ainda neste espécime, o lacrimal é visto abaixo do SO1 com formato triangular, diferente da primeira descrição, que o descreve como uma placa grande que cobre toda a região anterior da órbita até as imediações do maxilar e do mesetimoide. O segundo infraorbital não é descrito por Santos (1985), mas é ilustrado como um osso estreito, reto e alongado. No entanto, ele apresenta extremidades arredondadas e é mais largo que alto. O infraorbital 3 apresenta a mesma morfologia descrita anteriormente, sendo grande e fortemente

arqueada. Os infraorbitais 4 e 5 foram descritos como pequenas placas com formato quadrangular. Neste trabalho, não foi possível identificar com clareza a sutura entre os ossos, mas pelo espaço disponível entre a parte posterior da órbita e o hiomandibular, é possível inferir que a descrição de Santos (1985) para esses ossos é coerente.

A série opercular descrita para *C. brasiliensis* é composta pelo pré-opérculo interopérculo, opérculo e subopérculo (Santos, 1985). O pré-opérculo é um osso com mebrs vertical e horizontal proporcionais, margem posteroventral ampla e arredondada, com canal sensorial pré-opercular localizado próximo a borda anterior. O pré-opérculo descrito aqui tem basicamente as mesmas características, com exceção da borda posteroventral ampla e da presença de cinco ramificações no canal sensorial, que não foi descrita por Santos (1985). O interopérculo está ausente nos espécimes analisados e a descrição do opérculo e subopérculo seguem o mesmo padrão da descrição anterior, com exceção da altura do subopérculo em relação ao opérculo, que segundo Santos (1985), equivale a 1/5 da altura do opérculo, mas neste material de estudo a proporção é de 1/4.

A morfologia do maxilar superior, do maxilar inferior, bem como a posição do canal sensorial mandibular, não difere significativamente da descrição de Santos (1985). No entanto, na pré-maxilar, maxilar superior e inferior analisadas no espécime DGEO/CTG/UFPE 9207, foi possível observar a presença de lâminas dentígera através da impressão no sedimento, uma característica que não foi identificada para ambos os ossos na primeira descrição deste táxon. Os supramaxilares também são diferentes, anteriormente descritos com formato de folha (Santos, 1985), aqui o anterior é triangular e o posterior é arredondado com um longo e estreito processo anterior. Além disso, não também não há descrição do articular, embora esteja ilustrado no trabalho.

O hiomandibular foi inicialmente descrito como um osso retangular em sua porção superior, mas no espécime DGEO/CTG/UFPE 9207, sua morfologia é triangular. A morfologia do quadrado e do simplético é coerente com a descrita por Santos (1985), mas o que ele cita como uma abertura posterosuperior, aqui foi considerado como posteroinferior. Além disso, não há nenhuma descrição do côndilo articular da junção quadrado-mandibular. Nos espécimes DGEO/CTG/UFPE 9206, foi possível observar algumas estruturas que podem corresponder ao metapterigoide, os outros elementos da série pterigoide não foram identificados.

Na descrição da cintura escapular, o pós-temporal e o supracleito não são descritos morfologicamente e somente o pós-temporal é ilustrado, sendo um osso triangular, curvo e alongado, com o canal sensorial em sua margem ventral. No entanto, aqui foi identificado como

um osso alongado e estreito anteriormente e arredondado e largo posteriormente. Em *C. Marrocanus* o pós-temporal é descrito como um osso de formato decrescente com a presença de um processo intercalar, que em *C. brasiliensis* não foi identificado.

O supracleito, é um osso mais alto que largo com aspecto elipsoidal em sua margem inferior, semelhante ao *C. Marrocanus* que embora não tenha sido descrito detalhadamente, o supracleito presente no desenho esquemático de *C. Marrocanus* apresenta um formato espatulado (Taverne, 1977), semelhante também ao que foi descrito para *B. ouricuriensis* (Figueiredo e Gallo, 2004).

A descrição do cleitro presente neste trabalho está de acordo com a descrição feita por Santos (1985), sendo um osso longo, curvado, fortalecido anteriormente e com uma expansão laminar posterior. O cleitro apresenta uma morfologia diferente em *C. marrocanus*, que embora não seja descrito detalhadamente, é ilustrado como um osso alongado, levemente curvado e sem expansão lateral posterior (Taverne, 1977).

A escápula não foi descrita como um elemento que compõe a cintura escapular de *C. brasiliensis* (Santos, 1985). No entanto aqui ela está presente e aparentemente apresenta um formato quadrangular com um orifício em seu centro. Em *C. marrocanus* não há descrição detalhada da escápula, mas é exemplificada como um osso triangular sem orifício.

O coracoide é descrito por Santos (1985) apenas como um osso triangular, mas no espécime DGEO/CTG/UFPE 9217 (Figura 14C) foi possível perceber que é um osso largo e apresenta dois processos próximo a sua base, um anterior e outro posterior. Tanto a morfologia descrita aqui, quanto por Santos (1985), difere da descrição feita por Taverne (1977) para *C. marrocanus*, que descreve um coracoide pequeno e estreito.

Nos espécimes analisados neste trabalho não foi identificado nenhum elemento correspondente ao pós-cleitro, assim como na descrição feita por Santos (1985). Em *C. marrocanus*, Taverne (1977) cita a presença de vários pós-cleitros, mas só descreve um. Este seria o mais ventral e possui uma morfologia alongada e em forma de espinho, cuja extremidade distal atinge a nadadeira peitoral.

De acordo com Santos (1985), o canal sensorial da linha lateral perpassa o supracleito e o pós-temporal e atinge a cabeça através de sua inserção no extrascapula, ligando-se ao canal ao canal sensorial extra supratemporal. Não há nenhuma informação sobre qual seria a posição dos canais sensoriais, mas de acordo com a ilustração do crânio de *C. brasiliensis*, os canais ocorrem próximo a margem ventral dos ossos. Neste trabalho, infelizmente não foi possível identificar o canal sensorial presente na cintura escapular e embora não haja detalhes sobre sua

posição no supracleito, é possível inferir pela posição do canal sensorial no pós-temporal, que esteja posicionado na porção superior do supracleito. Em *C. maroccanus*, também não há descrição sobre a posição do canal sensorial, mas a ilustração de seu crânio mostra que também ocorre na porção superior do supracleito (Taverne, 1977).

Segundo Santos (1985), a coluna vertebral é composta por 38 vértebras (incluindo as duas vértebras urais), das quais 23 são abdominais e 15 caudais, cujos centros vertebrais são mais largos que altos e com ornamentações laterais. Aqui, foram identificados dois tipos de vértebras: vértebras quadrangulares com ornamentações horizontaislaterais e vértebras em formato de carretel, nesta última não foi possível identificar ornamentação. O formato das vértebras quadrangulares é predominante em espécimes pequenos (1,2-2,1cm) e as que possuem formato de carretel são características de espécimes maiores (4,3-4,5cm). Levando em consideração essa variação morfológica para este táxon, é de extrema importância que os aspectos de ontogenia sejam analisados futuramente. Santos (1985), não descreve a presença de supraneurais, mas é possível dizer que há pelo menos sete, com formato estreito e alongado.

A descrição dos espinhos neurais (SN) e espinhos hemais (SH) é coerente com a morfologia identificada neste trabalho, eles são longos, delgados e curvos, mas apenas os primeiros espinhos neurais e o espinho neural do primeiro pré-ural (snPU1) apresenta uma morfologia diferente, sendo a única discordância da descrição original para esses elementos (A morfologia da snPU1, será discutida posteriormente). As costelas também seguem o mesmo padrão descrito por Santos (1985), sendo longas e arqueadas, mas aqui não foi identificada a presença de epipleurais, apenas dos epineurais.

De acordo com a descrição de Santos (1985) para a nadadeira dorsal de *C. brasiliensis*, ela estaria posicionada na altura da décima quarta vértebra. No entanto, na descrição original da espécie nenhuma menção é feita aos pterigióforos que sustentam os raios da nadadeira dorsal, em contrapartida, os espécimes aqui analisados mostram que os raios estão associados a 9-10 pterigiofóros. Em *C. Marrocanus* a nadadeira dorsal é composta por 13-14 raios, que são sustentados por 12-13 pterígioforos, mas apenas o primeiro é descrito, ele é simples e mais largo que os outros.

Santos (1985) descreve os ossos da cintura pélvica como ossos laminares expandidos na região distal e fortalecidos por uma quilha longitudinal. Embora seja uma descrição simples, essas características podem ser visualizadas no espécime DGEO/CTG/UFPE 9205 (Figura 15E e F), principalmente a presença da extensão laminar que possivelmente resulta da quilha (crista) longitudinal presente na margem lateral do osso. A única característica que pode ser

acrescentada a morfologia do osso, é a presença do processo lateral presente na margem posterior próximo à articulação dos raios.

De acordo com Taverne (1977), os ossos da cintura pélvica de *C. maroccanus* são pequenos e indiscerníveis, estando associados a 11 ou 12 raios, também não especificando se os raios são segmentados e ramificados. *C. brasiliensis* por sua vez apresenta ossos pélvicos claramente bem desenvolvidos e articulados a nove raios segmentados e ramificados distalmente.

Assim como a nadadeira dorsal, a nadadeira anal é descrita pelas quantidades de raios (12 raios segmentados e ramificados distalmente) e sua posição em relação ao eixo longitudinal da coluna vertebral (Santos, 1985). A presença de pterigióforos mais uma vez não é mencionada na descrição, mas o espécime DGEO/CTG/UFPE 9511 apresenta não só os raios como também a preservação dos pterigióforos, que consiste em nove raios segmentados e ramificados, sustentados por sete pterigióforos (Figura 15H). Em *C. Maroccanus*, não é citada a quantidade exata de pterigióforos, apenas o primeiro é descrito, sendo muito alongado e oblíquo.

Em relação ao endoesqueleto caudal, as únicas diferenças foram a morfologia dos espinhos neurais do terceiro e segundo centro pré-ural, a morfologia do segundo centro ural, a ausência dos processos na região proximal do primeiro e terceiro hipural, a quantidade de uroneurais, a ausência de escudos caudais.

De acordo com Santos (1985), os snPU2 e 3 apresentam uma expansão laminar anterior, uma morfologia que não foi observada nos espécimes analisados neste estudo, que por sua vez são finos e alongados. A morfologia do ural 2 não é descrita, mas é ilustrada como osso pequeno e arredondado, mas aqui ele é triangular, alongado e pontiagudo (Figura 16C)

Aqui, os hipurais 1 e 3 apresentam um processo arredondado em sua região proximal, no entanto, mas na descrição da espécie esses processos não são reconhecidos. Assim como os hipurais 1 e 3, o parahipural também apresenta um processo arredondado na região proximal, sendo este maior que os presentes no H1 e H2. No entanto, Santos (1985) não descreve o parahipural, sendo apenas representado esquematicamente.

Originalmente, quatro uroneurais foram descritos para *C. brasiliensis*, mas nos espécimes analisados para este trabalho, estão presentes apenas dois, sendo o primeiro, identificado como estegural, cuja única descrição é sua junção ao primeiro centro ural, formando o que Santos (1985) chamou de urostilo. Além disso, não foram identificados escudos caudais próximos aos raios procorrentes.

A quantidade de raios principais e raios procorrentes também diferem em ambas as descrições. Aqui foram contabilizados 12-13 raios principais e 8-9 raios procorrentes no lobo superior e 10-11 raios principais e 6 raios procorrentes no lobo inferior. No entanto, em Santos (1985), há 19 raios principais, dez no lobo superior e nove do inferior, além de oito raios procorrentes em ambos os lobos.

No endoesqueleto caudal de *C. maroccanus*, basicamente a vértebra pré-ural I e as vértebras ural I e II são independentes entre si. Na vértebra pré-ural I há um espinho neural encurtado pela metade e um pouco mais largo que os espinhos neurais anteriores. A vértebra Ural I é um grande nódulo ósseo com formação de uróstilo e a vértebra ural II é formada por uma haste óssea pequena e curta. Existem três pares de uroneurais, dois epurais e seis hipurais (Taverne 1977).

Comparação com o grupo Clupeocephala

As sinapomorfias que caracterizam o grupo dos peixes Clupeocephala foi assunto de discussão em diversos trabalhos (Nelson, 1973a; Patterson & Rosen, 1977; Taverne, 1989; Arratia & Schultze, 1991; Arratia, 1999; Arratia, 2008; Arratia & Bagarinao, 2009). Por isso, Arratia (2010) realizou a análise de uma série de características morfológicas, através de peixes atuais em diferentes estágios ontogenéticos e peixes fósseis, cujo objetivo foi revisar e discutir as sinapomorfias anteriormente descritas para o grupo. Além disso, conseguiu reconhecer homoplasias entre os clupeocephala e outros e peixes do grupo osteoglossomorpha.

Atualmente as únicas características morfológicas que pertencem exclusivamente aos clupeocephala são, a ossificação precoce do autopalatino, a perfuração da artéria hioideiana no hipohial e a placa dentária do quarto elemento faringobranquial (Arratia, 2010). Infelizmente não foi possível realizar a observação dessas sinapomorfias nos espécimes aqui analisados, devido a preservação do material. Outras características como, o alinhamento em diferentes ângulos dos uroneurais, a fusão entre o angular e articular, a exclusão do retroarticular da faceta articular entre a maxilar inferior e o quadrado, ausências de placas dentárias no faringobranquial 1-3 e a presença de seis ou menos hipurais no endoesqueleto caudal, também são utilizadas como sinapomorfias para clupeocephala, pois embora esteja presente em outros grupos (homoplasia), possuem origens independentes (Arratia, 2010).

No espécime de *B. ouricuriensis*, bem como em todos os *C. brasiliensis*, analisados neste trabalho, a região posterior onde se localiza o angular e o articular está parcialmente preservado. No entanto, na descrição da porção posterior do maxilar inferior de *B. ouricuriensis*

feita por Figueiredo & Gallo (2004), o articular e angular são tratados como apenas um elemento resultado da fusão de ambos os ossos (ângulo-articular). Em *C. brasiliensis*, Santos (1985) retrata esta mesma região apenas como angular, visto a possibilidade de ambos os ossos também estarem fusionados, assim como foi inferido por Taverne (1977) para *C. Maroccanus* baseado em peixes clupeóides.

Santos (1985), não cita a presença do retroarticular para *C. brasiliensis*, mas em *C. maroccanus* o retroarticular é pequeno e ilustrado para fora da faceta articular com o quadrado (Taverne, 1977), tornando possível que *C. brasiliensis* apresente a mesma característica. Em relação a *B. ouricuriensis*, ele também é excluído da faceta articular do quadrado (Figueiredo & Gallo, 2004), embora o espécime DGEO/CTG/UFPE 5800 não apresente sua preservação. Tanto a fusão angular-articular presente em *B. ouricuriensis* e *C. brasiliensis*, quanto à exclusão do retroarticular em *B. ouricuriensis*, correspondem às sinapomorfias descritas por Arratia (2010) para classificação dos clupeocephala.

Como mencionado anteriormente, o número de hipurais também é uma característica importante na classificação de peixes clupeocephala, sendo o endoesqueleto caudal deste grupo caracterizado por no máximo seis hipurais (Arratia, 2010). Para ambos os táxons analisados neste trabalho, o número de hipurais é coerente com a quantidade de hipurais que constituem a sinapomorfia do grupo. Na descrição de *B. ouricuriensis* feita por Figueiredo & Gallo (2004) e no DGEO/CTG/UFPE 8500, quatro hipurais foram identificados, havendo a possibilidade da presença de mais dois hipurais acima do H4. Em *C. brasiliensis* e *C. maroccanus* também apresentam a mesma quantidade de hipurais (Taverne, 1977; Santos, 1985). Assim como as características exclusivamente dos clupeocephala (perfuração da artéria hioideiana no hipohial, a placa dentária do quarto elemento faringobranquial e a ossificação precoce do autopalatino), não foi possível observar a ausência de placas dentárias no faringobranquial 1-3.

6.2 Paleoautoecologia

Os dados obtidos a partir da altura relativa, altura relativa do pedúnculo caudal e a proporção da nadadeira caudal (*aspect ratio*), podem indicar sobre a capacidade natatória do peixe (Gats, 1970; Sambilay, 1990). Gats (1970) e Watson & Balon (1984) realizaram a análise de diversos atributos ecomorfológicos com o intuito de obter informações sobre como esses atributos influenciam diretamente na autoecologia da ictiofauna analisada, que foram agrupados de acordo com a similaridade estimada pela distância euclidiana. No entanto, por ser uma técnica de morfometria utilizada em peixes atuais, muitos dos parâmetros ecomorfológicos não

podem ser analisados, visto que o processo de preservação do material fóssil é determinante neste tipo de estudo.

Poucos estudos realizados com a paleoictiofauna nas formações Crato e Romualdo, apresentam este tipo de análise (Coutinho, 2021; Lopes & Barreto, 2021). Ambos os trabalhos identificaram que a grande maioria desses peixes apresenta uma morfologia adaptada para natação em alta velocidade (corpo fusiforme), mas, em relação aos clupeocephalas de pequeno porte encontrados na Formação Romualdo, apenas a ecomorfologia de *Santanichthys diasii* foi analisada (Lopes e Barreto, 2021), não havendo, até o presente momento, nenhuma inferência baseada na morfometria de *B. ouricuriensis* e *C. brasiliensis*.

Os índices de altura relativa e altura relativa do pedúnculo caudal foram menores para *C. brasiliensis* (AR – 0,212; APC – 0,155). Segundo Gats (1979) e Watson & Balon (1984), quanto mais baixos os valores desses índices, maior será a adaptação dos peixes para realizar movimentos de alta velocidade e nadar em ambientes de alta energia de forma econômica. Os valores obtidos neste trabalho são semelhantes aos índices apresentados para a grande maioria dos peixes identificados por Lopes e Barreto (2021), visto que a morfologia dos peixes é fusiforme, a morfologia mais hidrodinâmica para movimentos de alta velocidade com menor gasto energético.

Os valores dos índices de estreiteza (*aspect ratio*) indicam a velocidade de natação dos peixes, cujos altos índices pertencem a peixes capazes de nadar em alta velocidade e maior economia de energia. Ou seja, quanto maior o índice de estreiteza, maior será sua capacidade de nadar em alta velocidade (Sambilay, 1990). Assim como as análises de Gats (1979) e Watson & Balon (1984), em suas análises, Sambilay (1990) não criou um sistema de classificação para esses índices, limitando-se a comparar os peixes analisados. Se aplicarmos essas mesmas metodologias aos táxons aqui identificados, é possível inferir que *C. brasiliensis* nadava mais rápido que *B. ouricuriensis*, embora ambos tenham morfologia fusiforme e apresentem índices relativamente próximos (*C. brasiliensis* – 0,05; *B. ouricuriensis* – 0,04).

6.3 Considerações paleoambientais

A grande quantidade de peixes fósseis preservados na Formação Romualdo reflete marcantes eventos de mortandade máxima, que, de acordo com Martill (2008), pode ser causada por diversos fatores, como salinidade, oxigenação, temperatura ou intoxicação da coluna d'água pela proliferação de dinoflagelados e cianobactérias. Recentemente, estudos sobre salinidade e oxigenação, através da associação de microfósseis e invertebrados, mostraram que essas

variações eram resultantes dos eventos de ingressão marinha na Formação Romualdo, refletindo instabilidade ambiental (Pereira et al., 2017; Fürsich et al., 2019; Araripe et al., 2021; Araripe et al., 2022;).

Após comparar com peixes clupeídeos, Santos (1972) inferiu que *C. brasiliensis* poderia viver em ambientes marinhos, salobros ou lacustres. Essa adaptação de *C. brasiliensis* diferentes níveis de salinidade poderia explicar a presença deste táxon na Formação Romualdo, visto que ela poderia variar de ambiente marinho a ambiente transicional devido aos eventos de ingressão marinha (Araripe et al., 2022). Além disso, este táxon foi descrito também na Formação Marizal, que, apesar de ser caracterizada como ambiente fluvial que posteriormente evoluiu para um ambiente lacustre (Durval, 2017), também apresenta influência marinha (Arai, 2014).

Em contrapartida, *B. ouricuriensis* foi identificado nos afloramentos da Formação Maceió, que, de acordo com Gallo & Figueiredo (2012), representa um ambiente sedimentar totalmente marinho. Além disso, *B. ouricuriensis* também está presente na Formação Apon/Venezuela, caracterizada por ambiente marinho (Aguilera, 2010).

7. CONCLUSÃO

A descrição taxonômica de *B. ouricuriensis* (DGEO/CTG/UFPE 8500) contribuiu para reforçar os dados morfológicos do táxon e ampliou o detalhamento de novos elementos, como a série circumorbital e os sete supraneurais, complementando a descrição prévia.

A descrição taxonômica de *C. brasiliensis* realizada neste trabalho apresentou algumas diferenças em relação ao conhecimento prévio (Santos, 1985) e trouxe maior profundidade na descrição de alguns ossos que apenas foram citados na primeira descrição, com correção das características morfológicas, como, o formato do nasal, do segundo centro ural e do coracoide, além da percepção da fontanela presente no teto craniano. Esta descrição detalhada de *C. brasiliensis* também permitiu comparar as semelhanças e diferenças descritas por Taverne (1977) para *C. maroccanus*.

Embora não tenha sido possível observar todas as sinapomorfias do grupo Clupeocephala, por serem difíceis de visualizar no material fossilífero ou pelo próprio estado de preservação, o número de hipurais não ultrapassou o limite máximo de seis, conforme Arratia (2010). Além disso, a região posterior do maxilar inferior dessas espécies parece ser semelhante à morfologia anteriormente descrita, que foi considerada como a junção entre o angular e o articular, sugerindo que os espécimes aqui analisados apresentam outra sinapomorfia do grupo.

Embora *C. brasiliensis* e *B. ouricuriensis* apresentem a mesma morfologia (corpo fusiforme), possam habitar em ambientes de alta energia e realizar movimentos de alta velocidade, os parâmetros morfométricos obtidos nessas análises permitem inferir que *C. brasiliensis* era mais rápido e apresentava menor gasto energético que *B. ouricuriensis* durante a natação.

Referências bibliográficas

- Aguilera, O. (2010) Peces fósiles del Caribe de Venezuela.
- Arai, M. (2014). Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective. *Brazilian Journal of Geology*, 44(2), 339-350.
- Araripe, R, Oliveira, D, Tomé, ME, Mello, RM., & Barreto, AMF. (2021) Foraminifera and Ostracoda from the Lower Cretaceous (Aptian–Lower Albian) Romualdo Formation, Araripe Basin, Northeast Brazil: Paleoenvironmental Inferences. *Cretaceous Research*. 122, 104766.
- Araripe, RC., Lemos, FAP., Prado, LA., Tomé, METR., Oliveira, DHD., Pereira, PA., Nascimento, LRSL., Asakura, Y., Ng, C., Viviers, MC & Barreto, AF. (2022) Upper Aptian–lower Albian of the southern-central Araripe Basin, Brazil: Microbiostratigraphic and paleoecological inferences. *Journal of South American Earth Sciences*, 116, 103814.
- Arratia, G. & Schultze, HP. (1991). Development and homology of the palatoquadrate in osteichthyans. *Journal of Morphology*, 208, 1-81.
- Arratia, G. (1997). Basal teleosts and teleostean phylogeny. *Palaeo Ichthyologica*, 7, 1-168.
- Arratia, G. (1999). The monophyly of Teleostei and stem-group teleosts. *Mesozoic fishes*, 2, 265-334.
- Arratia, G. (2008). The varasichthyid and other crossognathiform fishes, and the break-up of Pangaea. *Geological Society, London, Special Publications*, 295(1), 71-92.
- Arratia, G. & Bagarinao, T. (2009). Early ossification and development of the cranium and paired girdles of *Chanos chanos* (Teleostei, Gonorynchiformes). In: Grande T, FJ Poyato-Ariza & R Diogo (eds). *A comprehensive review of Gonorynchiformes and of Ostariophysan relationships*, 76-106.
- Arratia, G. (2010). The Clupeocephala revisited: analysis of characters and homologies. *Rev. Biol. Mar Oceanog*, 45(1), 635-657.
- Assine, ML. (1994). Paleocorrentes e paleogeografia na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Brazilian Journal of Geology*, 24(4), 223-232.
- Assine, ML., Perinotto, JDJ., Custódio, MA., Neumann, VH., Varejão, FG., & Mescolotii, PC. (2014). Sequências deposicionais do andar Alagoas da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 22(1), 3-28.

- Bertin, L. & Arambourg, C. (1958) Super-ordre des Téléostéens, in: Grassle P.-P. (Ed.), *Traité de Zoologie*, Masson, Paris, 13(3), 2204- 2500
- Bertotto, T.J. (2023). Macrofósseis dos folhelhos das formações IPUBI e Romualdo (Grupo Santana, Bacia do Araripe) como Proxy para inferências tafonômicas e paleoecológicas. Dissertação de Mestrado, Universidade federal de Pernambuco.
- Blum, S. (1991b). Tharrhias Jordan & Branner, 1908. In: MAISEY, J.G. (ed.). *Santana Fossils: An Illustrated Atlas*. Neptune City, N.J. (TFH Publications). 286-295.
- Breda, L., Oliveira, E.F. & Goulart, E. (2005). Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. *Acta Sci. Biol Sci.* 8, 371–381.
- 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. *Bulletin of the Kitakyushu Museum of Natural History and Human History, Series A (Natural History)* 9, 107-136.
- Cope, E.D. (1887). Geology and palaeontology. Zittel's Manual of Palaeontology. *American Naturalist* 22, 1014–1019.
- Coutinho, I.M. (2021). Diversidade e ecomorfologia de peixes fósseis do Grupo Santana, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco.
- Durval, L.G.L. (2017). Caracterização estratigráfica da Formação Marizal (K) na Serra do Tonã, Sub-Bacia do Tucano Norte, NE do Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco.
- Figueiredo, F.J. & Gallo, V. (2004). A new teleost fish from the early Cretaceous of Northeastern Brazil. *Boletim do Museu Nacional*, 73.
- 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*, 2004(3455), 1-21.
- Fürsich, F.T., Custódio, M.A., Matos, A.S., Hethke, M., Quaglio, F., Warren, L.V., Assine, M.L. & Simões, M.G. (2019). Analysis of a Cretaceous (late Aptian) high-stress ecosystem: The Romualdo Formation of the Araripe Basin, northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, 95, 268-296.
- Gallo, V., Figueiredo, F.J. & Azevedo, A.S. (2009). *Santanasalmo elegans* gen. et sp., a basal euteleostean fish from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, 30, 1357-1366.
- Gallo, V., Figueiredo, F.J. & Carvalho, M.S.S. (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*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 175-206.
- Gatz, A.J. (1979). Community organization in fishes as indicated by morphological features. *Ecology*, 60(4), 711-718.

Huxley, TH. (1880). On the Application of the Laws of Evolution to the Arrangement of the Vertebrata, and more particularly of the Mammalia. *Proceedings of the Scientific Meeting of the Zoological Society of London for the year, 1880*, 649-662.

Jalowitzki, T., Sumino, H. & Conceição, RV. (2024). Pristine helium from the Karoo mantle plume within the shallow asthenosphere beneath Patagonia. *Nature Communications*, 15(1), 6402.

Kellner, AWA., Schobbenhaus, C., Campos, DA, Queiroz, ET., Winge, M. & Berbet-Born, MLC. (2002). Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. *Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil*, 1, 121-130.

Lacerda, JNL. (2023). Palinologia e paleoecologia da Formação Romualdo (Aptiano) da Bacia do Araripe, mina Serrolândia-PE, Nordeste-Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco.

Lemos, FAP., Asakura, Y., Antunes, RL., Araripe, RVC., Prado, LAC., Tomé, METR., Oliveira, DH., Nascimento, LRSL., Ng, C. & Barreto, AMF. (2023). Calcareous nannofossils, biostratigraphy, and paleobiogeography of the Aptian/Albian Romualdo Formation in the Araripe Basin, North-Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 53, e20220054.

Lima, FJ., Saraiva, AAF. & Sayão, JM. (2012). Revisão da paleoflora das formações Missão Velha, Crato e Romualdo, Bacia do Araripe Nordeste do Brasil. *Estudos Geológicos*, 22, 99-115.

Lopes, GLB. & Barreto, AMF. (2021). Paleoecological and biomechanical inferences regarding the paleoichthyofauna of the Romualdo Formation, Aptian-Albian of the Araripe Basin, state of Pernambuco, northeastern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 111, 103444.

Maisey, JG. (1991). *Santana Fossil: an Illustrated Atlas*. Tropical Fish Hobbyist Publications, 459.

Maisey, JG. (1993). A new clupeomorph fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil. *American Museum novitates*, 3076.

Martill, DM., Brito, PM. & Washington-Evans, J. (2008). Mass mortality of fishes in the Santana Formation (Lower Cretaceous, Albian) of northeast Brazil. *Cretaceous Research*, 29(4), 649-658.

Martins-Neto, RG. (2006). Insetos fósseis como bioindicadores em depósitos sedimentares: um estudo de caso para o Cretáceo da Bacia do Araripe (Brasil). *Revista Brasileira de Zoociências*, 8(2).

Müller, J. (1844). Über den Bau und die Grenzen der Ganoiden, und über das natürliche System der Fische. *Physikalisch-Mathematische Ab handlungen der küniglichen academie der Wissenschaften zu Berlin*, 1845, 117-216.

- Naish, D., Martill, MD. & Frey, E. (2004). Ecology, Systematics and Biogeographical Relationships of Dinosaurs, Including a New Theropod, from the Santana Formation (Albian, Early Cretaceous) of Brazil. *Historical Biology*, 16(2–4), 57–70.
- Nelson, G. (1973a). Relationships of clupeomorphs, with remarks on the structure of the lower jaws in fishes. In: *Greenwood PH, RS Miles & C Patterson (eds). Interrelationships of fishes*, 333-349.
- Patterson, C. & Rosen, DE. (1977). Review of ichthyodectiform and other Mesozoic teleost fishes and the theory and practice of classifying fossils. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 158, 83–172.
- Peng Z., He, S., Wang, J., Wang, W. & Diogo, R. (2006). Mitochondrial molecular clocks and the origin of the major otocephalan clades (Pisces: Teleostei): A new insight. *Gene* 370, 113-124.
- Pereira, PA., Cassab, RDCT. & Barreto, AMF. (2017). Paleoeecologia e paleogeografia dos moluscos e equinoides da Formação Romualdo, Aptiano–Albiano da Bacia do Araripe, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 40(2), 180-198.
- Pereira, PA., Cassab, RCT. & Barreto, AMF. (2018). As Famílias Veneridae, Trochidae, Akeridae e Acteonidae (Mollusca), na Formação Romualdo: Aspectos Paleoecológicos e Paleobiogeográficos no Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, NE do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 41(3), 137-152.
- Polck, MADR., Carvalho, MSSD., Miguel, R. & Gallo, V. (2015). *Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da Bacia do Araripe*. CPRM.
- Ponte, FC. & Appi, CJ. (1990). Proposta de Revisão da Coluna Litoestratigráfica da Bacia do Araripe. *Anais XXXVI Congresso Brasileiro de Geologia*. 36, 211-226.
- Ponte, FC. & Filho, FCP. (1996). Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. *Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*, 4, 123-133.
- Prado, LAC., Pereira, PA., Sales, AMF. & Barreto, AMF. (2014). Análise tafonômica e taxonômica da concentração de invertebrados fósseis do topo da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe em Araripe, Ceará (CE). *Estudos Geológicos*, 24 (1).
- Prado, LAC, Pereira, PA. Sales, AMF. & Barreto, AMF. (2016). Tafonomia dos invertebrados do Sítio Canastra, Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, Araripina, Pernambuco, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 39 (2), 77-87.
- Rebelato, GS., Alves, MAS., Lima, FJ. & Jasper, A. (2022). Paleontologia-estado da arte da formação barbalha (grupo santana) da bacia do araripe, nordeste, brasil. *Revista Estudo & Debate*, 29(3).
- Salgado, FLK. & Carvalho, IS. (2023). Cannibal predatory habits and their relationships with body shape and swimming pattern in the Cretaceous fish *Dastilbe crandalli* Jordan, 1910 from the Araripe Basin, Northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, 152, 105685.

- Sambily, VC. (1990). Interrelationships between swimming speed, caudal fin aspect ratio and body length of fishes. *Fishbyte*, 8(3), 16-20.
- Santos, RS. & Mendes, JC. (1972). Peixes da Formação Marizal, Estado da Bahia. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- Santos, RS. (1985). *Clupavus brasiliensis* n. sp.(Teleostei, Clupeiformes) do Cretaceo inferior, Formação Marizal, Estado do Bahia, In: *VIII Congresso Brasileiro de Paleontologia*, 155-159.
- Santos, RDS. (1995). *Santanichthys*, Novo Epiteto Generico para *Leptolepis diasii* Silva Santos, 1958 (Pisces-Teleostei) da Formação Santana (Aptiano), Bacia do Araripe, NE do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 67(2), 249-258.
- Taverne, L. (1977). Ostéologie de *Clupavus maroccanus* (Crétacé supérieur du Maroc) et considérations sur la position systématique et les relations des Clupavidae au sein de l'ordre des Clupéiformes sensu stricto (Pisces, Teleostei). *Geobios*, 10(5), 697-722.
- Taverne, L. (1989). *Crossognathus* Pictet, 1858 du Crétacé inférieur de l'Europe et systématique, paleozoogeographie et biologie des Crossognathiformes nov. ord. (Téléostéens) du Crétacé et du Tertiaire. *Palaeontographica A*, 207, 79-105
- Viana, MSS. & Neumann, VHL. (2002). Membro Crato da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Riquíssimo registro de fauna e flora do Cretáceo. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM/SIGEP*, 113-120.
- Watson, DJ. & Balon, EK. (1984). Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *Journal of Fish Biology*, 25(3), 371-384.

7 CONCLUSÃO

A predominância de *V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *Brannerion* sp., *T. araripis*, *N. penalvai*, *C. gardneri* e *C. cylindricus*, ocorre pela presença de estratos marinhos na maior parte da bacia, identificado através da associação de microfósseis como marinho profundo e proximal. Em contrapartida, a baixa ocorrência de *A. temnurus*, *M. gigas* e *T. limae*, caracteriza essas espécies como lacustre ou lagunar.

A dominância e biomassa dos táxons identificadas pela análise do índice de similaridade de Bray-curtis não está associada aos aspectos morfológicos da paleoictiofauna, visto que peixes com formas semelhantes foram reunidos em diferentes grupos de abundância. Além disso, a maior abundância de *R. buccalis*, *C. gardneri*, *C. cylindricus*, *N. penalvaia* e *A. castilhoi*, presente na porção oriental da bacia, permite inferir que esses táxons viviam principalmente próximo a região costeira.

A maior parte da paleoictiofauna da Formação Romualdo ocorre nas bacias sedimentares brasileiras, e em depósitos na Venezuela, Colômbia, México e Itália, tendo como marco temporal o Aptiano-Albiano. Por isso, esse intervalo foi o grande marco temporal para esta paleoictiofauna. Além disso, a ocorrência de *Vinctifer*, *Rhacolepis*, *Notelops*, *Cladocyclus*, *Brannerion*, *Neoprosclinetes*, *Paraelops*, *Araripichthys*, *Beurlenichthys*, *Clupavus* e *Tribodus* distribuída nesses países caracteriza a fauna de origem Tatiana.

A influência do Mar de Tétis na Formação Romualdo é marcada pela semelhança entre a paleoictiofauna da Bacia do Parnaíba e da Bacia do Araripe, sugerindo que a ingressão marinha ocorreu através do fluxo com direção NW-SE. O contrário também não seria possível por conta da dorsal de São Paulo e do alto de Florianópolis, que durante o Aptiano-Albiano atuaram de forma restritiva na região, sensu Arai (2009).

A descrição feita para *C. brasiliensis* e *B. ouricuriensis* mostrou novos elementos em relação ao que já havia sido descrito, principalmente pra *C. brasiliensis*, visto que muitos ossos são apenas citados. Além disso, permitiu realizar uma comparação deste táxon com *C. maroccanus* e ressaltar diferenças entre ambos os táxons.

Clupavus brasiliensis e *Beurlenichthys ouricuriensis* eram táxons adaptados para realizar movimentos de alta velocidade, porém, os índices dos atributos ecomofológicos mostraram que *C. brasiliensis* era mais veloz apresentava menor gasto energético em relação ao *B. ouricuriensis*. Em relação ao paleoambiente desses táxons *B. ouricuriensis* é marinho, visto que ocorre em outros estratos francamente marinhos (Formação Maceió), mas *C.*

brasiliensis era de ambiente lacustre ou salobro, corroborando a mortandade máxima na Mina VMB.

REFERÊNCIAS

- AGASSIZ, L. On the Fossil Fishes found by Mr. Gardner in the Province of Ceará, in the North of Brazil. **Edinburgh New Philosophical Journal**. Edinburgh, v. 30, p. 82-84, 1841.
- ABREU, D.; VIANA, M. S. S.; OLIVEIRA, P. D.; VIANA, G. F.; NOJOSA, D. M. B. First record of an amniotic egg from the Romualdo Formation (Lower Cretaceous, Araripe Basin, Brazil). **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 23, n. 3, p. 185-193, 2020.
- ALVES, Yuri Modesto. **Comparação da paleoictiofauna do cretáceo inferior (Aptiano/Albiano) da parte ocidental do Mar de Tétis**. 2017. Tese (Doutorado em Ecologia e Evolução) – Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.
- ARARIPE, R.; OLIVEIRA, D.; TOMÉ, M E.; MELLO, R.M.; BARRETO, A.M.F. Foraminifera and Ostracoda from the Lower Cretaceous (Aptian–Lower Albian) Romualdo Formation, Araripe Basin, Northeast Brazil: Paleoenvironmental Inferences. **Cretaceous Research**, v. 122, p. 104766, 2021.
- ARARIPE, R. C.; LEMOS, F. A. P.; PRADO, L. A.; TOMÉ, M. E. T.; OLIVEIRA, D. H.; PEREIRA, P. A.; BARRETO, A. F. Upper Aptian–lower Albian of the southern-central Araripe Basin, Brazil: Microbiostratigraphic and paleoecological inferences. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 116, p. 103814, 2022.
- ASSINE, M. L. Paleocorrentes na bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Resumos expandidos, 2º simpósio sobre as bacias cretácicas brasileiras**, v. 1992, p. 59-60. 1992.
- ASSINE, M. L.; PERINOTTO, J. D. J.; CUSTÓDIO, M. A.; NEUMANN, V. H.; VAREJÃO, F. G.; MESCOLOTTI, P. C. Sequências deposicionais do andar Alagoas da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Boletim de Geociências da PETROBRAS**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 3-28, 2014.
- BARBOSA, R.; SILVA, M. C.; BARRETO, A. M. F. New records of Mawsoniidae (Actinistia) from the Romualdo Formation, Aptian-Albian of the Araripe Basin in Pernambuco state, Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 113, p. 103637, 2022.
- BARROS, O. A. **Caracterização paleoambiental e espectroscópica de fósseis da formação ipubi coletados nos estados do ceará e Pernambuco**. 2013. Dissertação (Mestrado em Bioprospeção Molecular) – Universidade Regional do Cariri - URCA, Crato. 2013.
- BARROS, O. A.; SILVA, J. H.; SARAIVA, G. D.; VIANA, B. C.; PASCHOAL, A. R.; FREIRE, P. T. C.; OLIVEIRA, N. C.; PAULA, A. J.; VIANA, M. S. Physicochemical investigation of shrimp fossils from the Romualdo and Ipubi formations (Araripe Basin). **PeerJ**, v. 7, 2019. DOI 10.7717/peerj.6323.
- BATISTA, M. E. P.; SALES, A. M. F.; PINHEIRO, A. P.; BARROS, O. A. Tafonomia de moluscos do sítio Barreiros, município de Moreilândia, PE, Bacia do Araripe. **Estudos Geológicos**, Recife, v. 25, n. 2, p. 53-60, 2015.

BELFORT, L. P.; ARAÚJO-JÚNIOR, H. I. Peixes fósseis do Grupo Santana (Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe) da coleção de paleontologia da UERJ: aspectos taxonômicos e tafonômicos. **Estudios Geológicos**, Recife, v. 29, p. 55-75, 2019.

BITTENCOURT, J. D. S.; KELLNER, A. W. A. On a sequence of sacrocaudal theropod dinosaur vertebrae from the Lower Cretaceous Santana Formation, northeastern Brazil. **Arq Mus Nac**, Rio de Janeiro, v. 62, p. 309-320, 2004.

BRITO, P. M.; FERREITA, P.L.N. First Hybodont from Chapada do Araripe. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 61, n. 1, p. 53-57, 1989.

BRITO NEVES, B.B. 1990. A Bacia do Araripe no contexto geotectônico regional. *In*: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1., 1990, Crato. Ceará, DNPM, 1990. p. 21-33

BRITO, P. M. A new halecomorph with two dorsal fins, *Placidichthys bidorsalis* ng, n. sp. (Actinopterygii: Halecomorphi) from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeast Brazil. **Comptes Rendus de l'Académie des Sciences-Series IIA-Earth and Planetary Science**, Paris, v. 331, n. 11, p. 749-754, 2000.

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

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

BRITO, P. M.; LEAL, M. E. C.; GALLO, V. New Lower Cretaceous guitarfish (Chondrichthyes, Batoidea) from the Santana Formation, Northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Geologia**, v. 76, p. 1-13, 2013.

CARMO, D. A.; RAFAEL, R. M. L.; VILHENA, R. M.; TOMASSI, H. Z. Redescritção de *Theriosynoecum silvai* e *Darwinula martinsi*, Membro Crato (Formação Santana), Cretáceo Inferior, bacia do Araripe, NE, Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 7, n. 2, p.151-158, 2004.

CARVALHO, M. S. S.; SANTOS, M. E. C. M. 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, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p.15-34, 2005.

CARVALHO, G. K. R. D. **Alguns himenóptera Apocrita do Membro Crato (Aptiano) da Formação Santana, Bacia do Araripe**. 2012. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

CARVALHO, A. R. A.; BARRETO, A. M. F. Novos Materiais de Araripemys barretoii da Formação Romualdo (Albiano-Bacia do Araripe), Pernambuco, Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 25, n. 1, 2015.

CARVALHO, A. R. D. A. **Novos répteis fósseis mesozoicos de Pernambuco, NE do Brasil: descrição osteológica e considerações tafonômicas**. 2019. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2019.

COUTINHO, I. M. **Diversidade e ecomorfologia de peixes fósseis do Grupo Santana, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil**. 2021. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife (2021).

DENTZIEN-DIAS, P. C.; FIGUEIREDO, A. E. Q.; PINHEIRO, F. L.; SCHULTZ, C. L. Primeira evidência icnológica de um tetrápode natante no Membro Crato (Cretáceo Inferior), Formação Santana (Bacia do Araripe, nordeste do Brasil). **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 13, n. 3, p. 258, 2010.

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

DUQUE, R. R. C. **Taxonomia de novos espécimes de pterossauros (Pterodactyloidea) da Formação Romualdo (cretáceo inferior, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil)**. 2023. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2023.

FAUTH, G.; KERN, H. P.; VILLEGAS-MARTÍN, J.; MOTA, M. A. L.; SANTOS, M. A. B.; CATHARINA, A. S.; LEANDRO, L. M.; LUFT-SOUZA, F.; STROHSCHOEN, O.; NAUTER-ALVES, A.; TUNGO, E. J. F.; BRUNO, M. D. R.; CEOLIN, D.; BAECKER-FAUTH, S.; BOM, M. H. H.; LIMA, F. H. O.; SANTOS, A.; ASSINE, M. L. Early Aptian marine incursions in the interior of northeastern Brazil following the Gondwana breakup. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 6728, 2023.

FERNANDES, A. C. S.; CARVALHO, L. B.; AZEVEDO, S. A. K.; BUCKUP, P. A. Clément Jobert, os peixes da Amazônia e os peixes fósseis do Estado do Piauí, Brasil. **Filosofia e História da Biologia**, v. 13, n. 2, p. 169-190, 2018.

FIGUEIREDO, F. J., GALLO, V. A new teleost fish from the early Cretaceous of Northeastern Brazil. **Boletim do Museu Nacional**, 73. 2004

FÜRSICH, F. T.; CUSTÓDIO, M. A.; MATOS, S. A.; HETHKE, M.; QUAGLIO, F.; WARREN, L. V.; SIMÕES, M. G. Analysis of a Cretaceous (late Aptian) high-stress ecosystem: The Romualdo Formation of the Araripe Basin, northeastern Brazil. **Cretaceous Research**, v. 95, p. 268-296, 2019.

GALLO, V.; FIGUEIREDO, F. J.; AZEVEDO, S. A. Santanasalmo elegans gen. et sp., a basal euteleostean fish from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeastern Brazil. **Cretaceous Research**, v. 30, p. 1357-1366, 2009.

GONZÁLEZ, J. G. Correlações bioestratigráficas e faciológicas da fase pós-rifte das bacias de Araripe, Tucano norte e Jatobá, Nordeste do Brasil. 2023. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2023.

KELLNER, A. W. A.; SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBET-BORN, M. L. C. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**, v. 1, p. 121-130, 2002.

LACERDA, J. N. L. **Palinologia e paleoecologia da Formação Romualdo (Aptiano) da Bacia do Araripe, mina Serrolândia-PE, Nordeste-Brasil**. 2023. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2023.

LEITE, K. J. G. Novo anuro do Membro Crato (Aptiano) da Formação Santana, Bacia do Araripe. 2013. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2013.

LEMO, F. A. P.; ASAKURA, Y.; ANTUNES, R. L.; ARARIPE, R. V. C. D.; PRADO, L. A. C. D.; TOMÉ, M. E. T. R.; OLIVEIRA, D. H.; NASCIMENTO, R. L. S. L.; NG, C.; BARRETO, A. M. F. Calcareous nannofossils, biostratigraphy, and paleobiogeography of the Aptian/Albian Romualdo Formation in the Araripe Basin, North-Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, v. 53, p. e20220054, 2023.

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

LIMA, A. L. A. **Coleta e classificação de espécimes fósseis do Membro Crato, Formação Santana, chapada do Araripe, Ceará**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Campina Grande, Cuité. 2018.

LOPES, G. L. B.; BARRETO, A. M. F. A Paleoictiofauna da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, da Bacia Sedimentar do Araripe, Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 4, 2019.

LOPES, G. L. B.; BARRETO, A. M. F. Paleoeological and biomechanical inferences regarding the paleoichthyofauna of the Romualdo Formation, Aptian-Albian of the Araripe Basin, state of Pernambuco, northeastern Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 111, n. 2021, p. 103444, 2021.

LUND, W. L.; LUND, R.; KLEIN, G. Coelacanth feeding mechanisms and ecology of the Bear Gulch coelacanths. **Compte Rendus du Neuvième Congrès International sur la Stratigraphie et la Géologie du Carbonifère**, v. 5, n. 1985, p. 492-500, 1985.

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

MAISEY, J.G. **Santana Fossil: an Illustrated Atlas**. Tropical Fish Hobbyist Publications, New York, 1991.

MAISEY, J. G. A new clupeomorph fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil. **American Museum novitates**, n. 3076, 1993

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

MAISEY, J. G.; CARVALHO, M. D. G. P. D. First records of fossil sergestid decapods and fossil brachyuran crab larvae (Arthropoda, Crustacea): with remarks on some supposed palaemonid fossils, from the Santana Formation (Aptian-Albian, NE Brazil). **American Museum novitates**, n. 3132, 1995.

MAISEY, J. G. Continental break up and the distribution of fishes of Western Gondwana during the Early Cretaceous. **Cretaceous Research**, v. 21, n. 2-3, p. 281-314, 2000.

MARTILL, D. M. The preservation of fossil fishes in concretions from the Cretaceous of Brazil. *Palaeontology*, v. 31, p. 1-18, 1988.

MARTILL, D. M. The Medusa effect: instantaneous fossilization. **Geology Today**, v. 5, n. 6, p. 201-205, 1989.

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

MAYRINCK, D.; BRITO, P. M.; OTERO, O. A new albuliform (Teleostei: Elopomorpha) from the Lower Cretaceous Santana Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil. **Cretaceous Research**, v. 31, n. 2, p. 227-236, 2010.

MEDEIROS, R. A. Estratigrafia da Chapada do Araripe-o estado de arte. In: **Simpósio sobre a Bacia do Araripe e bacias interiores do Nordeste**, v. 1990, p. 43-51, 1990.

MULDER, E. W. A. On the piscivorous behaviour of the Early Cretaceous amiiform neopterygian fish *Calamopleurus cylindricus* from the Santana Formation, northeast Brazil. **Netherlands Journal of Geosciences**, v. 92, n. 2-3, p. 119-122, 2013.

NAISH, D.; MARTILL, D. M.; FREY, E. Ecology, systematics and biogeographical relationships of dinosaurs, including a new theropod, from the Santana Formation (Albian, Early Cretaceous) of Brazil. **Historical Biology**, v. 16, n. 2-4, p. 57-70, 2004.

NASCIMENTO, T. H. M. S.; OLIVEIRA, G. R. Identificação e descrição de penas fósseis da Formação Crato, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe. **Anais do XVIII JEPEX**, p. 10367-1, 2018.

NASCIMENTO, L. R. S.L.; ARAI, M.; LACERDA, J. N. L.; TOMÉ, M. E.; ARARIPE, R. V. C.; BARRETO, A. M. F.; OLIVEIRA, D. H.; LEMOS, F. P.; PRADO, L. A. C.; NG, C. Integrated study of the microfossils of the upper Aptian (Lower Cretaceous) of the Sobradinho and Serra do Mãozinha sections (Araripe Basin, northeastern Brazil): Biostratigraphic and paleoenvironmental inferences. *Journal of South American Earth Sciences*, v. 132, n. 2023, p. 104644, 2023.

NEUMANN, V. H., CABRERA, L. Uma nueva proposta estratigráfica para la tectonosecuencia postrifte de la Cuenca de Araripe, Noreste de Brasil. In: **Simpósio sobre o cretáceo do brasil**, v. 5, n. 1999, p. 279-285, 1999.

OLIVEIRA, G. R.; KELLNER, A. W. A. Note on a plastron (Testudines, Pleurodira) from the lower Cretaceous crato member, Santana Formation, Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**, v. 63, n. 3, p. 523-528, 2005.

PARMERA, T. C.; GALLO, V.; FIGUEIRADO, F. J. Distributional patterns of Aptian-Albian paleoichthyofauna of Brazil and Africa based on track analysis. **Anais da academia brasileira de Ciências**, v. 91, n. 2019, p. e20160456, 2017.

PEREIRA, P. A.; CASSAB, R. D. C. T.; BARRETO, A. M. F. Paleoecologia e paleogeografia dos moluscos e equinoides da Formação Romualdo, Aptiano–Albiano da Bacia do Araripe, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 40, n. 2, p.180-198, 2017.

PEREIRA, R.; LIMA, F. J.; SIMBRAS, F. M.; BITTAR, S. M. B.; KELLNER, A. W. A.; SARAIVA, A. Á. F.; BANTIM, R. A. M.; Oliveira, G. R. Biomarker signatures of Cretaceous Gondwana amber from Ipubi Formation (Araripe Basin, Brazil) and their palaeobotanical significance. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 98, n. 2020, p. 102413, 2020.

PINHEIRO, F. L.; FORTIER, D. C.; SCHULTZ, C. L.; ANDRADE, J. A. F.; BANTIM, R. A. New information on the pterosaur *Tupandactylus imperator*, with comments on the relationships of Tapejaridae. **Acta Palaeontologica Polonica**, v. 56, n. 3, p. 567-580, 2011.

POLCK, M. A. D. R.; CARVALHO, M. S. S. D.; MIGUEL, R.; GALLO, V. Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da Bacia do Araripe. CPRM, Rio de Janeiro, 2015.

PONS, D.; BERTHOU, P.-Y.; CAMPOS, D.A. Quelques observations sur La plynologie de l’Aptien Supérieur et de l’Albien Du Bassin d’Araripe (NE Du Brésil). In: ATAS I SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE. Crato, 190. p. 241–252.

PONTE, F. C. Arcabouço estrutural da Bacia do Araripe. In: **Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil**, v. 4, n. 1996, p. 169-177, 1996.

PONTE, F. C.; PONTE FILHO, F. C. Evolução tectônica e classificação da Bacia do Araripe. In: **Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil**, v. 4, n. 1996, p. 123-133, 1996.

PRADO, L. A. C.; PEREIRA, P. A.; SALES, A. M. F.; BARRETO, A. M. F. Tafonomia dos invertebrados do Sítio Canastra, Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, Araripina, Pernambuco, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 39, n. 2, p. 77-87, 2016.

PRADO, L. A. C. D. Tafonomia e taxonomia das concentrações de macroinvertebrados da Formação Romualdo nos estados de Pernambuco e Piauí: considerações paleoambientais da transgressão marinha cretácea na Bacia do Araripe. 2019. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2019.

PRADO, L. A. C.; LOPES, G. L. B.; PEREIRA, P. A.; ARARIPE, R. V. C.; OLIVEIRA, D. H.; LEMOS, F. A. P.; NASCIMENTO, L. R. S. L.; TOMÉ, M. E. T. T. R.; BARRETO, A. M. F. A incomum associação de peixes e caranguejos da Formação Romualdo, Aptiano–Albiano da Bacia Sedimentar do Araripe, NE do Brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 24, n. 2, p. 149-162, 2021.

SAMBILAY J. R.; VICTOR C. Interrelationships between swimming speed, caudal fin aspect ratio and body length of fishes. **Fishbyte**, v. 8, n. 3, p. 16-20, 1990.

SANTANA, W.; PINHEIRO, A. P.; SILVA, T. A.; LIMA, D. Description of a new fossil Thelyphonida (Arachnida, Uropygi) and further record of *Cratosolpuga wunderlichi* Selden, in Selden and Shear, 1996 (Arachnida, Solifugae) from Crato Formation (Aptian/Albian), Araripe Basin, Brazil. **PeerJ**, v. 12, p. e16670, 2024.

SANTOS, R. D. A paleoictiofauna da Formação Santana – Euselachii. **Anuário da Academia Brasileira de ciências**, v. 40, n. 4, p. 491-497, 1968.

SANTOS, R. D.; VALENÇA, J. G. A Formação Santana e sua paleoictiofauna. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 40, n. 3, p. 339-358, 1968.

SANTOS, R. S. Santanichthys, Novo Epiteto Generico para *Leptolepis diasii* Silva Santos, 1958 (Pisces-Teleostei) da Formacao Santana (Aptiano), Bacia do Araripe, NE do Brasil n. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 67, n. 2, p. 249-258, 1995.

SILVEIRA, A. C. Caracterização geoquímica, sedimentológica e estratigráfica do topo da camada carbonática do nível C6 da Formação Crato (pré-sal aptiano) da Bacia do Araripe, NE do Brasil. 2019. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2019.

SOUSA FILHO, F. E. D. Aplicação de técnicas físicas na paleontologia: um estudo de fósseis da formação IPUBI–Bacia Sedimentar do Araripe. Tese (Doutorado em Física) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2011.

SOUZA, D. M.; PIOVESAN, E. K.; NEUMANN, V. H. M. L. Ostracodes do Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe: Implicações paleoambientais e bioestratigráficas. **Estudos Geológicos**, v. 27, n. 1, p. 3-18, 2017.

THIES, D. The jaws of *Araripelepidotes temnurus* (Agassiz, 1841) (Actinopterygii, Semionotiformes) from the Early Cretaceous of Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 16, n. 3, p. 369-373, 1996.

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. Brasília: DNPM/CPRM/SIGEP**, p. 113-120, 2002.

VOLTANI, C. G. O. Acervo paleoictiológico 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. 2011. Dissertação (Mestrado em

Geologia Regional) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro. 2011.

VOLTANI, C. G.; OSÉS, G. L.; FREITAS, B. T.; PRADO, G. M. E. M.; ROHN, R.; PACHECO, M. L. A. F.; ANELLI, L. E.; ALMEIDA, R. P.; SIMÕES, M. G.; PRADO, L. A. C.; ARARIPE, R. V. C.; GALANTE, D.; RANGEL, E. C. Taphonomy of fish, invertebrates and plant remains in the first Tethyan-South Atlantic marine ingression along Cretaceous rift systems in NE-Brazil. **Cretaceous Research**, v. 147, n. 2023, p. 105508, 2023.

WATSON, D. J.; BALON, E. K. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. **Journal of Fish Biology**, v. 25, n. 3, p. 371–384, 1984.

WENZ S.; BRITO, P. M. Découverte de Lepisosteidae (Pisces, Actinopterygii) dans le Crétacé inférieur de la Chapada do Araripe (NordEst du Brésil): systématique et phylogénie, **C. R. Acad. Sci. Paris**, v. 314, p. 1519–1525, 1992.

WILBY, P. R.; MARTILL, D. M. Estômagos fósseis de peixes: um microambiente para preservação excepcional. **Biologia histórica**, v. 6, p. 25-36, 1992.

XAVIER, S.A.S.; VIANA, M. S. S.; SOUZA, E. B.; SOUSA, M. J. G. Registro de ovoposição em inflorescência da Formação Crato (Aptiano), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista de geologia**, v. 27, n. 1, p. 67-75, 2014.

APÊNDICE A – Lista com os fósseis da região leste

Número de Tombo	Espécie/Táxon	Procedência	Quantidade	Localização
2	<i>Mawsonia gigas</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
3	<i>Tharrhias araripis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
4	<i>Tharrhias araripis</i>	Sítio Engenho Velho	1	MCNHBJ
5	<i>Tharrhias araripis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
6	<i>Tharrhias araripis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
20	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
21	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ
22	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
23	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
24	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
26	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
33	<i>Paraelops cearensis</i>	Lagoa de Souza	1	MCNHBJ
34	<i>Notelops brama</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
35	<i>Notelops brama</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
36	<i>Notelops brama</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
38	<i>Notelops brama</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
39	<i>Brannerion</i> sp	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
40	<i>Brannerion</i> sp	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
41	<i>Brannerion</i> sp	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
42	<i>Araripelepidotes temnurus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
43	<i>Iansan beurleni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
44	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
45	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
46	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
47	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
48	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
49	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ
50	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ

51	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ
52	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ
53	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ
54	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ
55	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
56	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
57	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
58	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
59	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
60	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
61	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
62	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
63	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Engenho Velho	1	MCNHBJ
64	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
65	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
66	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
67	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
68	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
69	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Lagoa de Souza	1	MCNHBJ
70	<i>Vinctifer comptoni</i>	Lagoa de Souza	1	MCNHBJ
71	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Lagoa de Souza	1	MCNHBJ
72	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
73	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Lagoa de Souza	1	MCNHBJ
74	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Lagoa de Souza	1	MCNHBJ
75	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
76	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Lagoa de Souza	1	MCNHBJ
77	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
78	<i>Araripichthys castilhoi</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
79	<i>Araripichthys castilhoi</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
80	<i>Araripichthys castilhoi</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
81	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
82	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ

83	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
84	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
85	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
86	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
87	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
88	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
89	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ
90	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Engenho Velho	1	MCNHBJ
91	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
92	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
93	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
94	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
95	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
96	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
97	<i>Iemanjá palma</i>	Lagoa de Souza	1	MCNHBJ
98	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
123	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
125	<i>Paraelops cearensis</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
126	<i>Notelops brama</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
127	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
128	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
129	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
131	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
132	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
133	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
134	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
135	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
136	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
137	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
138	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
140	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
141	<i>Notelops brama</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ

142	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Vieira	1	MCNHBJ
143	<i>Cladocycclus gardneri</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ
144	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Vieira	1	MCNHBJ
148	<i>Clupeocephala</i>	Sítio Vieira	2	MCNHBJ
156	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
160	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
161	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
185	<i>Tribodus limae</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
187	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
188	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
189	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
190	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
191	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
192	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
193	<i>Vinctifer comptoni</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
194	<i>Vinctifer comptoni</i>	Avenida Wilson	2	MCNHBJ
205	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ
211	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
212	<i>Tharrhias araripis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
213	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
214	<i>Vinctifer comptoni</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
215	<i>Vinctifer comptoni</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
216	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
217	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
218	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
219	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
220	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
221	<i>Vinctifer comptoni</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
222	<i>Notelops brama</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
227	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
228	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
229	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ

230	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
231	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
234	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
235	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
236	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
237	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
238	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
240	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
243	<i>Vinctifer comptoni</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
249	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
250	Clupeocephala	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
251	Clupeocephala	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
252	Clupeocephala	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
253	Clupeocephala	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
254	Clupeocephala	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
255	Clupeocephala	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
256	Clupeocephala	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
257	Clupeocephala	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
258	Clupeocephala	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
264	<i>Vinctifer comptoni</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
279	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
280	<i>Tharrhias araripis</i>	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
281	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
282	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
283	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
284	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Engenho Velho	1	MCNHBJ
287	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
288	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
289	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Engenho d'água	1	MCNHBJ
290	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Engenho d'água	2	MCNHBJ
291	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Vieira	1	MCNHBJ
292	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Vieira	2	MCNHBJ

293	<i>Cladocycclus gardneri</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
294	<i>Cladocycclus gardneri</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
295	<i>Cladocycclus gardneri</i>	Lagoa do Alto	2	MCNHBJ
296	<i>Cladocycclus gardneri</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
301	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
307	<i>Cladocycclus gardneri</i>	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
309	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Engenho Velho	1	MCNHBJ
313	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Vieira	3	MCNHBJ
314	<i>Neoprosocinetes penalvai</i>	Avenida Wilson	1	MCNHBJ
316	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Lagoa do Alto	2	MCNHBJ
317	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Lagoa do Alto	2	MCNHBJ
318	<i>Notelops brama</i>	Lagoa do Alto	2	MCNHBJ
319	<i>Vinctifer comptoni</i>	Lagoa do Alto	2	MCNHBJ
320	<i>Cladocycclus gardneri</i>	Lagoa do Alto	2	MCNHBJ
321	<i>Cladocycclus gardneri</i>	Lagoa do Alto	2	MCNHBJ
322	<i>Cladocycclus gardneri</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
328	<i>Neoprosocinetes penalvai</i>	Lagoa do Alto	1	MCNHBJ
332	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Vieira	2	MCNHBJ
334	Clupeocephala	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
335	Clupeocephala	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
336	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Engenho Velho	2	MCNHBJ
350	<i>Axelrodichthys araripensis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
353	<i>Iansan beurleni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
354	<i>Mawsonia gigas</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
355	<i>Iansan beurleni</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
357	<i>Axelrodichthys araripensis</i>	Sítio sobradinho	1	MCNHBJ
358	Clupeocephala	Sítio sobradinho	2	MCNHBJ
9506	<i>Tharrhias araripis</i>	Sítio sobradinho	1	DEGEO-CTG-UFPE

APÊNDICE B – Lista com os fósseis da região central

Número de Tombo	Espécie/Táxon	Procedência	Quantidade	Localização
267	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
268	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	3	DEGEO-CTG-UFPE
269	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	3	DEGEO-CTG-UFPE
270	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	4	DEGEO-CTG-UFPE
272	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	2	DEGEO-CTG-UFPE
273	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	2	DEGEO-CTG-UFPE
275	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	2	DEGEO-CTG-UFPE
276	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	2	DEGEO-CTG-UFPE
277	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	3	DEGEO-CTG-UFPE
278	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
279	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
280	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
281	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
282	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
300	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
311	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
312	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	2	DEGEO-CTG-UFPE
314	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
315	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
317	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	2	DEGEO-CTG-UFPE
321	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
329	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
346	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
347	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
352	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
357	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
359	<i>Notelops brama</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
370	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
373	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
376	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
377	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE

380	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
410	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
413	<i>Notelops brama</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
414	<i>Notelops brama</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
415	<i>Notelops brama</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
421	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
424	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
7492	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Santo Antônio	1	DEGEO-CTG-UFPE
7647	<i>Notelops brama</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
7649	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
7655	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
7662	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Marçal	1	DEGEO-CTG-UFPE
7663	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Marçal	1	DEGEO-CTG-UFPE
7664	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Marçal	1	DEGEO-CTG-UFPE
7665	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Marçal	2	DEGEO-CTG-UFPE
7667	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Marçal	1	DEGEO-CTG-UFPE
7668	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
7681	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Marçal	2	DEGEO-CTG-UFPE
7684	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Santo Antônio	1	DEGEO-CTG-UFPE
7696	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Santo Antônio	1	DEGEO-CTG-UFPE
8163	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Marçal	1	DEGEO-CTG-UFPE
8167	<i>Tharrhias araripis</i>	Sítio Marçal	1	DEGEO-CTG-UFPE
8179	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8180	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8181	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8182	<i>Brannerion</i> sp	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8184	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8185	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8186	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8187	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8190	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8191	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8192	<i>Brannerion</i> sp	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8193	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
8195	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio São Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE

8196	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8252	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8253	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8254	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8255	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8259	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8264	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8266	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8267	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8268	<i>Araripepidotes temnurus</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8269	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8272	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8275	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8279	<i>Notelops brama</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8280	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8285	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8286	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8287	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8289	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8291	<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8292	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8294	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8295	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8297	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8301	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8302	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8305	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8307	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8308	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8322	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8326	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8331	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8337	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8346	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8350	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE

8353	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8354	<i>Neoprosocinetes penalvai</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8361	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8372	<i>Neoprosocinetes penalvai</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8374	<i>Notelops brama</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8405	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8439	<i>Brannerion sp</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8440	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8613	<i>Axelrodichthys araripensis</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8677	<i>Axelrodichthys araripensis</i>	Sítio Santo Antônio	1	DEGEO-CTG-UFPE
8838	<i>Notelops brama</i>	Sítio Santo Antônio	1	DEGEO-CTG-UFPE
8844	<i>Brannerion sp</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8845	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8846	<i>Notelops brama</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8848	<i>Brannerion sp</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8849	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8850	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8852	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8853	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8855	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8856	<i>Axelrodichthys araripensis</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8857	<i>Santanichthys diasii</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8859	<i>Santanichthys diasii</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8864	<i>Brannerion sp</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8867	<i>Brannerion sp</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8868	<i>Notelops brama</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8869	<i>Brannerion sp</i>	Sítio Cedro	1	DEGEO-CTG-UFPE
8933	<i>Axelrodichthys araripensis</i>	Sítio Saudade	1	DEGEO-CTG-UFPE
8937	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Santo Antônio	1	DEGEO-CTG-UFPE
8941	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Santo Antônio	1	DEGEO-CTG-UFPE
8934	<i>Brannerion sp</i>	Sítio Zé gomes	1	DEGEO-CTG-UFPE
8935	<i>Brannerion sp</i>	Sítio Santo Antônio	1	DEGEO-CTG-UFPE
8936	<i>Brannerion sp</i>	Sítio Santo Antônio	1	DEGEO-CTG-UFPE
8939	<i>Notelops brama</i>	Sítio Santo Antônio	1	DEGEO-CTG-UFPE

APÊNDICE C – Lista com os fósseis da região oeste

Número de Tombo	Espécie/Táxon	Procedência	Quantidade	Localização
15	<i>Brannerion</i> sp	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
23	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
78	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
79	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
82	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
83	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
84	<i>Notelops brama</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
88	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
90	<i>Brannerion</i> sp	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
91	<i>Notelops brama</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
92	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
95	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
96	<i>Brannerion</i> sp	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
98	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
100	<i>Brannerion</i> sp	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade

101	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
130	<i>Brannerion</i> sp	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
135	<i>Brannerion</i> sp	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
136	<i>Notelops brama</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
137	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
139	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
140	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
141	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Serrolândia	1	Secretaria de Educação de Trindade
283	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	2	DEGEO-CTG-UFPE
284	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
285	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
286	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
287	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
288	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
289	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
290	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	2	DEGEO-CTG-UFPE
291	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	2	DEGEO-CTG-UFPE
294	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
295	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
296	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
297	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
298	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
299	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
319	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
322	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
323	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
325	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	5	DEGEO-CTG-UFPE

326	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
327	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	3	DEGEO-CTG-UFPE
332	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
333	<i>Notelops e Rhacolepis</i>	Mina Alto Alegre	2	DEGEO-CTG-UFPE
335/355	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
337	<i>Notelops brama</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
338	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	2	DEGEO-CTG-UFPE
340	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	3	DEGEO-CTG-UFPE
348	<i>Notelops brama</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
350	<i>Notelops brama</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
354	<i>Brannerion sp</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
355	<i>Brannerion sp e Rhacolepis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
356	<i>Brannerion sp</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
360/363	<i>Calamopleurus cylindrivus</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
361	<i>Calamopleurus cylindrivus</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
364	<i>Calamopleurus cylindrivus</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
366	<i>Calamopleurus cylindrivus</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
374	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
379	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
381	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
387	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	2	DEGEO-CTG-UFPE
388/393	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
389	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
390	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
391	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
394	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE

395	<i>Santanichthys diasii</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
404	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
405	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
411	<i>Calamopleurus cylindrivus</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
412	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
417	<i>Brannerion</i> sp	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
422	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	2	DEGEO-CTG-UFPE
423	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	2	DEGEO-CTG-UFPE
425	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
426	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
428	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
429/431	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
430	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
432	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
434	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
437	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
439	<i>Brannerion</i> sp	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
440	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
441	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
2511	<i>Brannerion</i> sp	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7372	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7454	<i>Santanichthys diasii</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7458	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Serrolândia	1	DEGEO-CTG-UFPE
7459	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7461	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7462	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7463	<i>Notelops brama</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7465	<i>Araripelepidotes temnurus</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE

7467	<i>Neoproscinetes penalvai</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7470	<i>Notelops brama</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7473	<i>Calamopleurus cylindrivus</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7474	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7476	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7477	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7478	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7479	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7480	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7488	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7489	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7500	<i>Vinctifer comptoni</i>	Ladeira do Berlenga	1	DEGEO-CTG-UFPE
7501	<i>Vinctifer comptoni</i>	Ladeira do Berlenga	1	DEGEO-CTG-UFPE
7502	<i>Notelops e Brannerion sp</i>	Mina Alto Alegre	2	DEGEO-CTG-UFPE
7503	<i>Brannerion sp</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7504	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7654	<i>Vinctifer comptoni</i>	Ladeira do Berlenga	1	DEGEO-CTG-UFPE
7656	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7657	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7685	<i>Santanichthys diasii</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7686	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7687	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7689	<i>Tharrhias araripis</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7690	<i>Calamopleurus cylindrivus</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE
7717	<i>Santanichthys diasii</i>	Mina Alto Alegre	1	DEGEO-CTG-UFPE

8500	<i>Beurlenichthys ouricuriensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
8653	<i>Notelops brama</i>	Mina Serrolândia	1	DEGEO-CTG-UFPE
8672	<i>Santanichthys diasii</i>	Mina Serrolândia	5	DEGEO-CTG-UFPE
8673	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Serrolândia	1	DEGEO-CTG-UFPE
8674	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina Serrolândia	1	DEGEO-CTG-UFPE
8728	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Mina Serrolândia	1	DEGEO-CTG-UFPE
8730	<i>Calamopleurus cylindricus</i>	Mina Serrolândia	1	DEGEO-CTG-UFPE
8731	<i>Brannerion</i> sp	Mina Serrolândia	1	DEGEO-CTG-UFPE
8732	<i>Brannerion</i> sp	Mina Serrolândia	1	DEGEO-CTG-UFPE
8767	<i>Araripepidotes temnurus</i>	Ladeira do Berlenga	1	DEGEO-CTG-UFPE
9154	<i>Cladocycclus gardneri</i>	Sítio Escorrego	2	DEGEO-CTG-UFPE
9155	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9156	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9157	<i>Notelops brama</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9158	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9159	<i>Notelops brama</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9160	<i>Notelops brama</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9161	<i>Paraelops cearensis</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9162	<i>Brannerion</i> sp	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9163	<i>Tharrhias araripis</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9164	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9165	<i>Notelops brama</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9166	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9167	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9168	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9169	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9170	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9171	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE

9172	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9173	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9174	<i>Tharrhias araripis</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9175	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9176	<i>Cladocyclus gardneri</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9177	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9179	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9180	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9181	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9182	<i>Notelops brama</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9183	<i>Vinctifer comptoni</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9201	<i>Notelops brama</i>	Sítio Escorrego	1	DEGEO-CTG-UFPE
9205	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina Gregório	1	DEGEO-CTG-UFPE
9206	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina Gregório	1	DEGEO-CTG-UFPE
9207	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina Vale do Silício	1	DEGEO-CTG-UFPE
9208	<i>Vinctifer comptoni</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9209	<i>Rhacolepis buccalis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9210	<i>Notelops brama</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9211	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9212	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9213	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9214	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9215	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE

9216	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9217	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9218	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9219	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9507	<i>Santanichthys diasii</i>	Serra do Félix	1	DEGEO-CTG-UFPE
9508	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Serra do Inácio	1	DEGEO-CTG-UFPE
9511	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Serra do Inácio	1	DEGEO-CTG-UFPE
9512	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Serra do Inácio	1	DEGEO-CTG-UFPE
9513	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9514	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9515	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9516	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9517	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9518	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9519	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9520	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina VMB	1	DEGEO-CTG-UFPE
9521	<i>Clupavus brasiliensis</i>	Mina Vale do Silício	1	DEGEO-CTG-UFPE
9524	<i>Tharrhias araripis</i>	Ladeira do berlenga	1	DEGEO-CTG-UFPE

APÊNDICE D – Paleoictiofauna e associação fossilífera

Associação faunística encontrada no afloramento pé da Serra do Félix

Peixes	Invertebrados
<i>V. comptoni</i> <i>R. buccalis</i> <i>N. brama</i> <i>C. gardneri</i> <i>C. cylindricus</i> <i>T. araripis</i> <i>P. cearensis</i> <i>S. diasii</i>	<i>P. deliciosa</i>
	Ostracodes
	<i>Pattersonocypris</i> spp
	<i>P. angulata</i>
	Nanofósseis
	<i>Thoracosphaera</i> sp <i>Watznaueria</i> sp <i>Braarudosphaera</i> sp
Foraminíferos	
<i>Miliolinella</i> sp <i>Spirosigmoilina</i> sp <i>Quinqueloculina</i> sp <i>C. minutissima</i> <i>S. mínima</i>	<i>Pseudoguembelitra</i> sp <i>Astacolus</i> sp <i>Lingulonodosaria</i> sp <i>P. subcretacea</i>

Associação faunística encontrada no sítio Escorrego

Peixes		
<i>V. comptoni</i>	<i>C. gardneri</i>	<i>T. araripis</i>
<i>R. buccalis</i>	<i>C. cylindricus</i>	<i>P. cearensis</i>
<i>N. brama</i>	<i>Brannerion</i> sp.	<i>A. araripensis</i>
Invertebrados		
Paleomattea deliciosa		

Associação faunística encontrada na Mina VMB

Peixes	Invertebrados
<i>V. comptoni</i> <i>R. buccalis</i> <i>N. brama</i> <i>C. brasiliensis</i>	<i>P. deliciosa</i> <i>K. jamacaruensis</i>
Ostracodes	Foraminíferos

<i>D. grandiensis</i> <i>A. leguminella</i> <i>P. alta</i> <i>P. angulata</i> <i>P. salitrensis</i>	<i>Hedbergella Sp</i> <i>Pseudoguembelitra sp</i> <i>Gubkinella</i>
---	---

Associação faunística encontrada no sítio Zé Gomes

Peixes	Invertebrados
<i>V. comptoni</i> <i>R. buccalis</i> <i>N. brama</i> <i>C. gardneri</i> <i>C. cylindricus</i> <i>Brannerion sp.</i> <i>T. araripis</i> <i>N. penalvai</i> <i>A. temnurus</i> <i>P. cearensis</i> <i>S. diasii</i> <i>A. araripensis</i>	<i>P. deliciosa</i> Brachyura
	Foraminíferos
	<i>Quinqueloculina sp</i> <i>S. minina</i> <i>C. minutíssima</i> <i>P. reussi</i> <i>Pseudonodosaria sp</i>
Ostracodes	
<i>P. angulata</i> <i>P. salitrensis</i> <i>D. grandiensis</i> <i>D. minuta</i>	

Associação faunística encontrada no sítio Santo Antônio

Peixes		
<i>V. comptoni</i>	<i>C. cylindricus</i>	<i>P. cearensis</i>
<i>R. buccalis</i>	<i>Brannerion sp.</i>	<i>A. araripensis</i>
<i>N. brama</i>	<i>T. araripis</i>	
<i>C. gardneri</i>	<i>N. penalvai</i>	
Foraminíferos	Ostracodes	

<i>Quinqueloculina</i> sp <i>C minutissima</i> <i>Ellipsoidella</i> sp <i>Spirillina</i> sp <i>Pseudosaracenaria?</i> sp <i>P. sagittaria</i> <i>A. pusilla</i> <i>S. rajkae</i>	<i>D. grandiensis</i> <i>D. cf. minuta</i> <i>Paracypris</i> sp <i>P. salitrensis</i> <i>A. leguminella</i> <i>P. micropapillosa</i> <i>P. angulata</i> <i>Mongolianella</i> sp <i>Mantellina</i> sp
---	--

Associação faunística encontrada no afloramento de Serra do Mãozinha

Peixe	Invertebrados	
<i>V. comptoni</i> <i>R. bucallis</i> <i>N. brama</i> <i>C. cylindricus</i> <i>Brannerion</i> sp <i>A. araripensis</i>	<i>B. araripensis</i> <i>P. deliciosa</i> <i>Ceritidae</i> <i>Cassiopidae</i> <i>Corbulidae</i>	
Ostracodes	Dinoflagelados	
<i>P. micropapillosa</i>	Subtilisphaera spp Spiniferites/ <i>P. santonense</i> Batiacasphaera sp <i>S. scabrata</i> Oligosphaeridium sp Impagidium sp Criboperidium <i>S. senegalensis</i>	
Esporos		
<i>Cyathidites australis</i> <i>Cicatricosisporites</i> spp <i>Klukisporites</i> spp <i>Leptolepides</i> spp <i>C. pannuceus</i> <i>Echinatisporis</i> sp <i>A. potomacensis</i>		
Polens		
<i>E. tumulus</i> <i>Araucariacites</i> spp <i>Equiisetosporites</i> spp <i>B. regalli</i>	<i>E. troedssonii</i> <i>Gnetaceaepollenites</i> spp <i>Afropollis</i> spp <i>U. callosus</i>	<i>Callialasporites</i> spp <i>S. variverruca</i> <i>C. perforata</i> <i>Classopollis</i> spp