



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

GABRIEL LEVI BARBOSA LOPES

**PALEOECOLOGIA DA PALEOICTIOFAUNA DA FORMAÇÃO ROMUALDO,
CRETÁCEO INFERIOR DA BACIA DO ARARIPE, ARARIPE PERNAMBUCANO,
NE DO BRASIL**

Recife
2019

GABRIEL LEVI BARBOSA LOPES

Paleoecologia da Paleoictiofauna da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do
Araripe, Araripe Pernambucano, NE do Brasil

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geociências da Centro de Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em geociências

Área de concentração: Geologia Sedimentar e Ambiental

Orientador(a): Prof.^a Dr.^a Alcina Magnólia da Silva Franca

Recife

2019

Catálogo na fonte
Bibliotecário: Josias Machado da Silva Jr./ CRB4-1690 UFPE (BCTG)

- L864p Lopes, Gabriel Levi Barbosa.
Paleoecologia da paleoictiofauna da formação Romualdo, cretáceo inferior da bacia do Araripe, Araripe Pernambucano, NE do Brasil / Gabriel Levi Barbosa Lopes . – Recife, 2019.
109f., il., figs., sigl.
- Orientador: Prof.^a Dr.^a Alcina Magnólia da Silva Franca
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2019.
Inclui referências e apêndices.
1. Geociências. 2. Paleoictiofauna. 3. Araripe Pernambucano. 4. Paleoautoecologia. 5. Paleobiomecânica. I. Franca, Alcina Magnólia da Silva (orientador). II. Título.

UFPE

551 CDD (22.ed)

BCTG-2019/ 432

GABRIEL LEVI BARBOSA LOPES

**PALEOECOLOGIA DA PALEOICTIOFAUNA DA FORMAÇÃO ROMUALDO,
CRETÁCIO INFERIOR DA BACIA DO ARARIPE, ARARIPE PERNAMBUCANO,
NE DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geociências da
Universidade Federal de Pernambuco,
como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestra em Geociências.

Aprovada em: 30/05/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Alcina Magnólia da Silva Franca (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof.^a Dr.^a Valéria Gallo da Silva (Examinadora Externa)
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Prof.^a Dr.^a Márcia Aparecida dos Reis Polck (Examinadora Externa)
Departamento Nacional de Produção Mineral

A Deus e a minha família que sempre me apoiou em minhas decisões com muito amor e carinho.

A minha amiga e professora de biologia do Ensino Médio Graziella de Sá Gattai, que sempre me incentivou a cultivar o amor pela biologia.

A minha orientadora Alcina Magnólia da Silva Franca, que com muita paciência me orientou nesse trabalho,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal de Pernambuco e ao programa de Pós-graduação em Geociências;

Agradeço a CAPES pela concessão da bolsa de mestrado, possibilitando o desenvolvimento deste trabalho;

Agradeço a Professora Alcina Magnólia da Silva Franca pelas orientações na execução deste trabalho e pela paciência que dedicou ao mesmo;

Agradeço a minha família, por sempre me apoiar; Sem o apoio dela nada do que fiz até hoje teria dado certo;

Agradeço aos meus amigos do PALEOLAB, eternos companheiros, que tornam os dias de trabalho no laboratório mais divertido e empolgante;

Agradeço ao Johnson Sarmiento, pela ajuda na produção do mapa;

Agradeço aos meus amigos Anny, Yumi, Rudah, Rilda, Ludmila e Rizoaldo, por me auxiliar em conversas sobre meu trabalho e pela bibliografia compartilhada;

Agradeço a todos os meus amigos fora do laboratório, que me acompanharam até aqui. Sem o apoio de vocês tudo isso seria ainda mais difícil;

Agradeço aos professores que contribuíram para a minha formação até o presente momento, que continuem inspirando outros discentes como eu;

Agradeço também aos membros da banca pelas suas contribuições para o enriquecimento deste trabalho.

RESUMO

A paleoictiofauna da Araripe é conhecida mundialmente pela excepcional preservação e diversidade dos fósseis. Diversos pesquisadores já realizaram estudos abordando a taxonomia, porém, poucas publicações abordam a paleoecologia dos peixes. Estudos realizados na porção N-NE da bacia, no estado do Ceará, são bem mais expressivos do que os realizados no Araripe pernambucano (S-SW da bacia). Por isso, o objetivo desse estudo é realizar um levantamento da diversidade e inferências paleoecológicas da paleoictiofauna da Formação Romualdo (Cretáceo Inferior) no Araripe pernambucano. O material de estudo, 564 fósseis resultou de coletas de campo e de levantamento do acervo da coleção científica do Departamento de Geologia da UFPE, sendo proveniente dos municípios de Araripina, Exu, Trindade, Ipubi e Ouricuri. Os táxons foram identificados e com base na riqueza de espécies foi aplicado o índice de Shannon-Wiener, mostrando os municípios de maior índice de diversidade, além disso foi feito um diagrama mostrando a abundância das espécies. A paleoictiofauna do Araripe pernambucano é formada por 13 táxons: *Vinctifer comptoni*, *Rhacoleps buccalis*, *Cladocycclus gardneri*, *Brannerion* sp, *Notelops brama*, *Tharrias araripis*, *Calamopleurus cylindricus*, *Santanichthyes diasii*, *Neoprosclinetes penalvai*, *Axelrodichthys araripensis*, *Araripelepidotes temnurus*, *Paraelops cearensis* e *Iansan beurleni*. Dos cinco municípios estudados Ipubi apresenta maior índice de diversidade e a paleoictiofauna pernambucana é semelhante ao município de Jardim, posteriormente Missão velha e Santana, cuja fauna foi relatada por Maisey (1991). A análise paleoecológica, consistiu em analisar as adaptações morfológicas como morfologia corporal, orientação bucal e tipo de dentição, contribuindo na compreensão do hábito de vida desses organismos. Foi visto que a grande maioria dos peixes possui corpo fusiforme adaptado para velocidade de natação, com exceção de *Brannerion* sp., *N. penalvai* e *a. araripensis* que são peixes mais adaptados movimentos de manobrabilidade e *Iansan beurleni*, conferindo mais estabilidade próximo ao substrato. A maioria das espécies possuem uma plasticidade alimentar específica, apresentando hábito alimentar carnívoro (piscívoro), a minoria por sua vez alimentava-se de invertebrados (*N. penalvai*, *Iansan beurleni* e *Brannerion* sp) e eram suspensívoras (*T. araripis* e *S. diasii*). A correlação dessas adaptações permitiu inferir sobre a posição dos peixes ao longo da coluna d'água, além de realizar a construção de uma teia trófica conhecendo as interações interespecíficas da paleoictiofauna do Araripe pernambucano.

Palavras-chave: Paleoictiofauna. Araripe pernambucano. Paleoautoecologia. Paleobiomecânica.

ABSTRACT

The paleoictiofauna of the Araripe is known worldwide for its exceptional exception and diversity of fossils. Several researchers are already conducting studies on taxonomy, but few publications address the paleoecology of fish. Studies carried out in the N-NE portion of the basin, in the state of Ceará, are much more expressive than those carried out in Araripe Pernambuco (S-SW of the basin). Therefore, the aim of this study is to survey the diversity and paleoecological inferences of the paleoictiofauna of the Romualdo Formation (Lower Cretaceous) in Pernambuco Araripe. The study material, 564 fossils resulting from field collections and survey of the collection of scientific collections of the Department of Geology of UFPE, being proven by the municipalities of Araripina, Exu, Trindade, Ipubi and Ouricuri. The taxa were used and based on the species richness applied to the Shannon-Wiener index, showing the municipalities with the highest diversity index, and a diagram showing the species was made. A paleoictiofauna from Pernambuco Araripe is formed by 13 taxa: *Vinctifer comptoni*, *Rhacoleps buccalis*, *Cladocycclus gardneri*, *Brannerion* sp, *Notelops brama*, *Tharrias araripis*, *Calamopleurus cylindricus*, *Santanichthyelias della arleipe*. Pernambuco similar to the municipality of Jardim, later Missão Velha and Santana, whose fauna was reported by Maisey (1991). A paleoecological analysis consists of analyzing how morphological adaptations such as body morphology, oral orientation and type of dentition, contributing to the understanding of the life habits of these organisms. Most fish species have been found to have a body adapted for swimming speed, except for *Brannerion* sp., *N. penalvai* and *a. araripensis* fish that are more adapted to maneuverability movements and *iansan beurleni*, giving more stability near the substrate. Most species have a species of specified dietary plasticity, a minority species in turn fed on invertebrates (*N. penalvai*, *Iansan beurleni* and *Brannerion* sp) and were suspensive (*T. araripis* and *S. diasii*)) A correlation of these adaptations allowed to infer on the position of the fish along the water column, besides making a construction of a trophic web known as interspecific interactions of the paleoofauna of the Pernambuco araripe.

Keywords: Paleoictiofauna. Araripe pernambucan. Paleoautoecology. Paleobiomechanics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 - Afloramento com nódulos calcários presentes nos folhelhos da Formação Romualdo.....20
- Figura 2 - *Vinctifer comptoni* preservado em nódulo calcário coletado nos rejeitos da mineradora de gipsita.....21
- Figura 3 - Mapa mostrando a área de estudo composta por cinco municípios do Araripe pernambucano e sítios de coletas. Legenda: 1) Mina Isaques; 2) Sítio Arrojado; 3) Mina Trevo; 4) Mina Arrojado; 5) Mina Santo Antônio; 6) Lagoa grande; 7) Mina Abel; 8) Mina Aricandura; 9) Mina Capim; 10) Mina Coco knauf; 11) Lagoa de Dentro; 12) Mina Edinho; 13) Mina Ferraz; 14) Mina Flamengo; 15) Mina Gregório; 16) Fazenda Morada Nova; 17) Fazenda Serra do Enoque; 18) Fazenda Torre Grande; 19) Serra da Pitombeira; 20) Mina Gesso moderno; 21) Sítio lagoinha; 22) Mineradora Qualiminas; 23) Mineradora Alto Bonito; 24) Mineradora Agaci; 25) Mina Casa de Pedra; 26) Mina Antônio Simão; 27) Mina Siqueira; 28) Sítio Escorrego; 29) Mina das aixas; 30) Mina Serrolândia antiga; 31) Sítio Marçal; 32) Sítio Saudade; 33) Sítio São Felix; 34) Sítio Cedro; 35) Sítio Santo Antônio; 36) Sítio Zé Gomes; 37) Mina Zé Gomes; 38) Ladeira Zé Gomes; 39) Brejo II e 40) Sítio Massapê22
- Figura 4 - Trabalho realizado em Campo. Legenda: A e B – Coleta dos nódulos calcários presentes no afloramento; C – Coleta de material no rejeito das mineradoras de gipsita; D – Organização do material coletado nos sítios fossilíferos.....24
- Figura 5 - Representação esquemática para exemplificar a mensuração do ângulo da orientação bucal dos peixes. Legenda: A – Superior; B – Ventral; C – Terminal; D – Inferior. Em cinza escuro é visto o plano tangencial dos lábios; A linha azul representa o eixo vertical, perpendicular ao eixo longitudinal; A linha cinza claro representa o eixo longitudinal. A linha verde representa o ângulo da orientação bucal tendo como referência o eixo longitudinal e vertical.....27

Artigo 1

- Figura 1 - Mapa de localização dos municípios no estado de Pernambuco e as localidades de estudo. 1) Mina Isaques; 2) Sítio Arrojado; 3) Mina Trevo; 4) Mina Arrojado; 5)

Mina Santo Antônio; 6) Lagoa grande; 7) Mina Abel; 8) Mina Aricandura; 9) Mina Capim; 10) Mina Coco knauf; 11) Lagoa de Dentro; 12) Mina Edinho; 13) Mina Ferraz; 14) Mina Flamengo; 15) Mina Gregório; 16) Fazenda Morada Nova; 17) Fazenda Serra do Enoque; 18) Fazenda Torre Grande; 19) Serra da Pitombeira; 20) Mina Gesso moderno; 21) Sítio lagoinha; 22) Mineradora Qualiminas; 23) Mineradora Alto Bonito; 24) Mineradora Agaci; 25) Mina Casa de Pedra; 26) Mina Antônio Simão; 27) Mina Siqueira; 28) Sítio Escorrego; 29) Mina das aixas; 30) Mina Serrolândia antiga; 31) Sítio Marçal; 32) Sítio Saudade; 33) Sítio São Felix; 34) Sítio Cedro; 35) Sítio Santo Antônio; 36) Sítio Zé Gomes; 37) Mina Zé Gomes; 38) Ladeira Zé Gomes; 39) Brejo II e 40) Sítio Massapê.....	36
Figura 2 - Diversidade e frequência das espécies na Formação Romualdo na porção SW da Bacia Sedimentar do Araripe, Pernambuco. FA- Frequência absoluta (quantidade de todas as espécies); FR – Frequência relativa.....	38
Figura 3 - <i>Iansan beurleni</i> , <i>Condrichthys</i> , espécie rara no Araripe pernambucano (DEGEO/CTG/UFPE/2510, Holótipo)	39
Figura 4 - Peixes da Formação Romualdo, Araripe pernambucano. Escala em 10cm. A. <i>Axelrodichthys araripensis</i> (DEGEO/CTG/UFPE/8729); B. <i>Paraelops cearensis</i> (DEGEO/CTG/UFPE/8726); C- <i>Araripelepidotes temnurus</i> (DEGEO/CTG/UFPE/8268).....	40
Figura 5 - Peixes da Formação Romualdo, Araripe pernambucano. A. <i>Neoproscinetes penalvai</i> (DEGEO/CTG/UFPE/8266) – Escala em 10cm; B. <i>Santanichthys diasii</i> (DEGEO/CTG/UFPE/403) – Escala em 2mm.....	41
Figura 6 - Peixes da Formação Romualdo, Araripe pernambucano. Escala em 10cm. A. <i>Notelops brama</i> (DEGEO/CTG/UFPE/414); B. <i>Rhacolepis buccalis</i> (DEGEO/CTG/UFPE/7458); C. <i>Vinctifer comptoni</i>	42
Figura 7 - Peixes da Formação Romualdo, Araripe pernambucano. Escala em 10cm. A e B. <i>Brannrion</i> sp, (DEGEO/CTG/UFPE/2511 e DEGEO/CTG/UFPE/8936); C. <i>Tharrhias araripis</i> - DEGEO/CTG/UFPE/8267).....	43
Figura 8 - Peixes da Formação Romualdo, Araripe Pernambuco. Escala em 10cm. A. Crânio <i>Calamopleurus cylindricus</i> (DEGEO/CTG/UFPE/8307); B. <i>Cladocycclus gardneri</i> , (DEGEO/CTG/UFPE/8253).....	44
Figura 9 - Abundância das espécies de peixes, de acordo com seu valor percentual, no Araripe pernambucano, porção sudeste da Bacia Sedimentar do Araripe.....	46

Artigo 2

- Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo. Em cinza, os municípios de proveniência do material de estudo.....55
- Figura 2 - Representação esquemática para realizar a mensuração do ângulo referente à orientação bucal dos peixes: A – Superior; B – Ventral; C – Terminal; D – Inferior. Em cinza escuro é visto o plano tangencial dos lábios; A linha azul representa o eixo vertical, perpendicular ao eixo longitudinal; A linha cinza claro representa o eixo longitudinal. A linha verde representa o ângulo da orientação bucal tendo como referência o eixo longitudinal e vertical.56
- Figura 3 - Peixes do Araripe pernambucano com corpo fusiforme. A – *Tharrias araripis* (DEGEO/CTG/UFPE/8267); B – *Vinctifer comptoni* e; C – *Notelops brama* (DEGEO/CTG/UFPE/414).....58
- Figura 4 - Outras morfologias corporais presentes na paleoictiofauna do Araripe pernambucano. A – Corpo curto, *Branneron* (DEGEO/CTG/UFPE/2511); B – Corpo alto e comprimido lateralmente, *Neoproscinetes penalvai* (DEGEO/CTG/UFPE/8266); C – Corpo Achatado dorso-ventralmente, *Iansan beurleni* (DEGEO/CTG/UFPE/2510 Holótipo); D – Corpo alongado, *Axelrodichthys araripensis* (DEGEO/CTG/UFPE/8729).....59
- Figura 5 - Figura 5 Tipos de escamas dos peixes do araripe. A – Escamas ganóides, *Araripelepidotes temnurus* (DEGEO/CTG/UFPE/8541). B – Escamas elasmóides, *Notelops brama* (DEGEO/CTG/UFPE/8727); C – Escamas elasmóides, *Cladocycclus gardneri* (DEGEO/CTG/UFPE/8253); D – Escamas retangulares de *Vinctifer comptoni* (DEGEO/CTG/UFPE/7477).....60
- Figura 6 - Orientação bucal dos peixes do Araripe pernambucano. Escala 10cm. A – Boca inferior, *Neoproscinetes penalvai* (DEGEO/CTG/UFPE/8252); B – Boca superior, *Cladocycclus gardneri* (DEGEO/CTG/UFPE/8654); C – Boca terminal, *Calamopleurus cylindricus* (DEGEO/CTG/UFPE/8307).....61
- Figura 7 - Morfologia dos dentes de peixes do Araripe pernambucano. A – Dentes cônicos, *Cladocycclus gardneri* (DEGEO/CTG/UFPE/8654), escala 8cm; B – Esquema dos dentes cônicos; C – Dentes viliformes, *Rhacolepis buccalis* (DEGEO/CTG/UFPE/7458) – escala 2mm; D – Esquema dos dentes viliformes; E – Dentes molariformes, Dentes do picnodontídeo *N. penalvai* (DEGEO/CTG/UFPE/7563), escala 5cm; F – Esquema dos dentes molariformes.....63

Figura 8 - Distribuição da paleoictiofauna do Araripe pernambucano ao longo da coluna d'água. 1 – *Araripelepidotes temnurus*; 2 – *Axelrodichthys araripensis*; 3 – *Brannerion* sp.; 4 – *Calamopleurus cylindricus*; 5 – *Cladocyclus gardneri*; 6 – *Iansan beurleni*; 7 – *Neoproscinetes penalvai*; 8 – *Notelops brama*; 9 – *Paraelops cearensis*; 10 – *Rhacolepis buccalis*; 11 – *Santanichthys diasii*; 12 – *Tharrias araripis*; 13 – *Vinctifer comptoni*; 14 – Gastrópodes; 15 – Equinoides; 16 – Ostracodes; 17 – Bivalves.65

Figura 9 - Teia trófica da paleoictiofauna do Araripe pernambucano. As setas partem da presa sentido predador. 1 – *Araripelepidotes temnurus*; 2 – *Axelrodichthys araripensis*; 3 – *Brannerion* sp.; 4 – *Calamopleurus cylindricus*; 5 – *Cladocyclus gardneri*; 6 – *Iansan beurleni*; 7 – *Neoproscinetes penalvai*; 8 – *Notelops brama*; 9 – *Paraelops cearensis*; 10 – *Rhacolepis buccalis*; 11 – *Santanichthys diasii*; 12 – *Tharrias araripis*; 13 – *Vinctifer comptoni*; 14 – Gastrópodes; 15 – Equinoides; 16 – Ostracodes; 17 – Bivalves.....69

LISTA DE SIGLAS

UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
CTG	Centro de Tecnologia em Geociências
DGEO	Departamento de Geologia
PALEOLAB	Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Pernambuco
CE	Ceará
PI	Piauí
PE	Pernambuco
N	Norte
NE	Nordeste
N-NE	Norte-Nordeste
S	Sul
S-SW	Sul-Sudeste

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS GERAIS	17
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	CONTEXTO GEOLÓGICO	18
3.1	BACIA DO ARARIPE	18
3.2	GRUPO SANTANA	18
3.2.1	Formação Barbalha	19
3.2.2	Formação Crato	19
3.2.3	Formação Ipubi	19
3.2.4	Formação Romualdo	20
4	ÁREA DE ESTUDO	22
5	MATERIAL E MÉTODO	23
5.1	MATERIAL	23
5.2	MÉTODO	23
5.2.1	Trabalho de Campo	23
5.2.2	Trabalho de Laboratório	25
6	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
6.1	ADAPTAÇÃO DOS PEIXES	28
6.2	A PALEOICTIOFAUNA DA FORMAÇÃO ROMUALDO	29
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
7.1	ARTIGO 1 – A PALEOICTIOFAUNA DA FORMAÇÃO ROMUALDO, CRETÁCEO INFERIOR, DA BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE, PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL	31
7.2	ARTIGO 2 – PALEOECOLOGICAL AND BIOMECHANICAL INFERENCES REGARDING THE PALEOICHTHYOFAUNA OF THE ROMUALDO FORMATION, LOWER CRETACEOUS OF THE ARARIPE BASIN, PERNAMBUCO, NORTHEAST OF BRAZIL	31
8	CONCLUSÃO	74
	REFERÊNCIAS.....	76
	APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DOS FÓSSIS DE ARARIPINA	85

APÊNDICE B – LEVANTAMENTO DOS FÓSSEIS DE EXU	91
APÊNDICE C – LEVANTAMENTO DOS FÓSSEIS DE TRINDADE	97
APÊNDICE D – LEVANTAMENTO DOS FÓSSEIS DE IPUBI	102
APÊNDICE E – LEVANTAMENTO DOS FÓSSEIS DE OURICURI	107

1 INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe apresenta uma grande diversidade em sua paleoictiofauna, cujo conhecimento se deu através de diversos trabalhos objetivando a descrição de espécime fósseis presentes nos nódulos calcários. Tais estudos datam desde o século XIX, que inicialmente foi feito pelo suíço Louis Agassiz, mais precisamente em (1841), descrevendo as primeiras sete espécies: *Aspidorhynchus comptoni* (atualmente *Vinctifer comptoni*), *Lepidotus temnurus* (*Araripelipidotes temnurus*), *Rhacolepis brama* (*Notelops brama*), *Rhacolepis latus* (*Brannerion latum*), *Rhacolepis buccalis*, *Cladocyclus gardneri* e *Calamopleurus cylindricus* (CARVALHO e SANTOS, 2005).

Atualmente de acordo com Polck et al (2015), relata a presença de osteichthyes e chondrichthyes. Os chondrichthyes possuem a família Hybodontidae, representada por um tubarão, *Tribodus limae* Brito e Ferreira, 1989, além de duas espécies de arraia exemplificada pela raia *Iansan beurleni* (Santos 1968) e *Stahlraja sertanensis* Brito et al, 2013, ambas com família *Incertae sedis* (POLCK et al, 2015).

Os actinopterygii presentes no Araripe são compostos por 13 famílias, sendo elas: 1) Semionotidae, representadas por *Araripelipidotes temnurus* (Agassiz, 1841) e *Lepidotus wenzae* Brito e Gallo, 2003; 2) Obaichthyidae, com *Obaichthys decoratus* Wenz e Brito, 1992 e *Dentilepisosteus laevis* (Grande, 2010); 3) Pycnodontidae, com *Neoproscinetes penalvai* (Santos, 1970) e *Iemanja palma* Wenz, 1989; 4) Amiidae, conhecida pelo *Calamopleurus cylindricus* Agassiz, 1841 e *Cratoamia gondwanica* Brito, et al., 2008; 5) Oshuniidae (*Oshunia brevis* Wenz e Kellner, 1986); 6) Ophiopsidae (*Placidichthys bidorsalis* Brito, 2000); 7) Aspidorhynchidae (*Vinctifer comptoni* (Agassiz, 1841) e *Belonostomus* sp Agassiz, 1834; 8) Cladocyclidae (*Cladocyclus gardneri* Agassiz, 1841); 9) Araripichthyidae (*Araripichthys castilhoi* Santos, 1985); 10) Albulidae (*Brannerion latum* Agassiz, 1841 e *Brannerion vestitum* Jordan e Branner, 1908 – *Brannerion* sp A e *Brannerion* sp B (Forey e Maisey, 2010) e *Bullichthys santanensis* Mayrinck, et al., 2010; 11) Pachyrhizodontidae, com *Rhacolepis buccalis* Agassiz, 1841; 12) Notelopidae, *Notelops brama* Woodward, 1901; 13) Chanidae, representada por *Tharrhias Araripis* Jordan e Branner, 1908 e *Dastilbe crandalli* Jordan, 1910. Além disso, há táxons que possuem família *incertae sedis*, como *Santanichthys diasii* (Santos, 1958), *Santanaclupea silvasantosi* Maisey, 1993, *Beurlenichthys ouricuriensis* Figueiredo & Gallo, 2004, *Paraelops cearensis* (Santos, 1971) e *Santanasalmo elegans* Gallo, et al., 2009. A classe Sarcopterygii é representada pela família *Mawsoniidae*, com as espécies

Mawsonia gigas Woodward in Mawson e Woodward, 1907 e *Axelrodichthys araripensis* Maisey, 1986. (POLCK et al, 2015).

Além de trabalhos de descrição, a paleoictiofauna da Bacia do Araripe é alvo de estudos sobre paleoecologia. Santos e Valença (1968) realizaram os primeiros estudos paleoecológicos sobre a paleoictiofauna da Bacia do Araripe. Maisey (1994), Oliveira et al (2006), Brito, et al., (2010), Voltani (2011) e Duque e Barreto (2018), também contribuíram com estudos sobre o tema.

O foco desse trabalho é investigar a diversidade, associação fossilífera e aspectos paleoecológicos da paleoictiofauna da Formação Romualdo, na porção S-SW da Bacia Sedimentar do Araripe, atualizando as informações nesse contexto da bacia.

2 OBJETIVO GERAL

Realizar estudo taxonômico e paleoecológico da paleoictiofauna da Formação Romualdo no Araripe pernambucano, contribuindo com novos dados sobre diversidade, associação fossilífera e aspectos paleoecológicos, atualizando as informações nesse contexto da porção S-SW da Bacia Sedimentar do Araripe.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar trabalhos de campo, levantar as localidades fossilíferas e coleta de fósseis em mineradoras de gipsita e afloramentos naturais (sítios) em cinco municípios do Araripe pernambucano: Araripina, Exu, Trindade, Ipubi e Ouricuri;
- Levantamento e revisão sistemática dos peixes fósseis da Formação Romualdo, provenientes do Araripe pernambucano depositados na Coleção Científica do Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (DGEO-CTG-UFPE), incluindo o acervo ao material de estudo;
- Identificar as espécies estudadas, realizar análise estatística da fauna, por município, e no Araripe pernambucano, além de comparar com a fauna do Araripe cearense, porção N-NE da Bacia do Araripe;
- Análise dos atributos ecomorfológicos dos peixes (forma do corpo, nadadeiras, orientação da boca, entre outros) e inferir sobre como essas características influenciaram o hábito de vida da paleoictiofauna do Araripe pernambucano.

3 CONTEXTO GEOLÓGICO

Á seguir serão apresentadas características importantes sobre a Bacia do Araripe, o Grupo Santana e as formações geológicas que o compõe, destacando a litologia e os organismos fósseis encontrados em cada formação.

3.1 BACIA DO ARARIPE

De todas as bacias sedimentares do interior do nordeste brasileiro, a Bacia do Araripe é a bacia mais extensa, totalizando uma área de 9.000Km². Seus depósitos sedimentares não estão detidos apenas na chapada do Araripe, mas também ocupam a região do vale do Cariri (ASSINE,1992). Além disso, é importante destacar que ela abrange três estados da região nordeste, os quais consistem no estado de Pernambuco, Ceará e Piauí, estando situada a sul do lineamento Patos e apresentando um embasamento cristalino constituído de rochas que datam do Pré-cambriano.

De acordo com Assine et al (2014) a Bacia do Araripe é uma bacia sedimentar poligenética, pois as megassequências que constituem a estratigrafia da bacia foram depositadas em diferentes estágios tectônicos. A bacia apresenta depósitos sedimentares de idade paleozóica (Formação Cariri – Siluriano/Devoniano) que aflora na região leste da bacia (ASSINE, 1992). Depósitos de idade jurássica (formações Missão Velha, Brejo Santo e Abaiara – Neojurássico) (FAMBRINI et al, 2013) e depósitos de idade correspondente ao intervalo Aptiano-Albiano, cujos mesmos são representados pelo Grupo Santana e alvo de diversos estudos paleontológicos.

Tais estudos tiveram início durante o século XIX e com o passar dos anos houve um grande crescimento na realização dos mesmos. Grande parte tiveram um foco paleontológico, visando promover a identificação do conteúdo fossilífero e inferências paleoecológicas (CARVALHO e SANTOS, 2005). A quantidade e qualidade de preservação do registro fóssil faz da bacia um sítio paleontológico de conservação *lagerstätte*.

3.2 GRUPO SANTANA

De acordo com Fambrinni (2013) o Grupo Santana corresponde ao estágio pós-rifte I de idade Aptiano-Albiano. Seguindo a classificação de Assine et al., (2014), a Bacia do Araripe é composta pelas formações Barbalha, Crato, Ipubi e Romualdo (da base para o topo respectivamente). Além disso, o Grupo Santana é destaque na bacia pela presença de um ciclo transgressivo/regressivo completo e por conter nódulos calcários e folhelhos com a presença de fósseis, ambos estando presentes na Formação Romualdo.

3.2.1 Formação Barbalha

A Formação Barbalha é a unidade basal que compõe o Grupo Santana. Baseado em Fambrinni et al (2015), marca o ponto inicial da fase pós-rifte, cujas fácies sedimentar apresenta a litologia, estruturas sedimentares e conteúdo fossilífero próprio de origem continental, refletindo um sistema deposicional do tipo flúvio-laustre. Sua litologia é representada por arenitos de granulação fina a média, sendo intercalados por lamitos de coloração amarela e vermelha, apresentando estratificação cruzada (ASSINE, 1992).

3.2.2 Formação Crato

A sedimentação que compõe a Formação Crato indica um sistema deposicional com característica lacustre que sofria influência de clima quente e seco, com variações sazonais, apresentando camadas que ultrapassam 20 metros de altura (PINHEIRO, 2011). Sua litologia é formada por rocha calcária (calcário laminado), que é dividida em seis pacotes (C1 a C6), que são micríticos laminados e ritmitos argila-carbonato com coloração bege, cinza e marrom (VIANA e NEUMANN, 2002).

O registro fóssil da Formação Crato é composto por diversos organismos desde plantas gimnospermas e angiospermas (BIEMANN, 2012; RENDÓN, 2006) e animais invertebrados e vertebrados (CAMPOS, 2011; CARVALHO et al., 2012; CARVALHO e LOURENÇO, 2000; OLIVEIRA, 2007; POLCK, et al., 2015).

3.2.3 Formação Ipubi

A Formação Ipubi é limitada em sua base pela Formação Crato e seu topo pela Formação Romualdo. Sua litologia é caracterizada pela presença de folhelhos pirobetuminosos de cor preta e evaporitos que são representados principalmente por gipsita e anidrita, cujas fácies sedimentares permitem realizar a interpretação de que era um sistema semelhante a uma salina de clima árido (ASSINE, 2014).

O estudo e exploração na Formação Ipubi é importante pois de acordo com Campos (2011), a gipsita torna o Araripe uma das maiores fontes de gesso do Brasil e os seus folhelhos pirobetuminosos abrigam os fósseis da formação, que consistem em, conchostraceos, ostracodes, tartarugas (OLIVEIRA et. al, 2011), peixes e plantas (FILHO, 2011).

3.2.4 Formação Romualdo

No topo do Grupo Santana encontra-se a Formação Romualdo, cuja espessura atinge mais de 150 metros (MABESOONE e TINOCO, 1973). Sua litologia é bastante diversificada, pois sua porção inferior é composta por arenitos que sofrem um aumento de espessura quando segue em direção ao centro da bacia, apresentando também conglomerados com gradação normal (afinamento do grão da base para o topo), folhelhos pretos com intercalações de calcários, lamitos e siltitos de cor verde (ASSINE et al., 2014) e entre esses folhelhos, estão presente nódulos calcários fossilíferos (figura 1).

A formação Romualdo reflete diversos ambientes, como fluvio-lacustre, estuarino e marinho raso, este último localizado no topo da formação. Um dos motivos que corroboram a presença desses ambientes na formação é a presença e diversidade de invertebrados (gastrópodes, bivalveos e equinoides), cuja a distribuição ocupava esses (PEREIRA, et al., 2017; PRADO, et al., 2016).

Figura 1 - Afloramento com nódulos calcários nos folhelhos da Formação Romualdo.



Fonte: O Autor, 2019

O grau de preservação desses fósseis (figura 2) e a grande quantidade e diversidade de organismos tornam esse depósito um sítio paleontológico conhecido mundialmente como fossil-lagerstätte (KELLNER, 2002). Os organismos preservados consistem em plantas, invertebrados, testudines, arcossauros, icnofósseis, microfósseis e peixes, além da presença de icnofósseis (AIRES, 2013; CARVALHO, 2015; DUQUE e BARRETO, 2018; KELLNER, et

al., 2013; LIMA, et al, 2012; LIMA, 2013; MAISEY, 1991; NAISH, et al., 2004; OLIVEIRA, 2007; PINHEIRO, et al., 2014).

Figura 2 - *Vinctifer comptoni* preservado em nódulo calcário coletado nos rejeitos da mineradora de gipsita.



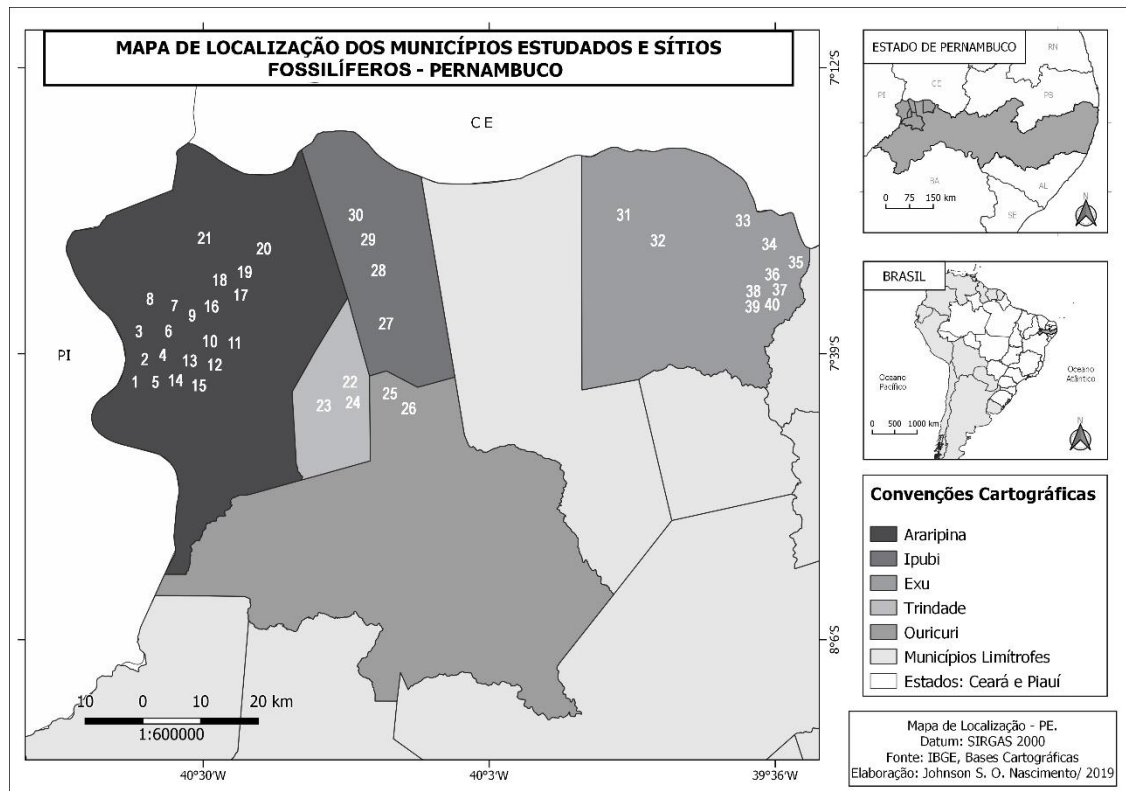
Fonte: O Autor, 2019

O grupo dos peixes por sua vez, é o mais representativo dos fósseis preservados na Formação Romualdo. Os estudos da paleoictiofauna foram iniciados no ano de 1841, quando Louis Agassiz, ictiólogo suíço recebeu espécimes fósseis do botânico inglês George Gardner que visitou a chapada em 1840 e através desses fósseis Agassiz descreveu os primeiros espécimes da paleoictiofauna (CARVALHO e SANTOS, 2005).

4 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo localiza-se em cinco municípios do Araripe pernambucano, porção sul-sudoeste da Bacia Sedimentar do Araripe. No município de Araripina foram investigadas 21 localidades, entre sítios e mineradoras; no município de Exu, 10 sítios; 4 sítios em Ipubi; 3 mineradoras de Trindade e; 2 mineradoras de Ouricuri. A Figura 3 apresenta a área de estudo e as localidades visitadas.

Figura 3 - Mapa da área de estudo composta por cinco municípios do Araripe pernambucano e sítios de coletas.



Fonte: O Autor, 2019

Legenda: 1) Mina Isaques; 2) Sítio Arrojado; 3) Mina Trevo; 4) Mina Arrojado; 5) Mina Santo Antônio; 6) Lagoa grande; 7) Mina Abel; 8) Mina Aricandura; 9) Mina Capim; 10) Mina Coco knauf; 11) Lagoa de Dentro; 12) Mina Edinho; 13) Mina Ferraz; 14) Mina Flamengo; 15) Mina Gregório; 16) Fazenda Morada Nova; 17) Fazenda Serra do Enoque; 18) Fazenda Torre Grande; 19) Serra da Pitombeira; 20) Mina Gesso moderno; 21) Sítio lagoinha; 22) Mineradora Qualiminas; 23) Mineradora Alto Bonito; 24) Mineradora Agaci; 25) Mina Casa de Pedra; 26) Mina Antônio Simão; 27) Mina Siqueira; 28) Sítio Escorrego; 29) Mina das aixas; 30) Mina Serrolândia antiga; 31) Sítio Marçal; 32) Sítio Saudade; 33) Sítio São Felix; 34) Sítio Cedro; 35) Sítio Santo Antônio; 36) Sítio Zé Gomes; 37) Mina Zé Gomes; 38) Ladeira Zé Gomes; 39) Brejo II e 40) Sítio Massapê.

5 MATERIAL E MÉTODO

Nessa seção serão abordadas todas as metodologias utilizadas na identificação das espécies e nas inferências paleoautoecológicas, além de todo material coletado e sua procedência.

5.1 MATERIAL

O material de estudo consiste de 562 fósseis de peixes da Formação Romualdo, possíveis de serem identificados em nível de gênero ou de espécie, sendo 458 exemplares provenientes da coleção científica paleontológica do Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (DGEO-CTG-UFPE) e 104 resultantes de coletas de três etapas de campo. O material foi coletado em afloramentos naturais (sítios) e em rejeitos de mineradores nos municípios de Araripina, Exu, Trindade, Ipubi e Ouricuri (figura 1). Os trabalhos de campo e levantamento do acervo da coleção Científica Paleontológica do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco foram as principais fontes de informações utilizadas nesse trabalho. O material estudado corresponde principalmente aos nódulos calcários (concreções) presentes nos folhelhos da Formação Romualdo.

5.2 MÉTODOS

A seguir será relatada a metodologia usada para a coleta, identificação e ocorrência da paleoictiofauna, bem como as inferências paleoautoecológicas.

5.2.1 Trabalho de campo

A seguir será visto todo procedimento realizado durante a coleta do material estudado nessa dissertação.

a) Coleta

A coleta do material ocorreu nos afloramentos e rejeitos de mineradoras de gipsita e afloramento naturais, fazendo uso de martelos estratigráficos para abrir os nódulo coletados (figura 4A, 4B, 4C). Após a coleta, o material é organizado e guardado cuidadosamente para ser levado ao laboratório, iniciando as etapas de preparação mecânica, identificação e coleta de dados (figura 4D).

Figura 4 - Trabalho realizado em Campo.



Fonte: O Autor, 2019

Legenda: A e B – Coleta dos nódulos calcários presentes no afloramento; C – Coleta de material no rejeito das mineradoras de gipsita; D – Organização do material coletado nos sítios fossilíferos.

5.2.2 Trabalhos de laboratório

Neste bloco serão descritos todos os procedimentos laboratoriais desde a preparação mecânica até a realização de inferências paleoautoecológicas.

a) Preparação mecânica

O material de estudo foi levado ao laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) presente no departamento de geologia no Centro de Tecnologia e Geociências (CTG), com o objetivo de iniciar a preparação dos fósseis, processo que visa retirar sedimentos possibilitando uma melhor visualização do fóssil. Inicialmente foi feita a preparação mecânica dos fósseis, utilizando como material de trabalho, martelo, talhadeiras, pincéis, micro retifica (Dremel© 3000 com braço extensor) e resina (paraloide) para a proteção do material.

b) Identificação dos fósseis

Os fósseis presentes nos nódulos calcários e nos folhelhos foram coletados no trabalho de campo e sua identificação foi feita tendo como base os livros *Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da bacia do Araripe* (POLCK, et al., 2015) e *Santana fossils - An Illustrated Atlas* (MAISEY, 1991), além de fazer uso de outros trabalhos existentes na literatura referente a paleoictiofauna da Bacia do Araripe.

c) Análise estatística

Utilizando a riqueza de espécie inventariadas nesse trabalho, foi feito um estudo abordando o índice de diversidade das comunidades presente nos cinco municípios do Araripe pernambucano. Essa análise foi feita através da aplicação do Índice de Shannon-Wiener, cuja equação pode ser vista a seguir:

$$H' = - \sum p_i \log p_i \quad (1)$$

Onde, H' é a diversidade de uma comunidade; p_i é a proporção de indivíduos; $\sum$ é a somatória de p_i multiplicado pelo logaritmo de p_i.

Ainda de acordo com os dados coletados foi produzido um diagrama mostrando a abundância da paleoictiofauna, sendo possível promover uma comparação com a

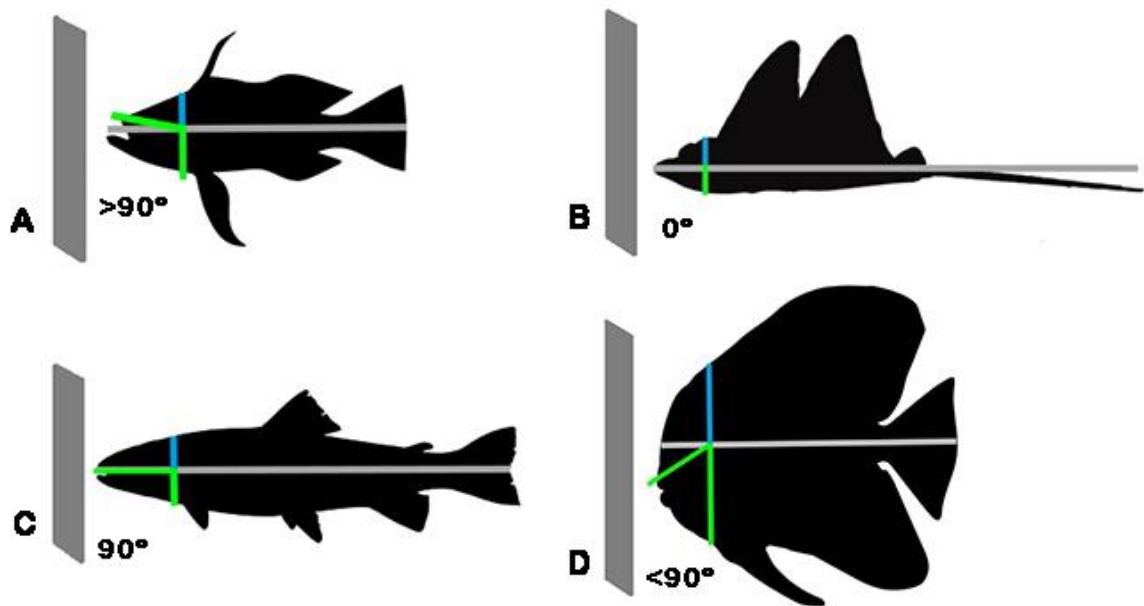
paleoictiofauna do Araripe cearense, relatada por Maissey (1991) nos municípios de Jardim, Missão Velha e Santana.

d) Análise paleoautoecológica (Distribuição na coluna d'água e inferências alimentares e biomecânicas)

Para inferir sobre a posição dos peixes na coluna d'água foi realizada um estudo analisando o ângulo de orientação da boca, pois de acordo com Watson e Balon (1983) essa adaptação pode refletir a zona de alimentação dos peixes. A orientação bucal é definida pelo ângulo formado entre o eixo perpendicular ao eixo longitudinal, tendo referência o plano tangencial dos lábios (FUENTES, 2011). Seguindo a mesma metodologia de Fuentes (2011), quando o ângulo formado é igual a zero a boca possui orientação ventral, quando o ângulo apresenta uma abertura menor que 90° graus é classificada como orientação inferior, quando esta distância abrange de 90° - 100° graus é considerada terminal e quando é acima de 100° graus é tida como uma orientação superior (figura 5). Além disso, para complementar informações sobre os hábitos alimentares da paleoictiofauna do Araripe, foi feita uma análise da dentição, que quando muito pequena foi vista em uma lupa estereoscópio Discovery.V8.

Para realizar as inferências paleobiomecânicas, foram analisadas as características presentes na morfologia corporal da paleoictiofauna, como a forma do corpo, tamanho das escamas e também estruturas como as nadadeiras, que de acordo com seu tamanho podem indicar espécies que possuem alta ou baixa manobrabilidade (BREDA *et al.*, 2005). Após todo o trabalho de coleta de dados, os mesmos foram analisados com base na literatura.

Figura 5 - Representação esquemática para realizar a mensuração do ângulo referente à orientação bucal dos peixes.



Fonte: O Autor, 2019

Legenda: A – Superior; B – Ventral; C – Terminal; D – Inferior. Em cinza escuro é visto o plano tangencial dos lábios; A linha azul representa o eixo vertical, perpendicular ao eixo longitudinal; A linha cinza claro representa o eixo longitudinal. A linha verde representa o ângulo da orientação bucal tendo como referência o eixo longitudinal e vertical.

6 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A seguir será descrito as adaptações dos peixes, como morfologia corporal, morfologia dos dentes e orientação bucal, além de expor a paleoictiofauna encontrada na formação Romualdo.

6.1 ADAPTAÇÕES DOS PEIXES

Os peixes desenvolveram durante toda a sua evolução, diversas adaptações morfológicas, como por exemplo, o tamanho e a forma do seu corpo, sua coloração, os tipos de escamas, a morfologia de suas nadadeiras, o tamanho e a orientação de sua boca, a morfologia dos dentes, olhos e estruturas sensoriais (BENVENUTE e FISHER, 2010). Tais adaptações lhe proporcionaram a capacidade de habitar diversos tipos de ambiente, abrangendo, desde lagos, rios, ambientes recifais e grandes oceanos (CARVALHO, 1983; HOFFMANN et al, 2005; ROCHA et al, 1998).

Através da grande diversidade de sua anatomia, é possível inferir o seu hábito de vida. O estudo de sua anatomia craniana, através do formato da mandíbula, dos tipos de dentição, inserção da musculatura e sua orientação bucal, podem revelar seus hábitos e estratégias alimentares. Da mesma forma, sua morfologia corporal combinada com os tipos de escamas e tamanho das nadadeiras podem indicar a eficiência de natação, seja para atingir grande velocidade ou realizar complexos movimentos de manobrabilidade. O que torna essas características importantes para estudos ecológicos é que a relação entre a anatomia dos peixes e hábitos alimentares está relacionada à compreensão da morfologia funcional e a distribuição dos organismos no ambiente (BOCK e VON WAHLERT, 1965).

A orientação da boca pode justificar a zona de alimentação do organismo ou a posição do alimento. De acordo com Fuentes (2011), a orientação bucal pode ser classificada em: 1) Ventral; 2) Inferior; 3) Terminal; 4) Superior. Baseado em observações feita por Gatz (1979), peixes com a boca em posição ventral tendem a se alimentar próximo ao substrato, bem como peixes com boca em orientação terminal são mais generalistas e podem se alimentar ao longo de toda a coluna d'água (ROTTA, 2003).

Os peixes apresentam diversos hábitos e estratégias alimentares, lhes permitindo explorar diversos recursos. Tais hábitos podem ser classificados como, varredores, detritívoros, herbívoros e carnívoros. Os herbívoros podem ser podadores, raspadores e fitoplanctófagos. Os carnívoros podem ser agrupados em catadores de superfície, caçadores de espreita, caçadores errantes, mordiscadores, catadores e fossadores no substrato (KEELEYSIDE, 1979 apud FEITOSA e ARAÚJO, 2002).

Esses hábitos alimentares exigem adaptações na morfologia dos dentes, sendo de forma simples classificados em molariformes (dentes achatados para esmagar os alimentos), viliformes (dentes pequenos, finos e pontiagudos), incisivos (apresenta margens cortantes), canino ou cônico (característico de peixes predadores ativos), cardiformes (curtos, numerosos e agrupados em placas) e os triangulares que são achatados e cortantes, encontrados em tubarões (BENVENUTE e FISCHER, 2010).

A natação dos peixes por sua vez, é influenciada por uma série de características morfológicas e como as mesmas podem ser combinadas para promover um melhor desempenho na natação. A morfologia corporal dos peixes podem ser classificada em fusiforme, caracterizado por possuir sua maior altura na parte anterior do corpo, alongado, truncado (curto), comprimido lateralmente (corpo alto dorso-ventralmente) e achatado dorso ventralmente (BREDA et al, 2005).

Baseado em Bemvenute e Fischer (2010) a morfologia fusiforme é a forma mais hidrodinâmica encontrada nos peixes, sendo considerada uma forma ideal para atingir grandes velocidade. Isso ocorre porque altura do seu corpo e do seu pedúnculo caudal, favorece maior estabilidade e dissipação de energia cinética oposta, gerada pela parte anterior do seu corpo e dissipada no pedúnculo caudal (BREDA, et al, 2005). Além disso a nadadeira caudal que geralmente em peixes pelágicos são altas e curtas (*aspect ratio*), não sofrem ação das ondas de turbulência permitindo que o peixe gere força e seja impulsionando (SAMBILAY, 1990).

Ainda de acordo com Breda, et al (2005), o corpo curto (truncado), combinado com nadadeiras bem desenvolvidas são características de peixes que apresentam grande manobrabilidade, movimento realizado no menor ângulo possível. Diferente dos fusiformes, que costumam nadar na região mediana da coluna d'água, os peixes de corpo curto estão mais associados à região bentônica, bem como os de corpo achatado lateralmente e os achatados dorso-ventralmente.

6.2 PALEOICTIOFAUNA DA FORMAÇÃO ROMUALDO

A paleoictiofauna que caracteriza a Formação Romualdo é composta por representantes das classes chondrichthyes e Osteichthyes (actinopteryigii e sarcopterygii). As espécies podem ser visualizadas melhor no quadro 1.

Quadro 1 - Correlação das espécies de peixes da Bacia do Araripe e suas famílias.

FAMÍLIAS DE PEIXES DA BACIA DO ARARIPE

CHONDRICHTHYES	
Famílias	Espécies
Hybodontidae	<i>Tribodus limae</i> Brito e ferreira, 1989
<i>Incertae sedis</i>	<i>Iansan beurleni</i> (Santos, 1986)
<i>Incertae sedis</i>	<i>Stahlraja sertanensis</i> Brito et al., 2013
OSTEICHTHYES	
Classe Actinopterygii	
Famílias	Espécies
<i>Semionotidae</i>	<i>Ararapelepidotes temnurus</i> (Agassiz, 1841) <i>Lepidotes wenzae</i> Brito e Gallo, 2003
<i>Obaichthyidae</i>	<i>Obaichthys decoratus</i> Wens e Brito, 1992 <i>Dentilepisosteus laevis</i> (Grande, 2010)
<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, et al., 2008
<i>Oshuniidae</i>	<i>Oshunia brevis</i> Wenz e Kellner 1986
<i>Ophiopsidae</i>	<i>Placidichthys bidorsalis</i> Brito, 2000
<i>Aspidorhynchidae</i>	<i>Vinctifer comptoni</i> (Agassiz, 1841), <i>Belonostomus</i> sp. Agassiz, 1834
<i>Cladocyclidae</i>	<i>Cladocycclus 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 (Forey e Maisey, 2010) - <i>Brannerion</i> sp A e <i>Brannerion</i> sp B <i>Bullichthys santanensis</i> Mayrinck, et al., 2010
<i>Pachyrhizodontidae</i>	<i>Rhacolepis buccalis</i> Agassiz, 1841 <i>Notelops brama</i> Woodward, 1901
<i>Chanidae</i>	<i>Tharrhias araripis</i> Jordan e Branner, 1908 <i>Dastilbe crandalli</i> Jordan, 1910
<i>Elopidae</i>	<i>Paraelops</i> Silva Santos 1971
<i>Incertae sedis</i>	<i>Beurlenichthys ouricuriensis</i> Figueiredo & Gallo, 2004 <i>Santanasalmo elegans</i> Gallo, et al., 2009 <i>Santanichthys diasii</i> (Santos, 1958) <i>Santanaclupea silvasantosi</i> Maisey, 1993
Classe Sarcopterygii	
<i>Mawsoniidae</i>	<i>Mawsonia gigas</i> Woodward in Mawson e Woodward, 1907 <i>Axelrodichthys araripensis</i> (MAISEY, 1986)

Fonte: o Autor, 2019

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dessa dissertação foram estruturados na forma de dois artigos científicos, que de acordo com as normas do Programa de Pós-graduação em geociências devem ser no mínimo dois artigos, um em língua portuguesa e o outro em língua estrangeira.

O primeiro artigo intitulado “*A paleoictiofauna da Formação Romualdo, cretáceo inferior, da Bacia Sedimentar do Araripe, no estado de Pernambuco, nordeste do Brasil*”, relata a ocorrência das espécies que compõem a paleoictiofauna do Araripe pernambucano, abordando também o índice de diversidade.

O artigo intitulado “*Paleoecological and biomechanical inferences of the paleoictiofauna of the romualdo formation, lower cretaceous of the araripe basin, northeast of the brazil* - Inferências paleoecológicas e biomecânicas da paleoictiofauna da formação romualdo, cretáceo inferior da bacia do araripe, no estado de pernambuco, nordeste do brasil”, aborda diversos aspectos paleoecológicos da paleoictiofauna encontrada no Araripe Pernambucano, como alimentação, biomecânica e a posição do peixe na coluna d’água.

7.1 ARTIGO 1 - A PALEOICTIOFAUNA DA FORMAÇÃO ROMUALDO, CRETÁCEO INFERIOR, DA BACIA SEDIMENTAR DO ARARIPE, NO ESTADO DE PERNAMBUCO, NORDESTE DO BRASIL

Autores: Gabriel Levi Barbosa Lopes & Alcina Magnólia da Silva Franca

Periódico: Anuário do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro

Status do artigo: Aceito para publicação no anuário de número 2019-4

7.2 ARTIGO 2 – “PALEOECOLOGICAL AND BIOMECHANICAL INFERENCES OF THE PALEOICTIOFAUNA OF THE ROMUALDO FORMATION, LOWER CRETACEOUS OF THE ARARIPE BASIN, NORTHEAST OF THE BRAZIL - Inferências paleoecológicas e biomecânicas da paleoictiofauna da Formação Romualdo, cretáceo inferior da bacia do araripe, no estado de Pernambuco, nordeste do Brasil”

Autores: Gabriel Levi Barbosa Lopes & Alcina Magnólia da Silva Franca

Periódico: Journal of South American Earth

Status do artigo: Submetido

7.1 ARTIGO 1

A Paleoictiofauna da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, da Bacia Sedimentar do Araripe, Pernambuco, Nordeste do Brasil.

The Paleoictiofauna of the Romualdo Formation, Lower Cretaceous, of the Sedimentar of the Araripe Basin, Pernambuco, Northeast of Brazil.

Gabriel Levi Barbosa Lopes¹ & Alcina Magnólia da Silva Franca¹

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

E-mails: gabriellbll@gmail.com; alcinabarreto@gmail.com

Resumo

Os peixes fósseis da Bacia do Araripe são estudados desde o século XVII, possuindo um grande número de publicações, porém, poucos trabalhos abordam a porção oeste-sudoeste da bacia, nos estados de Pernambuco e Piauí. O objetivo deste trabalho é apresentar a diversidade da paleoictiofauna da Formação Romualdo no estado de Pernambuco (porção sudoeste da bacia) e comparar com a diversidade conhecida no estado do Ceará (porção leste da bacia). O material de estudo compreende 564 fósseis provenientes de 40 sítios fossilíferos dos municípios de Araripina, Exu, Trindade, Ipubi e Ouricuri, depositados no acervo da Coleção Científica Paleontológica do Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco (DGEO-CTG-UFPE), tendo sido identificados 13 táxons: *Vinctifer comptoni*, *Rhacolepis buccalis*, *Tharrhias araripis*, *Notelops brama*, *Cladocycclus gardneri*, *Calamopleurus cylindricus* e *Brannerion* sp., *Santanichthys diasii*, *Neoproschinetes penalvai*, *Axelrodichthys araripensis*, *Araripelepidotes temnurus*, *Paraeolops cearensis*, *Iansan beurleni*. Foi aplicado o Índice de Shannon-Wiener visando conhecer a diversidade, o percentual das espécies e abundância no estado de Pernambuco. A espécie mais abundante foi *V. comptoni* (34,5%). *R. buccalis* (12,9%), *C. gardneri* (10,4%), *Brannerion* sp. (9%), *N. brama* (8,8%), *T. araripis* (7,9), *C. cylindricus* (6%) e *S. diasii* (4,7%), foram espécies de abundância moderada. As espécies mais raras são *N. penalvai* (1,7%), *A. araripensis* (1,6%), *A. temnurus* (0,7%), *P. cearensis* (0,7%) e *I. beurleni* (0,7%). A associação fossilífera estudada apresenta maior semelhança com o município de Jardim, Ceará, devido à grande abundância de *V.comptoni* e a presença de *R. buccalis*, *Brannerion* sp., *C. gardneri*, *C. cylindricus* como espécies de ocorrência moderada.

Palavras-chave: Paleoictiofauna; Formação Romualdo, Diversidade; frequência de ocorrência, associação fossilífera.

Abstract

Fossil fish from the Araripe Basin have been studied since the 17th century, with a large number of publications, but few studies address the state of Pernambuco. The aim of this paper is to present the diversity of the Romualdo Formation paleoictiofauna in the state of Pernambuco (southwest portion of the basin) and to compare it with the known diversity in the state of Ceará (east-north portion of the basin). The study material comprises 564 fossils from 40 fossiliferous sites in the municipalities of Araripina, Exu, Trindade, Ipubi and Ouricuri, deposited in the collection of the Paleontological Scientific Collection of the Department of Geology of the Federal University of Pernambuco (DGEO-

CTG-UFPE). 13 taxa were identified: *Vinctifer comptoni*, *Rhacolepis buccalis*, *Tharrhias araripis*, *Notelops brama*, *Cladocycclus gardneri*, *Calamopleurus cylindricus* e *Brannerion* sp., *Santanichthys diasii*, *Neoproscinetes penalvai*, *Axelrodichthys araripensis*, *Araripelepidotes temnurus*, *Paraeolops cearensis*, *Iansan beurleni*. We applied the Shannon-Wiener Index to know the municipality with the highest species diversity, and we also made a diagram with the percentage of species found showing their abundance in the state of Pernambuco. A espécie mais abundante foi *V. comptoni* (34,5%). *R. buccalis* (12,9%), *C. gardneri* (10,4%), *Brannerion* sp. (9%), *N. brama* (8,8%), *T. araripis* (7,9), *C. cylindricus* (6%) e *S. diasii* (4,7%), foram espécies de abundancia moderada. As espécies mais raras são *N. penalvai* (1,7%), *A. araripensis* (1,6%), *A. temnurus* (0,7%), *P. cearensis* (0,7%) e *I. beurleni* (0,7%). The association fossiliferous studied is more similar to the municipality of Jardim, Ceará, due to the great abundance of *V.comptoni* and the presence of *R. buccalis*, *Brannerion* sp., *C. gardneri*, *C. cylindricus* as moderately occurring species.

Keywords: paleoictiofauna; Romualdo Formation; diversity, Araripe Basin

1 Introdução

A paleoictiofauna da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia Sedimentar do Araripe é composta por representantes Chondrichthyes e Osteichthyes (Actinopterygii e Sarcopterygii). Entre Chondrichthyes, a Família, Hybodontidae é representada pelo tubarão *Tribodus limae* Brito e Ferreira, 1989, e pelas arraias, *Iansan beurleni* (Santos 1968) e *Stahlraja sertanensis* Brito et al, 2013, ambas com família *Incertae sedis* (Polck et al., 2015).

Os Osteichthyes presentes na Formação Romualdo são compostos por 15 famílias, sendo 14, da classe Actinopterygii e uma, Sarcopterygii, cujas famílias e espécies podem ser visualizadas no quadro 1.

Osteichthyes			
Actinopterygii		Sarcopterygii	
Família	Espécie	Família	Espécie
Semionotidae	<i>Araripelepidotes temnurus</i> (Agassiz, 1841); <i>Lepidotes wenzae</i> Brito e Gallo, 2003;	Mawsoniidae	<i>Mawsonia gigas</i> Woodward in Mawson e Woodward, 1907; <i>Axelrodichthys araripensis</i> Maisey, 1986;
Obaichthyidae	<i>Obaichthys decoratus</i> Wenz e Brito, 1992;		
Pycnodontidae	<i>Neoproscinetes penalvai</i> (Santos, 1970); <i>Iemanja palma</i> Wenz, 1989;		
Amiidae	<i>Calamopleurus cylindricus</i> Agassiz, 1841;		
Oshuniidae	<i>Oshunia brevis</i> Wenz & Kellner, 1986		
Ophiopsidae	<i>Placidichthys bidorsalis</i> Brito, 2000;		
Aspidorhynchidae	<i>Vinctifer comptoni</i> (Agassiz, 1941);		
Cladocyclidae	<i>Cladocycclus gardneri</i> Agassiz, 1841;		
Araripichthyidae	<i>Araripichthys castilhoi</i> Santos, 1985;		
	<i>Brannerion latum</i> Agassiz, 1841;		

Albulidae	<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;
Pachyrhizodontidae	<i>Rhacoleps buccalis</i> Agassiz, 1841;
Notelopidae	<i>Notelops brama</i> Woodward, 1901;
Elopidae	<i>Paraelops</i> Silva Santos 1971
Chanidae	<i>Tharrhias araripis</i> Jordan e Branner, 1908;
<i>Incertae sedis</i>	<i>Santanichthys diasii</i> (Santos, 1958); <i>Santanaclupea silvasantosi</i> Maisey, 1993; <i>Beurlenichthys ouricuriensis</i> Figueiredo & Gallo, 2004; <i>Santanasalmo elegans</i> Gallo, et al., 2009.

Quadro 1 Táxons da Superclasse Osteichthyes da paleoictiofauna da Formação Romualdo Bacia Sedimentar do Araripe.

A maioria das publicações sobre a paleoictiofauna da Formação Romualdo remete a fósseis coletados na porção leste-norte da bacia (Araripe Cearense) (Maisey, 1991; Maisey, 1994; Carvalho & Santos 2005; Oliveira et al. 2006; Yabumoto & Brito, 2013; Assine *et al.*, 2014; Polck *et al.*, 2015), com os trabalhos pioneiros em taxonomia de Louis Agassiz em 1841. Abordagens paleoecológicas tiveram destaque com Silva-Santos e Valença, 1968 (Carvalho & Santos, 2005).

Embora a Formação Romualdo esteja presente nos estados de Pernambuco e Piauí, os estudos paleontológicos são escassos para essas regiões da Bacia do Araripe. Kellner *et al.*, (2002), relataram a ocorrência de *Rhacolepis buccalis*, *Calamopleurus cylindricus*, *Vinctifer comptoni* e *Tharrhias araripis* no estado do Piauí. Duque & Barreto (2018) em estudos no estado de Pernambuco, ressaltaram a presença de *Vinctifer comptoni*, *Rhacolepis buccalis*, *Notelops brama*, *Cladocycclus gardneri*, *Brannerion* sp., *Calamopleurus cylindricus*, *Araripelepidotes temnurus*, *Beurlenichthys ouricuriensis*, *Mawsonia gigas*, *Neoproschinetes penalvai*, *Paraelops cearenses* e *Tharrhias araripis*, além de testudines e pterossauros, destacando uma boa diversidade e os poucos estudos na região.

O objetivo do trabalho é apresentar o estado atual do conhecimento sobre a diversidade de peixes da Formação Romualdo, na porção sudoeste da Bacia do Araripe (Araripe pernambucano), nos municípios de Araripina, Exu, Trindade, Ouricuri e Ipubi, apresentando a frequência de ocorrência das espécies dessa região menos estudada na Bacia sedimentar do Araripe, que devem ser investigadas para um melhor entendimento das associações fossilíferas.

2 Área de Estudo

O Grupo Santana, da Bacia Sedimentar do Araripe, se depositou durante a fase pós-rift (Assine *et al.*, 2014), responsável pela separação da América do Sul e África. Este grupo é constituído por quatro formações, sendo elas a Formação Barbalha, composta por arenitos (finos e muito grossos), possuindo espessura vertical reduzida e grande extensão lateral; a Formação Crato, cuja litologia é representada principalmente pelos calcários laminados; Formação Ipubi que é caracterizada pela presença de folhelhos pirobetuminosos ricos em matéria orgânica e gipsita, com cerca de 30 metros de espessura, estando abaixo da Formação Romualdo, objeto de estudo desse trabalho.

A Formação Romualdo, é marcada por uma ampla diversidade litológica, representada por arenitos, margas, calcários e folhelhos com a presença de nódulos calcários (Assine *et al.*, 2014), onde são encontrados uma ampla diversidade de organismos, desde vegetais (pteridófitas, gimnospermas e angiospermas) até animais (invertebrados e vertebrados), ambos em grande quantidade e em excepcional estado de preservação, assim como os fósseis da Formação Crato, caracterizando essas duas formações como fossil-lagerstätten (Kellner, 2002). Entre os vertebrados, estão presentes peixes, testudines, crocodiliformes, pterossauros e dinossauros, sendo o primeiro grupo os mais abundantes (Maisey, 1991; Naish *et al.*, 2004; Oliveira, 2007; Kellner *et al.*, 2013; Carvalho, 2015; Duque & Barreto, 2018).

A área de trabalho compreendeu afloramentos da Formação Romualdo nos municípios de Araripina, Exu, Trindade, Ipubi e Ouricuri, no estado de Pernambuco, porção oeste-sul da Bacia do Araripe (Figura 1).

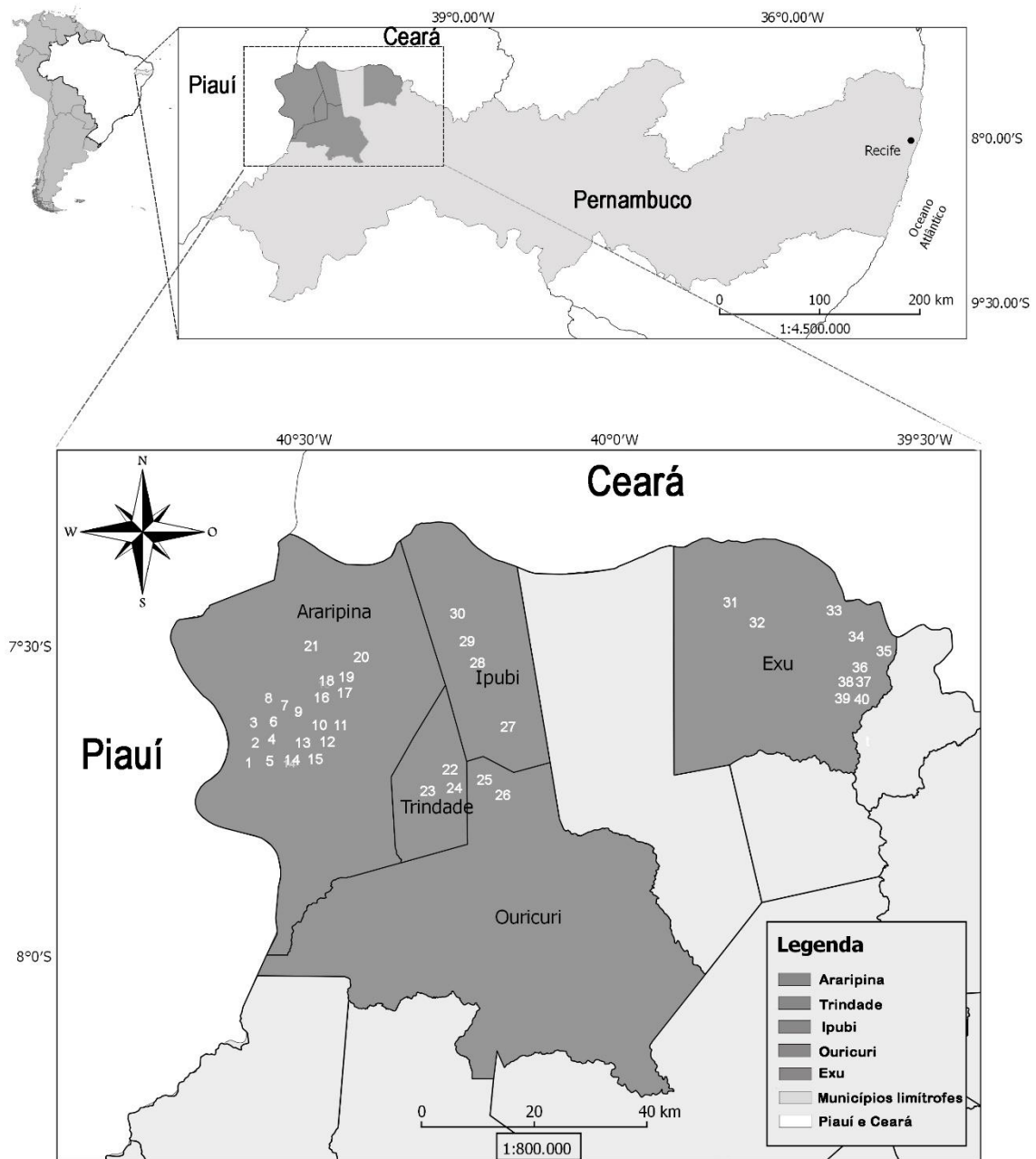


Figura 1: Mapa de localização dos municípios no estado de Pernambuco e as localidades de estudo. 1) Mina Isaques; 2) Sítio Arrojado; 3) Mina Trevo; 4) Mina Arrojado; 5) Mina Santo Antônio; 6) Lagoa grande; 7) Mina Abel; 8) Mina Aricandura; 9) Mina Capim; 10) Mina Coco knauf; 11) Lagoa de Dentro; 12) Mina Edinho; 13) Mina Ferraz; 14) Mina Flamengo; 15) Mina Gregório; 16) Fazenda Morada Nova; 17) Fazenda Serra do Enoque; 18) Fazenda Torre Grande; 19) Serra da Pitombeira; 20) Mina Gesso moderno; 21) Sítio lagoinha; 22) Mineradora Qualiminas; 23) Mineradora Alto Bonito; 24) Mineradora Agaci; 25) Mina Casa de Pedra; 26) Mina Antônio Simão; 27) Mina Siqueira; 28) Sítio Escorrego; 29) Mina das aias; 30) Mina Serrolândia antiga; 31) Sítio Marçal; 32) Sítio Saudade; 33) Sítio São Felix;

34) Sítio Cedro; 35) Sítio Santo Antônio; 36) Sítio Zé Gomes; 37) Mina Zé Gomes; 38) Ladeira Zé Gomes; 39) Brejo II e 40) Sítio Massapê.

3 Materiais e Métodos

Realizou-se revisão bibliográfica sobre o tema e coleta de material para estudo em afloramentos naturais (sítios) e em rejeitos de mineradoras nos municípios de Araripina, Exu, Trindade, Ipubi e Ouricuri (figura 1). A coleta foi realizada em três etapas de campo, com cerca de 20 dias no total, juntamente com levantamento da geologia.

O material de estudo consistiu em 562 exemplares fósseis, sendo 104 provenientes dos trabalhos de coleta de campo e, 458 já faziam parte da coleção científica do DGEO-CTG-UFPE.

As etapas de laboratório objetivaram a preparação mecânica de fósseis, comparação e identificação do material de estudo. Para a identificação dos fósseis, foram utilizados os livros *Santana fossils - An Illustrated Atlas* (Maisey, 1991) e *Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da Bacia do Araripe* (Polck et al., 2015).

Com base na riqueza de espécies, foi calculado o índice de diversidade das comunidades presente nos cinco municípios, através da aplicação do Índice de Shannon-Wiener:

$$H' = - \sum p_i \log p_i \quad (1)$$

Onde H' é a diversidade de uma comunidade; p_i é a proporção de indivíduos; $\sum$ é a somatória de p_i multiplicado pelo logaritmo de p_i.

Também se produziu diagrama mostrando a abundância da paleoictiofauna da Formação Romualdo em Pernambuco, que foi comparada com a abundância da paleoictiofauna do estado do Ceará apresentada por Maisey (1991), nos municípios de Jardim, Missão Velha e Santana.

4 Resultados e Discussões

4.1 Localidades de coleta, porção sudoeste da Bacia do Araripe.

Foram identificados 564 fósseis em nível de gênero ou de espécie. Desses, 196 fósseis (13 espécies) foram provenientes do município de Araripina, com 21 localidades novas e antigas investigadas, entre sítios e mineradoras; 178 fósseis (13 espécies) foram provenientes

de 10 sítios no município de Exu; 90 fósseis (10 espécies) coletados em quatro mineradoras do município de Ipubi; 65 fósseis (nove espécies) coletados em três mineradoras do município de Trindade e; 35 fósseis (nove espécies) foram coletados em duas mineradoras do município de Ouricuri.

4.2 A Paleoictiofauna do Araripe pernambucano, porção sudoeste da Bacia do Araripe.

Foram identificados 13 táxons nos cinco municípios investigados (figura 2): *Iansan beurleni* (figura 3), *Paraelops cearensis*, *Araripelepidotes temnurus*, *Axelrodichthys araripensis* (figura 4), *Neoproscinetes penalvai*, *Santanichthys diasii* (figura 5), *Vinctifer comptoni*, *Rhacolepis buccalis*, *Notelops brama* (figura 6), *Tharrhias araripis*, *Brannerion* (figura 7) *Cladocyclis gardneri*, *Calamopleurus cylindricus* (figura 8).

	Araripina		Exu		Trindade		Ipubi		Ouricuri		Araripe pernambucano	
ESPÉCIES	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR	FA	FR
<i>Vinctifer comptoni</i>	62	31,6 %	80	45 %	19	29,3 %	22	24 %	10	28,5 %	193	34,5 %
<i>Rhacolepis Buccalis</i>	30	15,4 %	19	11,2 %	5	7,7 %	17	19 %	2	5,8 %	73	12,9 %
<i>Tharrhias araripis</i>	27	13,8 %	9	5 %	5	7,7 %	1	1,1 %	3	8,5 %	45	7,9 %
<i>Brannerion Sp.</i>	16	8,1 %	15	8,4 %	4	6,1 %	12	13,4 %	4	11,4 %	51	9 %
<i>Cladocyclis gardneri</i>	15	7,6 %	8	4,4 %	13	20 %	17	19 %	5	14,4 %	58	10,4 %
<i>Santanichtys diasii</i>	15	7,6 %	4	2,2 %		%	5	5,5 %	3	8,5 %	27	4,7 %
<i>Notelops brama</i>	13	6,7 %	11	6,1 %	15	23,1 %	6	6,8 %	4	11,5 %	49	8,8 %
<i>Calamopleurus cylindricus</i>	11	5,6 %	14	7,8 %	1	1,5 %	5	5,5 %	3	8,5 %	34	6 %
<i>Paraelops cearensis</i>	2	1,1 %	1	0,5 %		%		%	1	2,9 %	4	0,7 %
<i>Neoproscinetes penalvai</i>	1	0,5 %	6	3,3 %	2	3,1 %	1	1,1 %		%	10	1,7 %
<i>Araripelepidotes temnurus</i>	1	0,5 %	2	1,1 %	1	1,5 %		%		%	4	0,7 %
<i>Iansan beurleni</i>	1	0,5 %		%		%		%		%	1	0,1 %
<i>Axelrodichthys araripensis</i>	1	0,5 %	7	3,9 %		%	1	1,2 %		%	9	1,6 %
<i>Espécimes indeterminados</i>	1	0,5 %	2	1,1 %		%	3	3,4 %		%	6	1 %
TOTAL	196	100 %	178	100 %	65	100 %	90	100 %	35	100 %	564	100 %

Figura 2: Diversidade e frequência das espécies na Formação Romualdo na porção SW da Bacia Sedimentar do Araripe, Pernambuco. FA- Frequência absoluta (quantidade de todas as espécies); FR – Frequência relativa.

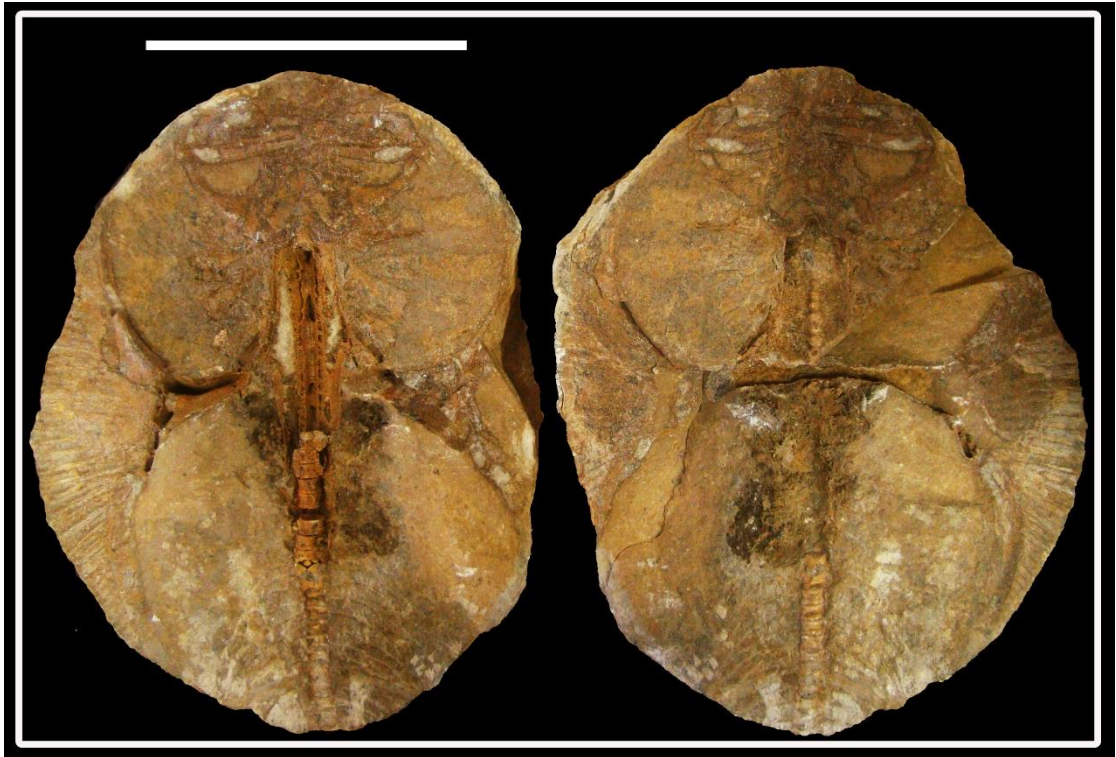


Figura 3: *Iansan beurleni*, *Condriichthys*, espécie rara no Araripe pernambucano (DEGEO/CTG/UFPE/2510 Holótipo).

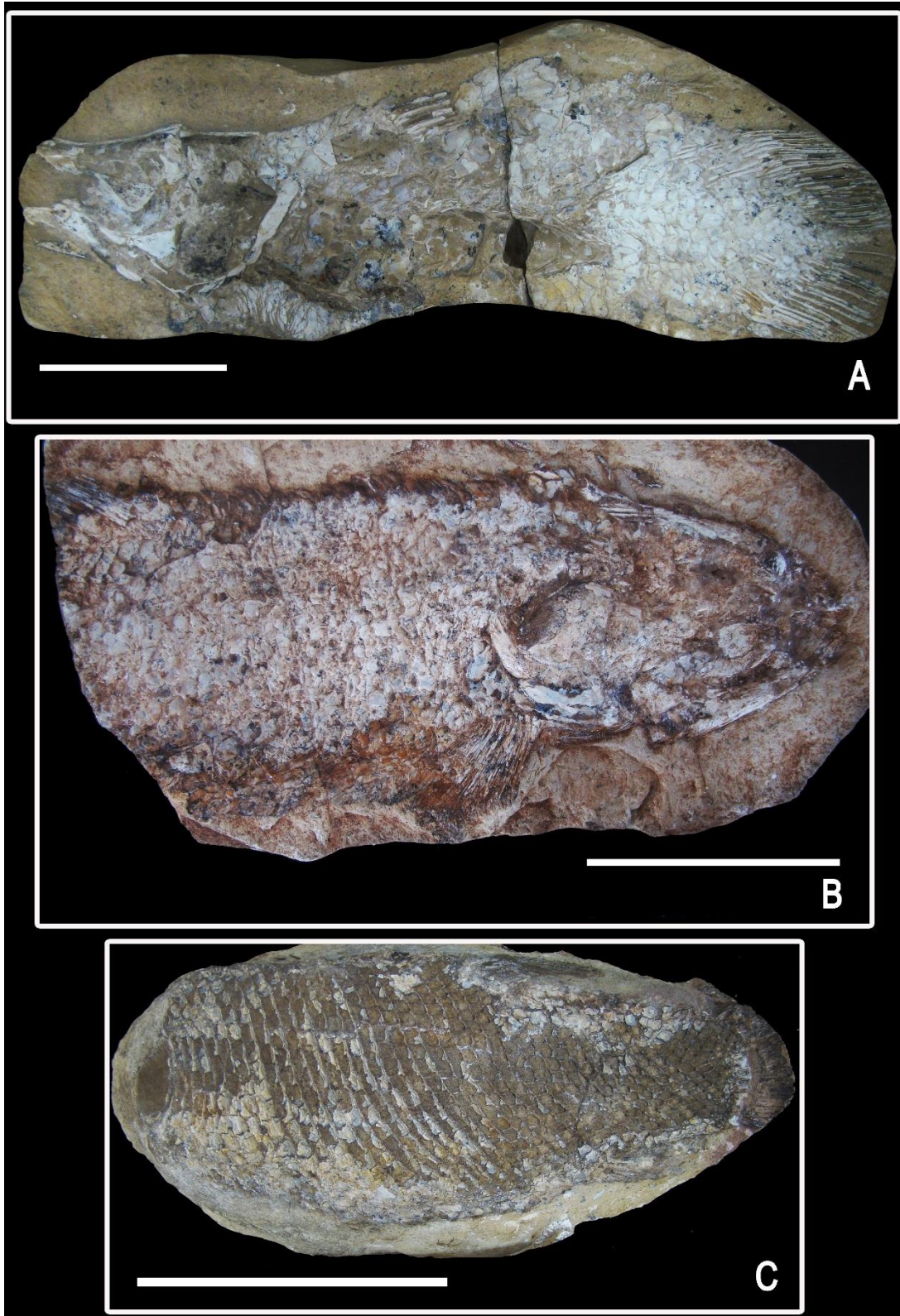


Figura 4: Peixes da Formação Romualdo, Araripe pernambucano. Escala em 10cm. A. *Axelrodichthys araripensis* (DEGEO/CTG/UFPE/8729); B. *Paraelops cearensis* (DEGEO/CTG/UFPE/8726); C- *Araripelepidotes temnurus* (DEGEO/CTG/UFPE/8268).

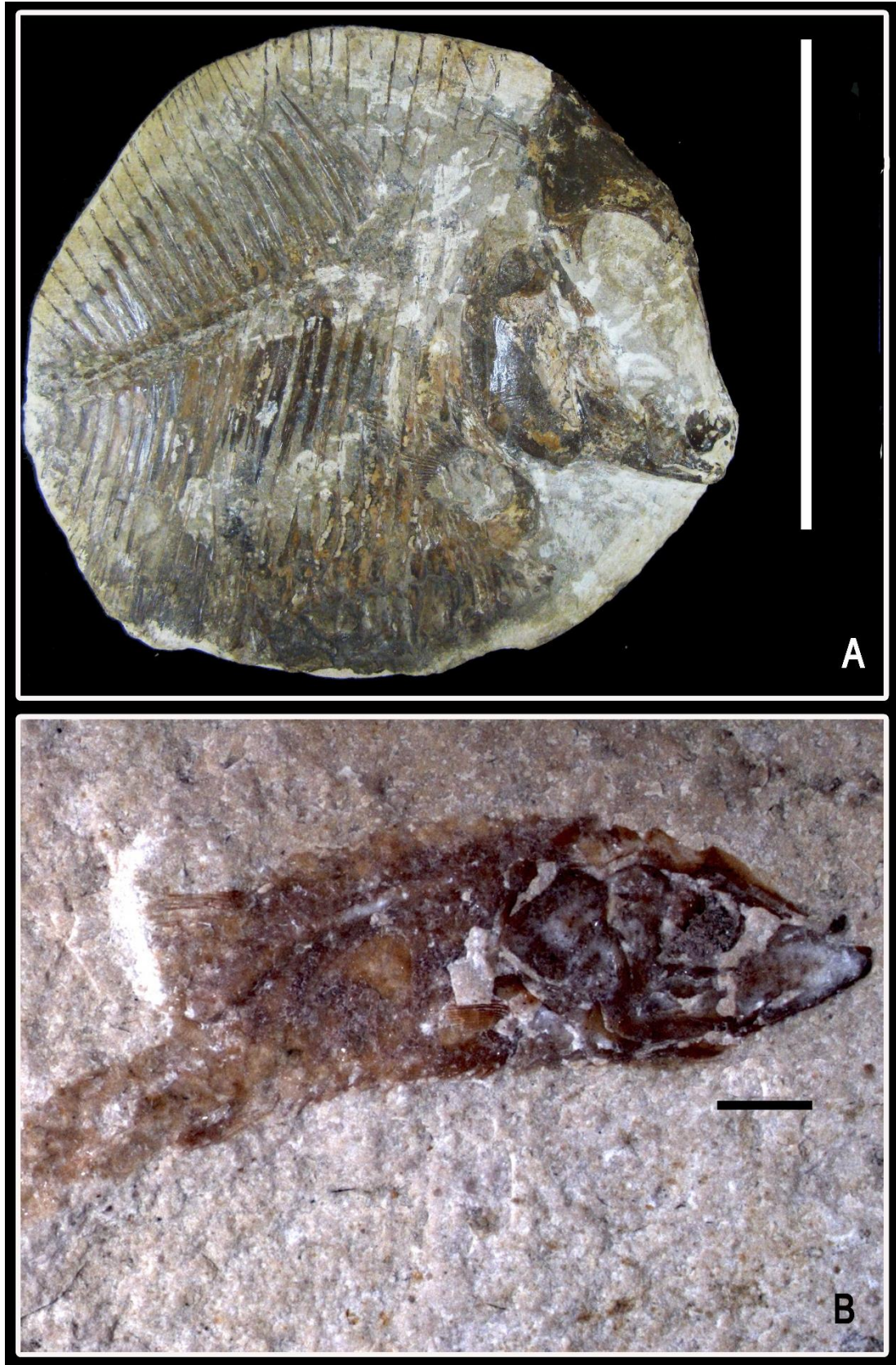


Figura 5: Peixes da Formação Romualdo, Araripe pernambucano. A. *Neoproscinetes penalvai* (DEGEO/CTG/UFPE/8266) – Escala em 10cm; B. *Santanichthys diasii* (DEGEO/CTG/UFPE/403) – Escala em 2mm.

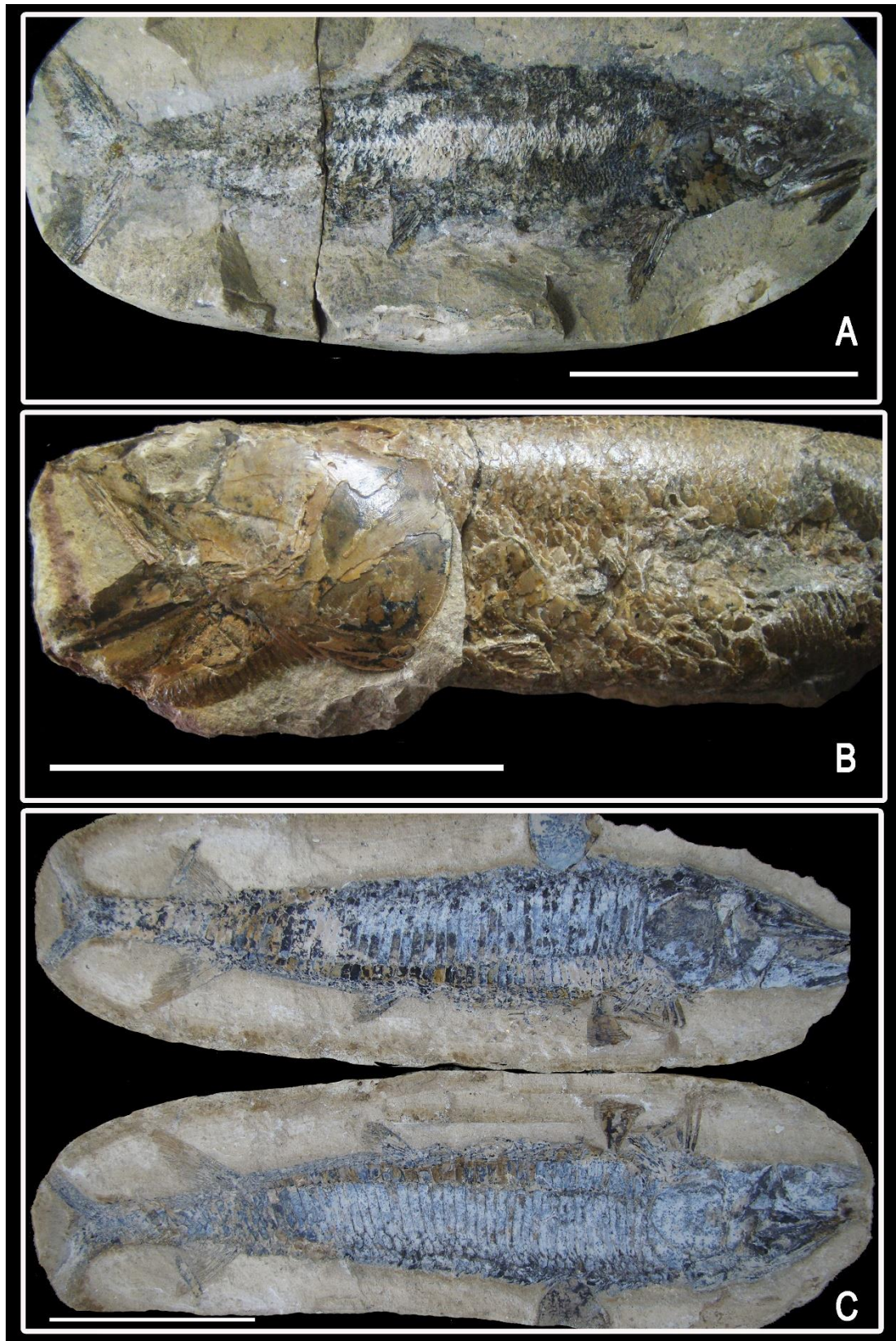


Figura 6: Peixes da Formação Romualdo, Araripe pernambucano. Escala em 10cm. A. *Notelops brama* (DEGEO/CTG/UFPE/414); B. *Rhacolepis buccalis* (DEGEO/CTG/UFPE/7458); C. *Vinctifer comptoni*.

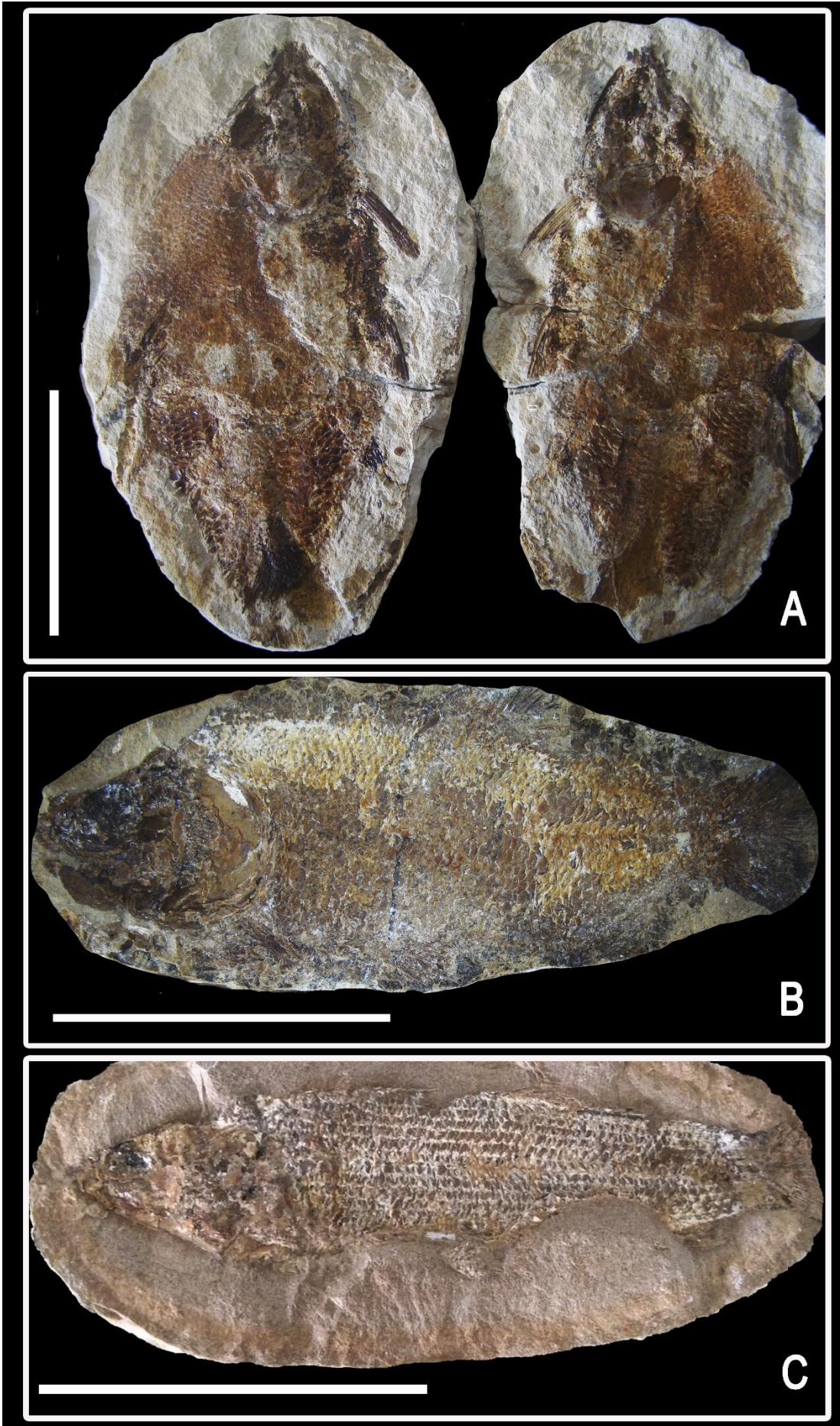


Figura 7: Peixes da Formação Romualdo, Araripe pernambucano. Escala em 10cm. A e B. *Brannrion* sp, (DEGEO/CTG/UFPE/2511 e DEGEO/CTG/UFPE/8936); C. *Tharrhias araripis* - DEGEO/CTG/UFPE/8267).

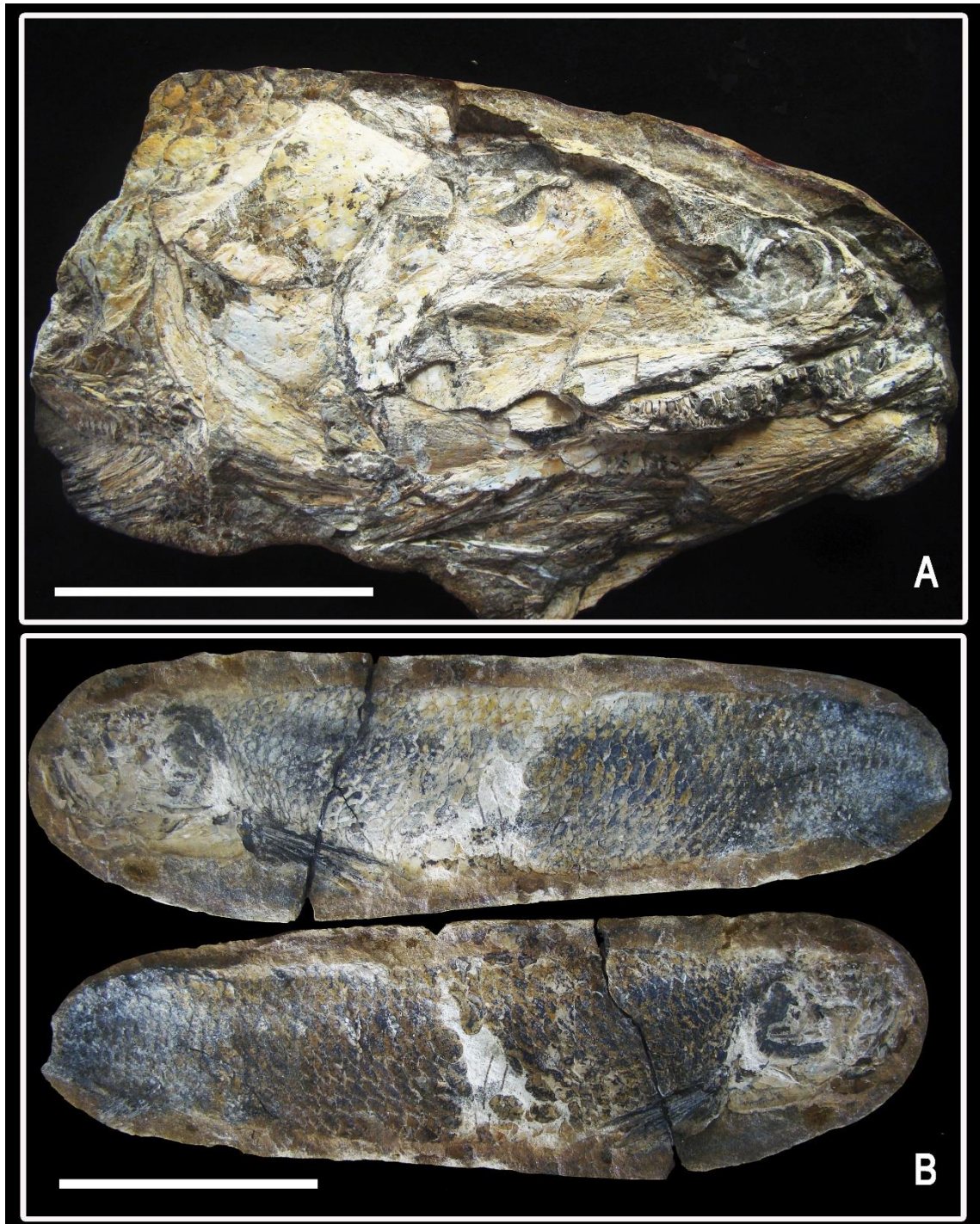


Figura 8: Peixes da Formação Romualdo, Araripe Pernambucano. Escala em 10cm. A. Crânio *Calamopleurus cylindricus* (DEGEO/CTG/UFPE/8307); B. *Cladocyclus gardneri*, (DEGEO/CTG/UFPE/8253).

4.3 Índice de Diversidade

Embora a maior riqueza de espécies esteja presente nos municípios de Araripina e Exu, os cálculos realizados pelo índice Shannon-Weiner mostram que o maior índice de diversidade está no município de Ipubi, cujo índice $H' = 0,984$, seguido por Araripina ($H' = 0,88$), Ouricuri ($H' = 0,848$), Exu ($H' = 0,823$), Trindade ($H' = 0,782$).

O maior índice de diversidade em Ipubi deve estar relacionado ao pequeno número de sítios investigados (4 sítios), a coleta de 90 exemplares e a identificação de 10 espécies.

Em relação a aspectos paleoambientais, é possível que as oscilações de variação de salinidade da Formação Romualdo, tenha sido um dos principais fatores a atuar na diversidade da paleoictiofauna, hora favorecendo as espécies consideradas de ambiente marinho, como *V. comptoni*, *R. buccalis*, *C. gardneri*, *T. Araripis* ((Silva-Santos & Valença, 1968; Maisey, 1991), e hora, favorecendo as espécies eurialinas, como *Brannerion*, *C. cylindricus* e *N. brama* (Bruno & Hessel, 2006).

Na região investigada aqui, nesse trabalho, porção SW-S da Bacia do Araripe, as espécies consideradas de preferencias paleoecológicas relacionadas a ambientes marinho são as que ocorrem em maior quantidade, seguida pelas relacionadas a hábitos eurialinos.

Sendo assim, é possível ressaltar que não somente condições paleoambientais diferentes em áreas geográficas e tempo geológico distintos, influenciaram na diversidade das espécies, mas também uma dinâmica aquática relacionada a incursões marinhas ocasionais e/ou a deposição de uma estratificação halina das águas, como também relatado no trabalho de Bruno & Hessel (2006).

A influência da salinidade também pode ser vista na fauna de invertebrados (gastropodes, bivalves e equinoides), que refletem a ocorrência de ambiente estuarino, lagunar e marinho (Pereira *et al.*, 2017).

4.4 Abundância de Espécies

Na área de trabalho, *Vinctifer comptoni* é a espécie mais abundante, cujo valor amostral (193), correspondendo a mais de um terço (34,5%) do material coletado (figura 2). A abundância de *V. comptoni* também foi constatada por Maisey (1991), nos municípios Jardim, Missão velha e Santana e por Polck *et al.*, (2015) no estado Ceará. Duque & Barreto (2018) também observam a predominância de *V. comptoni* em municípios pernambucanos.

Brannerion sp., *R. buccalis*, *C. gardneri*, *T. araripis*, *N. brama*, *C. cylindricus* e *S. diasii*, são espécies de abundância moderada, pois juntas apresentam um percentual de 59,7% dos fósseis coletados. Desses táxons *R. buccalis* apresenta maior abundância, com o

percentual de 12,9%, seguido por *C. gardneri* (10,4%), *Brannerion* (9%), *N. brama* (8,8%), *T. araripis* (7,9), *C. cylindricus* (6%) e *S. diasii* (4,7%), esses valores podem ser vistos nas figuras 2 e 9.

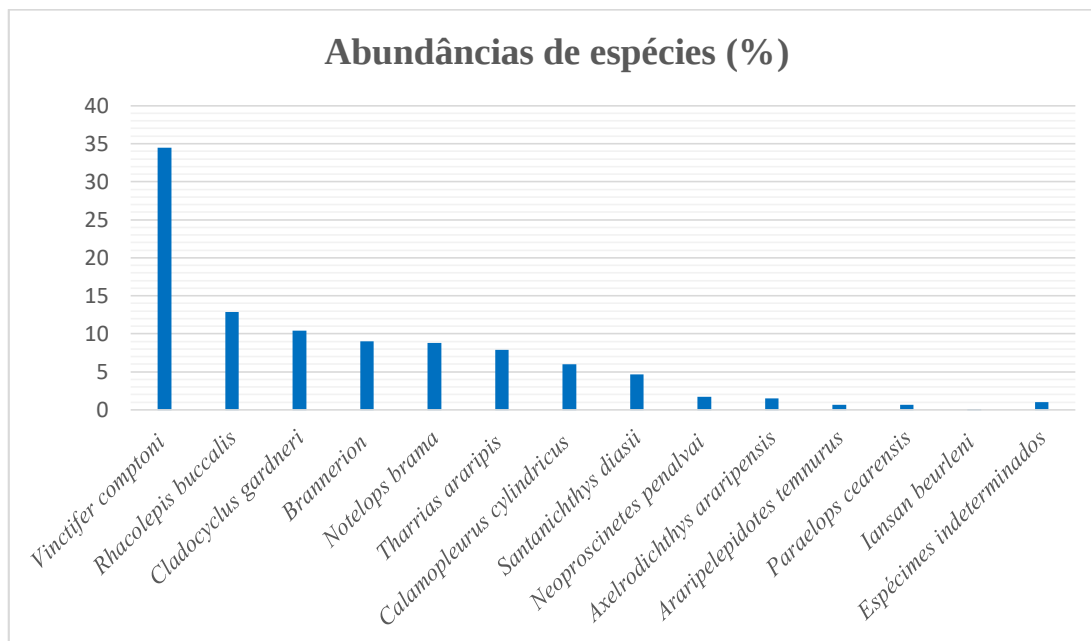


Figura 9: Abundância das espécies de peixes, de acordo com seu valor percentual, no Araripe pernambucano, porção sudeste da Bacia Sedimentar do Araripe.

As espécies mais raras são *N. penalvai* (1,7%), *A. araripensis* (1,6%), *A. temnurus* (0,7%), *P. cearensis* (0,7%) e *I. beurleni* (0,7%), com ocorrência baixa (figura 9), além disso o percentual soma 5,7% do material coletado, mostrando mais uma vez que são espécies com menor abundância.

Comparando-se a associação fossilífera da Formação Romualdo no Araripe pernambucano com a do Araripe cearense, estudada por Maisey (1991), onde descreveu as associações Santana, Jardim e Missão Velha, nota-se que a fauna do Araripe pernambucano possui maior semelhança com a assembleia de Jardim. Essa proximidade de fauna com o município de Jardim ocorre pela presença de *Vincitifer comptoni* como abundante e pela associação das espécies de abundância moderada, nesse trabalho, ou comum (Maisey, 1991), *Notelops*, *Brannerion* sp., *Cladocycclus* e *Calamopleurus*.

Para as espécies raras, a maior semelhança encontrada está no município de Santana, visto que de todos os municípios estudados por Maisey (1991), apenas ele possui a ocorrência de *I. beurleni*, da mesma forma, no Araripe pernambucano, essa espécie está presente apenas no município de Araripina. Uma melhor comparação de ambas as associações pode ser visualizadas no tabela 2.

Além disso, é importante ressaltar que no Araripe cearense ocorrem os gêneros *Mawsonia*, *Araripichthys* e *Oshunia*, que até o presente momento não foram identificados no Araripe pernambucano.

ARARIPE PERNAMBUCANO (Porção sudeste da Bacia do Araripe)				
	Abundante	Moderadamente abundante		Raro
Vinctifer (34,5%)		<i>Rhacolepis</i> (12,9%), <i>Cladocyclus</i> (10,4%), <i>Brannerion</i> (9%), <i>Notelops</i> (8,8%), <i>Tharrhias</i> (7,9%), <i>Calamopleurus</i> (6%), <i>Santanichthys</i> (4,7%)	<i>Neoproscintes</i> (1,7%) <i>Axelrodichthys</i> (1,6%) <i>Araripelepidotes</i> (0,7%) <i>Paraelops</i> (0,7%) <i>Iansan</i> (0,1%)	
ARARIPE CEARENSE (Porção leste-norte da Bacia do Araripe)				
Municípios	Abundante	Comum	Incomum	Raro
Santana	<i>Tharrhias</i>	<i>Brannerion</i> <i>Araripelepidotes</i> <i>Calamopleurus</i>	<i>Cladocyclus</i> <i>Axelrodichthys</i>	<i>Vinctifer</i> <i>Iansan</i> <i>Notelops</i>
Jardim	<i>Racolepis</i> <i>Vinctifer</i>	<i>Notelops</i> <i>Brannerion</i> <i>Araripelepidotes</i> <i>Cladocyclus</i> <i>Calamopleurus</i> <i>Axelrodichthys</i>	<i>Neoproscinetes</i> <i>Araripichthys</i> <i>Paraelops</i> <i>Mawsonia</i>	<i>Tharrhias</i> <i>Oshunia</i>
Missão Velha	<i>Racolepis</i> <i>Vinctifer</i> <i>Notelops</i>	<i>Brannerion</i> <i>Neoproscinetes</i>	<i>Araripichthys</i> <i>Calamopleurus</i> <i>Cladocyclus</i> <i>Paraelops</i>	<i>Oshunia</i>

Tabela 2: Associações fossilíferas de peixes da Formação Romualdo, Bacia Sedimentar do Araripe em Santana do Cariri, Jardim e Missão Velha, Ceará (Maisey, 1991) e no Araripe pernambucano (porção Sudeste). Adaptado de Maisey, (1991).

5 Considerações Finais

Dos cinco municípios estudados nesse presente trabalho, Araripina e Exu apresentaram a maior riqueza de espécies, sendo Araripina o único município com a ocorrência de *Iansan beurleni*, o único peixe Chondrichthyes visto nesse trabalho.

Baseado na Análise do Índice de Shannon-Wiener, foi visto que Ipubi apresenta maior diversidade de espécies, seguido pelos municípios de Araripina, Ouricuri, Exu e Trindade. Esse resultado para Ipubi baseado no Índice de Shannon-Wiener deve-se provavelmente a relação do pequeno número de sítios amostrados (4 mineradoras), e da alta diversidade de espécies de peixes (10 espécies entre um total de 13).

É provável que a diversidade específica da Paleoictiofauna da Formação Romualdo tenha sido influenciada pela variação de salinidade, devido a pulsos transgressivo-regressivos na bacia, sendo necessário aprofundar outros estudos geológicos com esse objetivo.

A maior quantidade de exemplares coletados é referente a espécies que são consideradas marinhas ou tolerantes a salinidade.

Comparando-se a associação fossilífera do Araripe pernambucano, com as associações relatadas por Maisey (1991), a fauna estudada apresenta proximidade a fauna do município de Jardim, CE.

A paleoictiofauna da Formação Romualdo apresenta cerca de 45% de espécies que até o momento são ausentes em Pernambuco, como por exemplo *Mawsonia gigas* (Jardim), *Araripichthys castilhoi* (Jardim e Missão Velha) e *Oshunia brevis* (Jardim e Missão Velha).

Como o inventário do potencial fossilífero do Araripe pernambucano não está concluído, este trabalho representa o estágio atual do conhecimento da diversidade de peixes da Formação Romualdo que visa contribuir com a compreensão da distribuição da paleoictiofauna na porção sudeste da Bacia Sedimentar do Araripe.

6 Referências Bibliográficas

- Arai, M. 2009. Paleogeografia do Atlântico Sul no Aptiano: um novo modelo a partir de dados micropaleontológicos recentes. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 17(2): 331–351.
- Assine, M.L.; Perinotto, J.A.; Custódio, M.A.; Neumann, V.H.; Varejão, F.G. & Mescolotti, P.C. 2014. Sequências deposicionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 22: 3–28.
- Barreto, A.M.F.; Brilha, J.B.R.; Duque, R.R.C.; Prado, L.C.; Pereira, P.A.; Araripe, R.C.; Carvalho, A.R.A. & Ghilardi, A.M. 2016. A Criação de Museus como Estratégia para Preservação do Patrimônio Fossilífero da Bacia Sedimentar do Araripe em Pernambuco, NE do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 39(2): 36-42.
- Brito, P.M.; Leal, M.E.C. & Gallo, V. 2013. A new lower cretaceous guitarfish (chondrichthyes, batoidae) from the santana formation, northeastern brazil. *Boletim do Museu Nacional*, 76: 1-13.
- Carvalho, A.R.A. & Barreto, A.M.F. 2015. Novos Materiais de Araripemys barretoei da Formação Romualdo (Albiano - Bacia do Araripe), Pernambuco, Brasil. *Estudos Geológicos*, 25(1): 3–14.
- Carvalho, M.S.S. & Santos, M.E.C.M. 2005. Histórico das Pesquisas Paleontológicas na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. History of the Paleontological Research in the Araripe Basin, Northeast Brazil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 28(1): 15–34.

- Duque, R.R.C. & Barreto, A.M.F. 2018. Os vertebrados fósseis da formação Romualdo, (cretáceo inferior, Bacia do Araripe) em Exu e Araripina, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Anuário do Instituto de geociências-UFRJ*, 41(1): 5-14.
- Kellner, A.W.A. 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.
- Kellner, A.W.A.; Gallo, V.; Saraiva, A.S.F.; Sayão, J.M. & Silva, H.P. 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.
- Kellner, A.W.A.; Campos, D.A.; Sayão, J.M.; Saraiva, A.A.F.; Rodrigues, T.; Oliveira, G.; Cruz, L.A.; Costa, F.R.; Silva, H.P. & Ferreira, J.S. 2013. The largest flying reptile from Gondwana: a new specimen of *Tropeognathus* cf. *T. mesembrinus* Wellnhofer, 1987 (Pterodactyloidea, Anhangueridae) and other large pterosaurs from the Romualdo Formation, Lower Cretaceous, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 85(1): 113-135.
- Maisey, J.G. 1991. *Santana fossils - An illustrated atlas*, New York. 459p.
- Naish, D.; Martill, M.D. & 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.
- Oliveira, G.R. 2007. Aspectos Tafonômicos de Testudines da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 30(1): 83-93.
- Oliveira, T.P.R.; Torres, R.R.N.B.; Mirele Regina de Araújo, M.R.A.; Moura, G.J.B & Barreto, A.M.F. 2006. Relação entre a forma do corpo e o tipo de natação de *Daspletosaurus crandalli* da Formação Crato, eocretáceo da Bacia do Araripe. *Estudos geológicos*, 16(1): 79–88.
- Pereira, P.A.; Cassab, R.C.T. & Barreto, A.M.F. 2017. Paleoeologia e Paleogeografia dos Moluscos e Equinoides da Formação Romualdo, Aptiano–Albiano da Bacia do Araripe, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 40(2): 180-198.
- Polck, M.A.R.; Carvalho, M.S.S.; Miguel, R. & Gallo, V. 2015. *Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da Bacia do Araripe*. Rio de Janeiro, 76p.
- Portela, H.A.; Antonioli, L.; Dino, R. & Garcia, M. J. 2014. Caracterização palinoflorística e paleoambiental da formação santana (cretáceo inferior), poço 4-bo-1-pe, Bacia do Araripe, nordeste do brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 17(3): 363–372.
- Prado, L.A.C.; Pereira, P.A.; Sales, A.M.F. & Barreto, A.M.F. 2016. Tafonomia dos Invertebrados do Sítio Canastra, Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, Araripina, Pernambuco, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, 39(2): 77-87.
- Silva-Santos, R. & Valença, J.G. 1968. A Formação Santana e sua paleoictiofauna, *Anais da Academia Brasileira Ciências*, 40(3): 339-360.

- Savino, J.F. & Stein, R.A. 1989. Behavioural interactions between fish predators and their prey: effects of plant density. *Animal Behaviour*, 37(2): 311–321.
- Yabumoto, Y. & Brito, P.M. 2013. The second record of a mawsoniid coelacanth from the Lower Cretaceous Crato Formation, Araripe Basin, northeastern Brazil, with comments on the development of coelacanths. *Mesozoic fishes*, 489–497.

7.2 ARTIGO 2

Paleoecological and biomechanical inferences regarding the paleoichthyofauna of the Romualdo Formation, Lower Cretaceous of the Araripe Basin, Pernambuco, northeast of Brazil

Inferências Paleoecológicas e biomecânicas na paleoictiofauna da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, Pernambuco, nordeste do Brasil

Gabriel Levi Barbosa Lopes¹ & Alcina Magnólia da Silva Franca¹,

¹Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências - Departamento de Geologia, Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Pernambuco

Av. Acadêmico Hélio Ramos, s/n, 50740-530, Cidade Universitária, Recife, PE, Brasil.

E- mails: gabriellbll@gmail.com; alcinabarreto@gmail.com

Resumo

As adaptações morfológicas dos organismos permitem correlações e a construção de um perfil paleoautoecológico para a compreensão do comportamento em seu ambiente de vida e quais as suas estratégias utilizadas, seja na exploração de um determinado recurso alimentar ou mesmo no seu desempenho na locomoção, seja para fuga ou captura de alimento. O foco desse trabalho é a análise do hábito de vida e relações tróficas da paleoictiofauna da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe em Pernambuco. Na análise de 111 ictiólitos provenientes dos municípios de Araripina, Exu, Trindade, Ipubi e Ouricuri, foram identificados 13 táxons e realizadas as análises paleoautoecológicas para determinar: a) A orientação bucal, para investigar a posição da lâmina d'água em que o peixe habita ou se alimenta (Zona pelágica ou Zona bentônica); b) A morfologia dos dentes e tamanho da boca para inferir tipo de alimentação; c) A forma do corpo, para investigar os movimentos de velocidade e manobrabilidade. *Rhacolepis buccalis*, *Notelops brama*, *Vinctifer comptoni*, *Paraelops cearensis*, *Tharrhias araripis*, *Cladocylus gardneri*, *Calamopleurus cylindricus* e *Santanichthys diasii*, apresentam a morfologia fusiforme, que favorece grande velocidade e geralmente nadam livremente na coluna d'água. *Brannerion* sp., *Neoproscinetes penalvai*, e *Iansan beurleni* tem estruturas corporais que favorecem viver próximo ao substrato, realizando movimentos de manobrabilidade e estabilidade. A maioria da paleoictiofauna possui orientação bucal terminal, podendo-se inferir que preferiam ocupar o meio da coluna d'água. *Iansa beurleni*, *Neoproscinetes penalvai* e *Araripelepidotes temnurus* apresentam orientação inferior da boca, mostrando afinidade com o substrato e *Cladocylus gardneri* e *Santanichthys diasii*, possuem orientação bucal superior indicando proximidade com a superfície. Com exceção de *Brannerion* sp., todos os outros apresentam dentição específica a um recurso alimentar. Os que não possuem dentes, como *Santanichthys diasii*, e *Tharrhias araripis* infere-se o hábito suspensívoro, ou sucção como *Axelrodichthys araripensis* e *Araripelepidotes temnurus*. As adaptações predominantes na paleoictiofauna do Araripe pernambucano é a morfologia fusiforme combina com a boca em orientação terminal, concluindo que a grande maioria das espécies nadavam livremente na coluna d'água e eram generalistas em relação a posição dos recursos alimentares.

Palavras-chave: Peixe; paleoautoecologia; Araripe Pernambucano.

Abstract

The morphological adaptations of correlated organisms and the construction of a paleontological profile for understanding the behavior in their living environment and what their analyses are, whether in the exploration of a particular food or even in its performance in locomotion, either for escape or capture. Food The aim of this study is to analyze the living habits of the paleoichthyofauna (paleoautecology) from the Romualdo Formation, lower Cretaceous of the Araripe Basin in Pernambuco. We analyzed 111 fossils from the municipalities of Araripina, Exu, Trindade, Ipubi and Ouricuri. A total of 13 taxa were studied, and the following paleoautecological analysis were conducted: a) Mouth orientation (in order to investigate the water column position in which the fish inhabits or feeds in - pelagic zone or benthic zone); b) Teeth morphology and mouth size (type of diet); c) body shape (to infer the speed and maneuverability movements). The body morphology of *Rhacolepis buccalis*, *Notelops brama*, *Vinctifer comptoni*, *Paraelops cearensis*, *Tharrhias araripis*, *Cladocycclus gardneri*, *Calamopleurus cylindricus* and *Santanichthys diasii* is fusiform, typical of fishes who achieve great speed and usually swim freely along the water column. *Brannerion* sp., *Neoproscinetes penalvai*, *Araripelepidotes temnurus* and *Iansan beurleni* have a body structure which allows them to live near the substrate and perform maneuverability and stability movements. Most fishes have a terminal mouth orientation, implying that they prefer to inhabit the center of the water column. *Iansa beurleni*, *Neoproscinetes penalvai* and *Araripelepidotes temnurus* have an inferior mouth orientation and *Cladocycclus gardneri* and *Santanichthys diasii* both present a superior orientation, suggesting their proximity with the surface. All of the fishes with teeth present a specialized dentition, with the exception of *Brannerion* sp. Those who don't have teeth, such as *Santanichthys diasii* and *Tharrhias araripis* are inferred from the suspensivorous habit, or suction such as *Axelrodichthys araripensis* and *Araripelepidotes temnurus*. The predominant adaptations in the paleoichthyofauna of Araripe pernambucan is the fusiform morphology combines with the mouth in terminal orientation, concluding that the vast majority of species swam freely in the water column and were generalist regarding the position of food resources.

Keywords: Fish; paleoautecology; Araripe Pernambucan.

1 Introdução e objetivos

Os peixes apresentam uma ampla diversidade de características morfológicas, que estão relacionadas diretamente com o ambiente onde vivem, como por exemplo, o tamanho e forma do corpo, os tipos de escamas, cor, nadadeiras, boca, dentes, olhos e outras estruturas sensoriais (Benvenute & Fischer, 2010). Isso lhes permite ocupar diversos ecossistemas, desde lagos, rios, ambientes recifais, grandes oceanos e até realizar processos de migração (Carvalho, 1983; Hoffmann *et al.*, 2005; Rocha *et al.*, 1998).

A morfologia corporal dos peixes permite compreender como ela pode influenciar na sua natação, seja para atingir grandes velocidades ou para realizar movimentos de manobrabilidade. Assim como a anatomia craniana (formato da mandíbula, dentição, orientação da boca) revela os hábitos alimentares (carnivoria, herbivoria, entre outros) e as estratégias de alimentação, que variam de caçadores errantes a podadores e fossadores de substrato (Keeleyside, 1979). Tais estratégias necessitam de uma variedade de dentes e tamanho da boca. A combinação dessas adaptações possibilita inferir sobre o habitat no qual esses organismos estão inseridos, seja ele a zona pelágica e/ou a zona bentônica.

Desde o século XVII, A paleoictiofauna da Bacia do Araripe é alvo de diversos estudos, sendo a grande maioria com o objetivo de descrever novas espécies, feito realizado pioneiramente pelo suíço Louis Agassiz, em 1841 (Carvalho & Santos, 2005). Além da descrição de novas espécies, Silva-Santos e Valença (1968), foram os pioneiros nos estudos paleoecológicos que abordam a paleoictiofauna da Bacia do Araripe, seguidos por Maisey (1994), Oliveira *et al.*, (2006), Brito *et al.*, (2010), Voltani (2011) e Duque & Barreto (2018), entre muitos outros.

Portanto, tendo em vista a importância de compreender, sistematizar e ampliar os conhecimentos sobre os hábitos de vida da paleoictiofauna da Formação Romualdo, do Araripe Pernambucano, foi realizado um estudo objetivando promover inferências paleoecológicas, abordando características morfológicas referentes à alimentação (tipos de dentição e conteúdo estomacal), distribuição na coluna d'água e sua própria biomecânica, bem como as relações tróficas entre a fauna.

2 Contexto geológico

De todas as bacias sedimentares do interior do nordeste brasileiro, a Bacia do Araripe é a maior, sendo conhecida não só no Brasil, mas também internacionalmente (Assine, 1992). Além de sua complexidade sedimentar, ela é conhecida pela grande quantidade de fósseis de vertebrados e a sua excepcional preservação (Kellner, 2002).

Os fósseis que tornam a Bacia do Araripe conhecida mundialmente, estão depositados nas formações Crato e Romualdo do Grupo Santana (Assine *et al.*, 2014), apresentando grande variedade litológica, refletindo sistemas deposicionais fluvial, lacustre, lagunar e marinho.

A litologia da Formação Romualdo é composta por arenitos calcíferos, margas, calcário laminado, coquinas, calcários coquínoides e folhelhos, depositados em ambientes lagunar e marinho (Assine *et al.*, 2014).

A Idade da Formação Romualdo permanece em discussão por falta de elementos guias marinhos. Para Rios-Netto *et al.*, (2012) a sedimentação ocorreu no Andar Aptiano. Outros autores inferem o Andar Albiano (Coimbra *et al.*, 2002; Heimhofer & Hochuli, 2010). E ainda Arai *et al.*, (2000) e, Tomé *et al.*, (2014), estimam idade entre o final do Aptiano e início do Albiano.

Os fósseis da Formação Romualdo são encontrados principalmente em nódulos calcários, com os peixes representando a maior frequência e diversidade de organismos (Maisey, 1991), porém, podem ser encontrados, plantas, invertebrados, quelônios,

pterossauros, crocodilos e dinossauros (Pinheiro *et al.*, 2014; Carvalho, 2015; Duque & Barreto, 2018).

3 Materiais e métodos

3.1 Material

O material de estudo consistiu de 564 exemplares de peixes, dos quais 111, mais completos, foram selecionados e utilizados para as inferências paleoautoecológicas. O material é proveniente da Formação Romualdo, coletados em afloramentos e em rejeito de mineradoras de gipsita, nos municípios de Araripina, Exu, Trindade, Ipubi e Ouricuri, porção S-SW da Bacia sedimentar do Araripe (Figura 1). O material de estudo, está depositado na coleção científica do Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco (DGEO-CTG-UFPE).

Dos 564 exemplares foram identificados 13 táxons: *Vinctifer comptoni* (193), *Rhacolepis buccalis* (73), *Cladocycclus gardneri* (58), *Notelops brama* (49), *Tharrias araripis* (45), *Brannerion sp* (51), *Calamopleurus cylindricus* (34), *Santannichthys diasii* (27), *Paraeolops cearensis* (4), *Neoproscinetes penalvai* (10), *Araripelepidores temnurus* (4), *Axelrodichthys araripensis* (9), *Iansan beurleni* (1) e seis espécimes não identificados devido ao desgaste do material.

Dos 111 exemplares utilizados para a análise paleoautoecológica consistiram em: *V. comptoni* (24), *R. buccalis* (15), *C. gardneri* (9), *N. brama* (8), *T. araripis* (13), *Brannerion sp* (8), *C. cylindricus* (2), *S. diasii* (11), *P. cearensis* (4), *N. penalvai* (5), *A. temnurus* (4), *A. araripensis* (7), *I. beurleni* (1).

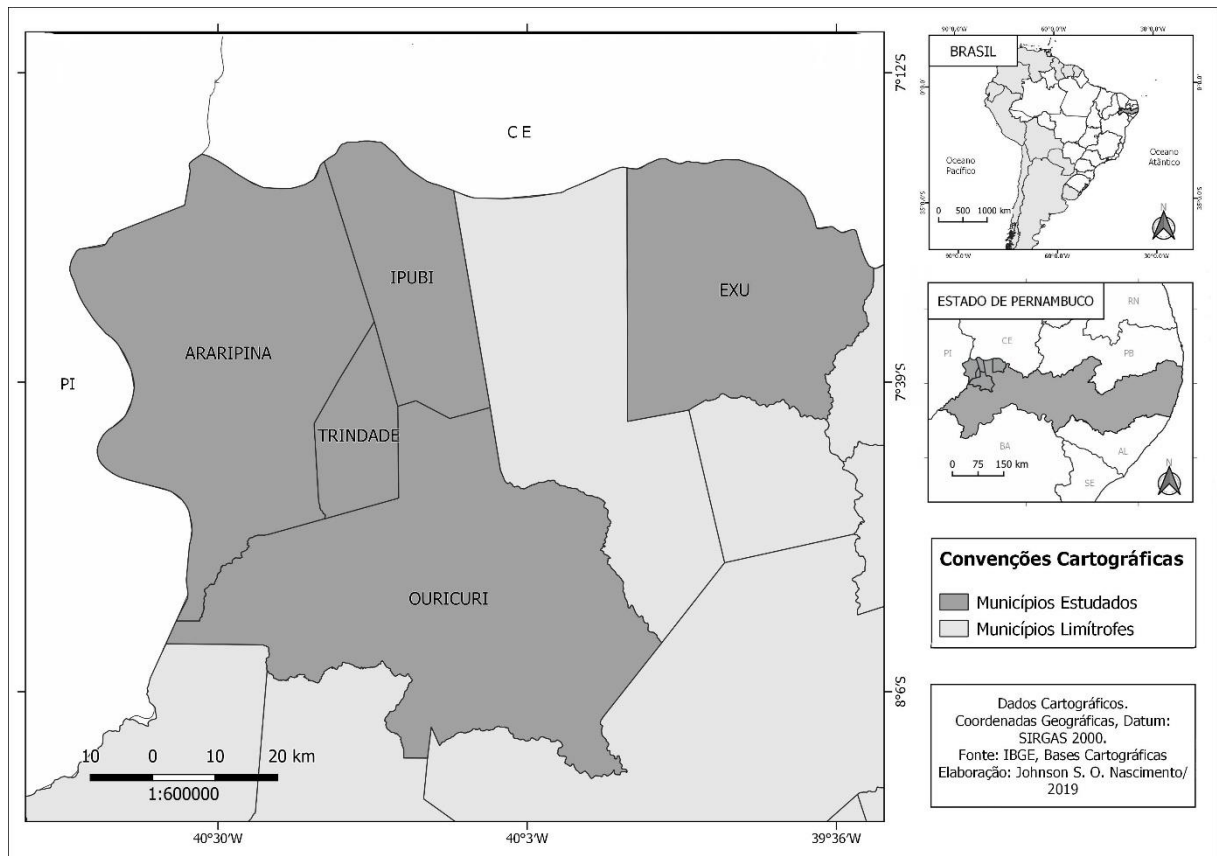


Figura 1 Mapa de localização da área de estudo. Em cinza, os municípios de proveniência do material de estudo.

3.2 Métodos

3.2.1 Distribuição dos peixes na coluna d'água e inferências alimentares e biomecânicas

O estudo paleoautoecológico se baseia na análise de características morfológicas e correlação dessas características, objetivando inferir como elas podem influenciar nos hábitos de vida dos organismos.

Para inferir sobre a posição na coluna d'água e alimentação dos peixes, foram realizadas medidas do ângulo de orientação da boca, uma vez que, essa adaptação pode refletir a zona de alimentação dos peixes. (Watson & Balon, 1983). A orientação da boca foi classificada como ventral, inferior, terminal e superior, sendo definida pelo ângulo formado entre o eixo perpendicular ao eixo longitudinal, tendo referência o plano tangencial dos lábios (Fuentes, 2011). Assim, quando o ângulo for igual a zero, a boca possui orientação ventral; quando o ângulo for de até 90° graus a orientação é inferior; quando o ângulo estiver entre 90° - 100° graus é considerada terminal e; quando o ângulo for mais elevado que 100° graus a orientação é superior (figura 2).

Para realizar as inferências biomecânicas foram analisadas a forma do corpo, tipo e espessura das escamas e a forma e tamanho das nadadeiras.

Para complementar as informações sobre os hábitos alimentares da paleoictiofauna do Araripe, foi feita uma análise da presença/ausência, forma e tamanho da dentição. Quando necessária, a análise da dentição foi feita através de um estereoscópio Discovery.V8. Para identificar a morfologia dos dentes foi utilizado Benvenute & Fischer, (2010).

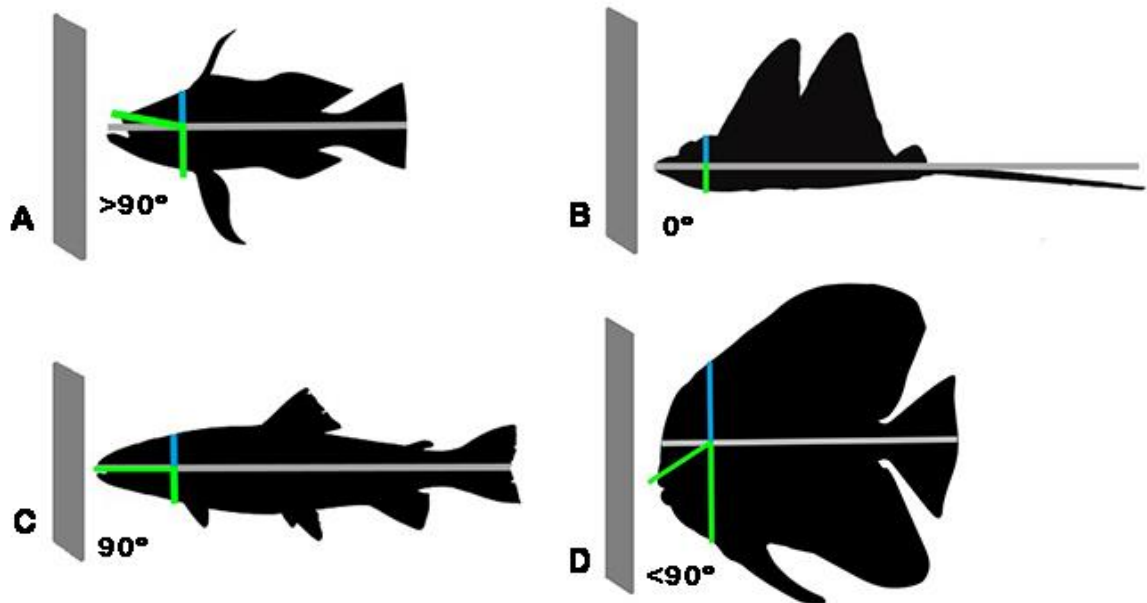


Figura 2 Representação esquemática para realizar a mensuração do ângulo referente à orientação bucal dos peixes: A – Superior; B – Ventral; C – Terminal; D – Inferior. Em cinza escuro é visto o plano tangencial dos lábios; A linha azul representa o eixo vertical, perpendicular ao eixo longitudinal; A linha cinza claro representa o eixo longitudinal. A linha verde representa o ângulo da orientação bucal tendo como referência o eixo longitudinal e vertical.

4 Resultados e discussões

4.1 Análise dos atributos morfológicos

Morfologia corporal

A morfologia corporal dominante na paleoictiofauna do Araripe pernambucano é a *fusiforme*, caracterizada por possuir um corpo com extremidades mais finas que a região central, cuja a altura máxima é localizada próxima a região anterior (Lagler *et al.*, 1977). Essa morfologia é representada na paleoictiofauna do Araripe pernambucano pelas espécies,

Vinctifer comptoni, *Rhacolepis buccalis*, *Notelops brama*, *Cladocycclus gardneri*, *Tharrias araripis*, *Paraelops cearensis* e *Santanichthys diasii* (figura 2).

A morfologia corporal do tipo *curta* (plano lateral) e *comprimida lateralmente* (plano frontal) é observada em *N. penalvai* e *Brannerion* sp. (figura 3.A). Essa morfologia é caracterizada por um corpo menos afilado que as espécies de corpo fusiforme e são comprimidas(achatada) lateralmente, apresentando um corpo alto (Lagler *et al.*, 1977).

Iansan beurleni é a única espécie que possui um corpo deprimido (figura 3.C). As proporções dessa morfologia são caracterizadas por apresentar um achatamento da parte dorsal e ventral, sendo altura menor que o comprimento (Lagler *et al.*, 1977).

Calamopleurus cylindricus, *Axelrodichthys araripensis* e *Araripelepidotes temnurus* foram classificadas com corpo alongado, pois apresenta um corpo longo e a ausência de um pedúnculo caudal fino, característica principal das espécies fusiformes (Lagler *et al.*, 1977).

As espécies *Neoproscinetes penalvai*, *Brannerion* sp. e *Axelrodichthys araripensis* apresentam nadadeiras dorsais e anis mais desenvolvidas e portanto apresentam maior facilidade em realizar movimentos de manobrabilidade, estabilidade e/ou freiagem durante a natação (Breda *et al.*, 2005; Lund *et al.*, 1985).

A paleoictiofauna apresenta escamas elasmoides, caracterizadas por serem escamas finas e serem bastante eficientes em reduzir o atrito com a água, permitindo que o peixe consiga se locomover mais rápido (Benvenute & Fisher, 2010). Esse tipo de escama pode ser visualizado em espécies como *R. buccalis*, *C. gardneri* e *N. Brama* (figura 5.A). Também foram encontradas escamas ganóides, essas escamas são robustas e promovem maior proteção contra a predadores, embora torne difícil realizar movimentos de manobrabilidade (Benvenute & Fisher, 2010; Carmo, 2013). Esse tipo de escama foi visto em *A. temnurus* (figura 5.B).

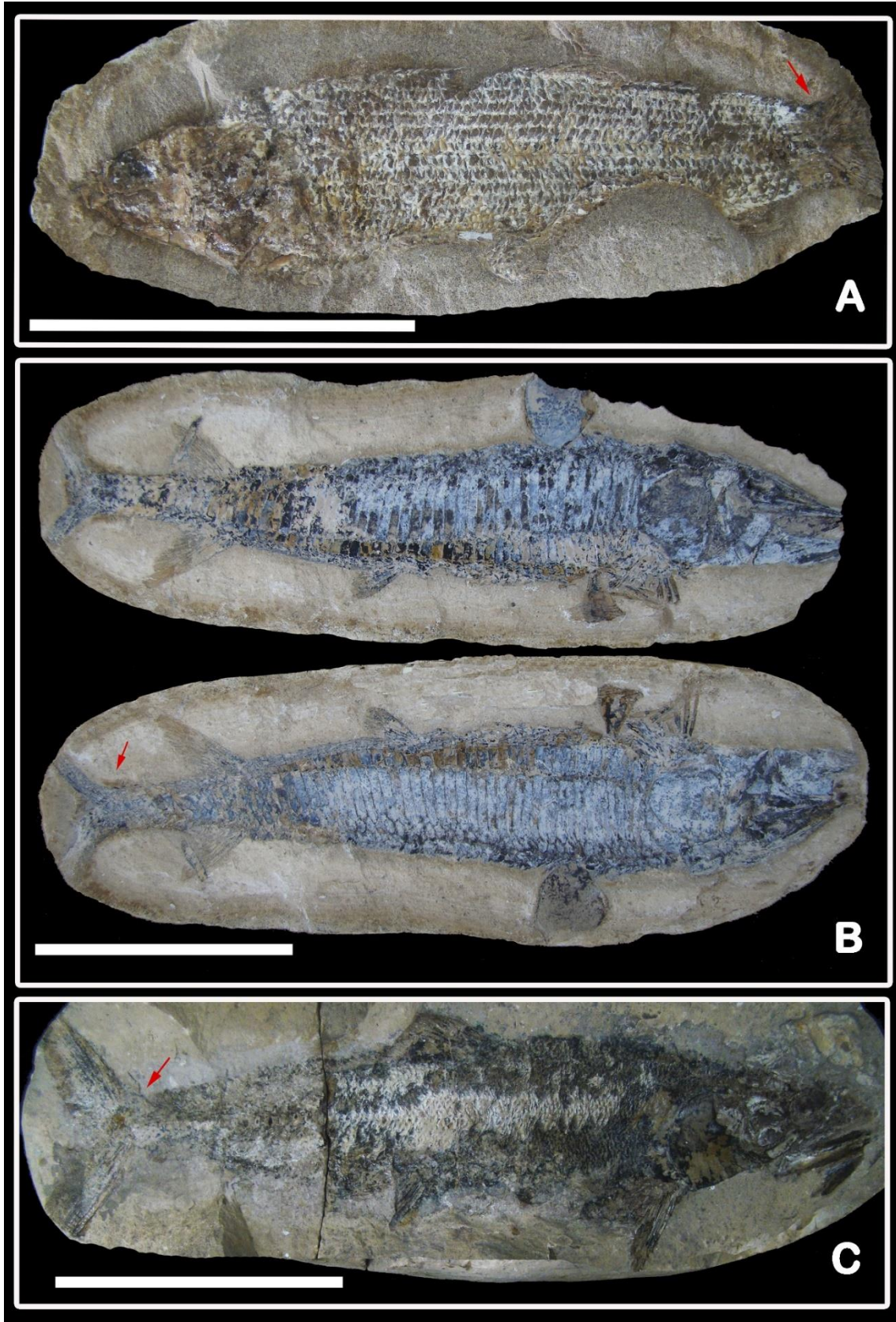


Figura 3 Peixes do Araripe pernambucano com corpo fusiforme. A – *Tharrias araripis* (DEGEO/CTG/UFPE/8267); B – *Vinctifer comptoni* e; C – *Notelops brama* (DEGEO/CTG/UFPE/414).

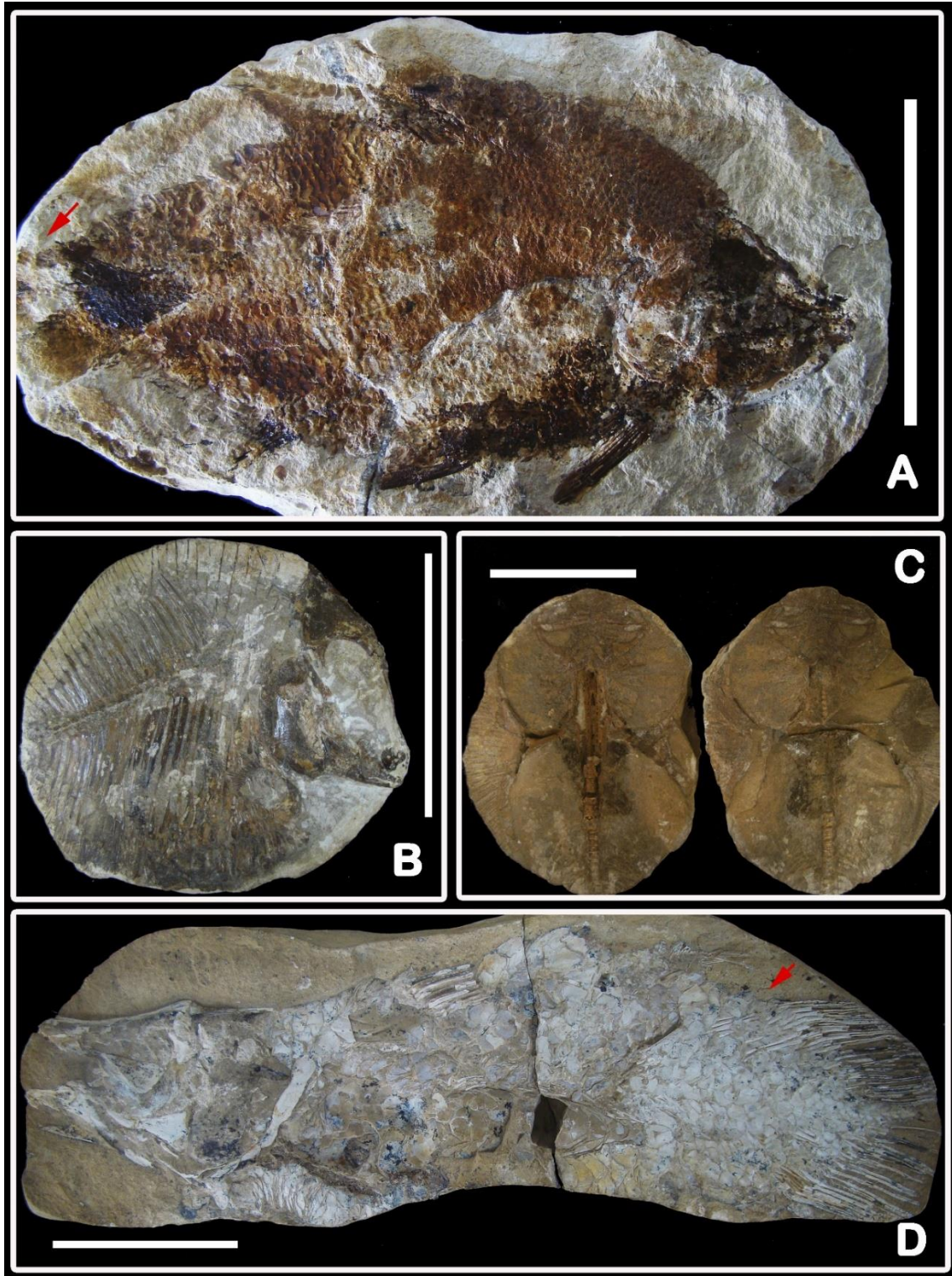


Figura 4 Outras morfologias corporais presentes na paleoictiofauna do Araripe pernambucano. A – Corpo curto, *Branneron* (DEGEO/CTG/UFPE/2511); B – Corpo alto e comprimido lateralmente, *Neoproscinetes penalvai* (DEGEO/CTG/UFPE/8266); C – Corpo Achatado dorso-ventralmente, *Iansan beurleni* (DEGEO/CTG/UFPE/2510 Holótipo); D – Corpo alongado, *Axelrodichthys araripensis* (DEGEO/CTG/UFPE/8729).

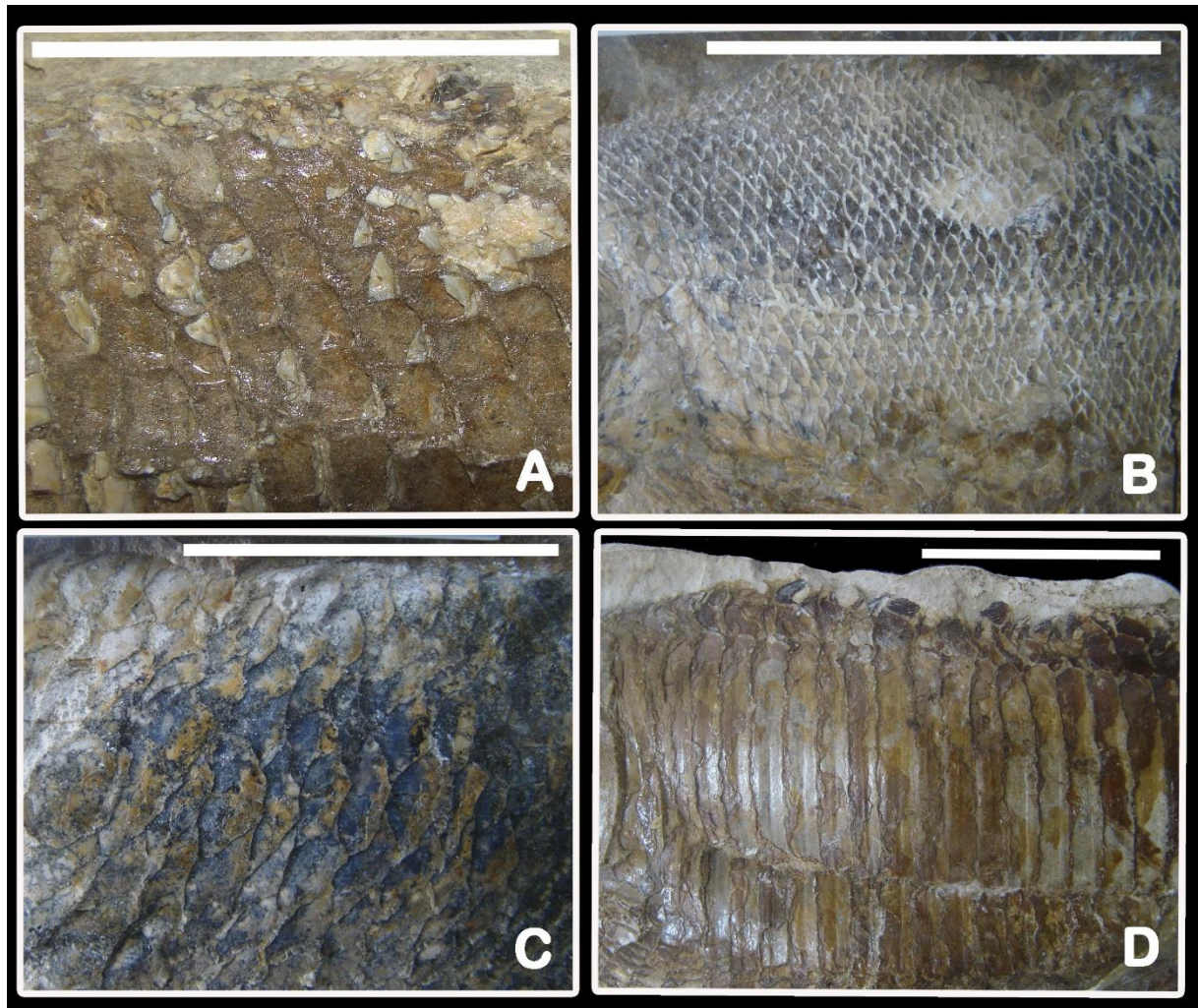


Figura 5 Tipos de escamas dos peixes do araripe. A – Escamas ganóides, *Araripelepidotes temnurus* (DEGEO/CTG/UFPE/8541). B – Escamas elasmóides, *Notelops brama* (DEGEO/CTG/UFPE/8727); C – Escamas elasmóides, *Cladocycclus gardneri* (DEGEO/CTG/UFPE/8253); D – Escamas retangulares de *Vincitifer comptoni* (DEGEO/CTG/UFPE/7477).

Orientação bucal

A grande maioria dos peixes do Araripe pernambucano possuem a boca na orientação terminal, como *V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *P. cearensis*, *Brannerion* sp., *T. araripis*, *C. cylindricus* e *A. araripensis* (figura 6.C). Já *C. gardneri* e *S. diasii* apresentam orientação superior (figura 6.B). *N. penalvai* e *A. temnurus* possuem boca com orientação inferior (figura 6.A). Enquanto *I. beurleni* tem orientação ventral, assim como as arraias atuais. A tabela 1 mostra os ângulos mensurados e a orientação bucal das espécies analisadas.

Espécies	Ângulo mensurado (°)	Orientação Bucal
<i>Vincitifer comptoni</i>	91° - 92°	Terminal

<i>Rhacolepis buccalis</i>	90° - 92°	Terminal
<i>Notelops brama</i>	92° - 93°	Terminal
<i>Cladocyclus gardneri</i>	105° - 110°	Superior
<i>Calamopleurus cylindricus</i>	93°	Terminal
<i>Brannerion</i> sp.	91° - 93°	Terminal
<i>Tharrias araripis</i>	90° - 93°	Terminal
<i>Neoprosclinetes penalvai</i>	72° - 75°	Inferior
<i>Araripelepidotes temnurus</i>	73°	Inferior
<i>Paraelops cearensis</i>	92° - 93°	Terminal
<i>Santanichthys diasii</i>	100°	Superior
<i>Axelrodichthys araripensis</i>	93°	Terminal
<i>Iansan beurleni</i>	0°	Ventral

Tabela 1 Mensuração dos ângulos que caracterizam a orientação bucal da paleoictiofauna do Araripe pernambucano.

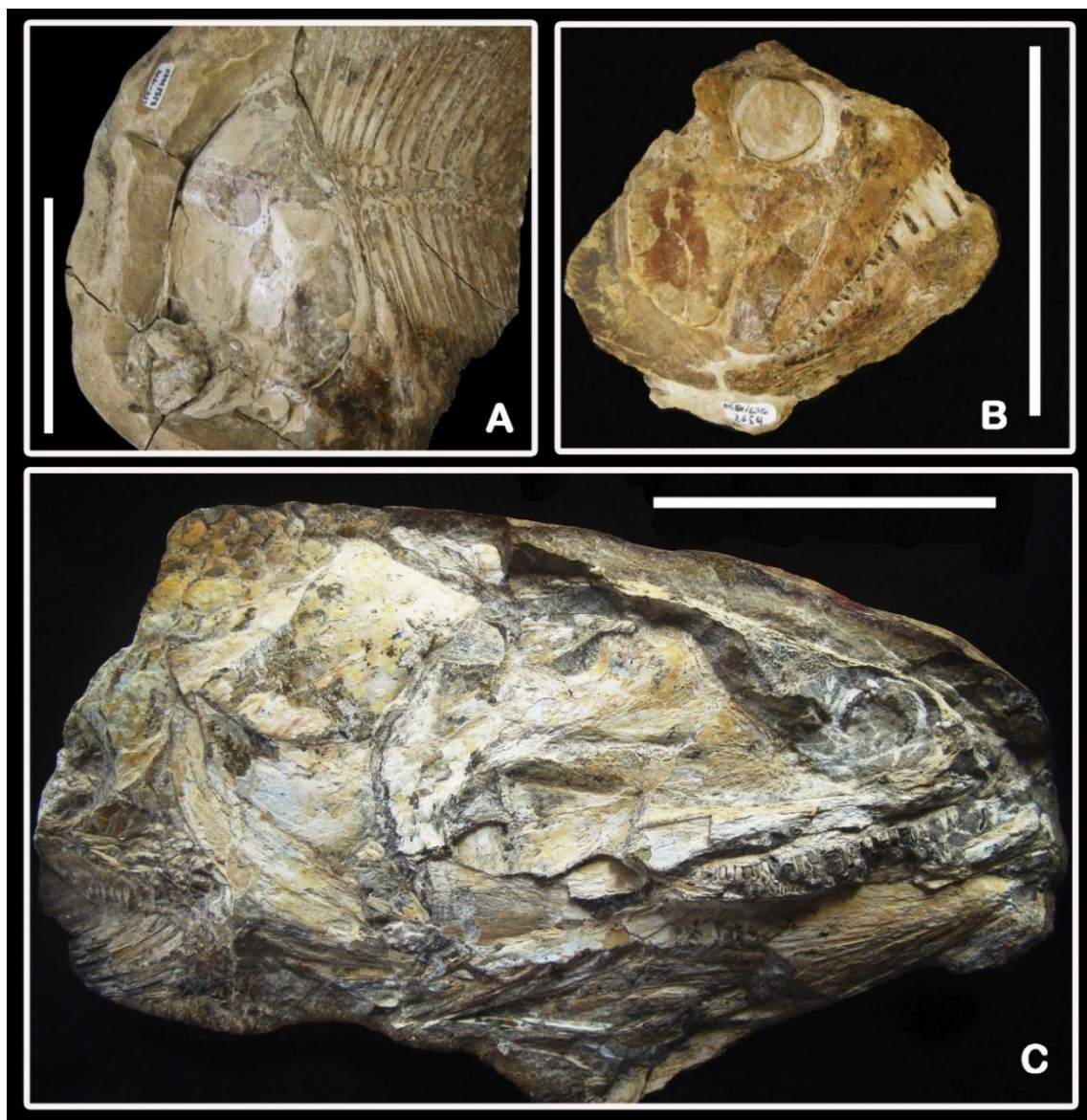


Figura 6 Orientação bucal dos peixes do Araripe pernambucano. Escala 10cm. A – Boca inferior, *Neoprosclinetes penalvai* (DEGEO/CTG/UFPE/8252); B – Boca superior,

Cladocyclus gardneri (DEGEO/CTG/UFPE/8654); C–Boca terminal, *Calamopleurus cylindricus* (DEGEO/CTG/UFPE/8307).

Dentição

Os peixes do Araripe pernambucano possuem dentição composta pelas formas: cônica, viliforme e molariforme. Além disso, ainda estão presentes espécies cuja alimentação é definida pela ausência de dentes e pelo tamanho da boca.

Cladocyclus gardneri e *Calamopleurus cylindricus* apresentam dentes de morfologia cônica adaptada para prender e capturar as presas (figura 7.A e B).

R. buccalis, *N. brama*, *P. cearensis*, possuem dentes viliformes, caracterizados por serem finos e pontiagudos, forma especializada para perfurar peixes pequenos e pequenos invertebrados (figura 7.C e D).

N. penalvai possui a dentição completamente molariforme, ou seja, com coroa baixa, mais adaptados para a trituração do alimento (figura 7.E e F).

T. araripis, *S. diasii*, *A. temnurus*, *V.comptoni* e *A. araripensis* não possuem dentes, tendo sua alimentação limita ao tamanho de sua boca.

Segundo Forey & Maisey, 2010, *Brannerion* sp. possui dentição triturante (molariforme) localizada em porções do paraesfenoide, basibranquial e endopterigoide. E ainda dentição viliforme, localizada no vômer, dermopalatino, maxilar, dentário e pré-maxilar, entretanto tais dentações não foram vistas nos espécimes analisados neste trabalho.

O exemplar de *Iansan beurleni* analisado nesse trabalho não preservou dentes, no entanto Brito & Seret (1996), relataram que *I. beurleni* tem dentição homodonte, com coroa convexa (dentes molariforme), também com objetivo de triturar o alimento.

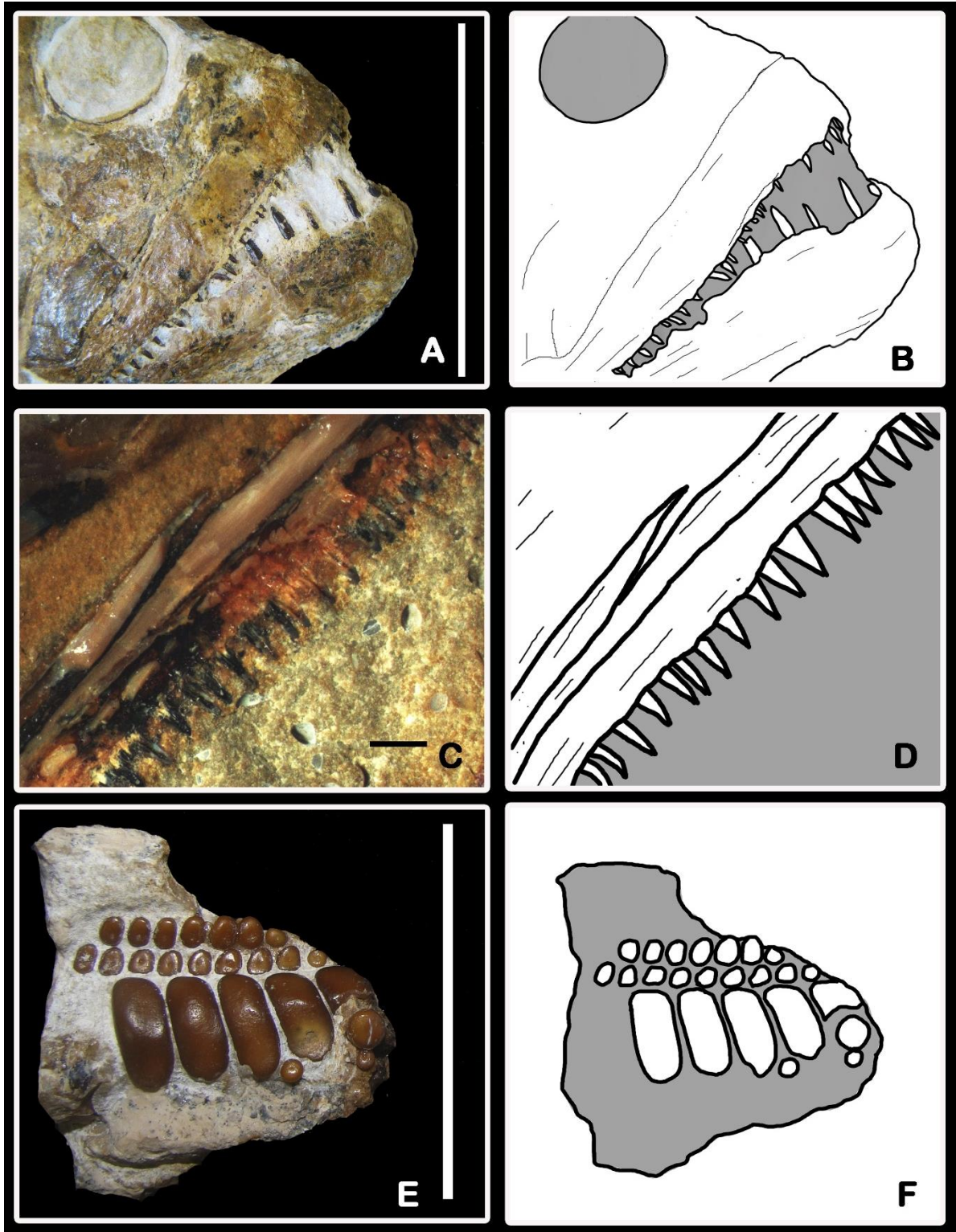


Figura 7 Morfologia dos dentes de peixes do araripe pernambucano. A – Dentes cônicos, *Cladocycclus gardneri* (DEGEO/CTG/UFPE/8654), escala 8cm; B – Esquema dos dentes cônicos; C – Dentes viliformes, *Rhacolepis buccalis* (DEGEO/CTG/UFPE/7458) – escala 2mm; D – Esquema dos dentes viliformes; E – Dentes molariformes, Dentes do picnodontideo *N. penalvai* (DEGEO/CTG/UFPE/7563), escala 5cm; F – Esquema dos dentes molariformes.

4.2 Interpretações paleoecológicas

Posição dos peixes na coluna d'água

A posição dos peixes na coluna d'água pode ser definida pela sua morfologia corporal combinada com sua orientação bucal. As espécies com corpo fusiforme ocupam preferencialmente o meio da coluna d'água podendo nadar livremente. Essa é a forma mais hidrodinâmica encontrada nos peixes, sendo considerada uma forma ideal para realizar movimentos que favorecem a velocidade (Benvenute & Fisher, 2010). A altura do seu corpo e altura do pedúnculo caudal favorece maior estabilidade e dissipação de energia cinética gerada pela parte anterior do corpo. Desta forma, a nadadeira caudal que geralmente em peixes pelágicos são altas e curtas (*aspect ratio*), não sofrem ação das ondas de turbulência permitindo que o peixe gere força e seja impulsionado (SAMBILAY, 1990).

Além disso, a grande maioria dos peixes fusiformes do Araripe pernambucano apresentam escamas elasmoides, cuja espessura é caracterizada por ser fina. Essa adaptação reduz o atrito com a água causando uma redução na resistência e permitindo que esses peixes nadem mais rápido (Benvenute & fisher, 2010).

A grande maioria dos peixes fusiformes do Araripe pernambucano possuem orientação bucal terminal. Isso permite que esses peixes sejam mais generalistas quanto a posição e o tipo de alimento, podendo se alimentar ao longo de toda coluna d'água, o também pode ser visto em espécies atuais (Rotta, 2003). Exemplos atuais de peixes como essa morfologia são *Schizodon nasutus* (Taguara - herbívora) e *Steindachnerina insculpta* (Saguiru - detritívora) (Abelha *et al.*, 2001).

As espécies fusiformes do Araripe Pernambucano que não possuem boca em posição terminal são *Cladocycclus gardneri* e *Santanichthys diasii*. Esses peixes possuem orientação bucal superior, indicativo de que tinham o hábito de se alimentar próximo à superfície e/ou de fisgar organismos que se localizam acima de sua posição.

Brannerion sp. apresenta a morfologia de corpo curto e nadadeiras dorsal e anal bem desenvolvidas, tornando-o capaz de realizar bons movimentos de manobrabilidade (Breda, 2005). *Axelrodichthys araripensis* também possui nadadeiras desenvolvidas, adaptação vista em celacantos desde o Período Devoniano (Lund *et al.*, 1985), fornecendo manobrabilidade, estabilidade e freiação. Assim, ambos eram adaptados à zona bentônica, mas a orientação bucal de ambos é terminal, possibilitando migrações ao longo da coluna d'água para a busca de alimento.

A. temnurus tem um corpo alongado e possui escamas robustas o que lhe impede de realizar movimentos de velocidade, no entanto elas promovem uma melhor proteção contra

predadores (Benvenute & Fisher, 2010; Carmo, 2013). Além de indicar que seria uma espécie que habitava em ambientes com baixa energia. Sua orientação bucal é inferior, indicando sua posição na lamina d'água de preferência com proximidade ao substrato.

Neoproscinetes penalvai tem o corpo alto e achatado lateralmente com nadadeiras bem desenvolvidas, embora as mesmas não estejam preservadas no material estudado. Essa morfologia promove movimentos de manobrabilidade, refletindo hábitos de vida próximo ao substrato (Sazima & Machado, 1990; Breda *et al.*, 2005). Outra adaptação que corrobora para esse hábito de vida é o fato de ter a boca na orientação inferior (Benvenute & Fisher, 2010).

Iansan beurleni é a única espécie que possui o corpo achatado dorso-ventralmente na fauna analisada (figura 3.C). Seu corpo quando em contato o substrato reduz a resistência da água, evitando o efeito bernoulli, fenômeno responsável por causar o efeito de ascensão (Webb, 1975). Sua boca localiza-se na parte ventral de seu corpo, portanto, unindo essas adaptações é possível inferir que possuía uma forte relação com o substrato (Silva-Santos & Valença, 1968), da mesma forma como as arraias atuais com exceção das espécies pelágicas. A figura 8 mostra distribuição das espécies analisadas na coluna d'água.

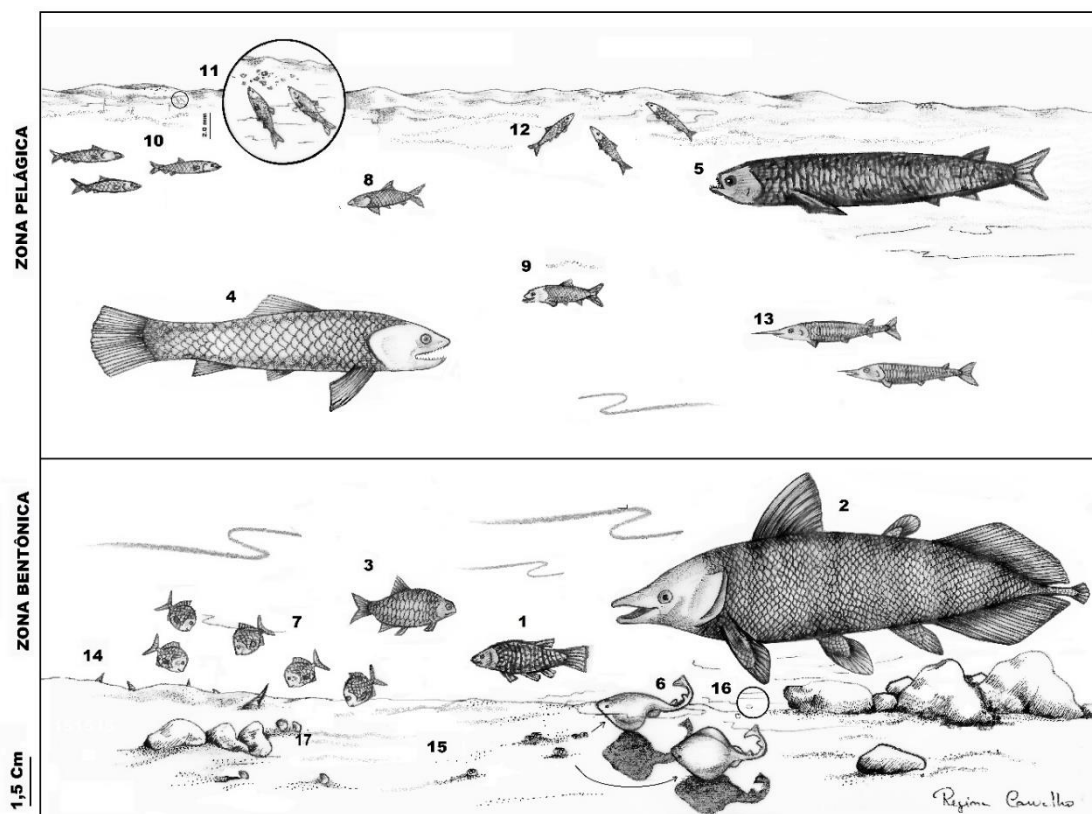


Figura 8 Distribuição da paleoictiofauna do Araripe pernambucano ao longo da coluna d'água. 1 – *Araripelepidotes temnurus*; 2 – *Axelrodichthys araripensis*; 3 – *Brannerion* sp.; 4

– *Calamopleurus cylindricus*; 5 – *Cladocyclus gardneri*; 6 – *Iansan beurleni*; 7 – *Neoproscinetes penalvai*; 8 – *Notelops brama*; 9 – *Paraelops cearensis*; 10 – *Rhacolepis buccalis*; 11 – *Santanichthys diasii*; 12 – *Tharrias araripis*; 13 – *Vinctifer comptoni*; 14 – Gastrópodes; 15 – Equinoides; 16 – Ostracodes; 17 – Bivalves.

Hábito alimentar

Por apresentar a dentição do tipo viliforme, *R. buccalis*, *N. brama*, *P. cearensis*, seriam espécies cuja alimentação era baseada em pequenos peixes e decápodes (Silva-Santos & Valença, 1968; Maisey, 1994), diferentes de *C. gardneri* e *C. cylindricus* que possuíam dentição cônica, eficientes na apreensão de presas (Teixera & Bennemann, 2007; Benvenute & Fisher, 2010).

Os representantes da paleoictiofauna do Araripe Pernambucano com dentição completamente molariforme é *N. penalvai*, que alimentava-se de organismos com partes duras e associados ao substrato, como gastrópodes, bivalves e crustáceos.

O único espécime de *I. beurleni* analisado neste trabalho não apresentou dentes preservados. Porém, Brito & Seret (1996), realizaram análise de outros espécimes de *I. beurleni* e relataram a presença de uma dentição homodonte e cuja coroa é convexa (dentes molariforme), possibilitando uma alimentação a de *N. penalvai*. Além disso, em estudos com espécies recentes, Bornatowski et al (2005), relatou através da análise estomacal de raia-viola, a presença de organismos como crustáceos, poliquetas, poríferos e entre outros.

Considerando os dois tipos de dentição de *Brannerion* sp. (viliforme e molariforme), é possível inferir uma alimentação diversificada, composta por moluscos, artrópodes e peixes.

A ausência de dentes em *T. araripis* e *S. diasii*, *A. temnurus* e *A. araripensis*, tornava o tamanho de sua boca um dos principais critérios na seleção de um recurso alimentar. *T. araripis* e *S. diasii* apresentam uma morfologia bucal pequena, essa característica está presente em peixes que costumam alimentar-se de plantas, insetos, frutos, entre outros (Rotta, 2003), tornando essas espécies suspensívoras.

Araripilepidotes temnurus se alimentava provavelmente através da sucção, e embora não haja trabalhos que evidenciem seu recurso alimentar. Thies (1996), correlaciona seus hábitos com o gênero *Cyprinus*, um gênero atual cuja alimentação ocorre através da sucção de moluscos (sem carapaça), ostracodes e larvas de insetos.

Embora não haja consenso sobre a alimentação de *A. araripensis* é possível inferir, através de estudos realizados sobre outros celacantos, incluindo o gênero *Latimeria*, que a alimentação é caracterizada por ser piscívora (Fricke & Hissmann, 2000). Embora alguns

autores considerem que a estratégia de alimentação de celacantos seja via sucção (Lund *et al.*, 1985). O mesmo foi dito por Meunier *et al.*, (2018), que notaram a presença de ossos inteiros (vertebras e espinhos hemais) no conteúdo estomacal do *A. araripensis*.

Apesar de *V. comptoni* apresentar uma dentição reduzida (serrilhas), tem aparelho branquial bem desenvolvido, inferindo-se que sua alimentação poderia ser baseada no mecanismo de filtração (Maisey, 1994).

Espécies	Dentição	Hábito Alimentar	Orientação bucal	Distribuição na coluna d'água	Biomecânica
<i>V. comptoni</i>	Reduzida (serrilhas)/ Rastro branquial bem desenvolvido	Filtrador	Terminal	Zona pelágica	Especializado em realizar movimentos de alta velocidade
<i>R. buccalis</i>	Viliforme	Carnívoro (Piscívoro)	Terminal	Zona pelágica	Especializado em realizar movimentos de alta velocidade
<i>N. brama</i>	Viliforme	Carnívoro (Piscívoro)	Terminal	Zona pelágica	Especializado em realizar movimentos de alta velocidade
<i>C. gardneri</i>	Cônica	Carnívoro (Piscívoro)	Superior	Zona pelágica (Próxima a superfície)	Especializado em realizar movimentos de alta velocidade
<i>C. cylindricus</i>	Cônica	Carnívoro	Terminal	Zona pelágica	Especializado em realizar movimentos de alta velocidade
<i>Brannerion</i> sp.	Viliforme e molariforme	Onívoro (Invertebrados com partes duras e peixes)	Terminal	Zona pelágica	Especializado em realizar movimentos de manobrabilidade
<i>N. penalvai</i>	Molariforme	Carnívoro (Invertebrados com partes duras)	Inferior	Zona Bentônica	Especializado em realizar movimentos de manobrabilidade
<i>A. temnurus</i>	Ausente	Carnivoria (Piscívoro por Sucção)	Inferior	Zona Bentônica	Especializado em realizar movimentos de manobrabilidade
<i>T. araripis</i>	Ausente	Suspensívoro	Terminal	Zona pelágica (Próxima a superfície) / Zona bentônica	Especializado em realizar movimentos de alta velocidade
<i>P. cearensis</i>	Viliforme	Carnívoro (Piscívoro)	Terminal	Zona pelágica	Especializado em realizar movimentos de alta velocidade
<i>I. beurleni</i>	Molariformes	Carnivoria	Ventral	Zona	Especializado para manter a estabilidade

		(Invertebrados)		Bentônica	através do contato com o substrato
<i>S. diasii</i>	Ausente	Suspensívoro	Superior	Zona pelágica (Próxima a superfície)	Especializado em realizar movimentos de alta velocidade
<i>A.araripensis</i>	Ausente	Carnívoro (piscívoro)	Terminal	Zona pelágica	Apresenta melhor desempenho para manobrabilidade ao invés de velocidade

Quadro 1 Síntese das adaptações e inferências analisadas na paleoictiofauna do Araripe Pernambucano.

A partir da interação desses organismos presentes no Araripe pernambucano, é possível inferir a construção de uma teia trófica. A Formação Romualdo Possuía dois grandes predadores, *C. gardneri* e *C. cylindricus*, ambos estariam no topo da cadeia alimentar, e possivelmente competiam pelos recursos alimentares, que seriam espécies como *R. buccalis*, *N. brama*, *Brannerion* sp., *P. cearensis*, *T. araripis*, *N. penalvai*, *V. comptoni* e até mesmo *A. temnurus*. Embora *C. cylindricus* também possa ter se alimentado de *C. gardneri* (Maisey, 1994).

É importante destacar também que de acordo com Mulder (2013), *C. cylindricus* praticava o canibalismo, pois realizou a descrição de um espécime cujo o conteúdo estomacal preservado é exatamente fragmento de osso do dentário de outro *Calamopleurus*. Esse comportamento pode ser inferido através de estudos como o de Juanes (2003), onde observou que peixes canibais atuais apresentaram maior sucesso na captura de presas coespecíficas, embora esse mecanismo também seja usado na escassez de presas. Também foi observado em *R. buccalis* e *N. brama*, conteúdos estomacais das mesmas espécies (Maisey, 1994).

Rhacolepis buccalis, *Notelops brama* e *Paraelops cearensis* possuíam apenas dentes viliforme, inferindo-se alimentação de peixes pequenos como *S. diasii* e outros peixes pequenos ou de espécimes jovens.

S. diasii e *T. araripis* não possuíam dentes e se alimentariam provavelmente de materiais na superfície ou em suspensão, acima de sua posição na coluna d'água.

A. Temnurus alimentava-se pela sucção de organismos como moluscos e ostracodes (Thies, 1996) e *A. araripensis* alimentava-se pela sucção de peixes com tamanho proporcional a sua boca e possivelmente próximo de sua zona de habitação (Lund, 1986; Meunier *et al.*, (2018).

Brannerion sp. apresenta também dentes molariformes, assim como *N. penalvai*, permitindo que ambos pudessem se alimentar de organismos com partes duras (bivalves, gastrópodes, equinóides e crustáceos), assim como *I. beurleni*.

A figura 9 mostra de forma esquemática a teia trófica composta por esses organismos, refletindo o conhecimento atual da paleoictiofauna, que ainda deve ser mais bem analisada, a partir de novas descobertas.

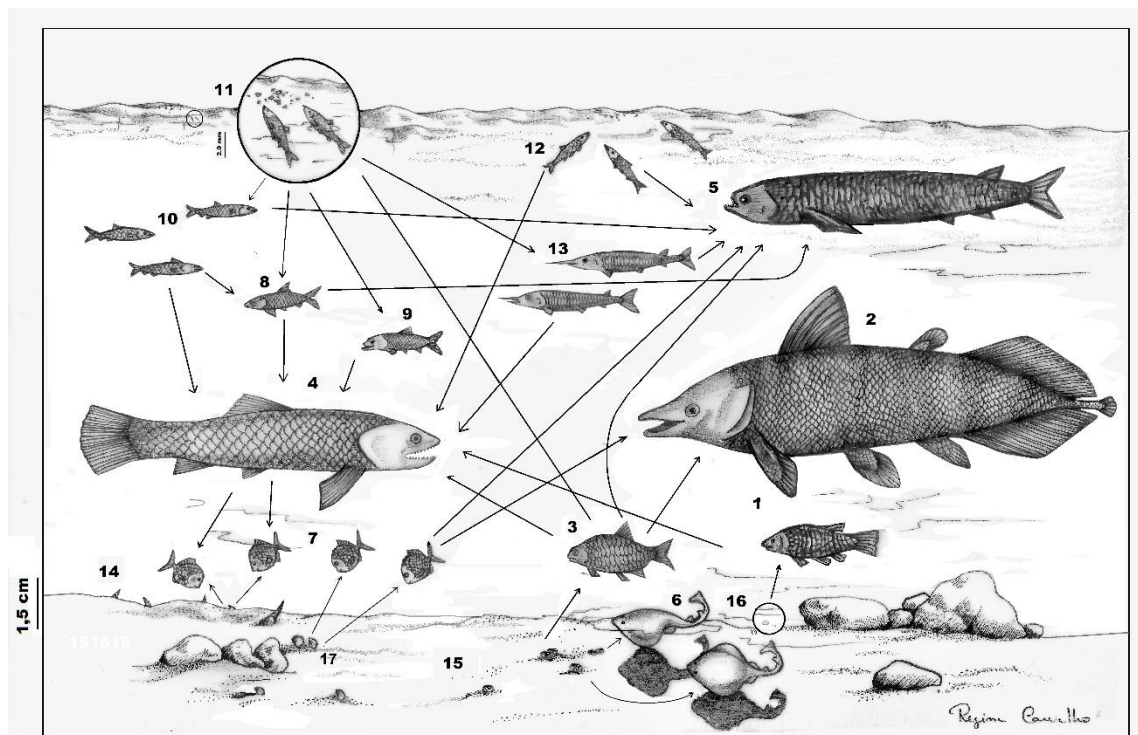


Figura 9 Teia trófica da paleoictiofauna do Araripe pernambucano. As setas partem da presa sentido predador. 1 – *Araripelepidotes temnurus*; 2 – *Axelrodichthys araripensis*; 3 – *Brannerion* sp.; 4 – *Calamopleurus cylindricus*; 5 – *Cladocycclus gardneri*; 6 – *Iansan beurleni*; 7 – *Neoprosocinetes penalvai*; 8 – *Notelops brama*; 9 – *Paraelops cearensis*; 10 – *Rhacolepis buccalis*; 11 – *Santanichthys diasii*; 12 – *Tharrias araripis*; 13 – *Vinctifer comptoni*; 14 – Gastrópodes; 15 – Equinóides; 16 – Ostracóides; 17 – Bivalves.

5 Considerações finais

As espécies de peixes analisadas correspondem as identificadas, até o momento, no Araripe pernambucano (Duque & Barreto, 2018; Lopes & Barreto 2019), sendo: *Vinctifer comptoni*, *Rhacolepis buccalis*, *Notelops brama*, *Cladocycclus gardneri*, *Calamopleurus cylindricus*, *Brannerion* sp., *Neoprosocinetes penalvai*, *Paraelops cearensis*, *Santanichthys*

diasii, *Tharrias araripis*, *Araripelepidotes temnurus*, *Axelrodichthys araripensis* e *Iansan beurleni*.

A morfologia corporal da paleoictiofauna do Araripe pernambucano é dominada pela morfologia fusiforme, que favorece movimentos de maior velocidade. Pelas características morfológicas de *R. beurleni*, *N. penalvai*, *Brannerion* sp., *A. temnurus* e *A. araripensis*, tonando-se especialistas em realizar movimentos de manobrabilidade, estabilidade, freiação.

Em relação à análise da orientação bucal, a grande maioria apresenta orientação terminal, preferindo provavelmente ocupar o meio da coluna d'água, porém, permitindo que eles se alimentem tanto próximo à superfície quanto no substrato (espécies generalistas). *R. beurleni*, *N. penalvai* e *A. temnurus* apresentam boca na orientação inferior, permitindo inferir que essas espécies eram associadas ao substrato. *C. gardneri* e *S. diasii*, possuem orientação bucal superior indicando proximidade com a superfície da lâmina d'água.

A variedade da morfologia dos dentes possibilita inferir que os peixes da Formação Romualdo possuíam uma grande variedade de recursos alimentares. Entre os que possuem dentes, com exceção de *Brannerion* sp., apresentam uma dentição específica. Os que não possuem dentes como *S. diasii*, infere-se que apresentavam hábito suspensívoro. Esse é um ponto que ainda precisa ser mais bem investigado e, se possível, fazendo uso de outros recursos metodológicos.

As morfologias e adaptações morfológicas apresentadas nesse trabalho mostram que podem ser correlacionadas para a construção de um perfil paleoautoecológico, compreendendo como esses organismos se comportavam em seu ambiente de vida, seja na exploração de um determinado recurso ou até mesmo em sua locomoção, tornado a teia trófica do Araripe pernambucano complexa. Além disso, outras adaptações morfológicas como, musculatura, *Gape* e mensuração do pedúnculo caudal precisam ser estudadas posteriormente.

Referências Bibliográficas

- Abelha, M.C.F.; Agostinho, A.A. & Goulart, E. 2001. Plasticidade trófica em peixes de água doce. *Acta Scientiarum*. Maringá, 23(2): 425-434.
- Arai, M.; Botelho Neto, J.; Lana, C.L.C.; Pedrão, E. 2000. Cretaceous dinoflagellate provincialism in Brazilian marginal basins. *Cretaceous Research*, 21: 351-366.
- Assine, M.L. 1992. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 22(3): 289-300.

- Assine, M.L.; Perinotto, J.A.J.; Custódio, M.A.; Neumann, V.H.N.; Varejão, F.G. & Mescolotti P.C. 2014. Sequências deposicionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 22(1): 3–28.
- Bemvenuti, M.A. & Fischer, L.G. 2010. Peixes: Morfologia e Adaptações. *Cadernos de Ecologia Aquática*, 5(2): 31–54.
- Bock, W.J. & Wahlert, G.V. 1965. Adaptation and the form-function complex. *Evolution - international journal of organic evolution*, 19(3): 269–299.
- Bornatowski, H.; Abilhoa, V. & Freitas, M.O. 2005. Alimentação da raia-viola *zapteryx brevirostris* na baía de Ubatuba-enseada, São Francisco do sul, Santa Catarina, Brasil. *Estudos Biológicos*. 27(61): 31-36.
- Breda, L.; Oliveira, E.F. & Goulart, E. 2005. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. *Acta Scientiarum. Biological sciences*. 8(3): 371–381.
- Carmo, C.M. 2013. *Ecomorfologia e alimentação de peixes na bacia do rio das mortes /mt e introdução à fisiologia de peixes para o ensino fundamental e médio*. Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado do Mato Grosso, Dissertação de mestrado, 93p.
- Carvalho, A.R.A. & Barreto, A.M.F. 2015. Novos Materiais de *Araripemys barreto* da Formação Romualdo (Albiano - Bacia do Araripe), Pernambuco, Brasil. *Estudos Geológicos*, 25(1): 3–14.
- Carvalho, F. M. 1983. Marcação de peixes na região do Janauacá manaus (AM). *Acta Amazônica*. 13(3-4): 707–708.
- Coimbra, J.C.; Arai, M.; Carreño, A.L. 2002. Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe basin, northeastern Brazil. *Geobios*, 35: 687-698.
- Filleul, A.; Maisey, J. 2004. Redescription of *Santanichthys diasii* (Otophysi , Characiformes) from the Albian of the Santana Formation and Comments on Its Implications for Otophysan Relationships. *American Museum of Natural History*. 3455: 1–22.
- Feitosa, C.V.; Araújo, M.E. de. 2002. Hábito alimentar e morfologia do trato digestivo de alguns peixes de poças de maré, no estado do Ceará, Brasil. *Arquivos de Ciências do Mar*. 35(1-2): 97-105.
- Fuentes, C. A. R. 2011. *Estrutura ecomorfológica e trófica de peixes de riachos: comparação entre ambientes com diferentes graus de conservação e entre bacias hidrográficas*. Programa de Pós-Graduação em Biologia animal, Universidade Estadual Paulista, Dissertação de mestrado. 157p
- Fricke, H; Hissmann, K. 2000. Feeding ecology and evolutionary survival of the living coelacanth *Latimeria chalumna*. *Marine biology*. 136: 379 – 386.

- Heimhofer, U. & Hochuli, P.A. 2010. Early Cretaceous angiosperm pollen from a low-latitude succession (Araripe Basin, NE Brazil). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 161: 105-126.
- Hoffmann, A.C.; Orsi, M.L.; Shibatta, O.A. 2005. Diversidade de peixes do reservatório da UHE Escola Engenharia Mackenzie (Cativara), Rio Parapanema, bacia do alto rio Paraná, Brasil, e a importância dos grandes tributários na sua manutenção. *Iheringia, Série Zoologia*. 95(3): 319-325.
- Juanes, F. 2003. The allometry of cannibalism in piscivorous fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60(5): 594-602.
- Kellner, A.W.A. 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.
- Lagler, K.F.; Bardach, J.E.; Miller, R.R. & Passino, D.R.M. 1977. *Ichthyology*. New York, USA, 506 p.
- Lund, W.L.; 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, J.G. 1991. *Santana fossils - An Illustrated Atlas*. Tropical Fish Hobbyist Publications, New Jersey, USA, 459 p.
- Meunier, F. J; Cupello, C.; YabuMoto, Y. & Brito, P.M. 2018. The diet of the Early Cretaceous coelacanth †*Axelrodichthys araripensis* Maisey, 1986 (Actinistia: Mawsoniidae). *Cybium*, 42(1): 105-111.
- Mulder, E.W.A. 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(2/3): 119-122.
- Oliveira, E.F.; Goulart, E.; Breda, L.; Minte-Vera, C.V.; Paiva, L.R.S. & Vismara, M.R. 2010. Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. *Neotropical Ichthyology*, 8(3): 569-586.
- Oliveira, T.P.R.; Torres, R.R.N.B.; Araújo, M.R.A.; Moura, G.J.B. & Barreto, A.M.F. 2006. Relação entre a forma do corpo e o tipo de natação de dastilbe crandalli da Formação Crato, Eocretáceo da Bacia do Araripe. *Estudos geológicos*, 16(1): 79-88.
- Pinheiro, A.P.; Saraiva, A.Á.F. & Santana, W. 2014. Shrimps from the Santana Group (Cretaceous: Albian): new species (Crustacea : Decapoda : Dendrobranchiata) and new record (Crustacea: Decapoda : Caridea). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 86(2): 663-670.
- Polck, M.A.R.; Carvalho, M.S.S.; Miguel, R. & Gallo, V. 2015. *Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da Bacia do Araripe*. CPRM, Rio de Janeiro. 72p.

- Rios-Netto, A.M; Regali, M.S.P; Carvalho, I.S.C & Freitas, F.I. 2012. Palinoestratigrafia do intervalo Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 42(2): 331-342.
- Rocha, L.A.; Rosa, I.L. & Rosa, R.S. 1998. Peixes recifais da costa da paraíba, Brasil. *Revista brasileira de zoologia*, 15(2): 553–566.
- Rotta, M.A. 2003. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. *Embrapa Pantanal-Documentos (INFOTECA-E)*. Corumbá, MS. 48p.
- Sambilay Jr, V.C. 1990. Interrelationships between swimming speed, caudal fin aspect ratio and body length of fishes. *Fishbyte*, 8(3): 16-20.
- Silva, S.R. & Valença, J.G.A. 1968. Formação Santana e sua paleoictiofauna. *Anais da Academia Brasileira Ciências*, 40(3): 339-360.
- Simões, M.G. & Ghilardi, R.P. 2000. Protocolo tafonômico/paleoautoecológico como ferramenta nas análises paleossinecológicas: exemplos de aplicação em concentrações fossilíferas do Paleozóico da Bacia do Paraná, Brasil. *Revista Pesquisas em Geociências*, 27(2): 3-13.
- Thies, D. 1996. The jaws of araripelepidotes temnurus (Agassiz, 184i) (actinopterygii, semionotiformes) from the early cretaceous of Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 16(3): 369–373.
- Tomé, M.E.T.R.; Lima Filho, M.F.; Neumann, V.H.M.L. 2014. Taxonomic studies of non-marine ostracods in the Lower Cretaceous (Aptian–lower Albian) of post-rift sequence from Jatobá and Araripe basins (Northeast Brazil): Stratigraphic implications. *Cretaceous Research*, 48: 153-176.
- Watson, D. J. & Balon, E. K. 1984. Ecomorphological analysis of fish taxocenes in rainforest streams of northern Borneo. *Journal of Fish Biology*, 25(3): 371–384.
- Webb, P.W.; Laliberte, G.D. & Schrank, A.J. 1996. Does body and fin form affect the maneuverability of fish traversing vertical and horizontal slits. *Environmental Biology of Fishes*, 46: 7-14.

8 CONCLUSÃO

Devido a frequência de ocorrência, foram classificadas como espécies abundantes no Araripe pernambucano, os táxons: *V. comptoni*, *R. buccalis*, *N. brama*, *T. araripis*, *Brannerion* sp., *C. gardneri* e *C. cylindricus*, sendo *V. comptoni* o mais abundante. *Brannerion* sp é tido como uma táxon raro, mas baseado na frequência relativa feita nesse trabalho é uma espécie comum em Araripina, Exu, Ipubi e Ouricuri. *Iansan beurleni*, o único peixe Chondrichthyes, ocorrendo apenas em Araripina.

A análise dos dados obtidos pela frequência relativa dos peixes mostra que o Araripe pernambucano quando comparado com o Araripe cearense possui maior semelhança com os municípios de Jardim, Missão Velha e Santana respectivamente, Embora o Araripe Cearense apresente espécies que até o presente momento não estão inventariadas no Araripe pernambucano.

Como o inventário fossilífero do Araripe pernambucano não está concluído, este trabalho representa o estágio atual do conhecimento da diversidade de peixes da Formação Romualdo, contribuindo com a compreensão da distribuição da paleoictiofauna na porção SW-S da Bacia Sedimentar do Araripe, durante o cretáceo inferior.

A morfologia fusiforme é dominante nos peixes do Araripe pernambucano, mostrando eficiência para nado em grande velocidades. As espécies *R. beurleni*, *N. penalvai*, *Brannerion* s.p., *A. temnurus* e *A. araripensis*, são as únicas espécies cuja morfologia foge do padrão tendo uma morfologia adaptada para realizar manobrabilidade e/ou permitir maior estabilidade próximo ao fundo (*R. beurleni*).

A maioria das espécies possuem orientação bucal terminal, possibilitando a ocupação ao longo de toda coluna d'água, sendo espécies generalistas. Outras espécies apresentam boca inferior, permitindo uma maior associação ao fundo bentônico (*R. beurleni*, *N. penalvai* e *A. temnurus*), outras por sua vez, possuem orientação bucal superior indicando proximidade com a superfície (*C. gardneri* e *S. diasii*).

A morfologia dental apresenta grande diversidade. Com exceção de *Brannerion* sp, todos os outros apresentam uma dentição especializada. Os que não possuem dentes como *S. diasii*, alimentavam-se através de herbivoria ou outros recursos presentes na superfície e/ou no fundo bentônico. Esse é um ponto que ainda precisa ser bastante investigado e se possível fazendo uso de outras metodologias.

Tais características podem ser correlacionadas permitindo construir um perfil paleoautoecológico, compreendendo o comportamento desses organismos em seu ambiente de vida e quais as suas estratégias utilizadas, seja na exploração de um determinado recurso

alimentar ou até mesmo seu desempenho na locomoção diante de seu habitat, tornando a teia trófica do Araripe pernambucano extremamente complexa e ainda mais carente de estudos paleoecológicos.

REFERÊNCIAS

- ABELHA, M.C.F.; AGOSTINHO, A.A.; GOULART, E. Plasticidade trófica em peixes de água doce. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 23, n. 2, p. 425-434, 2001.
- ARAI, M.; BOTELHO NETO, J.; LANA, C.L.C.; PEDRÃO, E. Cretaceous dinoflagellate provincialism in Brazilian marginal basins. **Cretaceous Research**, v. 21, p. 351-366, 2000.
- ARAI, M. Paleogeografia do Atlântico Sul no Aptiano: um novo modelo a partir de dados micropaleontológicos recentes. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 17, n. 2, p. 331–351, 2009.
- AIRES, A. S. S. **Descrição de novos materiais referentes à tapejaridae (pterosauria, pterodactyloidea) da formação Romualdo (Bacia do Araripe, Ceará, Brasil)**. 2013. 90p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Pampa, Campus São Gabriel, São Gabriel. 2013.
- ASSINE, M. L. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 3, p. 289–300, 1992.
- ASSINE, M. L.; PERINOTTO, J. A.; 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**, v. 22, p. 3–28, 2014.
- BARRETO, A. M. F.; BRILHA, J.B.R.; DUQUE, R.R.C.; PRADO, L.C.; PEREIRA, P.A.; ARARIPE, R.C.; CARVALHO, A.R.A.; GHILARDI, A.M. A Criação de Museus como Estratégia para Preservação do Patrimônio Fossilífero da Bacia Sedimentar do Araripe em Pernambuco, NE do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v. 39, n. 2 p. 36-42, 2016
- BEMVENUTI, M. DE A.; FISCHER, L. G. Peixes: Morfologia e Adaptações. v. 5, n. January. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v. 5, n. 2. p. 31–54, 2011.

BIEMANN, E. P. G. E. **Angiospermas eocretáceas do mesbro crato (Foração Snatana, Bacia do Araripe, NE do Brasil): Revisão taxonômica de welwitschiophyllum brasiliense Dilcher, Bernardes-de-Oliveira, pons et Lott, 2005.** 2012. 81p. Dissertação de mestrado. Universidade Guarulhos, Guarulhos. 2012.

BOCK, W. J.; WAHLERT, G. VON. Adaptation and the form-function complex. **Evolution - international journal of organic evolution**, v. 19, n. 3. p. 269–299, 1965.

BORNATOWSKI, H.; ABILHOA, V.; FREITAS, M.O. Alimentação da raia-viola zapteryx brevirostris na baía de Ubatuba-enseada, São Francisco do sul, Santa Catarina, Brasil. **Estudos Biológicos**, v. 27, n. 61, p. 31-36, 2005.

BRAGA, F. M. de S. Habitat, distribuição e aspectos adaptativos de peixes da microbacia do ribeirão Grande, Estado de São Paulo, Brasil. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**, v. 26, n. 1, p. 31–36, 2004.

BREDA, L. et al. Ecomorfologia de locomoção de peixes com enfoque para espécies neotropicais. **Acta Scientiarum - Biological Sciences**. v. 27, n. 4. 1922, p. 371–381, 2005.

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

CAMPOS, H. B. N. Arcossauros da Bacia do Araripe: uma revisão. **Tarariú: Revista Eletrônica do Laboratório de Arqueologia e Paleontologia da UEPB**, v. 1, n. 2, p. 85–103, 2011.

CARMO, C.M. **Ecomorfologia e alimentação de peixes na bacia do rio das mortes /mt e introdução à fisiologia de peixes para o ensino fundamental e médio.** Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, Universidade do Estado do Mato Grosso, Dissertação de mestrado, 93p. 2013.

CARVALHO, F. M. Marcação de peixes na região do Janauacá manaus (AM). **Acta Amazônica**. v. 13, n 3-4, p. 707–708, 1983.

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, p. 3–14, 2015.

CARVALHO, G. K. R. DE; HESSEL, M. H.; ARAÚJO, A. L. DE. Himenópteros e a Bacia do Araripe. **Revista de geologia**. v. 24, n. 2, p. 150–171, 2012.

CARVALHO, G. P. de; LOURENÇO, W. R. A new family of fossil scorpions from the Early Cretaceous of Brazil. **Paleontology**. v. 332, p. 711–716, 2001.

CARVALHO, M. S. S. de; 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**, v. 28, n. 1, p. 15–34, 2005.

COIMBRA, J.C.; ARAI, M.; CARREÑO, A.L. Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe basin, northeastern Brazil. *Geobios*, v. 35, p. 687-698, 2002.

CORSO, L. L. **Aplicação de procedimentos de otimização e remodelamento ósseo na simulação e análise em problemas de biomecânica**. 2006. 150p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

DUQUE, R.R.C. & BARRETO, A.M.F. Os vertebrados fósseis da formação Romualdo, (cretáceo inferior, Bacia do Araripe) em Exu e Araripina, Pernambuco, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de geociências-UFRJ**, v. 41, n. 1, p. 5-14, 2018

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

FAMBRINI, G. L. et al. Sucessão Faciológica da Formação Barbalha, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, v. 25, n. 1, p. 137–164, 2015.

FEITOSA, C.V.; ARAÚJO, M.E. de. Hábito alimentar e morfologia do trato digestivo de alguns peixes de poças de maré, no estado do Ceará, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**. v. 35, n. 1-2, p. 97-105, 2002.

FILHO, F. E. DE S. **A aplicação de técnicas físicas na Paleontologia: Um estudo de fósseis da formação Ipubi - Bacia Sedimentar do Araripe**. 2011. 101p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

FILLEUL, A.; MAISEY, J. Redescription of *Santanichthys diasii* (Otophysi , Characiformes) from the Albion of the Santana Formation and Comments on Its Implications for Otophysan Relationships. **American Museum of Natural History**. n. 3455, p 1–22, 2004.

FRICKE, H; HISSMANN, K. Feeding ecology and evolutionary survival of the living coelacanth *Latimeria chalumna*. **Marine biology**. n. 136, p. 379 – 386, 2000.

FUENTES, C. A. R. **Estrutura ecomorfológica e trófica de peixes de riachos: comparação entre ambientes com diferentes graus de conservação e entre bacias hidrográficas**. 2011. Programa de Pós-Graduação em Biologia animal, Universidade Estadual Paulista, Dissertação de mestrado. 157p. 2011.

HEIMHOFER, U.; HOCHULI, P.A. Early Cretaceous angiosperm pollen from a low-latitude succession (Araripe Basin, NE Brazil). **Review of Palaeobotany and Palynology**, n. 161, p. 105-126, 2010.

HOFFMANN, A.C.; ORSI, M.L.; SHIBATTA, O.A. Diversidade de peixes do reservatório da UHE Escola Engenharia Mackenzie (Capivara), Rio Paranapanema, bacia do alto rio Paraná, Brasil, e a importância dos grandes tributários na sua manutenção. **Iheringia, Série Zoologia**. v. 95, n. 3, p. 319–325, 2005.

JUANES, F. The allometry of cannibalism in piscivorous fishes. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 60, n. 5, p. 594-602, 2003.

KELLNER, A. W. A. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE. Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. **Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil**, p. 121–130, 2002.

KELLNER, A. W. A.; GALLO, V.; SARAIVA, A. S. F.; SAYÃO, J. M.; SILVA, H. P. On the fossil locality “Ladeira do Berlenga” (Santana Formation, Araripe Basin), Piauí, Northeastern Brazil. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 60, n. 3, p. 111-116, 2002.

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A.; SAYÃO, J. M.; SARAIVA, A. A. F.; RODRIGUES, T.; OLIVEIRA, G.; CRUZ, L.A.; COSTA, F.R.; SILVA, H.P.; FERREIRA, J.S. The largest flying reptile from Gondwana: a new specimen of *Tropeognathus* cf. *T. mesembrinus* Wellnhofer, 1987 (Pterodactyloidea, Anhangueridae) and other large pterosaurs from the Romualdo Formation, Lower Cretaceous, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 1, p. 113-135, 2013.

LAGLER, K.F.; BARDACH, J.E.; MILLER, R.R.; PASSINO, D.R.M. **Ichthyology**. New York, USA, 506 p. 1977.

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

LUND, W.L.; LUND, R.; KLEIN, G. 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, n. 5, p. 492-500, 1985.

MABESOONE, J. M.; TINOCO, I. M. Paleoecology of Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil). **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 14, n. 2, p. 87–118, 1973.

MAISEY, J. G. (Ed) **Santana Fossils: An Illustrated Atlas**. New Jersey, Usa. 459p.

MENDONÇA, M. C. F. B. DE. **Autoecologia do camorim, *Centropomus undecimalis* (BLOCH, 1792), (PERCIFORMES: CENTROPOMIDAE) em ambiente hipersalino em Galinhos, RN, Brasil.** 2004. 145p. Tese de doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

MEUNIER, F. J.; CUPELLO, C.; YABUMOTO, Y. & BRITO, P.M. 2018. The diet of the Early Cretaceous coelacanth †*Axelrodichthys araripensis* Maisey, 1986 (Actinistia: Mawsoniidae). **Cybium**, v. 42, n. 1, p. 105-111, 2018.

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 — Geologie en Mijnbouw**, v. 92, n. 2/3, p. 119-122, 2013.

NAISH, D.; MARTILL, M. D.; 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.

OLIVEIRA, T. P. R.; TORRES, R. R. N. B.; ARAÚJO, M. R. de; MOURA, G. J. B; BARRETO, A. M. F. Relação entre a forma do corpo e o tipo de natação de *dastilbe crandalli* da Formação Crato, eocretáceo da Bacia do Araripe. **Estudos geológicos**, v. 16, n. 1, p. 79–88, 2006.

OLIVEIRA, E.F.; GOULART, E.; BREDA, L.; MINTE-VERA, C.V.; PAIVA, L.R.S.; VISMARA, M.R. Ecomorphological patterns of the fish assemblage in a tropical floodplain: effects of trophic, spatial and phylogenetic structures. **Neotropical Ichthyology**, v. 8, n. 3, p. 569–586, 2010.

OLIVEIRA, G. R. DE. Aspectos Tafonômicos de Testudines da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 30, n. 1, p. 83–93, 2007.

OLIVEIRA, G. R. et al. First turtle from the ipubi formation (early cretaceous), Santana Group, Araripe Basin, Brazil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 14, n. 1, p. 61–66, 2011.

PEREIRA, P. A.; CASSAB, R. 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 – UFRJ**, v. 40, n. 2, p. 180-198, 2017.

PINHEIRO, A. P.; SARAIVA, A. Á. F.; SANTANA, W. Shrimps from the Santana Group (Cretaceous: Albian): new species (Crustacea: Decapoda: Dendrobranchiata) and new record (Crustacea : Decapoda : Caridea). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 2, p. 663–670, 2014.

PINHEIRO, F. LIMA. **Sobre um novo espécime de TUPANDACTYLUS IMPERATOR (Archosauria, Pterosauria), Proveniente da Formação Crato (Eocretáceo) Da Bacia Do Araripe, Ceará, Nordeste Do Brasil**. 2011. 135p. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

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

PORTELA, H. A.; ANTONIOLI, L.; DINO, R.; GARCIA, M. J. Caracterização palinoflorística e paleoambiental da formação santana (cretáceo inferior), poço 4-bo-1-pe, Bacia do Araripe, nordeste do brasil. **Revista Brasileira de Paleontologia**, v. 17, n. 3, p. 363–372, 2014.

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 – UFRJ**, v. 39, n. 2, p. 77-87, 2016.

RENDÓN, P. A. S. **Gimnospermas eocretáceas da Formação Crato, bacia do Araripe, Nordeste do Brasil**. p. 1–108, 2007. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RIOS-NETTO, A. M.; REGALI, M. S. P.; CARVALHO, I. S. C.; FREITAS, F. I. Palinoestratigrafia do intervalo Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 42, n. 2, p. 331-342, 2012.

ROCHA, L.A.; ROSA, I.L. & ROSA, R.S. Peixes recifais da costa da Paraíba, Brasil. **Revista brasileira de zoologia**, v. 15, n. 2, p. 553–566, 1998.

ROTTA, M.A. Aspectos gerais da fisiologia e estrutura do sistema digestivo dos peixes relacionados à piscicultura. **Embrapa Pantanal-Documentos (INFOTECA-E)**. Corumbá, MS. 48p. 2003.

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

SAVINO, J. F.; STEIN, R. A. Behavioural interactions between fish predators and their prey: effects of plant density. **Animal Behaviour**, v. 37, n. 2, p. 311–321, 1989.

SILVA-SANTOS, R.; VALENÇA, J. G. A Formação Santana e sua paleoictiofauna, **Anais da Academia Brasileira Ciências**, v. 40, n. 3, p. 339-360, 1968.

SILVA, S.R. & VALENÇA, J.G.A. Formação Santana e sua paleoictiofauna. **Anais da Academia Brasileira Ciências**, v. 40, n. 3, p. 339-360, 1968.

SIMÕES, M.G. & GHILARDI, R.P. Protocolo tafonômico/paleoautoecológico como ferramenta nas análises paleossinecológicas: exemplos de aplicação em concentrações fossilíferas do Paleozóico da Bacia do Paraná, Brasil. **Revista Pesquisas em Geociências**, v. 27, n. 2, p. 3-13, 2000

SOUTO, C. N. et al. Visão geral sobre reprodução de peixes teleósteos: da anatomia à sinalização molecular Overview on reproduction of teleosteal fish: from anatomy to molecular

signaling Introducción a la reproducción de peces teleostes: de la anatomía a la señalización. **PUBVET**, v. 11, n. 11, p. 1175–1187, 2017.

THIES, D. The jaws of *araripetodontes temnurus* (Agassiz, 1841) (actinopterygii, semionotiformes) from the early cretaceous of Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**, v. 16, n. 3, p. 369–373, 1996.

TOMÉ, M.E.T.R.; LIMA FILHO, M.F.; NEUMANN, V.H.M.L. Taxonomic studies of non-marine ostracods in the Lower Cretaceous (Aptian–lower Albian) of post-rift sequence from Jatobá and Araripe basins (Northeast Brazil): Stratigraphic implications. *Cretaceous Research*, v. 48, p. 153-176, 2014.

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

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.

WEBB, P.W.; LALIBERTE, G.D. & SCHRANK, A.J. Does body and fin form affect the maneuverability of fish traversing vertical and horizontal slits. **Environmental Biology of Fishes**, v. 46, p. 7-14, 1996.

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

APÊNDICE A

LEVANTAMENTO DOS FÓSSEIS DE ARARIPINA

VINCTIFER COMPTONI

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade
283	Cabeça e corpo	Lagoa de dentro	2
284	Cabeça e corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
285	Cabeça e corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
286	Cabeça (Ruim) faz par com um dos fósseis do 423	Lagoa de dentro	1
287	Corpo e cabeça (Parcial)	Lagoa de dentro	1
288	Cabeça	Lagoa de dentro	1
289	Corpo	Lagoa de dentro	1
290	Corpo e cabeça (Parcial)	Lagoa de dentro	2
291	Dois peixes - Cabeça/ Corpo e cabeça (Parcial)	Lagoa de dentro	2
294	Cabeça	Lagoa de dentro	1
295	Cabeça vista de cima	Lagoa de dentro	1
296	Corpo e cabeça (Parcial)	Lagoa de dentro	1
297	Corpo e cabeça (Parcial)	Lagoa de dentro	1
298	Corpo e cabeça (Parcial)	Lagoa de dentro	1
299	Corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
422	Corpo (Parcial - dois peixes)	Lagoa de dentro	2
423	Corpo e cabeça	Lagoa de dentro	2
425	Cabeça e corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
432	Corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
434	Cabeça (Parcial)	Lagoa de dentro	1
437	Cabeça	Lagoa de dentro	1
440	Corpo (Torção)	Lagoa de dentro	1
621	Corpo	Capim	1
1137	1ºCorpo (parcial) 2º Cladocyclus (foram tombados juntos)	Rancharia	1
1139	Corpo (parcial) tombado junto com Rhacoleps	Fazenda serra do Enoque	1
1150	Corpo	Serra Pitombeira	1
6780	Corpo e cabeça parcial	Cocos knauf	1
7369	Corpo e cabeça	Minas cocos - sítio flamengos	1
7462	Corpo	Lagoa de dentro	1
7466	Cabeça	Mineradora gesso moderno	1
7471	Cabeça	Mineradora gesso moderno	1

7474	Cabeça e corpo	Lagoa de dentro	1
7475	Cabeça	Mineradora Abel	1
7476	Cabeça	Lagoa de dentro	1
7477	Cabeça e corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
7478	Corpo (Torção)	Lagoa de dentro	1
7489	Corpo	Lagoa de dentro	1
7490	Cabeça	Isaques	2
7492	Cabeça e corpo (Parcial)	Mina santo Antônio	1
7495	Cabeça	Araripina	1
7500	Corpo e cabeça	Lagoa de dentro	1
7656	Cabeça e corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
7686	Corpo	Lagoa de dentro	1
7687	Corpo	Lagoa de dentro	1
7692	Corpo (torção)	Lagoa grande	1
7693	Corpo	Lagoa grande	1
7697	Corpo	Mineradora Aricandura	1
8156	Corpo	Sítio arrojado	1
8158	Cabeça	Sítio arrojado	1
8176	Corpo e cabeça	Mina Abel	1
8169	Vinctifer com outro peixe	Mina Abel	1
8174	Corpo	Mina Abel	1
8175	Cabeça e corpo	Mina Abel	1
8177	Cabeça e corpo	Mina Abel	1
8214	Corpo e escamas desarticuladas	Mina trevo	1
8216	Cabeça e corpo (Parcial)	Mina trevo	1
8224	Cabeça e corpo	Mina trevo	1

CLADOCYCLUS GARDNERI

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
374	Calda (Parcial)	Lagoa de dentro	1
379	Coluna (Parcial)	Lagoa de dentro	1
381	Coluna e escamas (Parcial)	Lagoa de dentro	1
407	Cladocyclus	Mina Capim	1
1137	Cladocyclus (cabeça e corpo parcial) com Vinctifer	Rancharia	1
7372	Coluna (Parcial)	Lagoa de dentro	1
7459	Coluna (Parcial)	Lagoa de dentro	1
7464	Coluna e escamas	Gesso moderno	1
7461	Cabeça e corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
7469	Coluna (Parcial)	Min. Gesso moderno (distrito- Rancharia)	1
7499	Cabeça e corpo (Parcial)	Isaques	1
7694	Corpo (Parcial)	Gesso moderno	1
7696	Vértebra e cabeça	Min. Santo Antônio	1

8170	Calda e vértebra (Parcial)	Mina Abel	1
8212	Corpo (Parcial)	Mina Trevo	1

CALAMOPLEURUS CYLINDRICUS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
360 e 363	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
361	Corpo e cabeça (parcial)	Lagoa de dentro	1
364	Cabeça e corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
366	Cabeça (preparar)	Lagoa de dentro	1
408	Cabeça 3D	Mina capim	1
411	Cabeça	Lagoa de dentro	1
7473	Cabeça e corpo (Parcial) preparar	Lagoa de dentro	1
7690	Cabeça (Parcial)	Lagoa de dentro	1
7694	Corpo (parcial)	Rancharia gesso novo	1
8157	Calamopleurus (cabeça preparar)	Sit. Arrojado	1
8159	Cabeça (3D)	Sítio Arrojado	1

NEOPROSCINETES PENALVAI

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
7467	Cauda	Lagoa de dentro	1

ARARIPELEPIDOTES TEMNURUS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
7465	Cauda	Lagoa de dentro	1

NOTELOPS BRAMA

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
331	Cabeça e corpo (dentes)	Lagoa de dentro	1
333	Cabeça parcial	Lagoa de dentro	1
337	Cabeça e corpo	Lagoa de dentro	1
348	Corpo parcial	Lagoa de dentro	1
350	Cabeça	Lagoa de dentro	1
7460	Cabeça e corpo (parcial)	Mina flamengo	1
7463	Corpo e cabeça (parcial)	Lagoa de dentro	1
7468	Corpo e cabeça (Parcial)	Mineradora gesso moderno	1

7470	Cabeça e corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
7498	Corpo completo	Mina isaques	1
7502	Cabeça e corpo	Lagoa de dentro	2
7718	Corpo e cabeça (parcial)	Rancharia	1

RHACOLEPS BUCALIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
319	Cabeça e corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
322	Cabeça e corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
323	Cabeça e corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
325	Cabeça e corpo (Parcial) (Colar)	Lagoa de dentro	5
326	Corpo (Parcial)	Lagoa de dentro	1
327	Cabeça/ Cabeça e corpo/ Corpo	Lagoa de dentro	3
332	Cabeça e corpo/	Lagoa de dentro	1
333	Cabeça e corpo/ Cabeça	Lagoa de dentro	2 (um é notelops e o outro é rhacoleps)
335	Cabeça e corpo (parcial) ta junto com o 355	Lagoa de dentro	1
338	Cabeça parcial e um corpo parcial	Lagoa de dentro	2
*340	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	3
348	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
426	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
441	Cabeça e corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
1139	Cabeça e corpo (parcial)	Faz. Serra do Enoque	1
1140	Cabeça e corpo (parcial)	Faz. Morada nova	1
1143	Cabeça e corpo (parcial)	Faz. Serra da pitombeira	1
7472	Cabeça e corpo (parcial)	Mina Gesso Moderno	1
7488	Cabeça e corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
7502	Cabeça e corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
8171	Cabeça e corpo (parcial)	Mina Abel	1

THARRHIAS ARARIPIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
387	Cabeça e corpo (parcial)	Lagoa de dentro	2

388	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1 (junto de 393)
389	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
390	Corpo e cabeça (parcial)	Lagoa de dentro	1
391	Corpo	Lagoa de dentro	1
394	Corpo e cabeça	Lagoa de dentro	1
404	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
405	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
412	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
428	Corpo e cabeça (parcial)	Lagoa de dentro	1
429	Corpo e cabeça (parcial)	Lagoa de dentro	1 faz par com 431
430	Corpo e cabeça	Lagoa de dentro	1
431	Corpo e cabeça (parcial)	Lagoa de dentro	1 Faz par com 429
7456	Cabeça e corpo (parcial)	Mineradora Abel	1
7479	Cabeça e corpo	Lagoa de dentro	1
7480	Cabeça e corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
7504	Cabeça e corpo (quase completo)	Lagoa de dentro	1
7657	Corpo parcial	Lagoa de dentro	1
7695	Corpo e cabeça parcial (preparar)	Isaques	1
7689	Corpo muito bom	Lagoa de dentro	1
8210	Cabeça e corpo (parcial)	Mina Trevo	1
8211	Dois tharrias feios	Mina trevo	2
8213	Cabeça e corpo (parcial) - pode ser (preparar)	Mina Trevo	1
8219	Tharrias corpo e cabeça parcial	Mini travo	1
8316	Corpo completo	Mina trevo	1

BRANNERIOM JORDAN

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
353	Faz par com o 354		
354	Cabeça e corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
355	Corpo parcial	Lagoa de dentro	1 (Junco com Rhacoleps)
356	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1
417	Cabeça e corpo	Lagoa de dentro	1
439	Corpo (parcial)	Lagoa de dentro	1

1141	Corpo e cabeça (parcial)	Serra da pitombeira	1
1142	Cabeça e corpo (parcial)	Serra da pitombeira	1
1145	Cabeça e corpo (Parcial)	Mina Mario Ferraz	1
2511	Corpo quase completo	Lagoa de dentro	1
7502	Corpo	Lagoa de dentro	1 (junto com dois Notelops)
7503	Cabeça e corpo mas bom olho	Lagoa de dentro	1
8172	Cabeça e corpo parcial	Mina Abel	1
8215	Corpo e cauda	Mina trevo	1
8225	Corpo de Brannerion	Mina Trevo	1
8276	Cabeça e corpo	Sítio arrojado	1
8278	Peixe quase completo	Sítio Arrojado	1

PARAELOPS CEARENSIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
7567	Crânio	Gregório	1
8229	Crânio	Mina trevo	1

AXELRODICHTHYS ARARIPENSIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
8729	Corpo	Sesi Araripina	1

SANTANICHTHYS DIASII

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
395	Santanichthys	Lagoa de dentro	1
1148	Santanichthys	Serra do Enoque	2
7367	Santanichtyes	S. lagoinha estrada para rancharia	9
7454	Santanichthys	Lagoa de dentro	1
7505	Santanichthys	F. Torre grande	1
7685	Santanichthys	Lagoa de dentro	1
7698	Santanichthys	Torre grande	1
7717	Santanichthys	Lagoa de dentro	1

APÊNDICE B

LEVANTAMENTO DOS FÓSSEIS DE EXU

VINCTIFER COMPTONI

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
267	Cabeça e corpo	Fazenda Saudade	1
268	1° Uma cabeça; 2° Corpo parcial; 3° Corpo e cabeça parcial	Fazenda Saudade	3
269	Cabeça com dente	Fazenda Saudade	3
270	1° Corpo parcial; 2° Corpo visto de baixo; 3° cabeça e corpo parcial; 4° corpo e cabeça parcial	Fazenda saudade	4
271	1° Cabeça e corpo (parcial- olho legal); 2° Só escamas		1
272	Dois corpos parciais	Fazenda saudade	2
273	1° uma cabeça legal; 2° corpo parcial	Fazenda Saudade	2
274	1° corpo deformado; 2° dois corpos deformados e uma cabeça feia		3
275	Dois corpo não muito legais	Fazenda saudade	2
276	1° cabeça parcial; 2° cabeça	Zé gomes	2
277	Três corpos parciais	Zé gomes	3
278	Corpo legal	Zé gomes	1
279	Cabeça e corpo parcial (olho bom)	Zé gomes	1
280	Corpo parcial	Zé gomes	1
281	Cabeça e corpo deformado	Zé gomes	1
282	Corpo parcial	Zé gomes	1
300	Cabeça e corpo parcial	Zé gomes	1
311	Cabeça	Sitio saudade	1
312	1° cabeça parcial; 2° cabeça (faz par com o 313)	S. saudade	2
313	1° cabeça parcial; 2° cabeça (faz par com o 312)		
314	Corpo todo troncho	S. saudade	1
315	Corpo	S. saudade	1
316	1° corpo parcial; 2° pedaço de boca (será que tem dente)		2
317	Duas cabeças parciais	S. saudade	2

318	Os dois fazem par com o 316		
421	Cabeça e corpo parcial	S. saudade	1
424	Cabeça e corpo	S. saudade	1
7492	Cabeça legal		1
7649	Cabeça e corpo parcial	Zé gomes	1
7654	Cabeça	Ladeira do Berlenga	1
7662	Corpo parcial (existe outro fóssil com o mesmo número)	Marçal	1
7664	Corpo parcial	Marçal	1
7665	Dois Vinctifer de corpo parcial	Marçal	2
7666	1º Cabeça e corpo parcial; 2º corpo parcial de dois Vinctifer		3
7667	Cabeça e corpo parcial	Marçal	1
8179	Corpo parcial	São felix	1
8180	Cabeça e corpo	São Felix	1
8184	Cabeça e corpo troncho (olho bom)	São Felix	1
8186	Cabeça e corpo parcial	São Felix	1
8187	Corpo parcial	São Felix	1
8190	Crânio de Vinctifer	São Felix	1
8191	Corpo parcial	São Felix	1
8193	Corpo parcial	São Felix	1
8254	Cabeça	Zé gomes	1
8264	Corpo parcial	Zé gomes	1
8270	Corpo e cabeça parcial (Museu de Exu)	Sit. Massapê	1
8280	Corpo parcial	Zé gomes	1
8326	Nódulo com Vinctifer	Cedro	1
8331	Nódulo com Vinctifer	Cedro	1
8418	Corpo parcial	Tabocas	1
8440	Corpo e cabeça parcial (museu de exu)	Zé gomes	1
8845	Cabeça e corpo parcial (museu de exu)	Min. Zé gomes	1
8849	Cabeça e corpo parcial (museu de exu)	Ladeira Zé gomes	1
8850	Cabeça e corpo parcial (Museu de exu)	Zé gomes	1
8852	cabeça e corpo parcial (museu de exu)	Min. Zé gomes	1
8853	Cabeça e corpo parcial	Min. Zé gomes	1
8855	Corpo e cabeça parcial (Museu de exu)	Zé gomes	1
8937	Corpo (museu de exu)	Santo Antônio	1
8941	Cabeça e corpo parcial (museu de Exu)	Santo Antônio	1

NEOPROSCINETES PENALVAI

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
8252	Corpo parcial (olho, boca e dentes muito bons)	Sítio Zé Gomes	1
8266	Só corpo e cabeça	Sítio Zé Gomes	1
8269	Dentes e um osso	Sítio Zé Gomes	1
8291	Dentes superior	Sítio Zé Gomes	1
8354	Cabeça e corpo parcial	Sítio Cedro	1
8372	Corpo parcial	Sítio Cedro	1

CLADOCYCLUS GARDNERI

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
370	Corpo bem pequeno	Sítio Saudade	1
376	Cabeça e corpo parcial	Sítio Saudade	1
377	Corpo e cabeça (não é muito bom)	Zé Gomes	1 tombaram junto com fósseis de araripina
380	Acho que não é		
7659	Corpo	SL. Isaques	1
7684	Corpo	Sítio Santo Antônio	1
8181	Cabeça e corpo parcial	São Felix	1
8253	Corpo e cabeça	Zé gomes	1
8350	Cabeça e corpo (parcial)	Cedro	1

CALAMOPLEURUS CYLINDRICUS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
373	Cauda	Zé Gomes	1
7645	Cauda	Torre grande	1
8259	Todo quebrado	Zé gomes	1
8275	Todo quebrado	Zé Gomes	1
8285	Só mandíbula	Zé gomes	1
8307	Cabeça e corpo Parcial	Cedro	1
8308	Calamopleurus	Cedro	1
8322	Ossos de calamopleurus	Cedro	1
8337	Ossos da parte da mandíbula	Cedro	1
8346	Calamopleurus	Cedro	1
8353	Calamopleurus	Cedro	1
8361	Calamopleurus	Cedro	1
8405	Crânio 3D	Zé gomes	1
8577	Corpo e cabeça parcial	Massapê – viração	1

ARARIPELEPIDOTES TEMNURUS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
8268	Corpo falta a cabeça (museu de exu)	Zé gomes	1
8851	Corpo parcial (museu de exu)		1

RHACOLEPS BUCCALIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
321	Cabeça e corpo (parcial)	S. saudade	1
329	Corpo (parcial)	S. saudade	1
346	Corpo (parcial)	S. saudade	1
347	Cabeça e corpo (parcial)	S. saudade	1
7648	Cabeça e corpo parcial	Torre grande	1
7668	Cabeça e corpo parcial	Zé gomes	1
7681	Cabeça e corpo (parcial)	S. Marçal	2
8163	Corpo visto de baixo (parcial)	S. Marçal	1
8185	Corpo visto de baixo (parcial)	São Felix	1
8195	Corpo parcial	São Felix	1
8196	Corpo parcial	Zé Gomes	1
8255	Corpo parcial	Zé gomes	1
8286	Corpo visto de baixo	Zé gomes	1
8287	Corpo visto de baixo	Zé gomes	1
8292	Corpo parcial	Zé gomes	1
8295	Corpo parcial	Zé gomes	1
8297	Corpo parcial	Cedro	1
8302	Corpo parcial	Cedro	1

NOTELOPS BRAMA

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
359	Corpo e cabeça	S. saudade	1
413	Cabeça e corpo parcial	Zé Gomes	1
414	Corpo completo	S. saudade	1
415	Corpo completo	S. saudade	1
7647	Corpo e cabeça	Zé gomes	1
8279	Corpo	Zé gomes	1
8374	Cabeça e corpo	Zé gomes	1
8846	Cabeça e corpo Parcial (Museu de exu)	Zé gomes	1
8868	Corpo parcial (museu de exu)	Cedro	1
8838	Cabeça	Santo Antônio	1
8939	Corpo quase completo (Museu de exu)	Santo Antônio	1

BRANNERION sp

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
352	Corpo e cabeça	Zé gomes	1
357	Corpo	S. saudade	1
380	Corpo	S. saudade	1
410	Cabeça e corpo	Zé gomes	1
7655	Corpo e cabeça	Cedro	1
7663	Cabeça e corpo	Marçal	1
8182	Cabeça e corpo	São Felix	1
8192	Corpo e cabeça	São Felix	1
8272	Corpo completo (Museu de Exu)	Zé gomes	1
8289	Corpo	Zé Gomes	1
8301	Cabeça e corpo	Cedro	1
8841	Cabeça e corpo parcial (Museu de Exu)	Brejo II	1 aproveitei o numero
8869	Museu de Exu	Cedro	1
8935	Corpo sem cabeça (Museu de Exu)	Santo Antônio	1
8936	Corpo quase completo (Museu de Exu)	Santo Antônio	1

THARRIAS ARARIPIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
8167	Cabeça	S. Marçal	1
8267	Corpo completo museu de Exu	Cedro	1
8305	Corpo completo (mas a cabeça está fossilizada de cima)	Cedro	1
8439	Corpo (museu de exu)	Zé gomes	1
8844	Corpo	Mina Zé gomes	1
8848	Corpo	Zé gomes	1
8864	Tharrias pequeno	Cedro II	1
8867	Corpo legal (Museu de exu)	Cedro	1
8934	Corpo quase completo (Museu)	Min. Zé gomes	1

PARAELOPS CEARENSIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
8294	Cabeça feinha	Zé gomes	1

SANTANICHTHYS DIASII

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
8857	Santanichthys	Ladeira Zé gomes	1
8859	Santanichthys	Mina. Zé gomes	1
8863	Santanichthys	Cedro II	1
8869	Santanichthys	Cedro II	1

AXELRODICHTHYS ARARIPENSIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade
7653	Ossos do crânio	Retiro	1
8293	Ossos do crânio	-----	1
8613	Crânio	Mina Zé gomes	1
8677	Ossos do crânio	Santo Antônio	1
8856	Ossos do crânio	Mina Zé gomes	1
8933	Ossos do crânio	Sítio saudade	1
8940	Cauda	Saudade	1

APÊNDICE C

LEVANTAMENTO DOS FÓSSEIS DE TRINDADE

VINCTIFER COMPTONI

Número de Tombo	Material	Localidade		Quantidade	Observação
1	Vinctifer (corpo)	Qualiminas		1	Localização: secretaria de educação em trindade
2	Vinctifer (crânio)	Qualiminas		1	Localização: secretaria de educação em trindade
3	Vinctifer (corpo)	Minaradora Alto Bonito		1	Localização: secretaria de educação em trindade
4	Vinctifer (crânio)	Minaradora Alto Bonito		1	Localização: secretaria de educação em trindade
5	Vinctifer	Agaci		1	Localização: secretaria de educação em trindade
6	Vinctifer (crânio)	Agaci		1	Localização: secretaria de educação em trindade
7	Vinctifer (corpo)	Agaci		1	Localização: secretaria de educação em trindade
8	Vinctifer (corpo)	Minaradora Alto Bonito		1	Localização: secretaria de educação em trindade
9	Vinctifer (corpo)	Qualiminas		1	Localização: secretaria de educação em trindade
10	Vinctifer	Qualiminas		1	Localização: secretaria de educação em trindade
11	Vinctifer	Qualiminas		1	Localização: secretaria de educação em trindade
12	Vinctifer (corpo)	Qualiminas		1	Localização: secretaria de educação em trindade
42	Vinctifer (crânio)	Minaradora Alto Bonito		1	Localização: secretaria de educação em trindade

43	Vinctifer (crânio)	Minaradora Alto Bonito		1	Localização: secretaria de educação em trindade
50	Vinctifer	Qualiminas		1	Localização: secretaria de educação em trindade
53	Vinctifer	Minaradora Alto Belo		1	Localização: secretaria de educação em trindade
67	Vinctifer	Minaradora Alto Belo		1	Localização: secretaria de educação em trindade
70	Vinctifer	Minaradora Alto Belo		1	Localização: secretaria de educação em trindade
6787	Vinctifer	Min. Agaci		1	-----

RHACOLEPIS BUCCALIS

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
24	Rhacolepis	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
25	Rhacolepis	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
37	Rhacolepis	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
71	Rhacolepis	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade

NOTELOPS BRAMA

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
26	Notelops (cauda)	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
27	Notelops (cauda)	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
28	Notelops (cauda)	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
29	Notelops			Localização: secretaria

	(crânio)	Qualiminas	1	de educação em trindade
30	Notelops	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
31	Notelops	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
32	Notelops	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
33	Notelops	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
40	Notelops (crânio)	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
52	Notelops	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
54	Notelops	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
61	Notelops	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
72	Notelops	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
6784	Notelops	Agaci	1	-----
6786	Notelops (corpo e cabeça)	Agaci	1	-----

BRANNERION sp

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
16	Brannerion sp	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
41	Brannerion sp	Agaci	1	Localização: secretaria de educação em trindade
46	Brannerion sp (crânio)	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
6785	Brannerion sp (corpo e	Agaci	1	_____

	cabeça)			
--	---------	--	--	--

CLADOCYCLUS GARDNERI

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
17	Cladocyclus (crânio)	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
18	Cladocyclus	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
19	Cladocyclus	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
20	Cladocyclus	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
35	Cladocyclus	Agaci	1	Localização: secretaria de educação em trindade
38	Cladocyclus	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
39	Cladocyclus (crânio)	Agaci	1	Localização: secretaria de educação em trindade
45	Cladocyclus (crânio)	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
48	Cladocyclus	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
49	Cladocyclus	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
51	Cladocyclus	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
62	Cladocyclus	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
6788	Cladocyclus	Agaci	1	-----

THARRIAS ARARIPIS

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
-----------------	----------	------------	------------	------------

13	Tharrias	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em trindade
14	Tharrias	Agaci	1	Localização: secretaria de educação em trindade
56	Tharrias	Mineradora Alto Bonito	1	Localização: secretaria de educação em trindade
6781	Tharrias (crânio)	Agaci	1	-----
6783	Tharrias (crânio)	Agaci	1	-----

ARARIPELEPIDOTES TEMNURUS

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
8541	Araripelepidotes temnurus	Min. Alto bonito	1	_____

CALAMOPLEURUS CYLINDRICUS

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
1153	Calamopleurus	_____	1	_____

NEOPROSCINETES PENALVAI

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
6789	Neoproschinetes	Agaci	1	-----
8542	Neoproschinetes penalvai	Min. Alto bonito	1	_____

APÊNDICE D

LEVANTAMENTO DOS FÓSSEIS DE IPUBI

VINCTIFER COMPTONI

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
82	Crânio de Vinctifer	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
88	Crânio de Vinctifer	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
92	Vinctifer	Serrolândia antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
95	Corpo de Vinctifer	Serrolândia antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
98	Corpo de Vinctifer	Serrolândia antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
120	Vinctifer	Mina Siqueira	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
122	Crânio de Vinctifer	Mina Siqueira	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
124	Vinctifer	Mina Siqueira	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
125	Vinctifer	Mina Siqueira	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
1793	Vinctifer comptoni e rocha	Minas das baixas	1	-----
1794	Vinctifer e Vinctifer	Minas das baixas	2	-----
8657	Corpo (parcial)	Mina Rocha Nobre	1	-----
8658	Corpo (parcial)	Mina Rocha Nobre	1	-----
8663	Crânio de Vinctifer	Mina Rocha Nobre	1	-----
8732	Corpo	Rocha Nobre	3	-----
8733	Corpo	Mina siqueira	2	-----

RHACOLEPIS BUCCALIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
23	Rhacolepis	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade

119	Rhacolepis	Mina Siqueira	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
121	Rhacolepis	Mina Siqueira	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
139	Rhacolepis	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
141	Rhacolepis	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
1788	Rhacolepis	Mina das Baixas	1	-----
1789	Rhacolepis	Mina das Baixas	1	-----
7458	Rhacolepis	Serrolândia	1	-----
7483	Rhacolepis	Mina das baixas	1	-----
7483	Rhacolepis	Minergel	1	-----
7484	Rhacolepis	Minergel	1	-----
7485	Rhacolepis	Minergel	1	-----
8664	Cabeça	Mina Rocha Nobre	1	-----
8666	Crânio	Mina Rocha Nobre	1	-----
8673	Corpo	Serrolândia Antiga	1	-----
8674	Corpo	Serrolândia Antiga	1	-----

NOTELOPS BRAMA

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
84	Notelops	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
91	Notelops	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
136	Notelops	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
1795	Notelops	Mina das baixas	1	-----
1797	Notelops	Mina das baixas	1	-----
8653	Cabeça e corpo	Serrolândia Antiga	1	-----

CALAMOPLEURUS CYLINDRICUS

Número de	Material	Localidade	Quantidade	Observação
-----------	----------	------------	------------	------------

tombo				
8728	Calamopleurus	Serrolândia Antiga	1	_____
8730	Calamopleurus	Serrolândia Antiga	1	_____
1157	Calamopleurus	Sítio Escorrego	1	-----
8578	Calamopleurus	Mina Siqueira	1	-----
8659	Corpo	Mina Rocha Nobre	1	_____

BRANNERION sp

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
15	Brannerion	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
90	Brannerion sp	Serrolândia antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
96	Brannerion sp	Serrolândia antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
100	Brannerion sp	Serrolândia antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
123	Brannerion sp	Mina siqueira	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
130	Brannerion sp	Serrolândia antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
135	Brannerion sp	Serrolândia antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
1795	Brannerion sp	Minas das baixas	1	_____

THARRIAS ARARIPIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
8731	Tharrias (corpo)	Serrolândia Antiga	1	_____

NEOPROSCINETES PENALVAI

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
8732	Neoprosclinetes (crânio)	Serrolândia Antiga	1	_____

AXELRODICHTHYS ARARIPENSIS

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
1443	Ossos do crânio	-----	1	-----

CLADOCYCLUS GARDNERY

Número de tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
78	Cladocyclus	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
79	Cauda de Cladocyclus	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
83	Cladocyclus	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
93	Cladocyclus	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
101	Corpo	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
127	Cladocyclus	Mina Siqueira	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
137	Cladocyclus	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
140	Crânio de Cladocyclus	Serrolândia Antiga	1	Localização: Secretaria de educação em Trindade
1790	Cauda de Cladocyclus	Mina das baixas	1	_____
1788	Escamas e vertebrae de Cladocyclus	Mina das baixas	1	-----
1790	Cauda de Cladocyclus	Mina das Baixas	1	
1796	Cladocyclus	Mina das baixas	1	-----
7486	Cladocyclus	Minerguel	1	-----
8669	Cauda de Cladocyclus	Mina Siqueira	1	_____

SANTANICHTHYS DIASII

Número de	Material	Localidade	Quantidade	Observação
-----------	----------	------------	------------	------------

tombo				
8672	Corpo	Serrolândia Antiga	5	—

APÊNCIDE E

LEVANTAMENTO OURICURI

VINCTIFER COMPTONI

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observação
106	Vinctifer	Casa de Pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
107	Vinctifer	Casa de Pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
108	Vinctifer	Casa de Pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
111	Vinctifer	Casa de Pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
112	Vinctifer	Casa de Pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
113	Vinctifer	Casa de Pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
114	Vinctifer	Casa de Pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
116	Vinctifer	Casa de Pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
993	Vinctifer	Casa de Pedra (Mina)	1	-----
160	Vinctifer	Casa de Pedra (Mina)	1	-----

RHACOLEPIS BUCCALIS

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observações
105	Rhacolepis	Casa de pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
1453	Rhacolepis	Casa de pedra (Mina)	1	-----

CLADOCYCLUS GARDNERI

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observações
74	Cladocyclus	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
75	Cladocyclus	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
76	Cladocyclus	Qualiminas	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
86	Cladocyclus	Casa de pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
110	Cladocyclus	Casa de pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade

BRANNERION sp

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observações
77	Brannerion sp	Casa de pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
104	Brannerion sp	Casa de pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
115	Brannerion sp	Casa de pedra (Mina)	1	Localização: secretaria de educação em Trindade
1452	Brannerion sp	Casa de pedra (Mina)	1	-----

NOTELOPS BRAMA

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observações
367	Notelops	Casa de pedra (Mina)	1	_____
1144	Notelops	Casa de pedra (Mina)	1	_____
1156	Notelops	Casa de pedra (Mina)	1	_____
1159	Notelops	Casa de pedra (Mina)	1	_____

CALAMOPLEURUS CYLINDRICUS

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observações
1149/1163	Calamopleurus	Casa de pedra (Mina)	1	_____
1154/1155	Calamopleurus	Antônio Simão	1	Mesmo fóssil com dois números

THARRIAS ARARIPIS

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observações
398	Tharrias	Casa de pedra (Mina)	3	-----

PARAELOPS CEARENSIS

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observações
115	Paraelops	Casa de Pedra (Mina)	1	-----

SANTANICHTHYS DIASII

Número de Tombo	Material	Localidade	Quantidade	Observações
397	Santanichthys	Casa de Pedra (Mina)	1	-----
403	Santanichthys	Casa de Pedra (Mina)	2	-----