

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Campus de Rio Claro

CIBELE GASPARELO VOLTANI

O ACERVO PALEOICTIOLÓGICO DO APTIANO-ALBIANO DA FORMAÇÃO SANTANA
(BACIA DO ARARIPE), EXISTENTE NAS COLEÇÕES DO MUSEU DE
PALEONTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA “PAULO MILTON BARBOSA LANDIM”,
DGA - IGCE - UNESP RIO CLARO.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do *Campus* de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geologia Regional.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo José Bertini

Co-orientador: Prof. Dr. Paulo M. Machado Brito

Rio Claro – SP

2011

560 Voltani, Cibele Gasparelo
V935a O Acervo Paleoiictiológico do Aptiano-Albiano da Formação Santana (Bacia do Araripe), existente nas coleções do Museu de Paleontologia e Estratigrafia "Paulo Milton Barbosa Landim", DGA - IGCE - UNESP Rio Claro / Cibele Gasparelo Voltani. - Rio Claro : [s.n.], 2011
176 f. : il., figs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Reinaldo José Bertini
Co-Orientador: Paulo Marques Machado Brito

1. Paleontologia. 2. Paleoiictiologia. 3. Osteologia. 4. Cretáceo. I.
Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP
Campus de Rio Claro/SP

CIBELE GASPARELO VOLTANI

O ACERVO PALEOICTIOLÓGICO DO APTIANO-ALBIANO DA FORMAÇÃO SANTANA
(BACIA DO ARARIPE), EXISTENTE NAS COLEÇÕES DO MUSEU DE
PALEONTOLOGIA E ESTRATIGRAFIA “PAULO MILTON BARBOSA LANDIM”,
DGA - IGCE - UNESP RIO CLARO.

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
do *Campus* de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho,
como parte dos requisitos para obtenção do
título de Mestre em Geologia Regional.

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Reinaldo José Bertini

Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *Campus* Rio Claro

Prof.^a Dr.^a Maria Rita Caetano Chang

Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *Campus* Rio Claro

Prof. Dr. Alexandre Magno Feitosa Sales

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Regional do Cariri, *Campus* Pimenta,
Crato

Rio Claro, 05 de maio de 2011.

Resultado: Aprovada

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa concedida. À Universidade Estadual Paulista (UNESP), através do Instituto de Geociências e Ciências Exatas - *Campus* de Rio Claro, e do Departamento de Geologia Aplicada, pelo apoio institucional.

Ao Prof Dr. Reinaldo José Bertini, pelo comprometimento profissional, disponibilidade, tolerância e outros superlativos que permearam a orientação.

Ao Prof. Dr. Paulo Marques Machado Brito.

À Comissão Avaliadora do Exame Geral de Qualificação, Prof^a. Dr^a. Maria Rita Caetano Chang, e Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim, ambos do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, *Campus* Rio Claro, pelas sugestões e críticas construtivas.

À Comissão Avaliadora da Defesa de Dissertação de Mestrado, Prof.^a Dr.^a Maria Rita Caetano Chang e Prof. Dr. Alexandre Magno Feitosa Sales, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Regional do Cariri, *Campus* Pimenta, Crato, pelos acréscimos ao trabalho.

À Prof.^a Dr.^a Marise Sardenberg Salgado de Carvalho, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela paciência e disponibilidade em contribuir.

Ao Me. Francisco Idalécio de Freitas, diretor adjunto do Geoparque Araripe, Crato; ao José Artur Ferreira Gomes de Andrade e José Betimar Melo Filgueira, ambos do Departamento Nacional de Produção Mineral, Crato, Ceará; ao Me. João Kerensky Rufino Moreira, diretor administrativo do Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri, Ceará pelo acesso ao material e autorização para realização de imagens.

Ao Bruno César Araújo, pelas imagens cedidas.

À Rosangela Vacello, pelo valioso auxílio em cada instância protocolar.

À Lília Maria Dietrich Bertini, pelo auxílio profissional e pessoal ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

À Prof^a. Dr^a. Marília Rodrigues Pereira-Noronha e ao Prof. Dr. Milton Passipiéri, ambos do Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, *Campus* de Ilha Solteira, pelas primeiras lições sobre ética no meio acadêmico e por todo o acompanhamento ao longo da pós-graduação. São, além de mestres, amigos.

À Maria Helena Gasparelo e Gisele Gasparelo Voltani, pilares do equilíbrio e provedoras de raros exemplos de ética, paciência e compreensão.

Aos amigos de longa data, nas pessoas de Marcela Prisco dos Santos, Karen Ingrid Tasca e Fernando Montanare Barbosa, pela paciência, disponibilidade e pela inestimável amizade ao longo de graduação e pós-graduação.

Às amigas que vieram com a pós-graduação, e que ultrapassaram esta instância, Thaís Minatel Tinós e Ludmila de Freitas.

Aos colegas que se fizeram presentes ao longo do desenvolvimento do trabalho, e em diferentes momentos e por diferentes meios contribuíram para a realização deste trabalho: Marina Rincon Sartori, Beatriz Marques Vilela Simões, Alexandre Castellar, Caio Fabricio Cezar Geroto e Anally Ribeiro da Silva Menegasso.

“Os fatos não deixam de existir só porque são ignorados”.
(Aldous Huxley)

RESUMO

A Bacia do Araripe é a maior estrutura bacinal interior do Nordeste brasileiro, com História Geológica apresentando registros desde a Era Paleozóica. Mas é do Cretáceo que vem sua notabilidade. O Membro Romualdo da Formação Santana é um autêntico *lagerstätten*, cujos fósseis estão magnificamente preservados e são muito diversos, especialmente entre os vertebrados. Entre estes estão descritos cerca de 30 morfótipos de peixes. Uma parte significativa desta diversidade encontra-se depositada no Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Paulo Milton Barbosa Landim”, UNESP, *Campus* de Rio Claro. São 13 gêneros representados, distribuídos em 3.119 espécimens. Parte deste material foi analisado, a fim de trazer contribuições sobre a Osteologia de cada grupo, bem como Paleobiogeografia, Paleoecologia, Cronobioestratigrafia.

Palavras-chaves: Cretáceo, Bacia do Araripe, Formação Santana, Paleoiictiologia, Osteologia.

ABSTRACT

The Araripe Basin is the largest interior basin structure from Northeastern Brazil, which has a Geological History presenting data since the Paleozoic Era. Nevertheless its notability comes from the Cretaceous. The Romualdo Member from the Santana Formation is an authentic *largerstätten*, containing an excellently preserved diverse fossil assemblage, especially vertebrates. Among those are described about 30 morphotypes of fishes. A meaningful portion of this diversity is found deposited on “Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Paulo Milton Barbosa Landim”, UNESP, Rio Claro *Campus*. There are 13 genera represented, distributed on 3.119 specimens. Part of this material has been analysed, in order to contribute with the Osteology of each group, as well as to Paleobiogeography, Paleoecology and Chronostratigraphy.

Key-words: Cretaceous, Araripe Basin, Santana Formation, Paleoichthyology, Osteology.

LISTA DE FIGURAS E TABELA

	Página
Figura 1. Mapa de localização das principais bacias mesozóicas interiores do Nordeste, e maiores estruturas bacinais adjacentes (modificado de ARAI, 2006). A: Bacia do Araripe.	29
Figura 2. Mapa geológico da Bacia do Araripe (ASSINE, 1990 <i>apud</i> ASSINE, 2007)...	30
Figura 3. Seção geológica da Bacia do Araripe, conforme traçado da Figura 2 (ASSINE, 1990 <i>apud</i> ASSINE, 2007).	31
Figura 4. Carta estratigráfica da Bacia do Araripe (ASSINE, 2007).	32
Figura 5. Formação Cariri: arenito com estratificações cruzadas acanaladas (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).	34
Figura 6. Formação Brejo Santo: argilito vermelho com camadas delgadas de siltito-arenoso esbranquiçado (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).	35
Figura 7. Formação Missão Velha: tronco silicificado (acervo GPA).	36
Figura 8. Formação Missão Velha: detalhe das estratificações cruzadas acanaladas (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).	37
Figura 9. Formação Abaiara: Camadas delgadas de argilito (vermelho) intercalado com arenito silteoso (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).	38
Figura 10. Formação Barbalha: Camadas Batateira (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).	40
Figura 11. Membro Crato, imagem obtida no geossítio 5, Pedra Cariri, área do Geoparque Araripe.	42
Figura 12. (a) Odonata e um Actinopterygii (<i>Dastilbe</i>); (b) Aranae; (c) fragmento de pterossauro. Todas imagens são do acervo do DNPM.	42
Figura 13. Espécimen de <i>Vinctifer</i> , oriundo do Membro Ipubi. Imagem do acervo MPSC (peça MPSC 1156).	43
Figura 14. Escavação no Membro Romualdo. Concreções fechadas e abertas (HERZOG, SALES & HILLMER, 2008).	44
Figura 15. Moluscos em coquina em calcarenito (imagem cedida por Alexandre M.	

	Feitosa Sales).	45
Figura 16.	Equinodermos fósseis provenientes da Formação Santana. (a) Acervo DNPM; (b) Imagem cedida por Alexandre M. Feitosa Sales.	45
Figura 17.	Formação Araripina: ritmitos argilo-siltosos (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).	46
Figura 18.	Formação Exu (imagem cedida por Alexandre M. Feitosa Sales).	48
Figura 19.	<i>Araripelepidotes temnurus</i> , espécimen 1; ST: 372 mm; SL: 304 mm; SH: 78,28 mm; OD: 17,23 mm; BD: -.	52
Figura 20.	Esquema do crânio de <i>Araripelepidotes temnurus</i> (THIES, 1996).	53
Figura 21.	Esquema do crânio de <i>Araripelepidotes temnurus</i> (MAISEY, 1991).	53
Figura 22.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Araripelepidotes temnurus</i> . Cl : cleitro; ?D : possível fragmento do dentário; Dsp : dermesfenótico; Fr : frontal; Io : infraorbitais, numerados sequencialmente; Iop : interopercular; Mx : maxila; Op : opérculo; Pa : parietal; Pop : pré-opérculo; Scl : supracleitro; Sop : subopercular; Stt : supratemporal.	53
Figura 23.	<i>Araripelepidotes temnurus</i> , espécimen 2; ST: aproximadamente 410 mm.	54
Figura 24.	Detalhe do espécimen 2 de <i>Araripelepidotes temnurus</i> . Op : opérculo; Pop : pré-opérculo; Sop : subopercular.	54
Figura 25.	<i>Araripelepidotes temnurus</i> , espécimen 3; ST: aproximadamente 390 mm; SL: cerca de 340 mm; SH: 80,29 mm; OD: 15,06 mm; BD: 110,36 mm.	55
Figura 26.	Detalhe do espécimen 3 de <i>Araripelepidotes termnurus</i> . Dsp : dermesfenótico; Fr : frontal; Op : opérculo; Pa : parietal; Pop : pré-opérculo; So : suborbital; Stt : supratemporal; Suo : supraorbital.	55
Figura 27a.	<i>Araripelepidotes temnurus</i> , espécimen 4; ST: 480,05 mm; SL: --; SH: cerca de 113,19mm; OD: 17,49 mm; BD: -- mm.	56
Figura 27b.	Detalhe das escamas.	56
Figura 28.	Detalhe do espécimen 4 de <i>Araripelepidotes temnurus</i> . Io : infraorbitais, numerados sequencialmente; Pa : parietal; Stt : supratemporal.	57
Figura 29.	<i>Neoproscinetes penalvai</i> , espécimen 1; ST: aproximadamente 380 mm; SL: aproximadamente 315 mm; SH: aproximadamente 118,63 mm; OD: 24,38 mm; BD: --.	61

Figura 30.	Esquema do crânio de <i>Neoprosclinetes penalvai</i> (NURSALL & MAISEY, 1991).	61
Figura 31.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Neoprosclinetes penalvai</i> . D: dentário; It: dentes incisiformes; Pp: <i>peniculus</i> parietal; Vt: dentes vomerianos.	62
Figura 32.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Neoprosclinetes penalvai</i> . It: dentes incisiformes; Vt: dentes vomerianos.	63
Figura 33.	<i>Neoprosclinetes penalvai</i> , espécimen 2; ST: aproximadamente 380 mm; SL: aproximadamente 300 mm; SH: aproximadamente 98,66 mm; OD: aproximadamente 25,15 mm; BD: --. H: hipurais, numerados sequencialmente; Vk: quilha ventral.	63
Figura 34.	Detalhe do espécimen 2 de <i>Neoprosclinetes penalvai</i> . An: angular; Fr: frontal; Pop: pré-opérculo; Vt: dentes vomerianos.	64
Figura 35.	<i>Neoprosclinetes penalvai</i> , espécimen 3; ST: aproximadamente 255 mm; SL: aproximadamente 200 mm; SH: aproximadamente 55,48 mm; OD: aproximadamente 22,57 mm; BD: --.	65
Figura 36.	Detalhe do espécimen 3 de <i>Neoprosclinetes penalvai</i> . Vt: dentes vomerianos.	66
Figura 37.	<i>Calamopleurus cylindricus</i> , espécimen 1; ST: aproximadamente 735 mm; SL: aproximadamente 620 mm; SH: aproximadamente 193 mm; OD: 20,10 mm; BD: aproximadamente 92,16 mm.	70
Figura 38.	Esquema do crânio de <i>Calamopleurus cylindricus</i> (MAISEY, 1991).	70
Figura 39.	Esquema do crânio de <i>Calamopleurus cylindricus</i> (GRANDE & BEMIS, 1998).	70
Figura 40.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Calamopleurus cylindricus</i> . D: dentário; Dr: costelas dermopteróticas; Fr: frontal; Mx: maxila; Op: opérculo; Scl: supracleito.	71
Figura 41.	<i>Calamopleurus cylindricus</i> , espécimen 2; ST: aproximadamente 925 mm; SL: 670 mm; SH: aproximadamente 230 mm; OD: 23,52 mm; BD: --.	71
Figura 42.	Detalhe do espécimen 2 de <i>Calamopleurus cylindricus</i> . D: dentário; Fr: frontal; Na: nasal; Op: opérculo; Pmx: pré-maxilar; Sop: subopercular.	72
Figura 43.	<i>Calamopleurus cylindricus</i> , espécimen 3; ST: aproximadamente 770 mm; SL: aproximadamente 590 mm; SH: aproximadamente 190 mm; OD: 19,38	

	mm; BD: --.	72
Figura 44.	Detalhe do espécimen 3 de <i>Calamopleurus cylindricus</i> . Fr : frontal.	73
Figura 45.	<i>Oshunia brevis</i> , espécimen 1; ST : aproximadamente 270 mm; SL : aproximadamente 250 mm; SH : aproximadamente 67,15 mm; OD : --; BD : aproximadamente 92,60 mm.	76
Figura 46.	Esquema do crânio de <i>Oshunia brevis</i> (MAISEY, 1991).	77
Figura 47.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Oshunia brevis</i> . D : dentário; Fr : frontal; ?Io1 : possível fragmento do infraorbital 1; Mx : maxila.	77
Figura 48.	<i>Vinctifer</i> sp., espécimen 1; ST : aproximadamente 630 mm; SL : aproximadamente 615 mm; SH : 157,80 mm; OD : --; BD : --.	80
Figura 49.	Esquema do crânio de <i>Vinctifer</i> sp (MAISEY, 1991).	80
Figura 50.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Vinctifer</i> sp. D : dentário; Fr : frontal; Padpt : parietal-dermopterótico.	81
Figura 51.	<i>Vinctifer</i> sp., espécimen 2; ST : aproximadamente 545 mm; SL : aproximadamente 515 mm; SH : 131,84 mm; OD : 16,71 mm; BD : --.	81
Figura 52.	Detalhe do espécimen 2 de <i>Vinctifer</i> sp. ?Io4 : possível fragmento do infraorbital 4; Mx : maxila; Op : opérculo; Pop : pré-opérculo; So : suborbital; Sop : subopercular.	82
Figura 53.	<i>Vinctifer</i> sp., espécimen 3; ST : aproximadamente 390 mm; SL : aproximadamente 377 mm; SH : 128,41 mm; OD : 10,79 mm; BD : -.	82
Figura 54.	Detalhe do espécimen 3 de <i>Vinctifer</i> sp. Op : opérculo; Pd : pré-dentário; Ro : rostró; Scl : supracléitro; Sop : subopercular.	83
Figura 55.	<i>Cladocycclus gardneri</i> , espécimen 1; ST : aproximadamente 820 mm; SL : aproximadamente 695 mm; SH : 119,37 mm; OD : 22,48 mm; BD : --.	86
Figura 56.	Esquema do crânio de <i>Cladocycclus gardneri</i> (MAISEY, 1991).	87
Figura 57.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Cladocycclus gardneri</i> . Cl : cleitro; D : dentário; ?Io3 : possível fragmento do infraorbital 3; Op : opérculo; Pmx : pré-maxilar; Pop : pré-opérculo; Soc : crista supraoccipital; Sop : subopercular.	87
Figura 58.	<i>Cladocycclus gardneri</i> , espécimen 2; ST : aproximadamente 890 mm; SL : aproximadamente 775 mm; SH : 151,62 mm; OD : aproximadamente 20,81 mm; BD : --.	88

Figura 59.	Detalhe do espécimen 2 de <i>Cladocyclus gardneri</i> . D : dentário; Mx : maxila.	88
Figura 60.	<i>Cladocyclus gardneri</i> , espécimen 3; ST: aproximadamente 940 mm; SL: aproximadamente 835 mm; SH: 140,84 mm; OD: 21,83 mm; BD: --.	89
Figura 61.	Detalhe do espécimen 3 de <i>Cladocyclus gardneri</i> . Cl : cleitro; D : dentário; Op : opérculo.	89
Figura 62.	<i>Araripichthys castilhoi</i> , espécimen 1; ST: aproximadamente 268 mm; SL: aproximadamente 238 mm; SH: aproximadamente 84,64 mm; OD: --; BD: --	93
Figura 63.	Esquema do crânio de <i>Araripichthys castilhoi</i> (MAISEY & MOODY, 2001).	93
Figura 64.	Esquema do crânio de <i>Araripichthys castilhoi</i> (MAISEY & BLUM, 1991). ..	93
Figura 65.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Araripichthys castilhoi</i> . Ac : côndilo articular da maxila; D : dentário; Iop : interopercular; Mx : maxila; Op : opérculo; Pmp : processo pré-maxilar; Pop : pré-opérculo; ?Smxp : possível fragmento da supramaxila posterior; ?So : possível fragmento do suborbital; Soc : crista supraoccipital.	94
Figura 66.	<i>Brannerion latum</i> , espécimen 1; ST: aproximadamente 310 mm; SL: 289 mm; SH: 77,26 mm; OD: 21,92 mm; BD: 115,66 mm.	98
Figura 67.	Esquema do crânio de <i>Brannerion latum</i> ; escala 1 cm (FOREY & MAISEY, 2010).	98
Figura 68.	Esquema do crânio de <i>Brannerion latum</i> (BLUM, 1991).	98
Figura 69.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Brannerion latum</i> . Cl : cleitro; D : dentário; Op : opérculo; Q : quadrado; Sop : subopercular.	99
Figura 70.	<i>Brannerion latum</i> , espécimen 2; ST: aproximadamente 240 mm; SL: 185,72 mm; SH: 54,61 mm; OD: 12,64 mm; BD: 70,53 mm. ?S : provável espinho anterior à nadadeira.	99
Figura 71.	Detalhe do espécimen 2 de <i>Brannerion latum</i> . Cl : cleitro.	100
Figura 72.	<i>Brannerion latum</i> , espécimen 3; ST: aproximadamente 195,8 mm; SL: 169,3 mm; SH: 53,52 mm; OD: 10,36 mm; BD: 42,25 mm. ?S : provável espinho anterior à nadadeira.	100
Figura 73.	Detalhe do espécimen 3 de <i>Brannerion latum</i> . G : placa gular.	101
Figura 74.	<i>Brannerion latum</i> , espécimen 4; ST: 550 mm; SL: 440 mm; SH: 141,18 mm; OD: 34,07 mm; BD: 179,19 mm.	101

Figura 75.	Detalhe do espécimen 4 de <i>Brannerion latum</i> . Dsp: dermesfenótico; Io: infraorbitais, numerados sequencialmente; Mx: maxila; Ptt: pós-temporal; Scl: supracleito.	102
Figura 76.	<i>Notelops brama</i> , espécimen 1; ST: 675 mm; SL: aproximadamente 585 mm; SH: 154,33 mm; OD: 39,3 mm; BD: --.	106
Figura 77.	Esquema do crânio de <i>Notelops brama</i> (MAISEY, 1991).	106
Figura 78.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Notelops brama</i> . D: dentário; Fr: frontal; Io: infraorbitais, numerados sequencialmente; Mx: maxila; Op: opérculo; Pop: pré-opérculo.	107
Figura 79.	<i>Notelops brama</i> , espécimen 2; ST: aproximadamente 610 mm; SL: 532 mm; SH: 129,68 mm; OD: 15,61 mm ; BD: --.	107
Figura 80.	Detalhe do espécimen 2 de <i>Notelops brama</i> . De: dermetmóide; Dsp: dermesfenótico; Fr: frontal; Io: infraorbitais, numerados sequencialmente.	108
Figura 81.	<i>Notelops brama</i> , espécimen 3; ST: aproximadamente 287 mm; SL: aproximadamente 233 mm; SH: aproximadamente 64,84 mm; OD: -- mm; BD: --.	108
Figura 82.	Detalhe do espécimen 3 de <i>Notelops brama</i> . Dsp: dermesfenótico; Io: infraorbitais, numerados sequencialmente; Op: opérculo; Pop: pré-opérculo; Sop: subopercular.	109
Figura 83.	<i>Notelops brama</i> , espécimen 4; ST: aproximadamente 900 mm; SL: aproximadamente 760 mm; SH: aproximadamente 245 mm; OD: 40,29 mm; BD: --.	109
Figura 84.	Detalhe do espécimen 4 de <i>Notelops brama</i> . Cl: cleitro; D: dentário; Scl: supracleito; Sop: subopercular.	110
Figura 85.	<i>Rhacolepis</i> sp., espécimen 1; ST: aproximadamente 230 mm; SL: aproximadamente 205 mm; SH: aproximadamente 54,87 mm; OD: 4,53 mm; BD: --.	114
Figura 86.	Esquema do crânio de <i>Rhacolepis buccalis</i> (MAISEY, 1991).	114
Figura 87.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Rhacolepis</i> sp. An-art: angular-articular; D: dentário; Dsp: dermesfenótico; Fr: frontal; Io: infraorbitais, numerados sequencialmente; Mx: maxila; Op: opérculo; Pmx: pré-maxilar; Pop: pré-	

	opérculo; Stt : supratemporal.	115
Figura 88.	<i>Rhacolepis</i> sp., espécimen 2; ST: aproximadamente 248 mm; SL: aproximadamente 224 mm; SH: 70,18 mm; OD: – ; BD: –.	115
Figura 89.	Detalhe do espécimen 2 de <i>Rhacolepis</i> sp. D : dentário; Dsp : dermesfenótico; Io : infraorbitais, numerados sequencialmente; Op : opérculo; Pop : pré-opérculo; Sop : subopercular.	116
Figura 90.	<i>Rhacolepis</i> sp., espécimen 3; ST: aproximadamente 330 mm; SL: aproximadamente 285 mm; SH: aproximadamente 78,40 mm; OD: –; BD: –.	116
Figura 91.	Detalhe do espécimen 3 de <i>Rhacolepis</i> sp. Io : infraorbitais, numerados sequencialmente; Sop : subopercular.	117
Figura 92.	<i>Tharrhias araripis</i> , espécimen 1; ST: aproximadamente 295 mm; SL: aproximadamente 250 mm; SH: 60,06 mm; OD: 9,68 mm; BD: aproximadamente 44,14 mm.	120
Figura 93.	Esquema do crânio de <i>Tharrhias araripis</i> (BLUM, 1991).	121
Figura 94.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Tharrhias araripis</i> . D : dentário; Fr : frontal; ?Mx : possível fragmento do maxilar; Op : opérculo; Sop : subopercular.	121
Figura 95.	<i>Tharrhias araripis</i> , espécimen 2; ST: aproximadamente 223 mm; SL: aproximadamente 193 mm; SH: 44,94 mm; OD: 6,78 mm; BD: --.	122
Figura 96.	Detalhe do espécimen 2 de <i>Tharrhias araripis</i> . D : dentário; Iop : interopérculo; Op : opérculo.	122
Figura 97.	<i>Tharrhias araripis</i> , espécimen 3; ST: aproximadamente 236 mm; SL: aproximadamente 208 mm; SH: 54,11 mm; OD: --; BD: aproximadamente 45,94 mm.	123
Figura 98.	Detalhe do espécimen 3 de <i>Tharrhias araripis</i> . Cl : cleitro; D : dentário; Fr : frontal; Mx : maxila; Pop : pré-opérculo.	123
Figura 99.	<i>Tharrhias araripis</i> , espécimen 4; ST: aproximadamente 227 mm; SL: aproximadamente 205 mm; SH: 50,84 mm; OD: 8,20 mm; BD: 38,64 mm. ...	124
Figura 100.	Detalhe do espécimen 4 de <i>Tharrhias araripis</i> . Cl : cleitro; Q : quadrado.	124
Figura 101.	<i>Dastilbe crandalli</i> , espécimen 1; ST: 128,39 mm; SL: 100,88 mm; SH: 33,41 mm; OD: –; BD: 16,46 mm.	128
Figura 102.	Esquema do crânio de <i>Dastilbe crandalli</i> ; a escala é 5 mm (DIETZE, 2007).	128

Figura 103.	Esquema do crânio de <i>Dastilbe elongatus</i> (BLUM, 1991).	128
Figura 104.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Dastilbe crandalli</i> . D : dentário; Fr : frontal; Mx : maxila; Op : opérculo; Soc : crista supraoccipital.	129
Figura 105.	<i>Dastilbe crandalli</i> , espécimen 2; ST: 104,01 mm; SL: 81,95 mm; SH: 28,25 mm; OD: --; BD: 10,80 mm.	129
Figura 106.	Detalhe do espécimen 2 de <i>Dastilbe crandalli</i> . D : dentário; Fr : frontal; Mx : maxila; Pop : pré-opérculo.	130
Figura 107.	<i>Dastilbe crandalli</i> , espécimen 3; ST: aproximadamente 156,38 mm; SL: aproximadamente 112,3 mm; SH: 36,9 mm; OD: 5,68 mm; BD: 20,40 mm.	130
Figura 108.	Detalhe do espécimen 3 de <i>Dastilbe crandalli</i> . D : dentário; Mx : maxila; Q : quadrado; ?Pop : possível fragmento do ramo vertical do pré-opérculo; Sop : subopercular.	131
Figura 109.	<i>Dastilbe crandalli</i> , espécimen 4; ST: aproximadamente 26,53 mm; SL: aproximadamente 20,60 mm; SH: 5,45 mm; OD: 1,42 mm; BD: 3,27 mm.	132
Figura 110.	Detalhe do espécimen 4 de <i>Dastilbe crandalli</i>	133
Figura 111.	<i>Dastilbe crandalli</i> , espécimen 5; ST: cerca de 40,36 mm; SL: 32,01 mm; SH: 8,62 mm; OD: cerca de 2,00 mm; BD: 5,77 mm.	134
Figura 112.	Detalhe do espécimen 5 de <i>Dastilbe crandalli</i>	135
Figura 113.	<i>Iansan beurleni</i> , espécimen 1; ST: aproximadamente 250 mm. ?Pg : possível elemento da cintura pélvica.	138
Figura 114.	Esquema do crânio de <i>Iansan beurleni</i> , em vista ventral; escala de 1 cm (BRITO & SERET, 1996).	139
Figura 115.	Esquema do crânio de <i>Iansan beurleni</i> , em vista dorsal; escala de 1 cm (BRITO & SERET, 1996).	139
Figura 116.	Detalhe do espécimen 1 de <i>Iansan beurleni</i> . Ro : rostro; Scap : escápula-coracóide.	140
Figura 117.	Espécimen 2 de <i>Iansan beurleni</i> . Mc : Cartilagem de Meckel; Pq : pálato-quadrado; Scap : escápula-coracóide.	140
Figura 118.	Distribuição de peixes marinhos na porção Ocidental do Gondwana. durante Cretáceo Inferior-médio (principalmente Aptiano-Albiano). Localidades: Ba : Brasil, Bacia do Araripe, Formação Santana e Bacia do Parnaíba; Bs :	

	Brasil, Bacia Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo; V : Venezuela; C : Colômbia; Me : México; Ma : Marrocos (exceto <i>Araripichthys</i> . A distribuição para este táxon nesta localidade data do Turoniano). Legenda dos gêneros: 1 . <i>Neoproscinetes</i> , 2 . <i>Calamopleurus</i> , 3 . <i>Vinctifer</i> , 4 . <i>Cladocyclus</i> , 5 . <i>Araripichthys</i> , 6 . <i>Notelops</i> , 7 . <i>Rhacolepis</i> , 8 . <i>Tharrhias</i> , 9 . <i>Dastilbe</i> (modificado de MAISEY, 2000).	142
Figura 119.	A : Bacia do Araripe; 1 : <i>Araripelepidotes</i> ; 2 : <i>Neoproscinetes</i> ; 3 : <i>Calamopleurus</i> ; 4 : <i>Vinctifer</i> ; 5 : <i>Cladocyclus</i> ; 6 : <i>Araripichthys</i> ; 7 : <i>Brannerion</i> ; 8 : <i>Notelops</i> ; 9 : <i>Rhacolepis</i> ; 10 : <i>Tharrhias</i> ; 11 : <i>Dastilbe</i> (modificado de ARAI, 2006).	144
Figura 120.	“Puzzle fish”, com região cefálica de <i>Calamopleurus</i> , e região pós-craniana de <i>Notelops</i>	152
Figura 121.	Detalhe do “puzzle fish” exibido na Figura 120, mostrando a área esculpida ao centro, e suas escamas originais à esquerda.	152
Figura 122.	Detalhe do “puzzle fish”, exibido na figura 120, com a região craniana de <i>Calamopleurus</i>	153
Figura 123.	Concreção original, procedente da Formação Santana, exibindo seu aspecto externo.	153
Figura 124.	Conteúdo da concreção procedente da Formação Santana, exposta na Figura 123, mostrando dois espécimens de <i>Vinctifer</i>	154
Figura 125.	Concreção fabricada, exibindo seu aspecto externo.	154
Figura 126.	Conteúdo da concreção fabricada, exposta na Figura 125, contendo um espécimen de <i>Brannerion</i> e outro de <i>Vinctifer</i> . Notar as nadadeiras esculpidas.	155
Tabela 1.	Quantidade de espécimens por morfótipo. Legenda: A : espécimens para os quais não há dúvidas sobre identificação; B : espécimens para os quais há dúvidas de identificação.	150

LISTA DE ABREVIATURAS

Abreviações institucionais utilizadas ao longo do trabalho

DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral, Crato, Ceará
GPA	Geoparque Araripe, Crato, Ceará
MPE-RC	Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Paulo Milton Barbosa Landim”, Departamento de Geologia Aplicada, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, <i>Campus</i> Rio Claro
MPSC	Museu de Paleontologia, Universidade Regional do Cariri, Santana do Cariri, Ceará

Abreviações utilizadas nas imagens obtidas a partir do acervo, e apresentadas no Capítulo Paleoictiofauna

Ac	côndilo articular da maxila
An	angular
An-art	angular-articular
Cl	cleitro
D	dentário
De	dermetmóide
Dr	costelas dermopteróticas
Dsp	dermesfenótico
Fr	frontal
G	placa gular
H	hipural (numerados sequencialmente)
Io	infraorbital (numerados sequencialmente)
Iop	interopercular

It	dentes incisiformes
Mc	Cartilagem de Meckel
Mx	maxila
Na	nasal
Op	opérculo
Pa	parietal
Padpt	parietal-dermopterótico
Pd	pré-dentário
Pg	cintura pélvica
Pmp	processo pré-maxilar
Pmx	pré-maxilar
Pop	pré-opérculo
Pp	<i>peniculus</i> parietal
Pq	pálato-quadrado;
Ptt	pós-temporal
Q	quadrado
Ro	rosto
S	espinhos anteriores às nadadeiras
Scap	escápula-coracóide
Scl	supracleitro
Smxp	supramaxila posterior
So	suborbital
Soc	crista supraoccipital
Sop	subopercular
Stt	supratemporal
Suo	supraorbital
Vk	quilha ventral
Vt	dentes vomerianos

Abreviações utilizadas para contagem de raios de nadadeiras medianas e pares, utilizadas no texto do Capítulo Paleoictiofauna

- A** número de raios da nadadeira anal
- C** número de raios da nadadeira caudal
- Do** número de raios da nadadeira dorsal
- P** número de raios da nadadeira peitoral
- V** número de raios da nadadeira ventral

Abreviações para medidas externas, utilizadas nas legendas das imagens obtidas a partir do acervo, apresentadas no Capítulo Paleoictiofauna

- BD** Altura do corpo = distância entre o ponto de origem da nadadeira dorsal, até a margem ventral do corpo
- OD** Diâmetro da órbita = diâmetro da cavidade óptica
- SH** Comprimento da cabeça = distância da parte mais anterior da cabeça até a margem mais posterior do opérculo
- SL** Comprimento padrão = distância da extremidade do focinho ao fim da última vértebra
- ST** Comprimento total = distância da parte mais anterior da cabeça à parte mais posterior do corpo

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	25
2. OBJETIVOS	26
3. MATERIAIS E MÉTODOS	27
4. GEOLOGIA REGIONAL: BACIA DO ARARIPE	28
4.1. Localização geográfica	28
4.2. A sucessão litoestratigráfica da Bacia do Araripe	33
4.2.1. Formação Cariri	33
4.2.2. Formação Brejo Santo	34
4.2.3. Formação Missão Velha	35
4.2.4. Formação Abaiara	37
4.2.5. Formação Barbalha	39
4.2.6. Formação Santana	41
4.2.6.1. Membro Crato	41
4.2.6.2. Membro Ipubi	43
4.2.6.3. Membro Romualdo	44
4.2.7. Formação Araripina	45
4.2.8. Formação Exu	47
5. PALEOICTIOFAUNA	49
5.1. <i>Araripepidotes temnurus</i>	50
5.1.1. Taxonomia	50
5.1.2. Espécie-tipo	50
5.1.3. Diagnose	50
5.1.4. Espécies do gênero	50
5.1.5. Holótipo	50
5.1.6. Localidade-tipo	51
5.1.7. Discussão	51
5.1.8. Distribuição	52
5.2. <i>Neoprosclinetes penalvai</i>	58

5.2.1. Taxonomia	58
5.2.2. Espécie-tipo	58
5.2.3. Diagnose	58
5.2.4. Espécies do gênero	59
5.2.5. Holótipo	59
5.2.6. Localidade-tipo	59
5.2.7. Discussão	59
5.2.8. Distribuição	60
5.3. <i>Calamopleurus cylindricus</i>	67
5.3.1. Taxonomia	67
5.3.2. Espécie-tipo	67
5.3.3. Diagnose	67
5.3.4. Espécies do gênero	67
5.3.5. Holótipo	68
5.3.6. Localidade-tipo	68
5.3.7. Discussão	68
5.3.8. Distribuição	69
5.4. <i>Oshunia brevis</i>	74
5.4.1. Taxonomia	74
5.4.2. Espécie-tipo	74
5.4.3. Diagnose	74
5.4.4. Espécies do gênero	75
5.4.5. Holótipo	75
5.4.6. Localidade-tipo	75
5.4.7. Discussão	75
5.4.8. Distribuição	76
5.5. <i>Vinctifer</i> sp.	78
5.5.1. Taxonomia	78
5.5.2. Espécie-tipo	78
5.5.3. Diagnose	78
5.5.4. Espécies do gênero	78

5.5.5. Lectótipo	79
5.5.6. Localidade-tipo	79
5.5.7. Discussão	79
5.5.8. Distribuição	80
5.6. <i>Cladocyclus gardneri</i>	84
5.6.1. Taxonomia	84
5.6.2. Espécie-tipo	84
5.6.3. Diagnose	84
5.6.4. Espécies do gênero	84
5.6.5. Holótipo	85
5.6.6. Localidade-tipo	85
5.6.7. Discussão	85
5.6.8. Distribuição	86
5.7. <i>Araripichthys castilhoi</i>	90
5.7.1. Taxonomia	90
5.7.2. Espécie-tipo	90
5.7.3. Diagnose	90
5.7.4. Espécies do gênero	90
5.7.5. Holótipo	91
5.7.6. Localidade-tipo	91
5.7.7. Discussão	91
5.7.8. Distribuição	92
5.8. <i>Brannerion latum</i>	95
5.8.1. Taxonomia	95
5.8.2. Espécie-tipo	95
5.8.3. Diagnose	95
5.8.4. Espécies do gênero	95
5.8.5. Holótipo	96
5.8.6. Localidade-tipo	96
5.8.7. Discussão	96
5.8.8. Distribuição	97

5.9. <i>Notelops brama</i>	103
5.9.1. Taxonomia	103
5.9.2. Espécie-tipo	103
5.9.3. Diagnose	103
5.9.4. Espécies do gênero	103
5.9.5. Holótipo	104
5.9.6. Localidade-tipo	104
5.9.7. Discussão	104
5.9.8. Distribuição	106
5.10. <i>Rhacolepis</i> sp.	111
5.10.1. Taxonomia	111
5.10.2. Espécie-tipo	111
5.10.3. Diagnose	111
5.10.4. Espécies do gênero	112
5.10.5. Holótipo	112
5.10.6. Localidade-tipo	112
5.10.7. Discussão	112
5.10.8. Distribuição	113
5.11. <i>Tharrhias araripis</i>	118
5.11.1. Taxonomia	118
5.11.2. Espécie-tipo	118
5.11.3. Diagnose	118
5.11.4. Espécies do gênero	119
5.11.5. Holótipo	119
5.11.6. Localidade-tipo	119
5.11.7. Discussão	119
5.11.8. Distribuição	120
5.12. <i>Dastilbe crandalli</i>	125
5.12.1. Taxonomia	125
5.12.2. Espécie-tipo	125
5.12.3. Diagnose	125

5.12.4. Espécies do gênero	126
5.12.5. Holótipo	126
5.12.6. Localidade-tipo	126
5.12.7. Discussão	126
5.12.8. Distribuição	127
5.13. <i>Iansan beurleni</i>	136
5.13.1. Taxonomia	136
5.13.2. Espécie-tipo	136
5.13.3. Diagnose	136
5.13.4. Espécies do gênero	136
5.13.5. Holótipo	137
5.13.6. Localidade-tipo	137
5.13.7. Discussão	137
5.13.8. Distribuição	138
6. PALEOBIOGEOGRAFIA	141
6.1. Concreções	146
7. RESULTADOS	150
8. DISCUSSÃO DE RESULTADOS	156
8.1. <i>Neoproscinetes</i> e <i>Araripichthys</i>	156
8.2. <i>Araripelepidotes</i>	157
8.3. <i>Notelops</i> , <i>Rhacolepis</i> e <i>Brannerion</i>	157
8.4. <i>Cladocyclus</i> e <i>Calamopleurus</i>	157
8.5. <i>Tharrhias</i> e <i>Dastilbe</i>	158
8.6. <i>Vinctifer</i>	158
9. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	159
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	160

1. INTRODUÇÃO

A Chapada do Araripe situa-se entre os estados de Ceará, Pernambuco e Piauí, interior do Nordeste do Brasil. Esta estrutura geomorfológica influencia sobremaneira o clima da região, especialmente por constituir uma barreira orográfica (CHAGAS, 2006). Sob tal paisagem encontram-se fósseis meso-cretácicos. O conteúdo fossilífero muito diversificado e em excelente estado de preservação, além da História Geológica, ainda controversa, da Bacia do Araripe, atraiu muitos pesquisadores (BRITO 1989, 1994; ASSINE 1990, 1992, 1994, 2000, 2007; PONTE & APPI, 1990; MARTILL 1990, 1993; ARAI *et al.*, 2000; ARAI, 2006), o que contribuiu para a geração de apreciável quantidade de conhecimento.

Um dos primeiros trabalhos sobre a Geologia da Bacia do Araripe é de SMALL (1913), que dividiu o registro sedimentar em quatro unidades: Conglomerado Basal, Arenito Inferior, Calcário Sant'Anna e Arenito Superior. Estudos sistemáticos foram realizados somente a partir da década de 1960, desenvolvidos por professores / pesquisadores e estudantes da Universidade Federal de Pernambuco, que resultaram publicações como aquelas de BEURLEN (1962, 1963). Este autor redefiniu as unidades estabelecidas por SMALL (*op. cit.*), denominando-as formações Cariri, Missão Velha, Santana e Exu, para as quais estimou uma espessura sedimentar total de cerca de 850 m.

A Formação Santana é a mais fossilífera, e em seus depósitos, especialmente nas concreções calcárias, são encontrados muitos peixes fossilizados. Treze gêneros, representantes desta paleoictiofauna, encontram-se representadas no acervo do MPE-RC. Os espécimens são preservados em distintos estados de conservação, assim como a maioria dos fósseis em concreções calcárias. Entre os morfótipos depositados neste Museu existem alguns que passaram pela intermediação de “peixeiros”, termo que designa popularmente os habitantes locais, que os coletam e adulteram, com a finalidade de deixá-los mais atraentes para potenciais compradores. Esta comercialização, proibida em território nacional, é uma prática que infelizmente continua sendo executada.

As concreções permitem interpretações e considerações que chegam a um modelo deposicional transicional (lacustre / marinho), o que não é observado, com frequência, em outros locais, tornando a Bacia do Araripe uma região particular para estudos.

2. OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo inventariar o acervo paleoictiológico do MPE-RC, procedente da Bacia do Araripe. Estudos genético e litológico desta unidade bacinal continuam constantemente revisando-a. As questões paleobiogeográfica e paleoecológica podem ser parcialmente esclarecidas, em função dos fósseis nela presentes.

O acervo conta com espécimens de *Araripelepidotes temnurus* AGASSIZ, 1841; *Neoproscinetes penalvai* SANTOS, 1970; *Calamopleurus cylindricus* AGASSIZ, 1841; *Oshunia brevis* WENZ & KELLNER, 1986; *Vinctifer* JORDAN, 1919; *Cladocycclus gardneri* AGASSIZ, 1841; *Araripichthys castilhoi* SANTOS, 1985; *Brannerion latum* JORDAN, 1919; *Notelops brama* AGASSIZ, 1841; *Rhacolepis* AGASSIZ, 1841; *Tharrhias araripis* JORDAN & BRANNER, 1908; *Dastilbe crandalli* JORDAN, 1910; *Iansan beurleni* SANTOS, 1968; bem como alguns materiais indeterminados.

Assim os objetivos específicos deste estudo são listados a seguir.

1. Efetuar o levantamento quantitativo dos espécimens presentes no acervo.
2. Contribuir com revisões de caracteres morfológicos de cada gênero e / ou espécie, corroborando ou não as informações atuais, a fim de gerar subsídios para futuras descrições ou redescritões.
3. Compilar informações sobre Biocronoestratigrafia e Paleobiogeografia a respeito da Bacia do Araripe, além de contribuir com inferências paleoecológicas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o cumprimento dos objetivos propostos foram utilizados materiais bibliográficos especializados em Geologia da área de estudo, assim como em Paleoiictiologia e Ictiologia.

A visita aos afloramentos não pode ser efetivada, o que justifica as imagens da Bacia de Araripe não serem originais.

Foram analisados todos os espécimens depositados na coleção científica do MPE-RC, e vários deles passaram por uma análise mais criteriosa, com a finalidade de obter o máximo de informações morfológicas possíveis.

Os exemplares foram analisados sob estereomicroscópio Nikon, ocular com 10 x de aumento e objetiva com até 4 x, aumento total de 40 x. Dados morfométricos foram obtidos com paquímetro digital Digimess, cuja capacidade de medição é de 0 a 300 mm (precisão $\pm 0,02$ mm < 100 mm; $\pm 0,03$ mm para 100 - 200 mm; $\pm 0,04$ mm para 200 - 300mm).

As imagens dos espécimens foram realizadas com uma câmera fotográfica Fuji, Modelo S5100.

Para ordem de apresentação de cada táxon foi utilizada a sistemática proposta por NELSON (2006).

A escala de todas as imagens obtidas a partir dos acervos DNPM, GPA, MPE-RC e MPSC é centimétrica. Para fins de comparação e esclarecimentos, no capítulo Paleoictiofauna, utilizaram-se esquemas dos crânios de autores diversos, entretanto aqueles retirados dos trabalhos de MAISEY (1991), THIES (1996) e MAISEY & MOODY (2001) não apresentam escala, o que justifica sua ausência quando feita a reprodução nesta Dissertação.

4. GEOLOGIA REGIONAL: BACIA DO ARARIPE

4.1. Localização geográfica

A Bacia do Araripe é delimitada pelas coordenadas geográficas 07° 00` e 08° 00` de Latitude Sul, e 38° 30` e 41° 00` de Longitude Oeste (CHAGAS, 2006). Localiza-se entre os estados de Ceará, Pernambuco e Piauí (Figura 1) e representa a mais extensa das bacias interiores do Nordeste do Brasil, com aproximadamente 9.000 km² de área e 1.900 m de espessura de sedimentos.

A Bacia do Araripe situa-se entre 600 e 900 m acima do nível do mar. Sua evolução está relacionada à fragmentação do Paleocontinente Gondwana e à abertura do Oceano Atlântico Sul (BRITO NEVES, 1990; GHIGNONE *et al.*, 1986). Segundo CESERO & PONTE (1997), sua origem, isolada do sistema rifte principal, tem relação com o abaixamento do bloco situado ao sul da Fratura da Paraíba. Apresenta evolução tectono-sedimentar complexa, visto que se trata de uma estrutura bacinal poli-histórica, constituída pela superposição de diversas sequências estratigráficas (Figuras 2, 3 e 4) (ASSINE, 2007).

Poucas bacias mesozóicas sedimentares brasileiras apresentam depósitos pré-aptianos. Praticamente todas exibem sequências cronológicas de Aptiano, Albiano e / ou Cenomaniano, embora em alguns casos o intervalo sedimentar esteja muito restrito (MAISEY, 1991). Na Bacia do Araripe, a Formação Santana representa a primeira fase pós-rifte, durante Aptiano - Albiano, no meso-Cretáceo (CHAGAS, 2006).

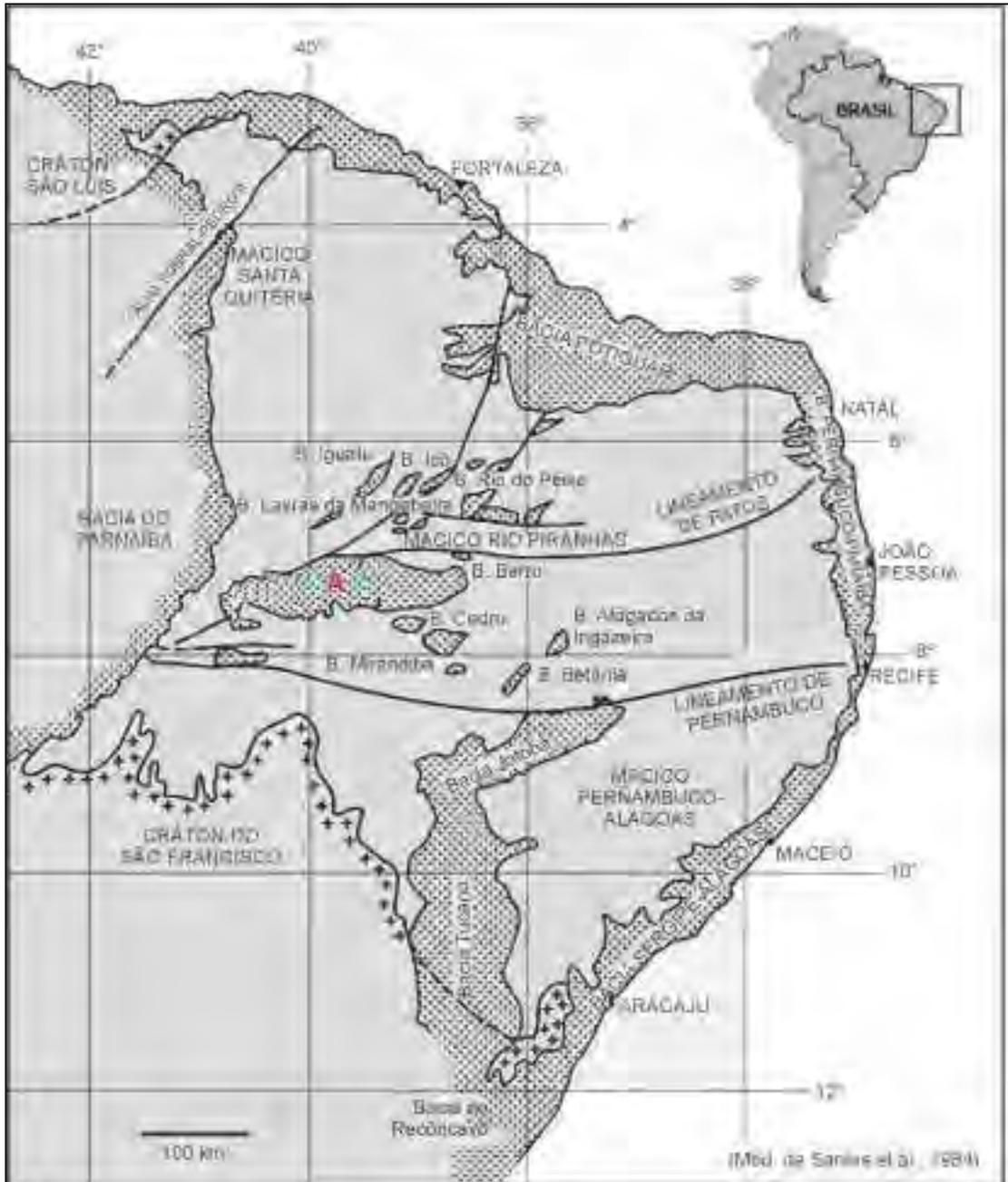


Figura 1. Mapa de localização das principais bacias mesozóicas interiores do Nordeste, e maiores estruturas bacinais adjacentes (modificado de ARAI, 2006). **A:** Bacia do Araripe.

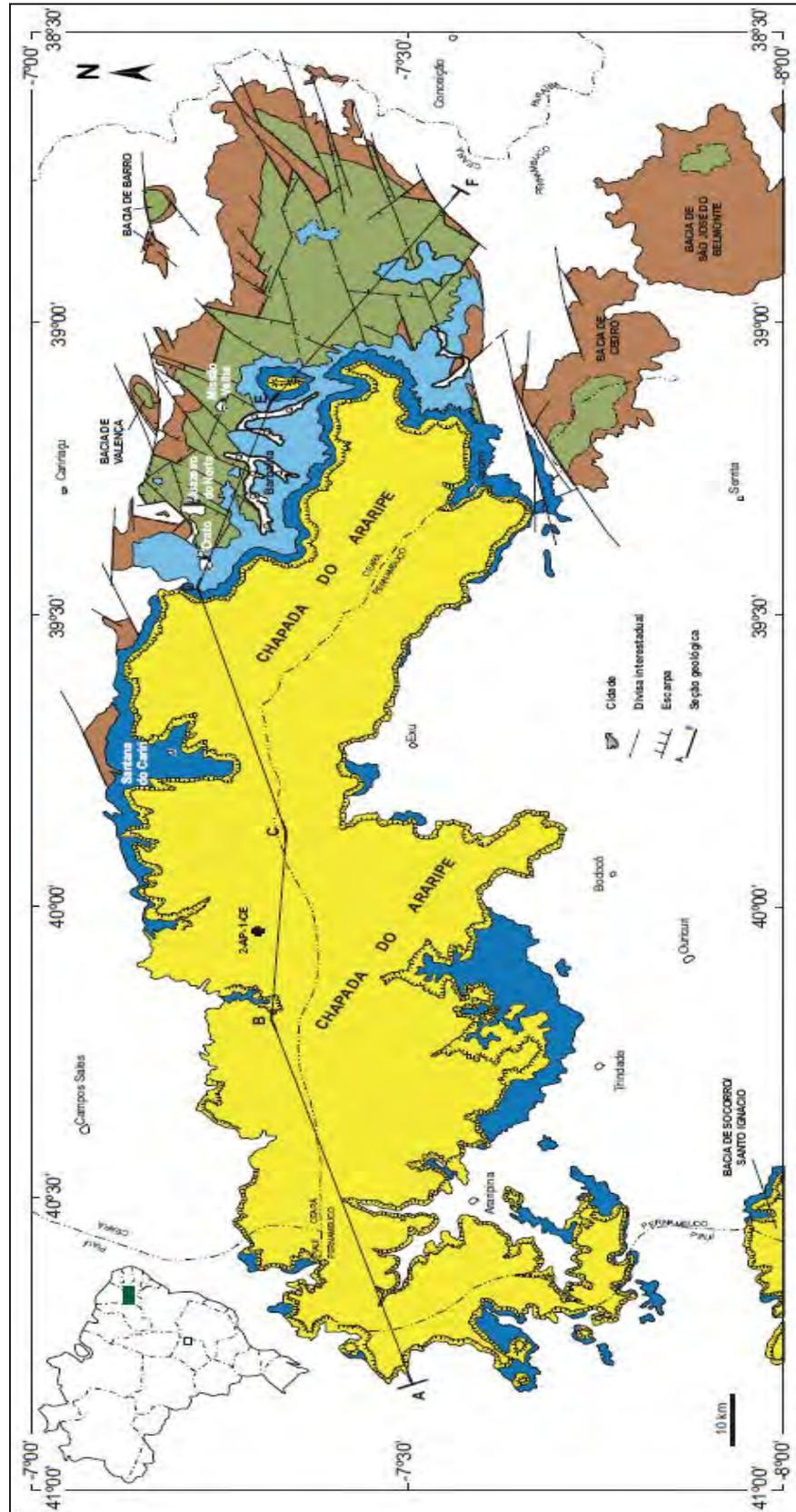


Figura 2. Mapa geológico da Bacia do Araripe (ASSINE, 1990 *apud* ASSINE, 2007).

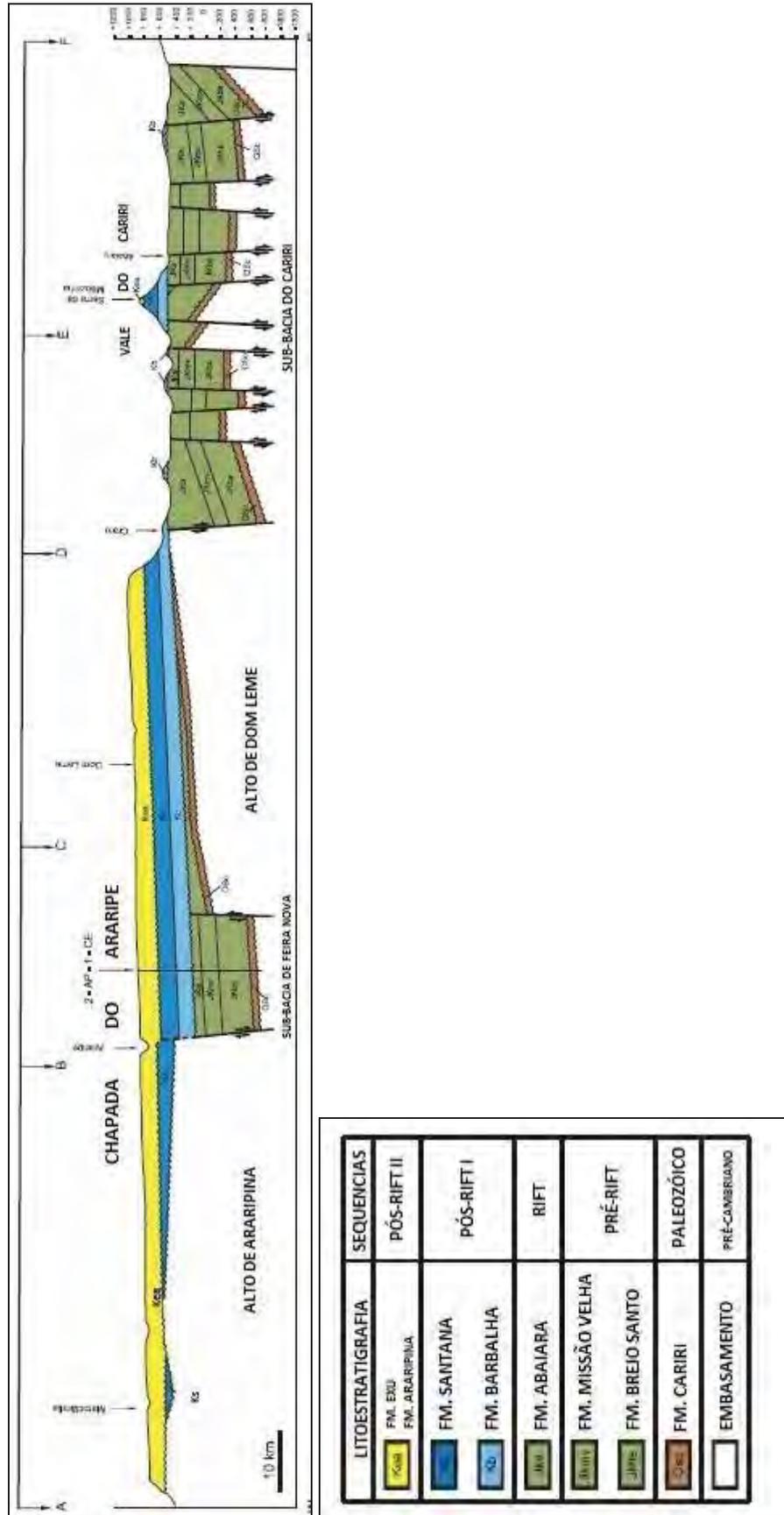


Figura 3. Seção geológica da Bacia do Araripe, conforme traçado da Figura 2 (ASSINE, 1990 *apud* ASSINE, 2007).



Figura 4. Carta estratigráfica da Bacia do Araripe (ASSINE, 2007).

4.2. A sucessão litoestratigráfica da Bacia do Araripe

Segundo ASSINE (2007), a organização das formações geológicas é aquela constituída por formações Cariri, Brejo Santo, Missão Velha, Abaiara, Barbalha, Santana, Araripina, Exu. O trabalho deste autor apresenta um maior detalhamento de litologia e correlações, fundamentadas a partir de análises de conteúdo micropaleontológico e medidas de paleocorrentes. Desta forma, segue a litoestratigrafia adotada, proposta por ASSINE (2007), corroborada por estudos anteriores de diversos autores; com exceção da Formação Santana, cuja litologia, assumida nesta Dissertação, é aquela proposta por BEURLEN (1971) e utilizada por MABESOONE & TINOCO (1973), PONTE & APPI (1990), VIANA & CAVALCANTI (1995), que divide esta unidade geológica em três membros: Crato, Ipubi e Romualdo, de idade Aptiano-Albiana.

4.2.1. Formação Cariri

É a unidade basal na Bacia do Araripe e das bacias adjacentes, é basicamente composta por arenitos conglomeráticos (ARAI, 2006). Historicamente recebeu diferentes nomes: Conglomerado Basal (SMALL, 1913), Formação Cariri (BEURLEN, 1962; ASSINE 1992, 2007), Formação Mauriti (GASPARY & ANJOS, 1964; PONTE & APPI, 1990; VIANA & CAVALCANTI, 1995; MARTILL *et al.*, 2008).

A Formação Cariri, que apresenta cerca de 100 m de espessura, tem em sua porção inferior predomínio de arenitos feldspáticos, com granulometrias média a muito grossa, muitas vezes conglomerática. Mais ao topo os arenitos feldspáticos gradam para quartzosos, de granulometrias média a grossa, com seixos de quartzo dispersos ou acompanhando os planos de estratificação (ASSINE, 1992, 2007). As estratificações são geralmente cruzadas (Figura 5) de médio porte, tabulares planares e secundariamente acanaladas, muito irregulares (BEURLEN, 1963), em *sets* de espessuras decimétricas a métricas.

São interpretadas como originadas em sistemas fluviais entrelaçados (*braided*), com escassez acentuada da fração pelítica de planície de inundação (ASSINE, 1992). A coloração é sempre amarela (BEURLEN, 1962).

A datação nesta formação é estabelecida de acordo com o posicionamento estratigráfico em relação às bacias vizinhas (CHAGAS, 2006). Em função da similaridade litológica com a Formação Tacaratu (Bacia Tucano-Jatobá), BRAUN (1966) atribuiu idade

paleozóica para a Formação Cariri. GHIGNONE (1972) propôs que estas duas formações seriam parte do Grupo Serra Grande, integrando a Bacia do Parnaíba, que no Siluriano se estendia mais para leste.

ALBUQUERQUE *et al.* (1999) atribuem a existência de icnofósseis de organismos vermiformes, icnogêneros *Planolites* e *Palaeophycus*.

O padrão de paleocorrentes é constante ao longo da bacia, para norte-noroeste, não apresentando similaridades com os padrões das unidades das sequências pré-rifte e rifte (ASSINE, 1994, 2007).



Figura 5. Formação Cariri: arenito com estratificações cruzadas acanaladas (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).

4.2.2. Formação Brejo Santo

Corresponde ao início do arenito inferior de SMALL (1913), que se estenderia até a porção basal do Membro Crato. Com espessura máxima de cerca de 450 m, a Formação Brejo Santo apresenta, na base, camadas delgadas de siltitos e arenitos (Figura 6) (CHAGAS, 2006). Em direção ao topo, a composição é essencialmente de folhelhos e lamitos vermelhos, nos quais se encontram ostrácodos típicos do Andar Dom João, como *Bisulcocypris pricei* e *Darwinula oblonga* (BRAUN, 1966). A presença de morfótipos exclusivamente não marinhos

indica sedimentação lacustre em condições oxidantes, em ambientes propícios à formação de *red beds* (ASSINE, 1992, 2007; VIANA & CAVALCANTI, 1995).

BRAUN (1966), após análises paleontológica e litológica, correlacionou esta unidade geológica à Formação Aliança, da Bacia Recôncavo-Tucano-Jatobá, e ASSINE (1992, 2007), CHAGAS (2006) e ARAI (2006) a correlacionaram com a Unidade Bananeiras, da Bacia Sergipe-Alagoas.



Figura 6. Formação Brejo Santo: argilito vermelho com camadas delgadas de siltito-arenoso esbranquiçado (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).

4.2.3. Formação Missão Velha

A Formação Missão Velha sobrepõe-se concordantemente aos folhelhos da Unidade Brejo Santo, cuja espessura máxima é próxima de 200 m (ASSINE, 2007). É constituída por arenitos friáveis e argilosos, de granulações média ou fina, localmente conglomeráticos, portadores de abundantes troncos e fragmentos de madeiras silicificadas, atribuídos à conífera *Dadoxilon benderi* (Figura 7) (ASSINE, *op. cit.*). Predomina a coloração vermelha (BEURLEN, 1963; ASSINE, *op. cit.*).



Figura 7. Formação Missão Velha: tronco silicificado (acervo GPA).

Na parte média da Formação Missão Velha ocorrem leitões intercalados de argilitos, de colorações cinzenta ou esverdeada (BEURLEN, 1962). Muitas vezes existe uma alternância de bancos areníticos e camadas de argilitos, e as estratificações são regulares, plano-paralelas. Na parte superior intercalam-se pequenas camadas conglomeráticas, com estruturas sedimentares na forma de estratificações cruzadas (Figura 8) (BEURLEN, 1971; ASSINE, 2007), com pequenos seixos, bem rolados, de quartzo.

O perfil estratigráfico vertical, mostrando granocrescência ascendente gradual, dos pelitos avermelhados da Formação Brejo Santo, para os arenitos da Unidade Missão Velha, permite interpretar um empilhamento sedimentar progradante, em que lagos rasos e / ou planícies aluviais distais foram colmatadas por sistemas fluviais entrelaçados, de pequeno a médio portes, mas de alta energia, a julgar pelas litologias e dimensões dos *sets* (ASSINE, 1992).

As formações Brejo Santo e Missão Velha constituem unidades lito e cronocorrelatas às unidades Aliança e Sergi (Bacia Recôncavo-Tucano) e Bananeiras e Serraria (Bacia Sergipe-Alagoas) (ASSINE 1992, 2007; ARAI, 2006; CHAGAS, 2006;). ARAI (*op. cit.*) associa estas quatro unidades a sedimentos da Depressão Afro-Brasileira, de idade correlata ao Andar Dom João, interpretação reforçada pelos dados de paleocorrentes medidas nos arenitos fluviais, que indicam paleofluxo constante para o rumo SSE, integrando paleo-rede hidrográfica que fluía em direção à Bacia Recôncavo-Tucano (ASSINE, 1994).

Considerando a abundância de troncos silicificados na Formação Missão Velha, as áreas-fonte situadas a norte deveriam ser cobertas por extensas florestas de coníferas (ASSINE, 2007). A associação palinológica da Unidade Missão Velha, descrita por ARAI *et al.* (2000) e COIMBRA *et al.* (2002), é bastante sugestiva de idade jurássica (ARAI, 2006).

ASSINE (*op. cit.*) chamou estas formações de Supersequência Pré-Rifte, correspondentes à subsidência mecânica, no interior da Região Nordeste do Brasil, induzida pela transmissão, no interior da placa, dos esforços decorrentes dos processos de rifteamento do Gondwana.



Figura 8. Formação Missão Velha: detalhe das estratificações cruzadas acanaladas (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).

4.2.4. Formação Abaiara

Formação Abaiara (Figura 9), com espessura máxima de cerca de 400 m, é unidade litoestratigráfica que, segundo ASSINE (2007) apresenta significativas variações faciológicas lateral e vertical, distinguindo-se da unidade anterior, Formação Missão Velha, embora ARAI (2006) não julgue que esta unidade geológica seja evidente em afloramentos. O contato basal com a Formação Missão Velha é admitido como discordante, em função da ausência dos ostrácodos *Cypridea kegei* e *C. depressa* (CHAGAS, 2006; ASSINE, *op. cit.*).

Nas proximidades da Cidade de Abaiara, uma seção com espessura de aproximadamente 280 m foi levantada por ASSINE (1992). Folhelhos silticos e siltitos

vermelhos, com intercalações lateralmente descontínuas de camadas decimétricas de arenitos finos, predominam na base da seção, seguidos por lentes decamétricas de arenitos quartzosos, finos a muito grossos, com níveis conglomeráticos, portadores de fragmentos de madeira silicificada. Estes restos paleobotânicos, segundo ASSINE (1990), estariam depositados de maneira aleatória, indicativo de que foram retrabalhados da unidade sotoposta. As estratificações são cruzadas tabulares tangenciais na base, e dobras convolutas são evidências de tectonismo contemporâneo à sedimentação (ASSINE 1992, 2007).

Nestes arenitos intercalam-se alguns poucos níveis decimétricos a métricos de folhelhos papiráceos, que frequentemente apresentam escamas de peixes e ostrácodos como *Cypridea sellata* e *C. candeiensis*, o que permitiu posicionar cronoestratigraficamente a Formação Abaiara no Andar Rio da Serra (ASSINE, 1992).

Os folhelhos e siltitos de tonalidades avermelhadas, presentes na base do Andar Rio da Serra da Bacia do Araripe, são interpretados como produto de sistemas lacustres rasos / planícies aluviais, de baixa energia, permitindo o desenvolvimento abundante de ostrácodos em direção ao topo, sendo sucedidos por arenitos fluviais.

Paleocorrentes medidas nos arenitos fluviais mostram paleofluxos constantes para SSE, permitindo concluir que o cenário paleogeográfico do Andar Dom João não foi alterado durante o Cretáceo Inferior. A Bacia do Araripe fazia parte de uma paleobacia hidrográfica, cujos rios corriam para sul, em direção à Bacia de Recôncavo-Tucano (ASSINE 1994, 2007).



Figura 9. Formação Abaiara: Camadas delgadas de argilito (vermelho) intercalado com arenito siltoso (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).

4.2.5. Formação Barbalha

Na Formação Barbalha, com espessura máxima de 200 m, predominam arenitos com intercalações de folhelhos com colorações avermelhadas e amareladas (ASSINE 1992, 2007), e níveis delgados de conglomerados. Os arenitos são finos a médios, subarredondados a subangulares, em geral bastante friáveis, argilosos, às vezes com seixos dispersos e / ou portadores de feldspatos alterados e pelotas de argilitos, que invariavelmente apresentam estratificações cruzadas planares ou acanaladas, e também comparecem feições sigmoidais (ASSINE, 1992).

O perfil estratigráfico vertical da Formação Barbalha compreende dois ciclos fluviais com granodecrescência ascendente, cujos topos são marcados pela presença de intervalos pelítico-carbonáticos lacustres.

O primeiro ciclo se encerra com um intervalo de folhelhos betuminosos pretos, ricos em lâminas carbonáticas (ASSINE 1992, 2007) de origem algálica. Também ocorrem fragmentos vegetais carbonificados, ostrácodos, restos de peixes (*Dastilbe*), coprólitos. Este intervalo, em meio ao qual se encontra uma camada decimétrica de calcário com aspecto brechóide, mineralizado em sulfetos, foi denominado informalmente “Sequência Plumbífera do Araripe” por FARINA (1974). Sua idade é neo-aptiana, obtida a partir da análise de palinomorfos (FARINA, 1974; LIMA & PERINOTTO, 1984; HASHIMOTO *et al.*, 1987 *apud* ASSINE, 1992).

HASHIMOTO *et al.* (1987 *apud* ASSINE, 1992) formalizaram a denominação “Camadas Batateira” (Figura 10) para o intervalo no qual ocorre a camada decimétrica de calcário com aspecto brechóide. Devido à sua grande extensão lateral, e pequena espessura (inferior a 10 m), constitui marco estratigráfico de importância regional na Bacia do Araripe.

ASSINE (1992, 1994, 2007) optou pela utilização da denominação Formação Barbalha, para designar todo o conjunto de estratos neoptianos, do qual as “Camadas Batateira” fazem parte, em opção a denominação Unidade Rio da Batateira, proposta por PONTE & APPI (1990).

As “Camadas Batateira” são representativas do primeiro sistema lacustre na bacia, em condições de anoxia, o que propiciou a preservação de significativa quantidade de matéria orgânica. Inicialmente restrito, e caracterizado por águas rasas e pouco oxigenadas (ambiente redutor), constitui o ambiente propício à fixação de íons metálicos (Pb, Zn, Cu) sob a forma de sulfetos, cuja precipitação foi favorecida pela alta porosidade das brechas carbonáticas (ASSINE, 1992).

Arenitos grossos e conglomerados fluviais sobrepõem-se às “Camadas Batateira” em contato erosivo. Em direção ao topo, os arenitos se tornam mais finos, com intercalações de folhelhos calcíferos de cor verde, que se tornam dominantes no topo da Formação Barbalha (ASSINE, 2007).

O segundo ciclo de granodecrescência ascendente termina com os calcários micríticos laminados do Membro Crato da Formação Santana, que formam bancos descontínuos, com espessuras ultrapassando duas dezenas de metros, interdigitados lateralmente com folhelhos verdes (ASSINE, 2007).

Paleocorrentes na Formação Barbalha revelaram mergulho deposicional para sudeste. Paleofluxos similares foram constatados por ROLIM & MABESOONE (1982) na Unidade Marizal (Bacia de Tucano), lito, crono e geneticamente correlata à Formação Barbalha. Isto indica que os eventos tectônicos da fase rifte não alteraram significativamente a paleodrenagem continental, que a Sul do Lineamento da Paraíba continuou a fluir em direção às bacias Recôncavo-Tucano e possivelmente Sergipe-Alagoas (ASSINE, 2007).

A extensão original da Bacia do Araripe era maior que sua atual área de ocorrência, sendo testemunho a Bacia de Socorro, e ocorrências identificadas por PONTE (1994), nas bacias de Cedro e São José do Belmonte (ASSINE, 1994).



Figura 10. Formação Barbalha: Camadas Batateira (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).

4.2.6. Formação Santana

Corresponde ao “Calcário Sant’Anna” de SMALL (1913), tendo cerca de 220 m de espessura. Ocorre uma seção de folhelhos papiráceos calcíferos, interestratificados com calcários micríticos laminados, formando extensos bancos com espessuras com mais de duas dezenas de metros. Folhelhos pirobetuminosos, com teores de até 25 % de carbono orgânico total, e frequentemente calcíferos, devido à abundância de carapaças de ostrácodos, continuam presentes. O registro fossilífero é abundante, sendo também encontrados fragmentos vegetais carbonificados, conchóstracos, insetos, pequenos peixes (*Dastilbe elongatus*) (ASSINE, 1992).

4.2.6.1. Membro Crato

A seção pelítico-carbonática, que caracteriza a parte inferior da Formação Santana, referida como Membro Crato por BEURLEN (1962) (Figura 11), indica a ampliação dos sistemas lacustres, apontando condições de baixa energia no ambiente deposicional, com influxo de terrígenos e turvação da água decrescentes, sendo comum nos carbonatos a presença de filamentos algálicos. Estão presentes bancos de arenitos finos siltsos de espessura decimétrica e estratificações horizontais, intercalados com folhelhos cinza-esverdeados (CHAGAS, 2006).

Há rica associação fossilífera (Figura 12 **a**, **b**, **c**) nos calcários laminados e folhelhos, caracterizada pela ausência de formas marinhas, indicando ambiente de sedimentação lacustre (NEUMANN, 1999). A sequência compreende um ciclo transgressivo - regressivo, incompleto no topo (ASSINE, 1992).



Figura 11. Membro Crato, imagem obtida no geossítio 5, Pedra Cariri, área do Geoparque Araripe.



Figura 12. (a) Odonata e um Actinopterygii (*Dastilbe*); (b) Araneae; (c) fragmento de pterossauro. Todas imagens são do acervo do DNPM.

4.2.6.2. Membro Ipubi

Em associação com os folhelhos pirobetuminosos, no topo do Membro Crato, estão os evaporitos do Membro Ipubi. Estes evaporitos exibem pouca variabilidade química, restringindo-se a sulfatos de cálcio, especialmente sob a forma de gipsita laminada primária, com cristais colunares em *palisades* (ASSINE, 1990). Esta laminação, interna às camadas de gipsita, apresenta feições semelhantes a domos. Existem ainda folhelhos pirobetuminosos pretos (CHAGAS, 2006), ricos em fragmentos vegetais carbonificados e ostrácodos continentais, o que significa não haver uma ampla bacia evaporítica marinha contínua (ASSINE, 1992). Entretanto não era exclusivamente continental, pela existência de formas marinhas nos estratos (LIMA, 1978).

Os evaporitos são interpretados como originados em ambientes costeiros (supramaré), sujeitos a variações relativas do nível do mar, em condições de climas árido a semi-árido (ASSINE 1992, 2007). Ambientes costeiros subaquosos, sem conexão com o mar, com dimensões individuais da ordem de dezenas a centenas de quilômetros quadrados, preenchidas por gipsita laminada, com espessuras que ultrapassam uma dezena de metros, como aqueles das modernas salinas do sul da Austrália (WARREN & KENDALL, 1985), podem fornecer exemplo do passado daquela região. A interação de processos subaquosos e subaéreos pode ter levado à grande complexidade faciológica do intervalo, caracterizado pela interdigitação de sedimentos portadores de fósseis de origens marinha e continental (LIMA, 1978) e pelo menos um exemplar de *Vinctifer* oriundo deste membro (João K. R. Moreira, comunicação verbal, 2011) (Figura 13).



Figura 13. Espécimen de *Vinctifer*, oriundo do Membro Ipubi. Imagem do acervo MPSC (peça MPSC 1156).

4.2.6.3. Membro Romualdo

Alguns metros acima dos evaporitos do Membro Ipubi há uma sucessão de folhelhos, arenitos e carbonatos, com estruturas sedimentares indicativas de retrabalhamento por ondas, onde ocorre o principal jazigo paleontológico do Araripe, o Membro Romualdo, constituído por abundantes concreções carbonáticas (Figura 14), frequentemente fossilíferas, que ocorrem em meio à fácies de folhelhos calcíferos esverdeados, ricos em ostrácodos. Grande parte destas estruturas concrecionárias encerra peixes em seu interior, compondo uma paleoictiofauna considerada marinha (SANTOS & VALENÇA, 1968).

Em meio aos folhelhos existem concentrações fossilíferas coquinóides, contendo dinoflagelados, foraminíferos (LIMA, 1978; ARAI & COIMBRA, 1990), bivalvíos e equinodermos (BEURLEN, 1966; SALES, 2005) (Figuras 15 e 16**ab**), confirmando a ingressão marinha na área.



Figura 14. Escavação no Membro Romualdo. Concreções fechadas e abertas (retirado de HERZOG, SALES & HILLMER, 2008).



Figura 15. Moluscos em coquina em calcarenito (imagem cedida por Alexandre M. Feitosa Sales).

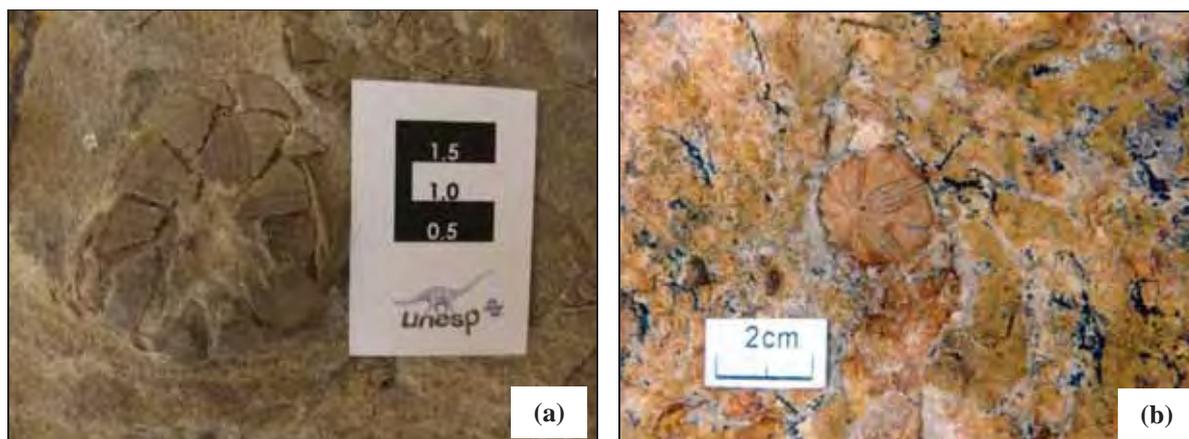


Figura 16. Equinodermos fósseis provenientes da Formação Santana. (a) Acervo DNPM; (b) Imagem cedida por Alexandre M. Feitosa Sales.

Também são encontrados testudinos marinhos (PRICE, 1973), pterossauros (PRICE, 1971; CAMPOS & KELLNER, 1985) e dinossauros (LEONARDI & BORGOMANERO, 1981). Mais no topo, interdigitados aos sedimentos pelítico-carbonáticos portadores de fósseis marinhos, voltam a ocorrer siltitos e arenitos com fósseis de águas continentais, como moluscos e conchóstracos (BEURLIN, 1971).

4.2.7. Formação Araripina

A Formação Santana sotopõe-se à Unidade Araripina (Exu Inferior para ASSINE, 1992), compreendendo 100 m de espessura (ASSINE, 2007), sendo separadas por uma

discordância. LIMA (1978) concluiu que o conjunto palinológico presente na Formação Araripina é consideravelmente distinto e mais evoluído que aquele da Formação Santana, e com base na associação reconhecida considerou que esta seção é de idade meso-albiana, e o clima quente e árido.

A Formação Araripina é constituída por ritmitos argilo-siltosos (Figura 17) (ASSINE, 1992) e lamitos, de colorações avermelhadas, arroxeadas e amareladas, neles ocorrendo intercalados corpos lenticulares de arenitos médios a grossos, com espessuras que ultrapassam 3 m.

Estruturas de sobrecarga, como pseudonódulos e almofadas, e estruturas em chama, são comuns na associação, sendo a presença de truncamentos nas estratificações uma característica marcante, constituindo diastemas angulares internos à unidade. Os ritmitos são interpretados como produto de fluxo laminar não confinado, com transporte predominantemente por suspensão, nos períodos de aumento da descarga fluvial. Os arenitos lenticulares representariam fácies de canais distributários, que progressivamente se dissipariam nas porções distais, consequência de diminuição da declividade (ASSINE, 1992). Exceto os palinomorfos descritos por LIMA (1978), não foram encontrados fósseis na unidade, cuja faciologia é condizente com sedimentação em planícies de leques aluviais (ASSINE, *op. cit.*).



Figura 17. Formação Araripina: ritmitos argilo-siltosos (imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).

4.2.8. Formação Exu

Os arenitos fluviais da Formação Exu, cuja espessura compreende cerca de 250 m (ASSINE, 2007), recobrem em discordância erosiva a Unidade Araripina, em alguns locais com pequena angularidade, representando um novo evento tectono-sedimentar (ASSINE, *op. cit.*). Na porção oeste da bacia, o arranjo estratigráfico é de ciclos com granodecrescência ascendente, com delgados níveis de conglomerados e / ou arenitos conglomeráticos na base, superpostos por arenitos grossos com estratificações cruzadas planares e acanaladas, dispostos em sets decimétricos a métricos (ASSINE, *op. cit.*), em meio aos quais ocorrem fácies lamíticas de planícies de inundação. Estes depósitos são interpretados como produtos de rios meandrantos (ASSINE, 1992).

Os sedimentos fluviais desta sequência, depositados ainda em condições eustáticas positivas, evidenciam um soerguimento epirogênico da região a partir do Albiano médio / superior. Isto trouxe rearranjo à paleodrenagem continental, que então passou a fluir para Oeste, em direção à Bacia do Parnaíba, integrando tratos deposicionais contíguos àqueles da Formação Itapecuru (ASSINE, 2007).

Deduz-se que o retorno às condições continentais na Bacia do Araripe foi resultado de movimentação vertical positiva do bloco nordestino, a partir do Albiano médio (ASSINE, 1994). Este soerguimento teria sido diferenciado, mais intenso a leste, reestruturando completamente a paleodrenagem continental no interior do Nordeste, que passou a fluir para oeste (ASSINE, *op. cit.*, 2007).

ASSINE (2007) trouxe as formações Araripina e Exu como Sequência Pré-Rifte II. ASSINE (1992) havia tratado ambas as unidades como constituintes de apenas uma unidade litoestratigráfica denominou estes membros informalmente como inferior e superior. Em trabalho anterior MABESOONE & TINOCO (1973), constataram a presença de dois membros para a Formação Exu, na porção oeste da bacia. PONTE & APPI (1990) utilizaram a denominação Exu somente para o membro superior, e o termo Araripina para designar o inferior. VIANA & CAVALCANTI (1995) adotam a terminologia Arajara para o membro superior. Mais tarde ASSINE (2007) utilizou-se da terminologia Formação Araripina, para designar a unidade inferior da Formação Exu.

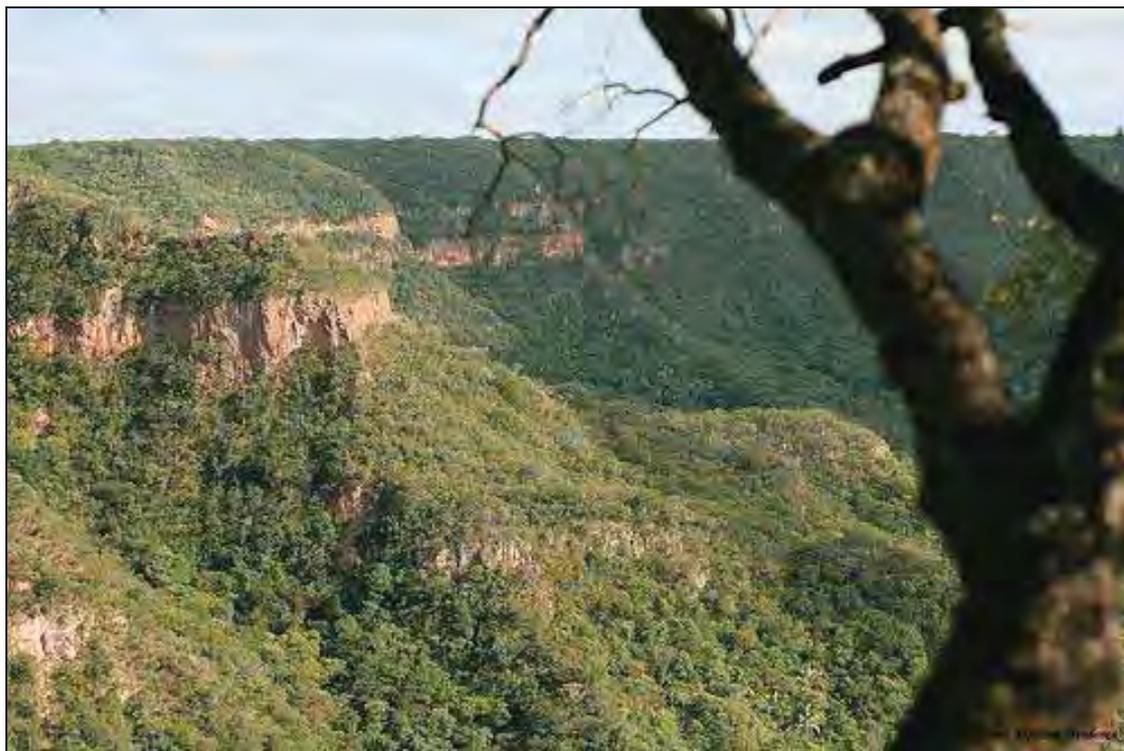


Figura 18. Formação Exu (imagem cedida por Alexandre M. Feitosa Sales).

5. PALEOICTIOFAUNA

Serão apresentadas breves discussões a respeito de cada morfótipo existente no acervo. Entretanto, registre-se que, alguns elementos ósseos não estão preservados em muitos espécimens ou situam-se em regiões que não puderam ser acessadas, sem a devida preparação. São principalmente estruturas osteológicas cranianas etmoidais, óticas (com exceção dos parietais), basicraniais (excetuando o supraoccipital) e elementos pós-craniais e apendiculares (com exceção de supracleitro e cleitro). As demais estruturas, quando presentes, como raios de nadadeiras, elementos orbitais (geralmente frontais e a série circum-orbital), do branquiocrânio (pré-maxilar, maxilar, dentário, angular, dentes, quadrado, raios branquiostegais, aparato opercular) podem ganhar certa notoriedade na discussão.

Elementos ósseos não preservados nos morfótipos, ou que não tenham sido analisados pela necessidade de preparação mecânica / química prévia, mas que fornecem bases para diagnósticos intraespecíficos, são brevemente comentados.

Alguns gêneros (*Calamopleurus*, *Vinctifer*, *Cladocyclus*, *Araripichthys* e *Rhacolepis*) apresentam mais de uma espécie formalmente descrita. Para aquelas em que há registro de ocorrência de pelo menos duas espécies na Formação Santana optou-se pelo termo “sp” para designá-las.

5.1. *Araripelepidotes temnurus*

5.1.1. Taxonomia

Actinopterygii COPE, 1887

Neopterygii REGAN, 1923

Semionotidae LEHMAN, 1966

Araripelepidotes SANTOS, 1990

5.1.2. Espécie-tipo

Lepidotes temnurus AGASSIZ, 1841.

5.1.3. Diagnose

Segundo MAISEY (1991) esta espécie apresenta entre 17 e 45 cm de comprimento total; aproximadamente 50 a 52 fileiras de escamas, medidas ao longo da série da linha lateral; P 10 - 11; V 05 - 06; Do 09 - 10; A 04 - 06; C 15 - 16; margem das nadadeiras com série de franjamento completa; redução da região pré-orbital; 7 infraorbitais; 3 suborbitais; interopercular pequeno e triangular, em contato com o pré-operculo, menor que o subopérculo; 2 pares de supratemporais; margem inferior do opérculo curvada; 2 pares de extraescapulares (CAVIN *et al.*, 2003).

5.1.4. Espécies do gênero

Araripelepidotes temnurus AGASSIZ, 1841.

5.1.5. Holótipo

Museu Britânico de História Natural, BM(NH), P 7420.

5.1.6. Localidade-tipo

Bacia do Araripe, Formação Santana, localidade incerta.

5.1.7. Discussão

No MPE-RC estão depositados 22 espécimens desta espécie, sendo apenas 1 duvidoso. Quatro espécimens (figuras 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27a e 28) foram analisados morfometricamente, e o maior deles apresenta aproximados 480,05 mm de comprimento total (Figura 27a).

As escamas são pequenas e brilhantes (Figura 27b), e em uma analogia feita por MARTILL (1993), se assemelhariam a diamantes. O mesmo autor considera o crânio amplo e obtuso. Ainda que não tenham sido fornecidos os parâmetros para a análise do que seria um “crânio amplo”, dos espécimens analisados no MPE-RC, em nenhum dos morfótipos o crânio ultrapassa 20 % do comprimento total do corpo. Este caráter não parece ser exatamente amplo, mas os crânios são relativamente obtusos.

Os suborbitais são compostos por 3 ossos enfileirados verticalmente em *Araripelepidotes* (CAVIN *et al.*, 2003) (figuras 20, 21), padrão que é utilizado para fins taxonômicos. Bem como aquele apresentado pela série de infraorbitais, somando 7 elementos (figuras 22, 28), sendo que o quinto deles encontra-se com o pré-opercular (MAISEY, 1991), uma das características que permitem a identificação do morfótipo. Os suborbitais estão preservados em pelo menos 1 dos espécimens (Figura 26), e a maior parte dos infraorbitais está preservada em 2 exemplares (figuras 22, 28). O supra-orbital está preservado em uma peça (Figura 26). O dermoesfenótico está presente em pelo menos 2 morfótipos, assim como os frontais (figuras 22, 26). Dos elementos do teto craniano, os parietais são visíveis em 3 dos espécimens (figuras 22, 26, 28).

Dos elementos do branquiocrânio, muito particular de *Araripelepidotes temnurus* é o dentário, de morfologia única entre os semionótidos, tendo o formato semelhante a bumerangue e apenas uma ossificação (THIES, 1996) (figuras 20, 21). Nos espécimens analisados existem fragmentos que possivelmente são do dentário (Figura 22). Da mesma forma existem frações da maxila (Figura 22) e não há dentes.

O pré-opercular encontra-se distintamente preservado em 3 espécimens analisados (figuras 22, 24, 26). O aparato opercular está bem conservado, com exceção do interopercular, presente em apenas 1 dos morfótipos (Figura 22).

Dos elementos apendiculares estão preservados supratemporal, supra-cleitro, cleitro (Figura 22). THIES (1996) exhibe pós-cleitro em 1 espécimen preparado quimicamente. Há dúvidas sobre a visibilidade deste elemento nos espécimens do MPE-RC.

5.1.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Formação Santana (MAISEY, 1991), Membro Crato (LEAL & BRITO, 2004; BRITO & ALVARADO-ORTEGA, 2008); Bacia do Parnaíba, Formação Codó (SANTOS, 1991).



Figura 19. *Araripelepidotes temnurus*, espécimen 1; ST: 372 mm; SL: 304 mm; SH: 78,28 mm; OD: 17,23 mm; BD: -.

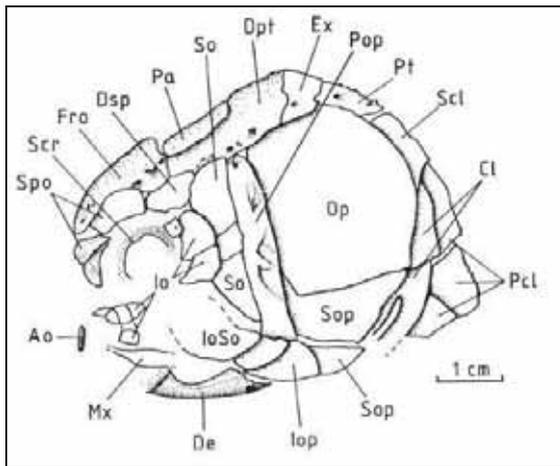


Figura 20. Esquema do crânio de *Araripelepidotes temnurus* (THIES, 1996).

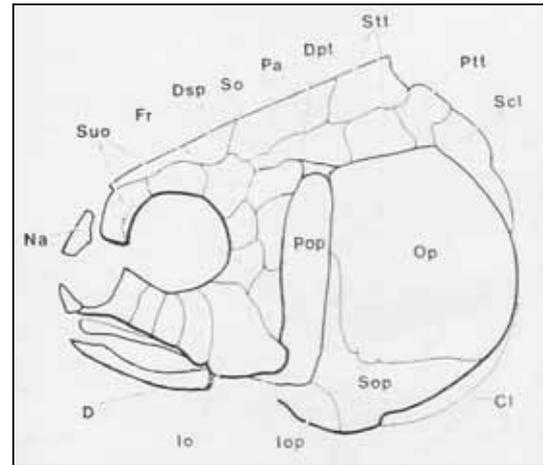


Figura 21. Esquema do crânio de *Araripelepidotes temnurus* (MAISEY, 1991).

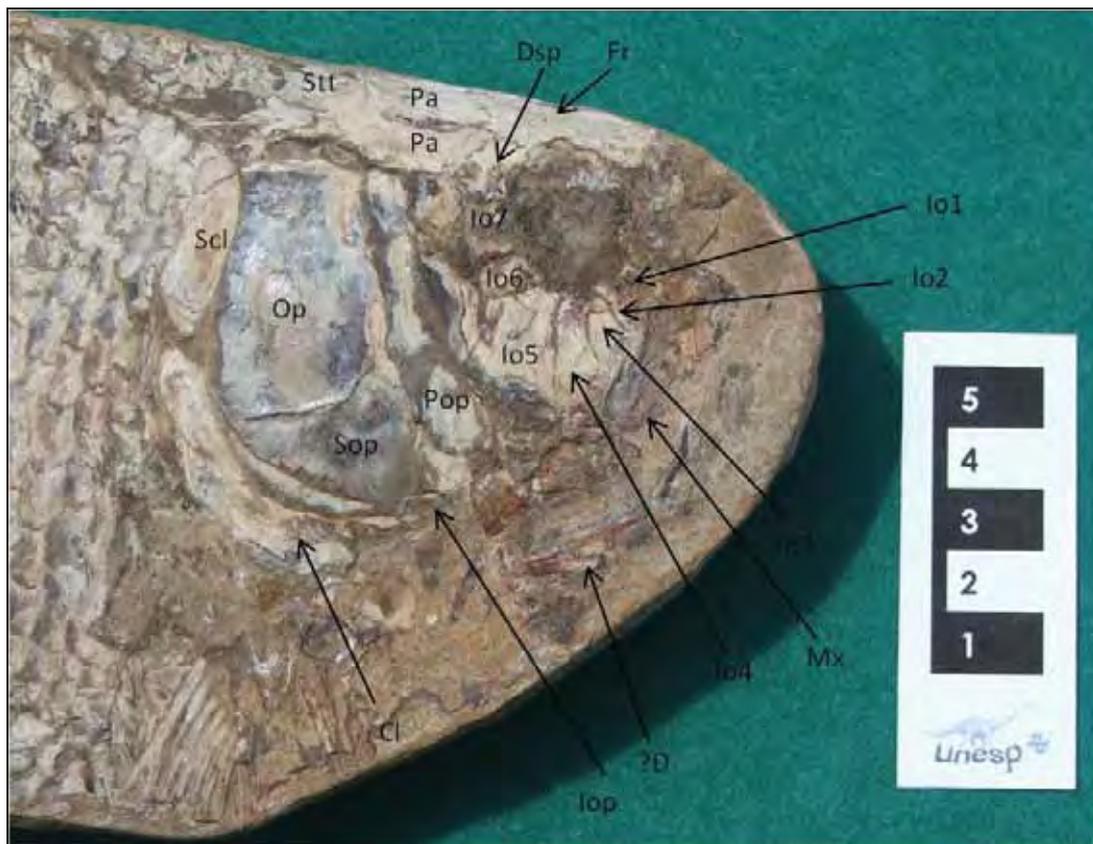


Figura 22. Detalhe do espécimen 1 de *Araripelepidotes temnurus*. Cl: cleitro; ?D: possível fragmento do dentário; Dsp: dermesfenótico; Fr: frontal; Io: infraorbitais, numerados sequencialmente; Iop: interopercular; Mx: maxila; Op: opérculo; Pa: parietal; Pop: pré-opérculo; Scl: supracleitro; Sop: subopercular; Stt: supratemporal.



Figura 23. *Araripelepidotes temnurus*, espécimen 2; ST: aproximadamente 410 mm.



Figura 24. Detalhe do espécimen 2 de *Araripelepidotes temnurus*. **Op**: opérculo; **Pop**: pré-opérculo; **Sop**: subopercular.



Figura 25. *Araripelepidotes temnurus*, espécimen 3; ST: aproximadamente 390 mm; SL: cerca de 340 mm; SH: 80,29 mm; OD: 15,06 mm; BD: 110,36 mm.



Figura 26. Detalhe do espécimen 3 de *Araripelepidotes temnurus*. **Dsp**: dermesfenótico; **Fr**: frontal; **Op**: opérculo; **Pa**: parietal; **Pop**: pré-opérculo; **So**: suborbital; **Stt**: supratemporal; **Suo**: supraorbital.



Figura 27. (a) *Araripelepidotes temnurus*, espécimen 4; ST: 480,05 mm; SL: --; SH: cerca de 113,19mm; OD: 17,49 mm; BD: -- mm.



Figura 27. (b) Detalhe das escamas.

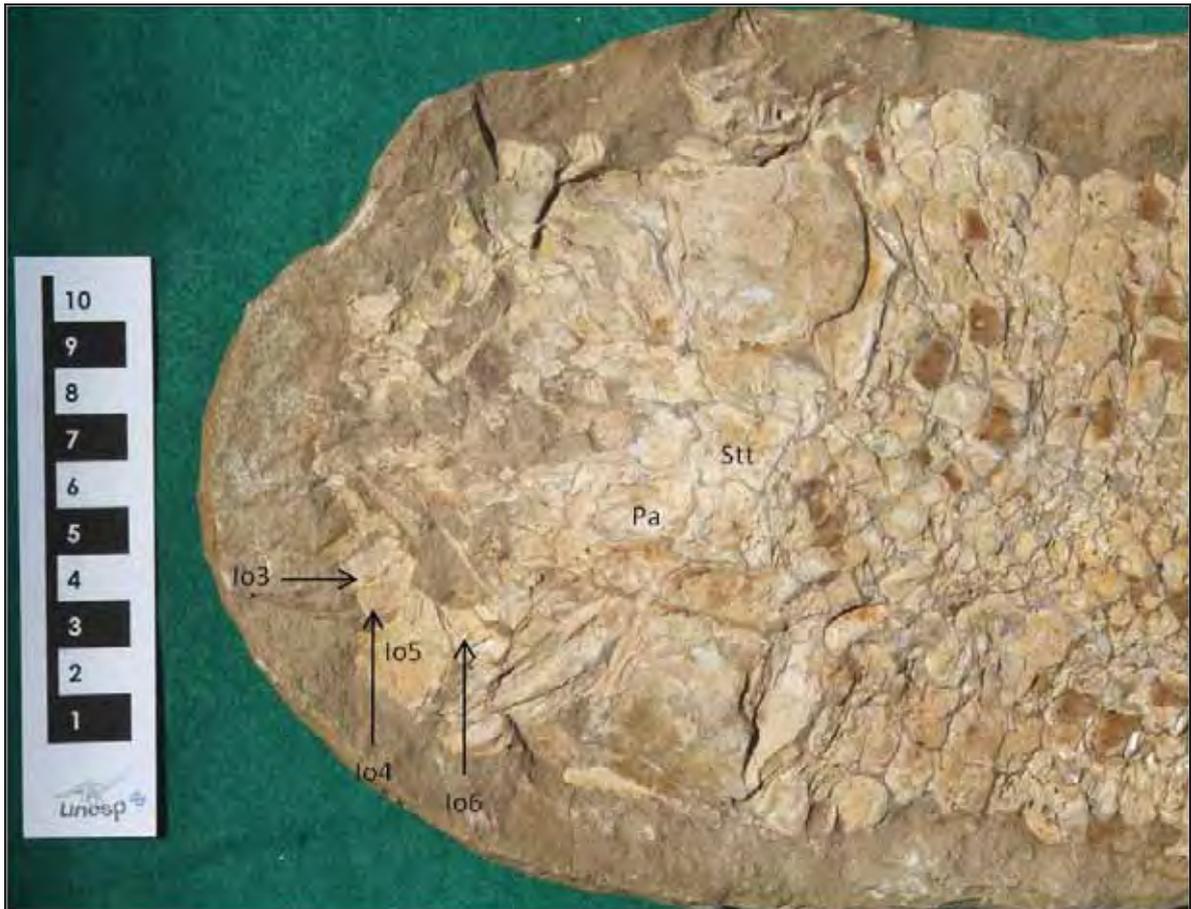


Figura 28. Detalhe do espécimen 4 de *Araripelepidotes temnurus*. **Io**: infraorbitais, numerados sequencialmente; **Pa**: parietal; **Stt**: supratemporal.

5.2. *Neoprosclinetes penalvai*

5.2.1. Taxonomia

Actinopterygii COPE, 1887

Neopterygii REGAN, 1923

Pycnodontiformes BERG, 1937

Pycnodontidae NURSALL, 1996

Neoprosclinetes FIGUEIREDO & SANTOS, 1990

5.2.2. Espécie-tipo

Microdon penalvai SANTOS, 1970.

5.2.3. Diagnose

Pycnodontiforme de corpo alto e lateralmente comprimido, sendo seu contorno quase circular; escamas reduzidas a barras na frente das nadadeiras medianas, exceto por escamas mais densas, protegendo o abdômen ântero-ventralmente; cabeça e parte da cauda nus; topo dorsal e quilha ventral com 18 - 21 escamas denticuladas (POYATO-ARIZA & WENZ, 2002), com dentículos posteriores de larguras diversas; 02 - 04 escudos pós-anais; nadadeira caudal alta, fortemente furcada; 18 - 24 raios segmentados, 02 - 05 raios dorsalmente não-segmentados, 02 - 06 ventrais, o primeiro dos quais é um escudo basal; nadadeira dorsal longa, 40 - 55 raios; nadadeira anal similar, com 30 - 45 raios; ampla órbita ântero-ventral; 2 dentes incisiformes em cada pré-maxilar, 2 ou 3 no dentário; 03 - 04 fileiras longitudinais de dentes vomerianos, com a central alternando ântero-posteriormente dentes amplos e lateralmente dispostos em pares; 4 fileiras de dentes pré-articulares; maxilar reniforme (NURSALL & MAISEY, 1991; POYATO-ARIZA & WENZ, 2002; MACHADO & BRITO, 2006); pelo menos 28 espinhos neurais acima da nadadeira caudal; mais de 8 espinhos neurais, separados anteriormente de seus respectivos basidorsais; 12 ou mais espinhos hemais, à frente da nadadeira caudal; 02 - 05 hipourais; 01 - 03 urodermais; presença de penículo parietal (NURSALL & MAISEY, 1991).

5.2.4. Espécies do gênero

Neoprosclinetes penalvai SANTOS, 1970.

5.2.5. Holótipo

Rio de Janeiro, Departamento Nacional de Produção Mineral, Divisão de Geologia e Mineralogia, nº 918P.

5.2.6. Localidade-tipo

Ceará, Chapada do Araripe, Formação Santana.

5.2.7. Discussão

O comprimento total, descrito por NURSALL & MAISEY (1991), situa-se entre 350 mm, e o comprimento padrão em torno de 310 mm. No âmbito do MPE-RC existem 7 espécimens deste morfótipo, tendo sido obtidos dados morfométricos de 3 deles (figuras 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36). O menor apresenta cerca de 250 mm (figura 35, 36) de comprimento total e os outros 2 aproximadamente 380 mm (figuras 29, 31, 32, 33, 34). Um dos morfótipos (Figura 33) possui algumas escamas denticuladas, que compõem a quilha ventral. Os escudos dorsais não estão preservados, assim como a maior parte dos raios das nadadeiras dos espécimens.

Do branquiocrânio não é possível observar o pré-maxilar reniforme (Figura 30), que seria uma autopomorfia do grupo (POYATO-ARIZA & WENZ, 2002; MACHADO & BRITO, 2006), nem do maxilar. Há fragmentos do dentário visíveis em um espécimen (Figura 30). Possivelmente existem porções destas estruturas inseridas na rocha matriz.

Os elementos ósseos cranianos encontram-se pobremente preservados, entretanto os dentes vomerianos (figuras 31, 32, 34, 36) estão presentes em número variável e visíveis em todos os exemplares. Os dentes incisiformes, perceptíveis na porção distal do pré-maxilar, e os 2 existentes no dentário (figuras 31, 32), como mencionados por POYATO-ARIZA &

WENZ (2002), podem ser observados. Estes elementos dentários apresentam porções significativas fora da matriz. Pequena porção basal do angular pode ser visto em um dos espécimens (Figura 34). O rostró, descrito como ligeiramente côncavo, acima do pré-maxilar (NURSALL & MAISEY, 1991), não pode ser identificado, devido à má qualidade da preservação. Do aparato opercular é possível perceber porções pouco significativas de pré-opercular (Figura 34) e opercular.

Dos elementos orbitais, os frontais encontram-se preservados em pelo menos 1 morfótipo (Figura 34). O ântero-orbital não pode ser observado em nenhum espécimen, talvez esteja inserido na rocha matriz, ou foi completamente perdido.

Da região ótica, os parietais não estão preservados. O penículo parietal, estrutura de origem e função desconhecidas, sendo aventada a possibilidade de ser composto por escamas modificadas, ou um tendão ossificado, cuja função poderia ser a fixação do crânio ao corpo por meio de músculos acessórios (APPLEGATE, 1992), está presente em 1 dos espécimens (Figura 31).

A respeito do complexo caudal, poucos elementos podem ser vistos sem preparação, sendo eles os hipourais 3 e 4 (Figura 33). O urodermal não foi distinguido em nenhum dos espécimens.

Os elementos apendiculares são escassamente preservados, sendo possível observar porções de cleitro e supra-cleitro, e também fragmentos dos raios das nadadeiras dorsal, peitoral, ventral e anal.

5.2.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Formação Santana (KELLNER & CAMPOS, 1999; MAISEY & MOODY, 2001; SARAIVA *et al.*, 2007); Bacia Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo (MAISEY & MOODY, 2001; MACHADO, 2005).



Figura 29. *Neoproscinetes penalvai*, espécimen 1; ST: aproximadamente 380 mm; SL: aproximadamente 315 mm; SH: aproximadamente 118,63 mm; OD: 24,38 mm; BD: --.

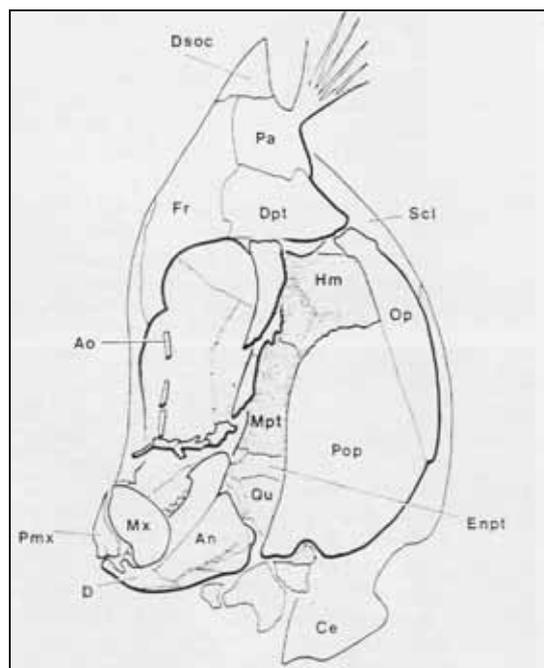


Figura 30. Esquema do crânio de *Neoproscinetes penalvai* (NURSALL & MAISEY, 1991).

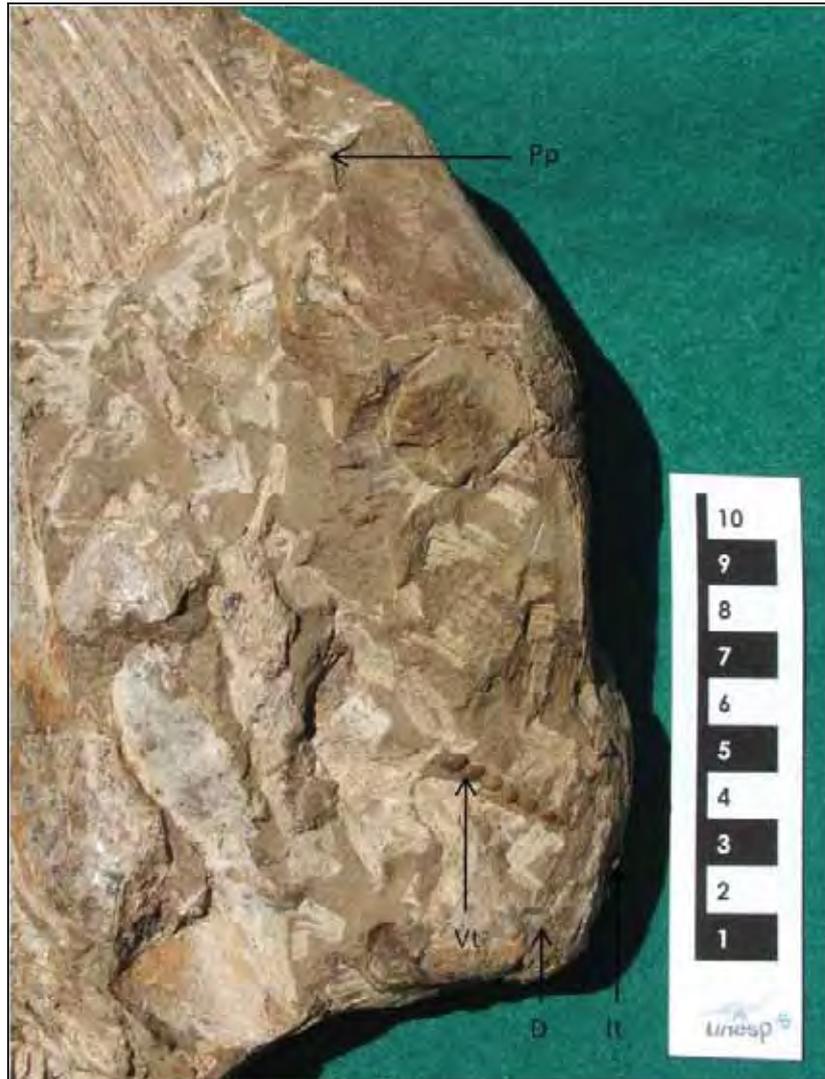


Figura 31. Detalhe do espécimen 1 de *Neoproscinetes penalvai*. **D:** dentário; **It:** dentes incisiformes; **Pp:** *peniculus parietal*; **Vt:** dentes vomerianos.



Figura 32. Detalhe do espécimen 1 de *Neoproscinetes penalvai*. **It**: dentes incisiformes; **Vt**: dentes vomerianos.



Figura 33. *Neoproscinetes penalvai*, espécimen 2; ST: aproximadamente 380 mm; SL: aproximadamente 300 mm; SH: aproximadamente 98,66 mm; OD: aproximadamente 25,15 mm; BD: --. **H**: hipurais, numerados sequencialmente; **Vk**: quilha ventral.



Figura 34. Detalhe do espécimen 2 de *Neoproscinetes penalvai*. **An:** angular; **Fr:** frontal; **Pop:** pré-opérculo; **Vt:** dentes vomerianos.



Figura 35. *Neoproscinetes penalvai*, espécimen 3; ST: aproximadamente 255 mm; SL: aproximadamente 200 mm; SH: aproximadamente 55,48 mm; OD: aproximadamente 22,57 mm; BD:

--.



Figura 36. Detalhe do espécimen 3 de *Neoproscinetes penalvai*. Vt: dentes vomerianos.

5.3. *Calamopleurus cylindricus*

5.3.1. Taxonomia

Actinopterygii COPE, 1887

Neopterygii REGAN, 1923

Halecomorphi GRANDE & BEMIS, 1998

Amiiformes GRANDE & BEMIS, 1998

Calamopleurus AGASSIZ, 1841

5.3.2. Espécie-tipo

Calamopleurus cylindricus AGASSIZ, 1841.

5.3.3. Diagnose

Amiforme de corpo alongado e pouco alto; apresenta nadadeiras peitorais, ventrais, anal, caudal e dorsal; a nadadeira caudal é heterocerca abreviada; a base da dorsal é larga; o crânio é relativamente grande, sua extremidade anterior sendo fortemente cônica (MAISEY, 1991); o vômer mostra dentes em uma única fileira marginal distal, com 1 ou mais dentes em série perpendicular à fileira marginal de dentes, o pré-maxilar 6, cerca de 24 em maxilar e dentário; o supra-maxilar tem formato triangular; hiomandibular com longo processo opercular (GRANDE & BEMIS, 1998); presença de supraorbitais, 5 infraorbitais e 1 pequeno dermesfenótico; margem posterior da placa gular em forma de leque, apresentando uma série de extremidades afiladas e concavidades (GRANDE & BEMIS, *op. cit.*); dermopterótico com lâmina descendente e, em sua região posterior, existem “ligamentos ossificados”, estendidos abaixo de supra e pós-temporal (MAISEY, 1991).

5.3.4. Espécies do gênero

Calamopleurus cylindricus AGASSIZ, 1841, *Calamopleurus mawsoni* WOODWARD, 1902 e *Calamopleurus africanus* FOREY & GRANDE, 1998.

5.3.5. Holótipo

Ceará, Museu Rocha, Nº 22.

Sintipos Museu Britânico de História Natural BM (NH) BM (NH) P 7584 e P15499.

5.3.6. Localidade-tipo

Bacia do Araripe, Formação Santana, próximo à Jardim, Ceará. Localização exata desconhecida.

5.3.7. Discussão

No âmbito do MPE-RC existem 24 exemplares do gênero, sendo 1 deles duvidoso. A maior parte dos espécimens depositados apresenta porções de nadadeiras peitorais e caudal. Em menor proporção alguns mostram as regiões proximais de raios dorsais e ventrais. A contagem de raios, segundo MAISEY (1991), para *Calamopleurus cylindricus*, é P 17; V 08; Do 19 - 21; A 10 - 12; C 16 - 18. BRITO (2006) discorda quanto à contagem de raios dorsais, para o qual o total estaria entre 19 e 20.

Os espécimens depositados no acervo (3 deles estão representados nas figuras 37, 40, 41, 42, 43, 44) apresentam o crânio relativamente grande, sendo 30 % o mínimo de sua proporção em relação ao comprimento padrão. Na região etmoidal ocorrem pré-etmóide, grande etmóide, assim como seu processo lateral (MAISEY, 1991). O vômer apresenta dentes. Nasais são presentes, visíveis em pelo menos 1 exemplar da coleção do MPE-RC (Figura 42).

Na série circum-orbital estão presentes 5 infraorbitais, dos quais o quarto é o maior (figuras 38, 39), 1 pequeno dermesfenótico que contém o canal infraorbital (MAISEY, 1991) e numerosos supraorbitais. Esta série quase não se encontra preservada nos espécimens do

acervo. Ainda na região orbital, os exemplares depositados apresentam os frontais preservados (figuras 40, 42, 44).

Na região ótica, segundo MAISEY (1991), o esfenótico fecha o canal espiracular, e os dermopteróticos são fundidos a uma série alongada de “ligamentos ossificados”, que se estendem abaixo de supra-temporal e pós-temporal. Estes “ligamentos ossificados” foram descritos por GRANDE & BEMIS (1998) como um feixe de elementos ósseos, ligados à parte posterior dos dermopteróticos, e denominados como “costelas dermopteróticas” (Figura 40). ALVARADO-ORTEGA & ESPINOSA-ARRUBARRENA (2008) adotaram o termo proposto e descreveram a estrutura como semelhante a uma escova.

No branquiocrânio estão presentes pré-maxilar (Figura 42) com 6 dentes, maxilar com aproximadamente 24 elementos dentários, semelhantes a caninos. O dentário apresenta cerca de 24 dentes. A maior parte dos espécimens depositados no MPE-RC apresenta dentes no dentário, mas como não foram preparados mecânica / quimicamente, a contagem exata não foi possível.

Existem 16 ou 17 urais e pelo menos 40 centros abdominais (MAISEY, 1991), gerando uma forma quase vertical da margem posterior da nadadeira caudal. GRANDE & BEMIS (1998) tratam o contorno, frequentemente convexo, desta nadadeira, como artifício de preservação nos nódulos.

A espécie *Calamopleurus africanus* é conhecida pelo crânio e difere da espécie-tipo basicamente pelo formato mais estreito da placa gular. O morfótipo *C. mawsoni* é conhecido apenas pelo tronco desarticulado, sendo representado durante o Eo-Cretáceo, diferenciando-se de *C. cylindricus* pelo número de raios dorsais e por apresentar mais vértebras pré-urais (BRITO, 2006).

5.3.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Formação Santana (MAISEY, 2000); Bacia Recôncavo, Formação Marfim (MAISEY, *op. cit.*); Marrocos, Kem Kem (MAISEY, 2000; BRITO, 2006).



Figura 37. *Calamopleurus cylindricus*, espécimen 1; ST: aproximadamente 735 mm; SL: aproximadamente 620 mm; SH: aproximadamente 193 mm; OD: 20,10 mm; BD: aproximadamente 92,16 mm.

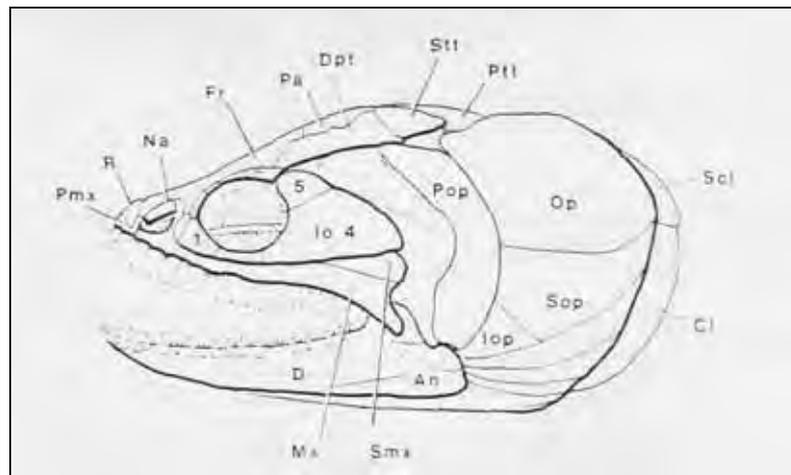


Figura 38. Esquema do crânio de *Calamopleurus cylindricus* (MAISEY, 1991).

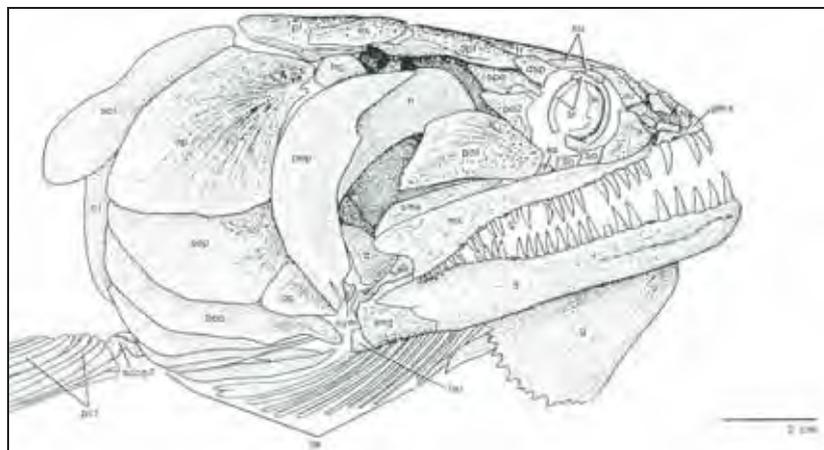


Figura 39. Esquema do crânio de *Calamopleurus cylindricus* (GRANDE & BEMIS, 1998).



Figura 40. Detalhe do espécimen 1 de *Calamopleurus cylindricus*. **D**: dentário; **Dr**: costelas dermopteróticas; **Fr**: frontal; **Mx**: maxila; **Op**: opérculo; **Scl**: supracleitro.



Figura 41. *Calamopleurus cylindricus*, espécimen 2; ST: aproximadamente 925 mm; SL: 670 mm; SH: aproximadamente 230 mm; OD: 23,52 mm; BD: --.



Figura 42. Detalhe do espécimen 2 de *Calamopleurus cylindricus*. **D**: dentário; **Fr**: frontal; **Na**: nasal; **Op** opérculo; **Pmx**: pré-maxilar; **Sop**: subopercular.



Figura 43. *Calamopleurus cylindricus*, espécimen 3; ST: aproximadamente 770 mm; SL: aproximadamente 590 mm; SH: aproximadamente 190 mm; OD: 19,38 mm; BD: --.



Figura 44. Detalhe do espécimen 3 de *Calamopleurus cylindricus*. **Fr:** frontal.

5.4. *Oshunia brevis*

5.4.1. Taxonomia

Actinopterygii COPE, 1887

Neopterygii REGAN, 1923

Halecomorphi GRANDE & BEMIS, 1998

Ionoscopidae GRANDE & BEMIS, 1998

Oshunia WENZ & KELLNER, 1986

5.4.2. Espécie-tipo

Oshunia brevis WENZ & KELLNER, 1986.

5.4.3. Diagnose

Ionoscopidos atingem no mínimo 400 mm de comprimento; margem posterior da maxila não se estendendo além do bordo orbital posterior (BRITO & MEUNIER, 2000); supraorbitais ausentes; ossos dermais da cabeça lisos, mas fendidos; plano gular formando o triângulo principal; supramaxilar aparentemente ausente; articulação como de *Amia* presente entre simplético e maxilar inferior; 3 infraorbitais presentes, cuja superfície ventral é fortemente pontuada (ALVARADO-ORTEGA & ESPINOSA-ARRUBARENA, 2008), com 1 suborbital encontrando a porção inferior do dermopterótico; anterorbital estendido abaixo da narina anterior e posteriormente até a margem orbital; borda orbital interna do dermesfenótico apresenta relação com o canal sensorial, o que seria uma sinapomorfia para ionoscopiformes (BRITO, 2000); nadadeira dorsal alongada, estendida até a origem da pélvica; centros vertebrais totalmente ossificados, monospôndilos, com reforço laminar longitudinal, que suportam duas fossas laterais ovais, inclusive nas urais (ALVARADO-ORTEGA & ESPINOSA-ARRUBARENA, 2008); dentição compreendendo séries únicas de dentes grandes e marginais na maxila e no dentário, e numerosos pequenos dentes em coronóides, dermopalatinos e vômeres; escamas do tipo amióide (MAISEY, 1991; BRITO, 2006).

5.4.4. Espécies do gênero

Oshunia brevis WENZ & KELLNER, 1986

5.4.5. Holótipo

Coleção Désirée, CD - P - 31. Atualmente Museu Nacional Rio de Janeiro - MN 5801 - P.

5.4.6. Localidade-tipo

Chapada do Araripe, Formação Santana, localidade incerta.

5.4.7. Discussão

No âmbito do MPE-RC existe apenas 1 morfótipo (figuras 45, 47), que possivelmente é representante desta espécie. Apresenta a região de origem da nadadeira dorsal semelhante àquela descrita para o táxon. No entanto, o exato ponto de inserção não pode ser determinado. Porções da nadadeira anal também estão presentes.

O que poderia levantar questionamentos sobre o fato deste morfótipo ser *Oshunia* talvez fosse a pequena distância dos últimos raios das nadadeiras dorsal e anal visíveis, situadas fora da rocha matriz, até o pedúnculo caudal. Além da precária preservação dos raios das nadadeiras, e dos elementos ósseos do crânio, o material passou por uma espécie de adulteração, na qual foi aplicado um material relativamente fosco sobre todo o espécimen. Isto dificulta o reconhecimento de algumas estruturas, até mesmo sob estereomicroscópio.

Apresenta cerca de 250 mm de comprimento padrão. A região cefálica possui cerca de 26,86 % do comprimento padrão esperado.

É possível observar a porção mediana dos frontais (Figura 47). Não há elementos preservados da série circum-orbital, possivelmente um molde externo de um infraorbital (Figura 47). A cavidade óptica (comparar figuras 46, 47) tem seus limites pouco claros,

entretanto é possível observar ser relativamente ampla. A série ótica está extremamente fragmentada.

Na mesma situação está o branquiocrânio. O pré-maxilar parece estar inserido na rocha matriz. A região mediana do maxilar pode estar preservada, assim como a porção distal do dentário (Figura 47). Nenhum dente foi observado. O aparato opercular está fragmentado, sendo nítido apenas o contorno posterior de opercular e subopercular, mas os limites ventrais de opérculo, e a região dorsal do subopercular, não são claros.

Em situação um pouco mais favorável estão 2 elementos da cintura escapular, cleitro e supracleitro, ainda que não sejam diagnósticos. Os elementos do complexo caudal não são passíveis de identificação

5.4.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Membro Romualdo (MAISEY, 2000; BRITO & MEUNIER, 2000).



Figura 45. *Oshunia brevis*, espécimen 1; ST: aproximadamente 270 mm; SL: aproximadamente 250 mm; SH: aproximadamente 67,15 mm; OD: --; BD: aproximadamente 92,60 mm.

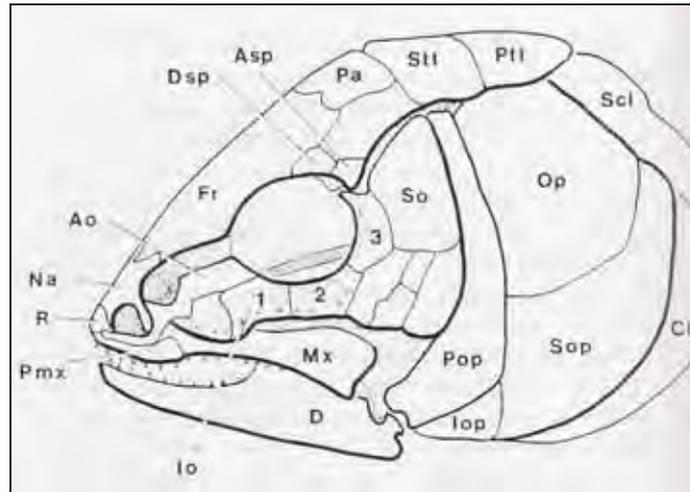


Figura 46. Esquema do crânio de *Oshunia brevis* (MAISEY, 1991).

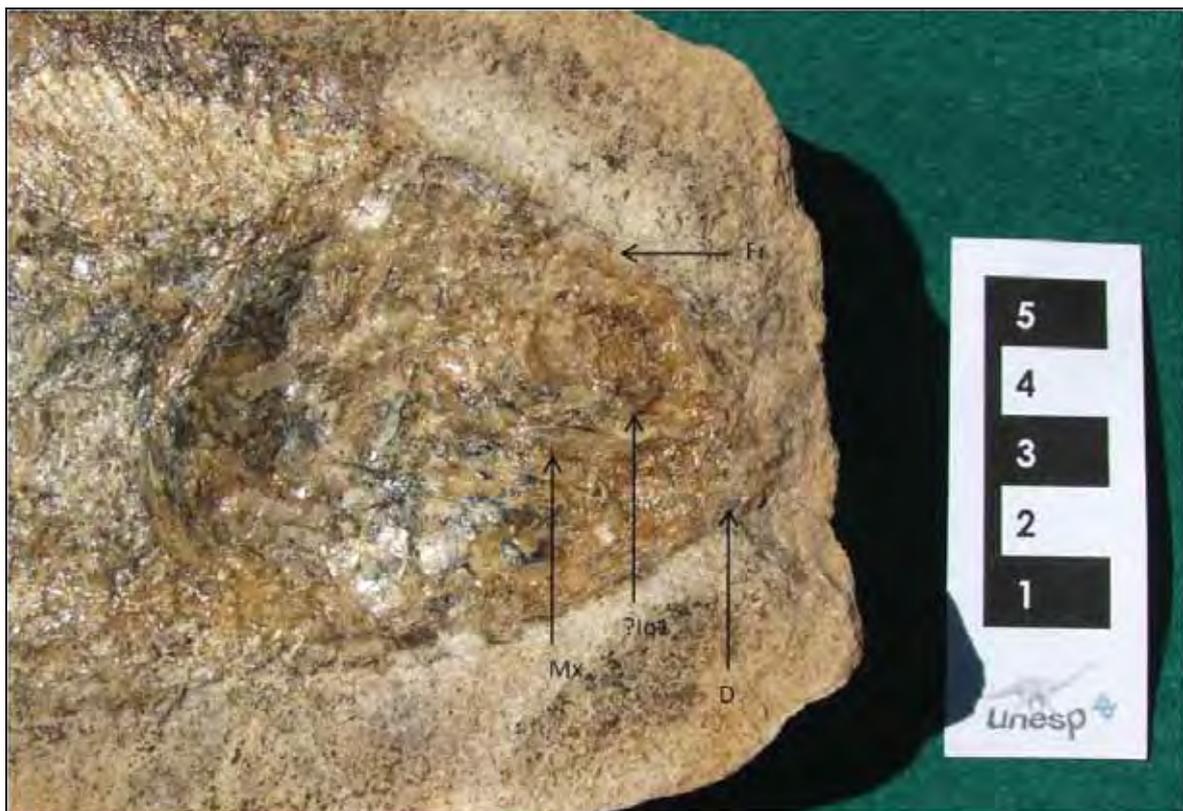


Figura 47. Detalhe do espécimen 1 de *Oshunia brevis*. **D:** dentário; **Fr:** frontal; **?Io1:** possível fragmento do infraorbital 1; **Mx:** maxila.

5.5. *Vinctifer* sp.

5.5.1. Taxonomia

Actinopterygii COPE, 1887

Neopterygii REGAN, 1923

Aspidorhynchidae NICHOLSON & LYDEKKER, 1889

Vinctifer JORDAN, 1919

5.5.2. Espécie-tipo

Aspidorhynchus comptoni AGASSIZ, 1841.

5.5.3. Diagnose

Aspidorhynchidae alcançando até 1000 mm; possui curto pré-dentário, com porção distal do maxilar sem dentes; o dermesfenótico não atinge o pré-opérculo; possui escamas com ganoína; difere de todos os outros aspidorhynchídeos por não ter supramaxilar e apresentar o maxilar em forma de machado, com forte inclinação na margem pôstero-dorsal; maxila com a porção inferior triangular e alta; apresenta dentição diminuta, com todos os dentes do mesmo tamanho; existe extensão posterior do parietal-dermopterótico; aproximadamente 67 - 70 escamas por fileira; presença de minúsculos odontodes, semelhantes à ganchos, sempre pontuando a parte traseira do corpo; presença de uroneurais pareados (BRITO & MEUNIER, 2000); P 08 - 09; Do 14; V 07 - 08; A 16; C 30 - 33 (MAISEY, 1991).

5.5.4. Espécies do gênero

Vinctifer comptoni AGASSIZ, 1841; *V. sweeti* ETHERIDGE & WOODWARD, 1892; *V. longirostris* SANTOS, 1990a; *V. araripinensis* SANTOS, 1994.

5.5.5. Lectótipo

Museu Britânico de História Natural BM (NH) 47892.

5.5.6. Localidade-tipo

Chapada do Araripe, Ceará, Formação Santana, Jardim.

5.5.7. Discussão

O MPE-RC conta com 413 espécimens do gênero *Vinctifer*, a maior parte com pelo menos 500 mm de comprimento total e sem a porção meso-distal do rostró. Esta estrutura é composta pelos pré-maxilares (BRITO & MEUNIER, 2000). Dos exemplares analisados morfometricamente (figuras 48, 50, 51, 52, 53, 54), 1 apresenta menos de 500 mm de comprimento total e o raro rostró completo (Figura 54).

Os frontais encontram-se preservados no espécimen 1 (Figura 50). Os elementos dos circunorbitais dos morfótipos estão fragmentados, com exceção do infraorbital 4 (Figura 52). É ainda possível notar a região proximal do suborbital (Figura 52). O parietal-dermopterótico tem porções significativas preservadas em 1 dos exemplares (Figura 50).

A região ventral do maxilar está preservada em 3 espécimens analisados, assim como as porções proximal e mediana do dentário. Dentes podem ser observados nestes 3 espécimens, inclusive no pré-dentário, totalmente preservado de 1 deles (Figura 54). O quadrado (Figura 49) não se encontra visível.

O gênero possui o pré-opercular com a porção ventral muito ampla, bem preservada nos espécimens analisados, assim como em boa parte dos demais, depositados no MPE-RC. Da série opercular, o amplo osso opercular encontra-se mantido nos exemplares, principalmente na região posterior (figuras 52, 54). Este osso mostra diversas ranhuras (Figura 54), de disposição aparentemente concêntrica, em 2 dos espécimens analisados. O subopérculo está parcialmente conservado nos 3 espécimens observados.

Dos elementos apendiculares, o supracleitro (Figura 54) está preservado em 1 deles. A nadadeira anal está bem conservada em 1 deles (Figura 48).

5.5.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Formação Missão Velha (BRITO *et al.*, 1994), Formação Santana, Membro Romualdo (FARA *et al.*, 2005; SARAIVA, 2008); Bacia Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo (SANTOS, 1991; MAISEY, 2000; MAISEY & MOODY, 2001), Formação Maceió (CARVALHO & SOUZA LIMA, 2002); Bacia Tucano, Formação Marizal (SANTOS, 1990a, 1991); Bacia do Parnaíba, Formação Codó (SANTOS, 1991); Colômbia; Venezuela; México; Austrália; Antártica (MOODY & MAISEY, 1994; SCHULTZE & STÖHR, 1996 *apud* MAISEY & MOODY, 2001).



Figura 48. *Vincitifer* sp., espécimen 1; ST: aproximadamente 630 mm; SL: aproximadamente 615 mm; SH: 157,80 mm; OD: --; BD: --.

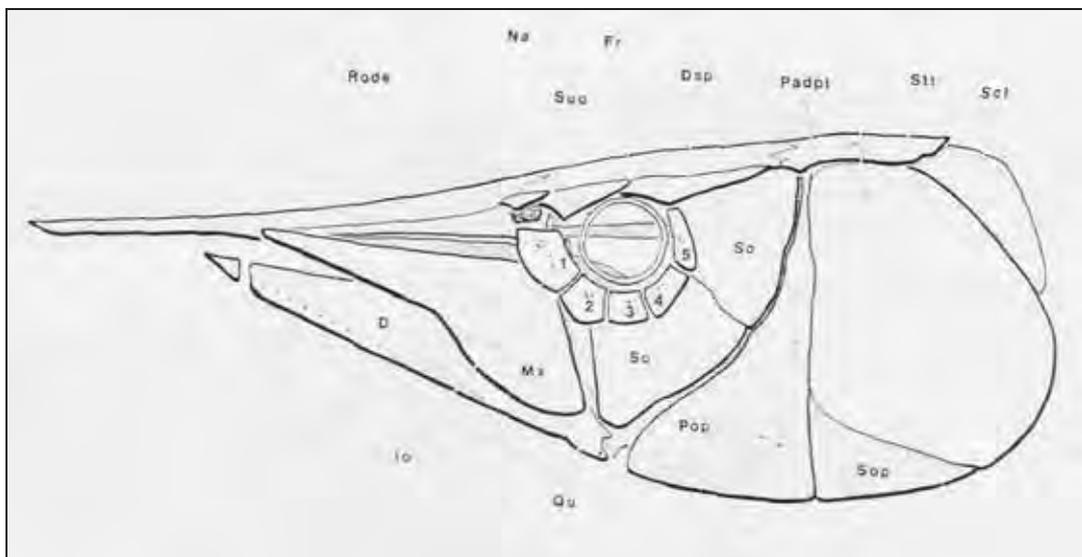


Figura 49. Esquema do crânio de *Vincitifer* sp (MAISEY, 1991).



Figura 50. Detalhe do espécimen 1 de *Vinctifer* sp. **D**: dentário; **Fr**: frontal; **Padpt**: parietal-dermopterótico.



Figura 51. *Vinctifer* sp., espécimen 2; ST: aproximadamente 545 mm; SL: aproximadamente 515 mm; SH: 131,84 mm; OD: 16,71 mm; BD: --.



Figura 52. Detalhe do espécimen 2 de *Vinctifer* sp. **?Io4**: possível fragmento do infraorbital 4; **Mx**: maxila; **Op**: opérculo; **Pop**: pré-opérculo; **So**: suborbital; **Sop**: subopercular.



Figura 53. *Vinctifer* sp., espécimen 3; ST: aproximadamente 390 mm; SL: aproximadamente 377 mm; SH: 128,41 mm; OD: 10,79 mm; BD: –.



Figura 54. Detalhe do espécimen 3 de *Vincitifer* sp. **Op**: opérculo; **Pd**: pré-dentário; **Ro**: rostro; **Scl**: supracleitro; **Sop**: subopercular.

5.6. *Cladocyclus gardneri*

5.6.1. Taxonomia

Actinopterygii COPE, 1887

Neopterygii REGAN, 1923

Ichthyodectiformes BARDACK & SPRINKLE, 1969

Cladocyclus AGASSIZ, 1841

5.6.2. Espécie-tipo

Cladocyclus gardneri AGASSIZ, 1841.

5.6.3. Diagnose

Ichthyodectiforme de corpo alongado; apresenta nadadeiras peitorais, dorsal, caudal, anal, pélvicas; a nadadeira dorsal possui localização bastante posterior, próxima ao pedúnculo caudal; o crânio é relativamente comprido, mas não é alto; a crista supraoccipital, posteriormente estendida, é uma sinapomorfia para a família (ALVARADO-ORTEGA, 2004); o dentário é protrusível; maxilar estreito e ligeiramente curvo; dentes do dentário longos e de tamanho irregular (LEAL & BRITO, 2004); os dentes do dentário, para ALVARADO-ORTEGA (*op. cit.*), geralmente apresentam a forma de caninos na porção anterior, enquanto os posteriores são uniformemente pequenos; as vértebras nunca ultrapassam o número de 64, embora para ALVARADO-ORTEGA (*op. cit.*) varie entre 58 e 65. O número de centros abdominais sofre grande variação (MAISEY, 1991).

5.6.4. Espécies do gênero

Cladocyclus gardneri AGASSIZ, 1841, *Cladocyclus mawsoni* COPE, 1886, *C. alagoensis* JORDAN, 1910 e *Cladocyclus pankowskii* FOREY & CAVIN, 2007.

5.6.5. Holótipo

Washington, Museu Nacional de História Natural, USNM 4231. Sintipo Museu Britânico de História Natural BM (NH) P28901a.

5.6.6. Localidade-tipo

Bacia do Araripe, Formação Santana.

5.6.7. Discussão

No âmbito do MEP-RC existem 54 espécimens desta espécie, sendo os dados morfométricos obtidos a partir de 3 deles (figuras 55, 57, 58, 59, 60, 61).

Na região orbital, o diâmetro da órbita é 1 / 5 do comprimento da região cefálica, os ossos do circum-orbital apresentam fendas profundas, o canal do infra-orbital possui numerosas ramificações. A crista supraoccipital apresenta sua porção anterior visível em pelo menos 1 espécimen (Figura 57).

No branquiocrânio há margens completas de opercular, subopercular e pré-opercular, sem franjamento (figuras 57, 61). As muitas ramificações (30 - 35) do canal pré-opercular, descritas na literatura, não puderam ser verificadas. Os dentes do pré-maxilar (figuras 56, 57) são duas vezes mais longos que aqueles dos maxilares, segundo MAISEY (1991), ainda que em seu esquema não conste tal proporção. Os espécimens analisados estão no mínimo com a região meso-posterior inseridos na rocha matriz, não sendo possível avaliar seu comprimento real. O maxilar pode ser observado claramente em 1 dos espécimens (Figura 59). E o dentário pode ser visto em todos os morfótipos analisados (figuras 57, 59, 61).

Patterson & Rosen (1977) tratam sobre diferentes comprimentos dos dois primeiros raios de nadadeiras peitorais e dimensão dos dentes do pré-maxilar. Os autores não usam tais caracteres para diferenciar espécies. Leal & Brito (2004) também consideram essas características como merísticas, assim como elementos ósseos dermais e escamas franjadas. Escamas pontuadas e comprimento total são justificados como diferentes estágios ontogenéticos, pelos referidos autores, o que permitiu aos mesmos invalidarem a espécie *Cladocyclus ferus*.

Sobre o esqueleto apendicular, o cleitro pode ser observado em 2 espécimens (figuras 57, 61). Os primeiro e segundo raios da nadadeira peitoral possuem aproximadamente igual amplitude (MAISEY, 1991), entretanto não apresentam preservação adequada para serem utilizados como diagnósticos.

FOREY & CAVIN (2007) apontam o perfil dorsal do supraoccipital de *Cladocycclus pankowskii*, com as margens laterais arredondadas, diferentemente de *C. gardneri*. Estas duas espécies ainda apresentam distintas proporções da caixa craniana, como o ângulo de flexão do paraesfenóide até o processo do basipterigóide: 130 ° em *C. gardneri* e 155 ° em *C. pankowskii*.

Presença de 6 uroneurais em *Cladocycclus gardneri* (PATTERSON & ROSEN, 1977; ALVARADO-ORTEGA, 2004) bem como 1 epiural (ALVARADO-ORTEGA, *op. cit.*).

5.6.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Membro Romualdo (FARA *et al.*, 2005; FOREY & CAVIN, 2007; MARTILL *et al.*, 2008), Membro Crato (MAISEY, 2000); Bacia Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo (SANTOS, 1991; MAISEY & MOODY, 2001), Formação Maceió (CARVALHO & SOUZA LIMA, 2002); Bacia do Recôncavo, Formação Candeias / Maracangalha (SANTOS, 1950); Bacia do Parnaíba, Formação Codó (SANTOS, 1991).



Figura 55. *Cladocycclus gardneri*, espécimen 1; ST: aproximadamente 820 mm; SL: aproximadamente 695 mm; SH: 119,37 mm; OD: 22,48 mm; BD: --.

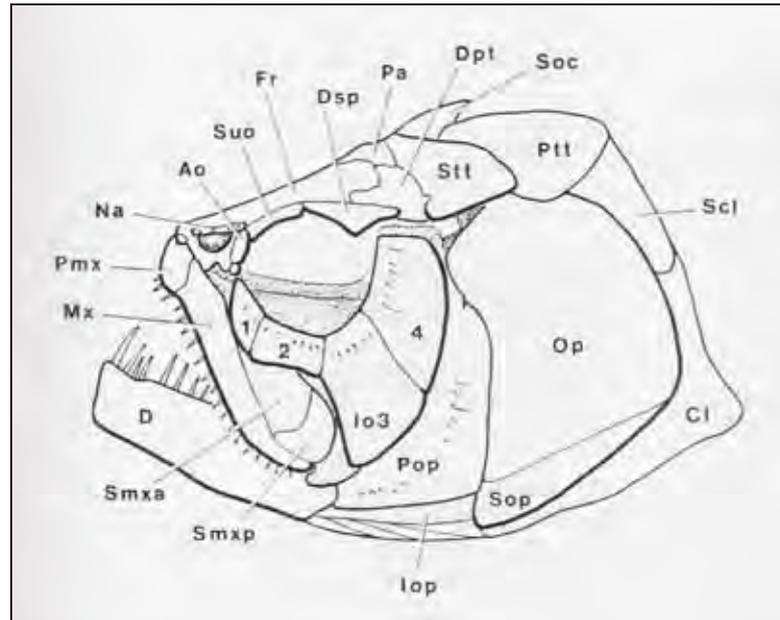


Figura 56. Esquema do crânio de *Cladocycclus gardneri* (MAISEY, 1991).



Figura 57. Detalhe do espécimen 1 de *Cladocycclus gardneri*. Cl: cleitro; D: dentário; ?Io3: possível fragmento do infraorbital 3; Op: opérculo; Pmx: pré-maxilar; Pop: pré-opérculo; Soc: crista supraoccipital; Sop: subopercular.



Figura 58. *Cladocyclus gardneri*, espécimen 2; ST: aproximadamente 890 mm; SL: aproximadamente 775 mm; SH: 151,62 mm; OD: aproximadamente 20,81 mm; BD: --.



Figura 59. Detalhe do espécimen 2 de *Cladocyclus gardneri*. D: dentário; Mx: maxila.



Figura 60. *Cladocyclus gardneri*, espécimen 3; ST: aproximadamente 940 mm; SL: aproximadamente 835 mm; SH: 140,84 mm; OD: 21,83 mm; BD: --.



Figura 61. Detalhe do espécimen 3 de *Cladocyclus gardneri*. Cl: cleitro; D: dentário; Op: opérculo.

5.7. *Araripichthys castilhoi*

5.7.1. Taxonomia

Actinopterygii COPE, 1887

Neopterygii REGAN, 1923

Elopocephala PATTERSON & ROSEN, 1977

Araripichthyidae SANTOS 1985

Araripichthys SANTOS, 1985

5.7.2. Espécie-tipo

Araripichthys castilhoi SANTOS, 1985

5.7.3. Diagnose

Teleósteo de corpo alto e comprimido, cujo formato é aproximadamente circular. Apresenta nadadeira peitoral, amplas nadadeiras dorsal e anal, que se estendem até o pedúnculo caudal. A nadadeira caudal é relativamente pequena e furcada. Não existem nadadeiras pélvicas. O corpo, nadadeiras e parte posterior da cabeça, são cobertos por numerosas e profundas escamas ciclóides.

O crânio é alto e curto. O dentário não apresenta dentes, assim como o maxilar. Pré-maxilar que se presume como protrusível; presença de pelo menos um supra-maxilar. Infraorbitais presentes. Crista supraoccipital proeminente (MAISEY & BLUM, 1991; MAISEY & MOODY, 2001).

5.7.4. Espécies do gênero

Araripichthys castilhoi SANTOS, 1985, *Araripichthys corythophorus* CAVIN, 1997 e *Araripichthys axelrodi* MAISEY & MOODY, 2001.

5.7.5. Holótipo

Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Número 21 - P3.

5.7.6. Localidade-tipo

Bacia do Araripe, Formação Santana, localização exata desconhecida.

5.7.7. Discussão

Há apenas um espécimen presente no MPE-RC (figuras 62, 65), que se apresenta relativamente bem conservado. Existem poucas regiões do corpo em que estão preservadas as escamas, presentes especialmente na região meso-inferior do morfótipo, o que inviabiliza a contagem ao longo da linha lateral e da série diagonal. Entretanto os elementos ósseos do crânio, aliados à morfologia, e eventualmente as escamas, permitem identificá-lo como um elopocéfalo *Araripichthys*.

Encontram-se preservadas porções da nadadeira peitoral, algumas escamas na porção basal anterior da nadadeira dorsal, e pequenas dimensões de raios da nadadeira caudal (lobo inferior). Isto inviabiliza a contagem de raios das nadadeiras, que segundo MAISEY & BLUM (1991) seriam P 12, Do 53, A 32, para *Araripichthys castilhoi*.

O exemplar depositado no MPE-RC apresenta algumas particularidades que permitem designá-lo como *Araripichthys castilhoi*, ainda que não seja possível a contagem dos raios das nadadeiras como um diagnóstico adicional.

A região proximal do dentário está preservada (figuras 63, 64, 65). MAISEY & BLUM (1991) identificaram o processo retroarticular bem desenvolvido, em um morfótipo da mesma espécie, que contribui com a articulação do quadrado. Isto não pode ser avaliado no espécimen depositado no MPE-RC. O maxilar encontra-se parcialmente preservado, bem como provavelmente uma parte do supra-maxilar posterior, assim como o provável côndilo articular (Figura 65).

Em melhores condições de preservação encontra-se o processo pré-maxilar, com exceção de sua porção mais dorsal. Este elemento ósseo apresenta morfologia semelhante

àquela proposta por MAISEY & MOODY (2001) para a espécie em questão (Figura 63), que é extremamente diferente do equivalente presente em *Araripichthys corythophorus*, uma estrutura delgada com os ramos menores e menos robustos. A presença do côndilo articular na porção superior do maxilar, e do extenso processo pré-maxilar, permitiriam a protrusão das maxilas.

A série circum-orbital não é a mesma para as três espécies. O “ânterorbital” de *Araripichthys corythophrus* pode ser o correspondente ao primeiro infraorbital de *A. castilhoi*, enquanto seu último “infraorbital” pode representar um dermoesfenótico incompleto. Isto implicaria na série circum-orbital composta por 4 infraorbitais mais 1 lacrimal. Nenhuma das espécies apresenta supra-orbital, e somente *A. castilhoi* possui 1 suborbital (MAISEY & MOODY, 2001).

A crista supraoccipital, ilustrada por MAISEY & MOODY (2001) (figuras 63, 65) é tratada como elemento diagnóstico, pois difere entre as três espécies, entretanto esta característica não pode ser corroborada pelo presente estudo, visto que o espécimen depositado no MPE-RC apresenta porções de tal estrutura inseridas na matriz. *Araripichthys castilhoi* apresenta também dermetmóide, não encontrado nos outros dois gêneros.

Outras características descritas por MAISEY & MOODY (2001), para *Araripichthys castilhoi*, como fusão de vértebras, articulação occipital tripartida, e formato da nadadeira caudal, não podem ser discutidas, visto que as outras duas espécies não apresentam estas estruturas de forma apropriada para estudos. Estas características não são discutidas sobre o exemplar depositado no MPE-RC, visto não ter havido preparações mecânica e / ou química.

Existem diferenças no branquiocrânio entre as espécies. O formato do pré-opercular é relativamente distinto entre elas, o que permite seja utilizado como mais uma ferramenta diagnóstica, assim como formato e disposição do interopercular. Há diferenças também, ainda que ligeiras, em opercular, cleitro e supracleitro das três espécies.

5.7.8. Distribuição

No Brasil, Bacia do Araripe, Formação Santana; na Venezuela, Formação Apon, associado a amonitas de Aptiano e início do Albiano; em Marrocos, Goulmina, em depósitos marinhos do Turoniano (MAISEY & MOODY, 2001).



Figura 62. *Araripichthys castilhoi*, espécimen 1; ST: aproximadamente 268 mm; SL: aproximadamente 238 mm; SH: aproximadamente 84,64 mm; OD: --; BD: --.

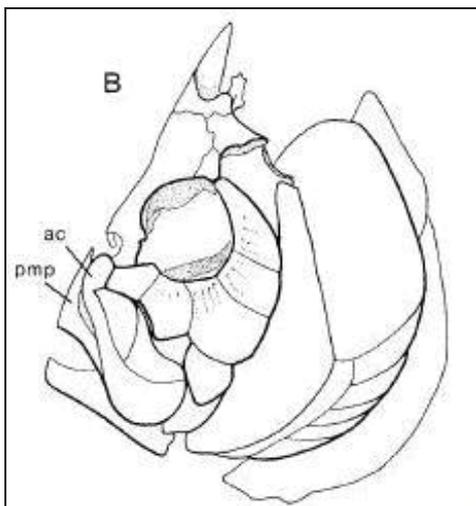


Figura 63. Esquema do crânio de *Araripichthys castilhoi* (MAISEY & MOODY, 2001).

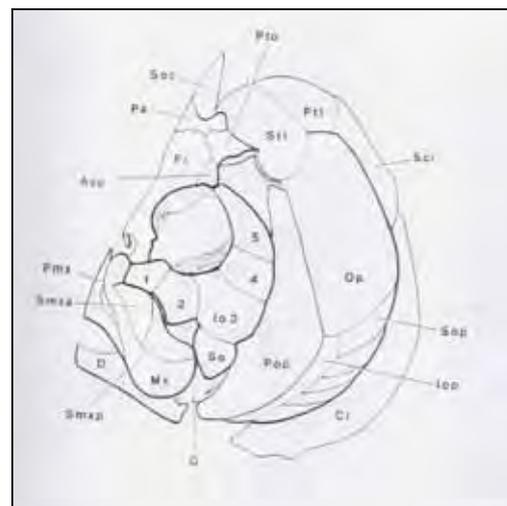


Figura 64. Esquema do crânio de *Araripichthys castilhoi* (MAISEY & BLUM, 1991).



Figura 65. Detalhe do espécimen 1 de *Araripichthys castilhoi*. **Ac**: côndilo articular da maxila; **D**: dentário; **Iop**: interopercular; **Mx**: maxila; **Op**: opérculo; **Pmp**: processo pré-maxilar; **Pop**: pré-opérculo; **?Smxp**: possível fragmento da supramaxila posterior; **?So**: possível fragmento do suborbital; **Soc**: crista supraoccipital.

5.8. *Brannerion latum*

5.8.1. Taxonomia

Teleostei MÜLLER, 1845

Elopomorpha GREENWOOD *et al.*, 1966

Elopocephala PATTERSON & ROSEN, 1977

Albulidae BLEEKER, 1859

Brannerion JORDAN, 1919

5.8.2. Espécie-tipo

Calamopleurus vestitus JORDAN & BRANNER, 1908.

5.8.3. Diagnose

Albulido que apresenta nadadeiras dorsal, peitorais, ventrais, anal e caudal. Nadadeiras dorsal e anal com os primeiros raios longos. Escamas ciclóides imbricadas, com numerosos raios horizontais. Corpo relativamente alto, sendo a altura máxima entre 35 % - 40 % do tamanho padrão (BLUM, 1991).

O crânio é obtuso em sua porção anterior. O dermetmóide encontra-se curvado ventralmente e há ossículos rostrais, bem como presença de ossículos escleróticos na série circum-orbital (FOREY & MAISEY, 2010). Dentário com dentes curtos, cônicos ou ligeiramente recurvados, presentes também no maxilar. O supra-maxilar é presente. Há um amplo gular mediano (BLUM, 1991; FOREY & MAISEY, 2010).

5.8.4. Espécies do gênero

Brannerion latum JORDAN & BRANNER, 1908 (= *Brannerion vestitum*).

5.8.5. Holótipo

Coleção Museu Rocha, n.º 11.

5.8.6. Localidade-tipo

Chapada do Araripe, Formação Santana, localização exata desconhecida.

5.8.7. Discussão

No MPE-RC existem 37 espécimens de *Brannerion*, dos quais 6 são duvidosos, devido à má qualidade de preservação. Dos outros 31 morfótipos, a altura corporal não é, a rigor, a mesma observada por BLUM (1991). Dos 12 exemplares que possibilitaram medidas (alguns em imagens das figuras 66, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75), 5 apresentam a profundidade corporal no intervalo proposto pelo autor (figuras 66, 70).

Muitos apresentam alguns raios de todas as nadadeiras, entretanto nenhum dos exemplares possui qualquer nadadeira completa. A contagem de raios, segundo BLUM (1991), seria D 19; A 20; C 10 superiores e 09 inferiores; P 14 no mínimo; V 11 no mínimo. A nadadeira mais completa de um dos exemplares é a dorsal, que apresenta os oito raios mais anteriores. Em 3 espécimens foram observadas estruturas que assemelham-se a espinhos (figuras 70, 72), anteriores à origem das nadadeiras dorsal e / ou caudal. Do esqueleto apendicular é visível o pós-temporal de um dos morfótipos (Figura 75).

A porção distal do crânio, comparando os exemplares depositados em MPE-RC, não apresentam morfologia exatamente próxima. Alguns exibem forma mais afilada e outros arredondada. Esta morfologia não tem relação direta com outras medidas que foram efetuadas, como por exemplo a porção distal do crânio adelgada não é característica de um espécimen grande ou pequeno. Existem 6 morfótipos grandes, entre 320 e 460 mm de comprimento padrão, um deles representado na Figura 74.

A morfologia da porção distal do crânio também não apresenta relação direta com a estrutura que poderia constituir um espinho. Existem pré-maxilar, maxilar e um supra-maxilar.

Dentes antes desconhecidos (JORDAN, 1919) podem ser observados pelo menos em um terço dos morfótipos da coleção. Dentes pequenos, viliformes, são de fácil visualização no dentário, ainda que seja possível observá-los no maxilar de alguns outros espécimens.

Segundo FOREY & MAISEY (2010) a mandíbula é composta por dentário, ângulo-retroarticular e articular (figuras 67, 68), e apresenta canal sensorial (BLUM, 1991; FOREY & MAISEY, 2010).

Presentes na série circum-orbital de *Brannerion* estão 4 infraorbitais e 1 dermesfenótico. Poucos espécimens depositados no MPE-RC apresentam estes elementos (Figura 68). De forma geral, a estrutura que se encontra preservada na maior parte das vezes é o infraorbital 3, talvez por constituir o maior elemento da série. Outros elementos orbitais geralmente presentes são os frontais (Figura 75).

O quadrado é uma estrutura frequentemente preservada (Figura 69). Dos elementos do aparato opercular, o opérculo é o que apresenta menor variação individual, embora talvez seja um artifício de preservação. Geralmente preservados estão pré-opercular, subopercular, cleitro e supracleitro (figuras 69, 71, 75).

Algumas variações, como desenho da porção distal do crânio, formato do opercular (figuras 67, 68), diferenças entre alturas de profundidade corporal, poderiam corroborar as observações de BLUM (1991), para quem há duas espécies de *Brannerion*, sendo necessária uma revisão. Observações neste sentido foram feitas também por MAISEY (2000).

Recentemente FOREY & MAISEY (2010) publicaram uma contribuição sobre este gênero, com foco em morfologia e relações filogenéticas. No âmbito de 15 exemplares analisados após preparação química, os autores observaram 2 padrões distintos de contato entre basisfenóide e paraesfenóide, incluindo diferentes formatos de dentes neste elemento, bem como diferenças na morfologia dos dentes vomerianos. Novamente concordam com BLUM (1991), quanto à presença de dois morfótipos diferentes.

5.8.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Formação Santana, localização exata desconhecida (BLUM, 1991; MAISEY, 2000; FARA *et al.*, 2005); Bacia do Parnaíba, Formação Codó (MAISEY, 2000).



Figura 66. *Brannerion latum*, espécimen 1; ST: aproximadamente 310 mm; SL: 289 mm; SH: 77,26 mm; OD:21,92 mm; BD: 115,66 mm.

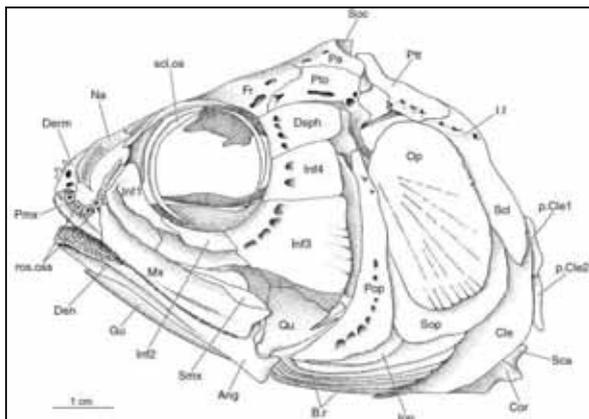


Figura 67. Esquema do crânio de *Brannerion latum*; escala 1 cm (FOREY & MAISEY, 2010).

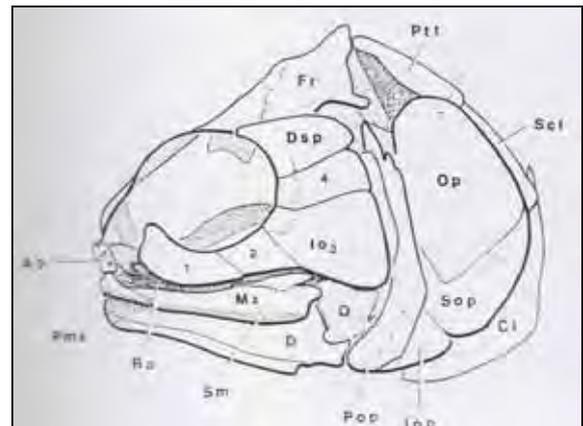


Figura 68. Esquema do crânio de *Brannerion latum* (BLUM, 1991).



Figura 69. Detalhe do espécimen 1 de *Brannerion latum*. **Cl**: cleitro; **D**: dentário; **Op**: opérculo; **Q**: quadrado; **Sop**: subopercular.



Figura 70. *Brannerion latum*, espécimen 2; ST: aproximadamente 240 mm; SL: 185,72 mm; SH: 54,61 mm; OD:12,64 mm; BD: 70,53 mm. **?S**: provável espinho anterior à nadadeira.



Figura 71. Detalhe do espécimen 2 de *Brannerion latum*. Cl: cleitro.



Figura 72. *Brannerion latum*, espécimen 3; ST: aproximadamente 195,8 mm; SL: 169,3 mm; SH: 53,52 mm; OD: 10,36 mm; BD: 42,25 mm. ?S: provável espinho anterior à nadadeira.

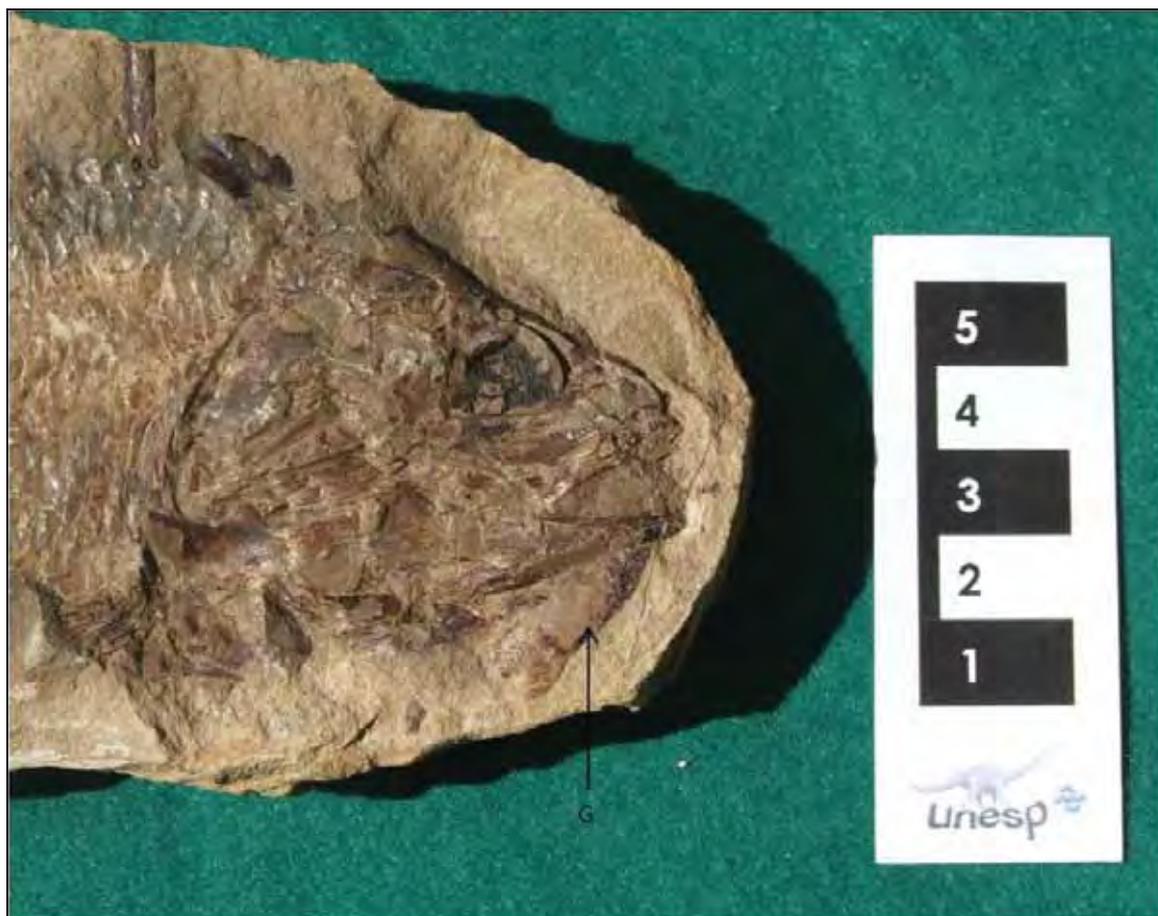


Figura 73. Detalhe do espécimen 3 de *Brannerion latum*. G: placa gular.



Figura 74. *Brannerion latum*, espécimen 4; ST: 550 mm; SL: 440 mm; SH: 141,18 mm; OD: 34,07 mm; BD: 179,19 mm.

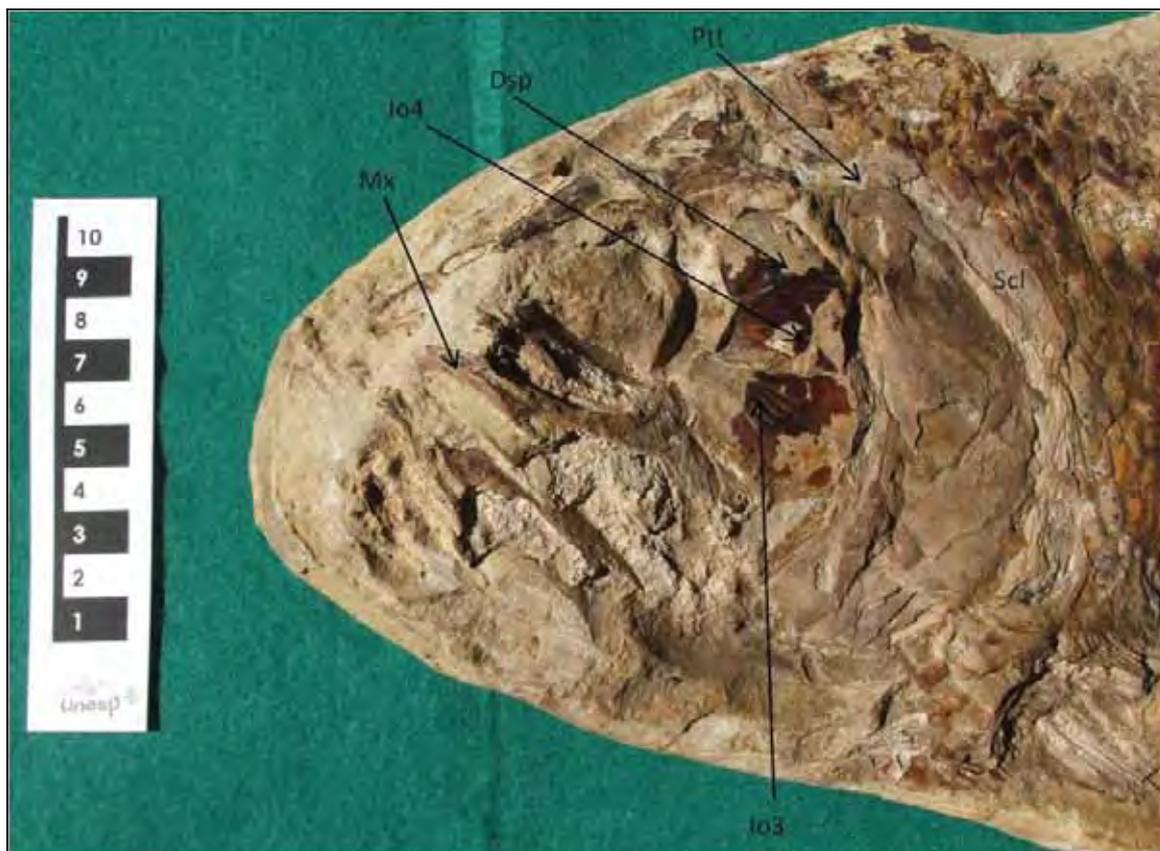


Figura 75. Detalhe do espécimen 4 de *Brannerion latum*. **Dsp**: dermesfenótico; **Io**: infraorbitais, numerados sequencialmente; **Mx**: maxila; **Ptt**: pós-temporal; **Scl**: supracleitro.

5.9. *Notelops brama*

5.9.1. Taxonomia

Teleostei MÜLLER, 1845

Elopomorpha GREENWOOD *et al.*, 1966

Notelopidae FOREY, 1977

Notelops WOODWARD, 1901

5.9.2. Espécie-tipo

Rhacolepis brama AGASSIZ, 1841.

5.9.3. Diagnose

Peixe cujo dermetmóide apresenta projeções laterais; fossa para o músculo dilatador; pteróticos posteriores aos frontais e laterais aos parietais, desprovidos de espinho posterior (MAISEY, 1991; NUDDS *et. al.*, 2005); exoccipitais encontrando-se acima e abaixo do forâmen magno; ampla fenestra entre auto-esfenótico e pterótico; parietais não separados pelo supraoccipital; palatino alongado e com dentes; ectopterigóide edentado; ceratohial anterior fenestrado; quarto e quinto infraorbitais fusionados e posteriormente estendidos até o pré-opérculo; pré-opérculo relativamente pequeno; opérculo com margem ventral oblíqua; interopérculo pequeno e profundo; cleitro expandido sob inserções de nadadeiras; nadadeira pélvica abaixo do final da nadadeira dorsal; raios principais superiores da nadadeira caudal cruzam o suporte hipoural, em ângulo agudo; os raios caudais ramificados, centrais, definem o entalhe da cauda; P 17 - 21; Do 17 - 18; V 10 - 12; A 09 - 10 (MAISEY, 1991).

5.9.4. Espécies do gênero

Notelops brama AGASSIZ, 1841.

5.9.5. Holótipo

Museu Britânico de História Natural, BM (NH) 15490.

5.9.6. Localidade-tipo

Ceará, Chapada do Araripe, Formação Santana, localidade precisa desconhecida.

5.9.7. Discussão

No âmbito do MPE-RC existem 9 espécimens de *Notelops* (alguns representados nas figuras 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84) e mais 2 duvidosos, visto a qualidade de preservação. Segundo MAISEY (1991), *Notelops* atinge 600 mm de comprimento total, mas no referido museu existem 2 exemplares que superam este tamanho. Seus comprimentos totais são 900 mm e 675 mm (respectivamente figuras 76 e 83).

Alguns espécimens do MPE-RC apresentam pelo menos porções dos frontais (figuras 77, 78, 80), elementos ósseos que, segundo MAISEY (1991), são ligeiramente côncavos.

Da série circum-orbital, os infraorbitais estão preservados (figuras 78, 80, 82), assim como o dermesfenótico (figuras 80, 82). O supraorbital, presente na literatura como elemento diagnóstico para o gênero (DUNKLE, 1940; MAISEY, 1991; NUDDS *et al.*, 2005) (Figura 77), não foi observado em nenhum dos espécimens do MPE-RC. DUNKLE (*op. cit.*), em trabalho sobre a descrição do gênero, acusa em seu esquema, mas não no texto, a presença de anel esclerótico composto por 5 elementos. Em nenhum dos exemplares examinados, pertencentes ao MPE-RC, esta estrutura foi observada, podendo estar coberta por rocha sedimentar.

Os parietais estão suturados medialmente (SANTOS, 1991; CAVIN, 2001 *apud* ALVARADO-ORTEGA *et al.*, 2008) e / ou não são separados pelo supraoccipital (MAISEY, 1991). Esta característica não é de clara visualização em nenhum dos morfótipos presentes no acervo.

O maxilar tem grandes porções preservadas nos espécimens, assim como o dentário (figuras 78, 80, 84). Entretanto uma contagem apropriada de dentes não pode ser efetuada,

visto que muitos podem estar inseridos na matriz sedimentar. Angular e articular, não fusionados (PATTERSON & ROSEN, 1977), não puderam ser observados.

Quanto ao pré-opérculo (NUDDS *et al.*, 2005), é dividido em dois ramos, um dorsal vertical e um pequeno ramo ventral. Esta composição não pode ser confirmada por meio dos exemplares do MPE-RC. Da série opercular, o opérculo é relativamente amplo, assim como o sub-opérculo (figuras 78, 82, 84).

MAISEY (1991) discute a possibilidade de existirem duas espécies para o gênero *Notelops*, em função de:

(a) diferentes comprimentos totais, pois para *Notelops brama* tem-se 600 mm de comprimento, contra 1000 mm para *Notelops* sp. A;

(b) porcentagens dos comprimentos de cabeça (22 % contra 25 %), pré-maxilar (22 % contra 17 -18 %) e diâmetro da órbita (30 % contra 25 %) em relação aos padrões;

(c) números de raios (P 17 - 20 contra P 11 - 14; V 10 - 12 contra V 10);

(d) número de dentes do pré-maxilar (aproximadamente 18 contra cerca de 15), do maxilar (próximo de 50 contra cerca de 55) e dentário (3 ou 4 fileiras com cerca de 60 dentes cada uma, contra diversas fileiras com numerosos dentes);

(e) dimensões dos parietais, tão largos quanto amplos contra cerca de três vezes mais compridos que largos;

(f) margem posterior de opérculo e subopérculo quase verticais, contra margem posterior das mesmas estruturas fortemente inclinadas.

No âmbito destas características são claramente visíveis nos exemplares do MPE-RC apenas as margens dos elementos operculares. Também existem diferenças nos elementos de cintura escapular, cleitro e supracleitro. Demonstram distinções entre os espécimens, mas são necessárias análises das outras estruturas citadas, assim como análise estrutural do neurocrânio, para ser considerada a possibilidade de nomear outra espécie para o gênero.

O entalhe da nadadeira caudal é formado por 4 raios curtos e centrais, 2 dorsais e 2 ventrais (MAISEY, 1991). Ocorrem 3 uroneurais, o primeiro em formato de V (ALVARADO-ORTEGA *et al.*, 2008). Os raios das outras nadadeiras encontram-se incompletos, não sendo possível, na maioria dos casos, localizar os pontos de origem e inserção.

5.9.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Romualdo (MAISEY, 2000; FARA *et al.*, 2005); Bacia Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo (SANTOS, 1985); Bacia do Parnaíba, Formação Codó (MAISEY, *op. cit.*); Colômbia (MAISEY & MOODY, 2001); Venezuela, Villa de Leiva (MAISEY, *op. cit.*; MAISEY & MOODY, *op. cit.*); México, região de Puebla (MAISEY, *op. cit.*).



Figura 76. *Notelops brama*, espécimen 1; ST: 675 mm; SL: aproximadamente 585 mm; SH: 154,33 mm; OD: 39,3 mm; BD: --.

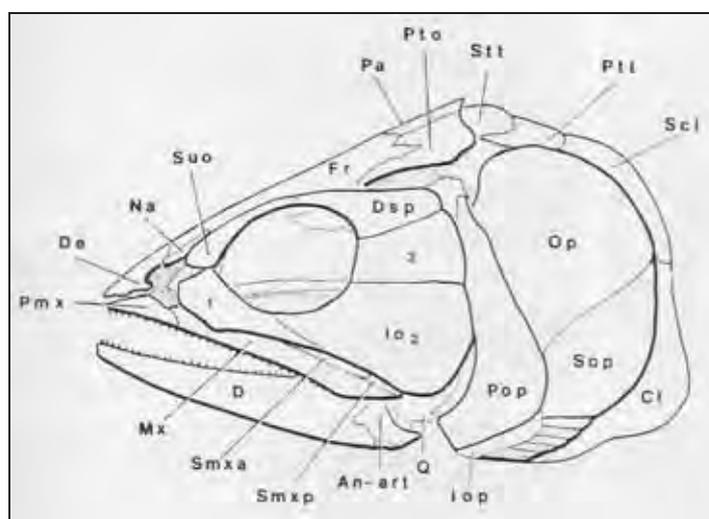


Figura 77. Esquema do crânio de *Notelops brama* (MAISEY, 1991).



Figura 78. Detalhe do espécimen 1 de *Notelops brama*. **D:** dentário; **Fr:** frontal; **Io:** infraorbitais, numerados sequencialmente; **Mx:** maxila; **Op:** opérculo; **Pop:** pré-opérculo.



Figura 79. *Notelops brama*, espécimen 2; ST: aproximadamente 610 mm; SL: 532 mm; SH: 129,68 mm; OD: 15,61 mm ; BD: --.



Figura 80. Detalhe do espécimen 2 de *Notelops brama*. **De:** dermetmóide; **Dsp:** dermesfenótico; **Fr:** frontal; **Io:** infraorbitais, numerados sequencialmente.



Figura 81. *Notelops brama*, espécimen 3; ST: aproximadamente 287 mm; SL: aproximadamente 233 mm; SH: aproximadamente 64,84 mm; OD: -- mm; BD: --.



Figura 82. Detalhe do espécimen 3 de *Notelops brama*. **Dsp**: dermesfenótico; **Io**: infraorbitais, numerados sequencialmente; **Op**: opérculo; **Pop**: pré-opérculo; **Sop**: subopercular.



Figura 83. *Notelops brama*, espécimen 4; ST: aproximadamente 900 mm; SL: aproximadamente 760 mm; SH: aproximadamente 245 mm; OD: 40,29 mm; BD: --.



Figura 84. Detalhe do espécimen 4 de *Notelops brama*. **Cl**: cleitro; **D**: dentário; **Scl**: supracleitro; **Sop**: subopercular.

5.10. *Rhacolepis* sp.

5.10.1. Taxonomia

Teleostei MÜLLER, 1845

Elopomorpha GREENWOOD *et al.*, 1966

Pachyrhizodontidae COPE, 1872

Rhacolepis AGASSIZ 1841

5.10.2. Espécie-tipo

Rhacolepis buccalis AGASSIZ 1841.

5.10.3. Diagnose

Paquyrrizodôntido no qual a caixa craniana é comprimida lateralmente na altura da região ótica; dermetnóide com projeções laterais; fossa para o dilatador parcialmente recoberta; pterótico reduzido a um pequeno espinho; exoccipitais encontrando-se acima, mas não abaixo, do forâmen magno (MAISEY, 1991); elementos endocondrais da região ótica unidos por suturas interdigitais; basioccipital formando o amplo côneo occipital (CAVIN *et al.*, 2000); ausência de fenestra entre autoesfenótico e pterótico; vômer com 2 dentes recurvados; ectopterigóide com uma fileira de dentes pontiagudos; infraorbitais posteriores sobrepondo-se ao pré-opercular; opérculo com margem ventral oblíqua, interopérculo longo e alto; fosseta articular do primeiro infrafaríngeobrânquial situada imediatamente posterior ao processo ascendente do paraesfenóide (FOREY, 1977); margem posterior do cleitro escavada do lado oposto à inserção da nadadeira; raios da nadadeira caudal não cruzando os hipourais em ângulo agudo; escamas pequenas e algumas estendem-se sobre a base das nadadeiras caudal, dorsal e anal; cloaca margeada por cerca de 16 escamas modificadas; 09 - 10 escamas de grande tamanho, ao longo da linha média dorsal do pedúnculo caudal (MAISEY, *op. cit.*).

5.10.4. Espécies do gênero

Rhacolepis buccalis AGASSIZ, 1841 e *Rhacolepis defiorei* D'ERASMO, 1938.

5.10.5. Holótipo

Museu Britânico de História Natural, BMNH, P 4314 a

5.10.6. Localidade-tipo

Chapada do Araripe, Formação Santana, Ceará, Jardim.

5.10.7. Discussão

No âmbito do MPE-RC existem 770 espécimens de *Rhacolepis*, sendo 6 deles duvidosos. Estão presentes em diversos tamanhos, mas poucos apresentam preservação completa, e a maioria está com as porções dorsal ou ventral fora da rocha sedimentar encaixante, com preservação tridimensional. Poucas concreções foram abertas, de modo a permitir a visualização, em vista lateral, do espécimen.

Foram obtidos dados morfométricos de 3 espécimens de *Rhacolepis* (85, 87, 88, 89, 90 e 91), sendo que apenas 1 está com a porção ventral fora da rocha encaixante (figuras 90, 91), cujo comprimento total é aproximadamente 330 mm.

Dos 3 espécimens analisados, o comprimento da cabeça, em relação ao comprimento padrão, é respectivamente 26,76 %, 27,5 % e 31,3 % (figuras 85, 90, 88). Em diagnose estendida, MAISEY (1991) atribui a *Rhacolepis* a dimensão máxima de 250 mm, sendo o tamanho da cabeça igual a 22 % do comprimento padrão. O mesmo autor cita altura do corpo e localização da nadadeira ventral como elementos diagnósticos para a diferenciação entre possíveis duas espécies. Estes dados não puderam ser obtidos nos espécimens do MPE-RC.

Da região orbital é possível observar os frontais (figuras 86, 87), e da série circum-orbital os infraorbitais (figuras 87, 89, 91) e o dermesfenótico (figuras 87, 89).

Em relação à região mandibular, o pré-maxilar não parece estar preservado, embora haja uma impressão questionável em 1 dos exemplares, que se assemelha ao dente do pré-maxilar. Mas estão preservadas porções significativas da maxila e do dentário, e também muitos dentes, visíveis sob estereomicroscópio. A região proximal de ângulo-articular, em 1 dos espécimens, também encontra-se preservada (Figura 87).

O pré-operculo é uma estrutura mais larga em sua porção ventral, e encontra-se preservada nos morfótipos (figuras 87, 89). Da série dos ossos operculares, opérculo (figuras 87, 89, 91) e subopérculo (figuras 89, 91) estão preservados nos espécimens.

Do esqueleto apendicular, o supra-temporal encontra-se preservado em um dos espécimens (Figura 87). Os raios das nadadeiras são P 17; Do 17; V 11 - 13; A 10 (MAISEY, 1991). Entretanto 1 espécimen do acervo (não figurado) apresenta 19 raios de nadadeiras peitorais. Alguns talvez sejam rudimentares. Existem aproximadamente 57 - 58 vértebras pré-urais, das quais 20 são caudais. Imediatamente atrás da nadadeira anal há um anel de escamas modificadas da cloaca.

5.10.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Romualdo (MOODY & MAISEY, 2001; KELLNER & CAMPOS, 1999; MAISEY, 2000; SARAIVA, 2008); Bacia Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo (SANTOS, 1991; MOODY & MAISEY, 2001); Bacia do Parnaíba, Formação Codó (SANTOS, 1991); Colômbia, Magdalena Valley (SANTOS & OLIVEIRA, 1994 *apud* MAISEY, 2000); Venezuela, Formação Apon (MAISEY, 2000); México, região de Tepexi.



Figura 85. *Rhacolepis* sp., espécimen 1; ST: aproximadamente 230 mm; SL: aproximadamente 205 mm; SH: aproximadamente 54,87 mm; OD: 4,53 mm; BD: –.

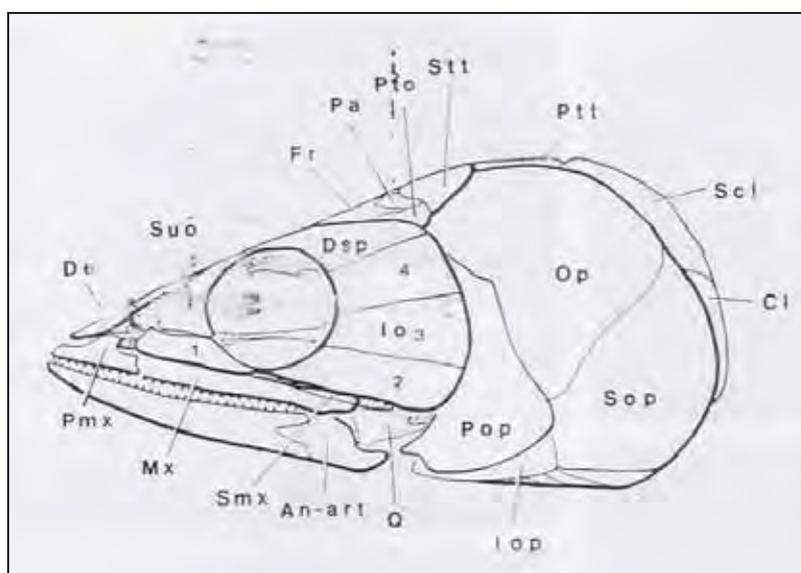


Figura 86. Esquema do crânio de *Rhacolepis buccalis* (MAISEY, 1991).

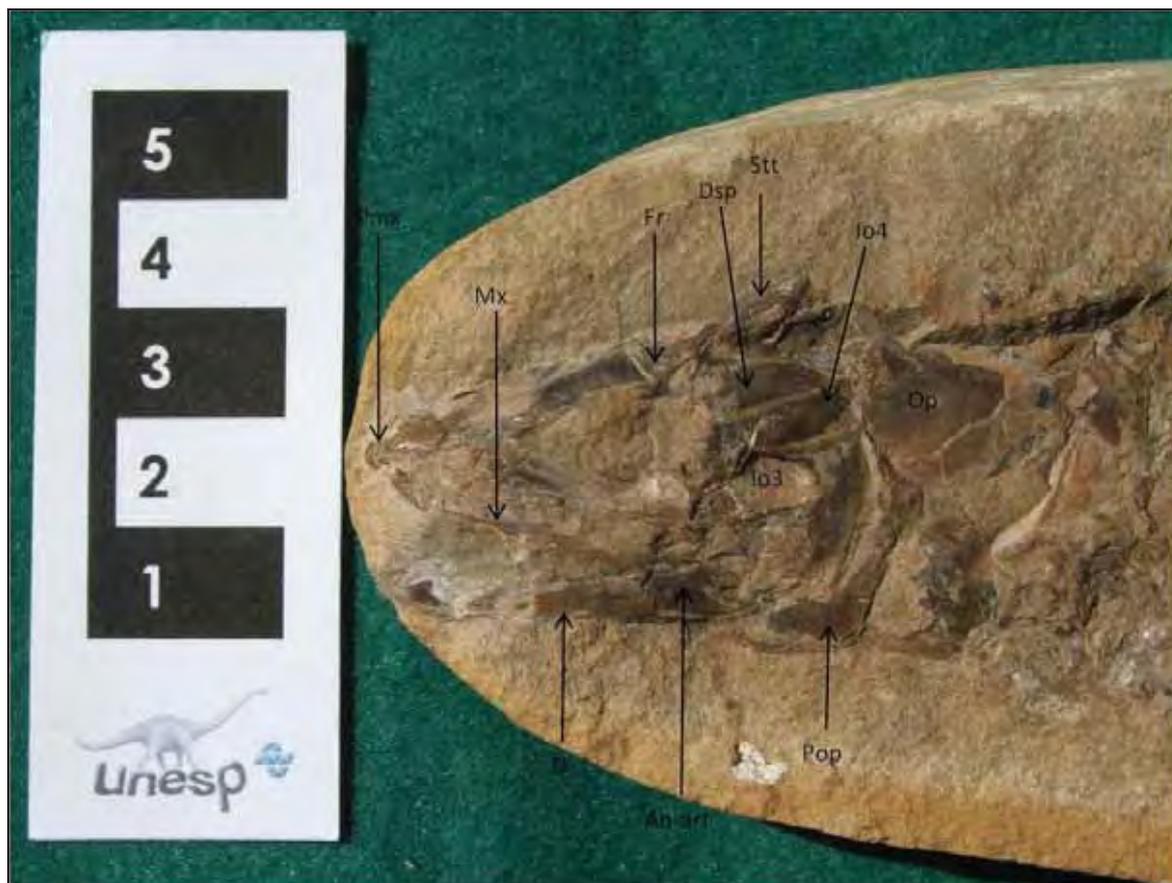


Figura 87. Detalhe do espécimen 1 de *Rhacolepis* sp. **An-art**: angular-articular; **D**: dentário; **Dsp**: dermesfenótico; **Fr**: frontal; **Io**: infraorbitais, numerados sequencialmente; **Mx**: maxila; **Op**: opérculo; **Pmx**: pré-maxilar; **Pop**: pré-opérculo; **Stt**: supratemporal.



Figura 88. *Rhacolepis* sp., espécimen 2; ST: aproximadamente 248 mm; SL: aproximadamente 224 mm; SH: 70,18 mm; OD: – ; BD: –.



Figura 89. Detalhe do espécimen 2 de *Rhacolepis* sp. **D**: dentário; **Dsp**: dermesfenótico; **Io**: infraorbitais, numerados sequencialmente; **Op**: opérculo; **Pop**: pré-opérculo; **Sop**: subopercular.



Figura 90. *Rhacolepis* sp., espécimen 3; ST: aproximadamente 330 mm; SL: aproximadamente 285 mm; SH: aproximadamente 78,40 mm; OD: –; BD: –.



Figura 91. Detalhe do espécimen 3 de *Rhacolepis* sp. **Io**: infraorbitais, numerados sequencialmente;
Sop: subopercular.

5.11. *Tharrhias araripis*

5.11.1. Taxonomia

Actinopterygii COPE, 1887

Neopterygii REGAN, 1923

Ostariophysii ROSEN & GREENWOOD, 1970

Gonorynchiformes FINK & FINK, 1981

Tharrhias JORDAN & BRANNER, 1908

5.11.2. Espécie-tipo

Tharrhias araripis JORDAN & BRANNER, 1908.

5.11.3. Diagnose

Gonorrinquíforme com até 700 mm de comprimento, mas geralmente menos de 300 mm; duas primeiras costelas pleurais expandidas; boca terminal; ausência de dentes; dermetmóide sem comissura rostral; maxilas pequenas, não atingindo a margem anterior da órbita; faceta articular da mandíbula com a face posterior formada pela co-ossificação de articular / angular; retroarticular separado; supra-maxilar ausente; porção dermal do palatino ausente; paraesfenóide amplo sob a região etmoidal, que situa-se sob o basioccipital, anteriormente furcado e posteriormente localizado junto ao processo basipterigóide, como um espinho plano atrás da órbita; etmóide lateral, com a porção posterior apoiada lateralmente na região descendente do paraesfenóide; ramo ventral do pré-opercular maior que o dorsal; supra-opercular separado, presente como um delgado tubo, a delgada lâmina posterior não se preserva; opercular mais alto que comprido; supra-temporal presente; parietais largos ântero-posteriormente; 47 - 52 vértebras; primeiros 4 arcos neurais expandidos anteriormente; esqueleto caudal com 2 centros urais, 2 epiurais, 3 uroneurais mais 1 adicional, disposto lateral e distalmente (BRITO & AMARAL, 2008), 6 hipourais; nadadeira dorsal com 13 raios, os 3 primeiros não são ramificados mas supranumerários e 12 posteriores; P 13 - 15; V 10; C 19 (BLUM, 1991).

5.11.4. Espécies do gênero

Tharrhias araripis JORDAN & BRANNER, 1908.

5.11.5. Holótipo

Coleção Museu Rocha, Nº 4.

5.11.6. Localidade-tipo

Chapada do Araripe, Ceará, Formação Santana, Membro Romualdo.

5.11.7. Discussão

No âmbito do MPE-RC existem 608 espécimens de *Tharrhias*, sendo 24 deles duvidosos, devido à qualidade da preservação de parte considerável destes morfótipos, em especial dos elementos cefálicos e das nadadeiras.

Dos 4 espécimens analisados morfometricamente (figuras 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100), nenhum ultrapassa 250 mm de comprimento padrão, e 1 deles apresenta o corpo nitidamente mais alto (Figura 97), o que seria uma característica diagnóstica para a distinção entre as duas espécies (OLIVEIRA, 1978), mas MAISEY (1991) atribuiu as características estabelecidas por OLIVEIRA (*op. cit.*) a dimorfismo sexual e não a uma segunda espécie.

É possível observar os frontais em 2 espécimens, inclusive em 1 deles é possível observar o par destes elementos ósseos (figuras 94, 97). A série circum-orbital (Figura 93) está comprometida em todos os espécimens.

Maxilar e dentário encontram-se preservados em quase todos os espécimens, ainda que parcialmente expostos e fragmentados (figuras 94, 96, 98). Não foram encontrados dentes em nenhum morfótipo. O amplo quadrado tem sua região proximal significativamente preservada em 1 dos exemplares (Figura 100).

O pré-opercular (Figura 98) apresenta o ramo dorsal preservado nos espécimens do MPE-RC, entretanto o ventral está fragmentado para todos aqueles analisados. Do aparato opercular, o opérculo (figuras 94, 96) é visível, ainda que em pequenas porções, e o subopercular encontra-se também muito deteriorado (Figura 94). O interopercular está conservado em 1 dos espécimens (Figura 96). Cleitro e supracleitro (figuras 98, 100), quando presentes, estão fragmentados.

Sobre os elementos apendiculares, a nadadeira anal está mais próxima ou mais distante da caudal em alguns morfótipos. Ainda que não seja considerada como uma característica diagnóstica para o estabelecimento de uma segunda espécie, pode ser um subsídio para futuras redescritões.

5.11.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Formação Santana, Membro Romualdo (SANTOS, 1991; KELLNER & CAMPOS, 1999; MAISEY, 1999; FARA *et al.*, 2005); Bacia Sergipe-Alagoas, Membro Taquari (MAISEY, 1999; MAISEY & MOODY, 2001), Formação Riachuelo (SANTOS, 1985, 1991); Bacia do Parnaíba, Formação Codó (SANTOS, 1991).



Figura 92. *Tharrhias araripis*, espécimen 1; ST: aproximadamente 295 mm; SL: aproximadamente 250 mm; SH: 60,06 mm; OD: 9,68 mm; BD: aproximadamente 44,14 mm.

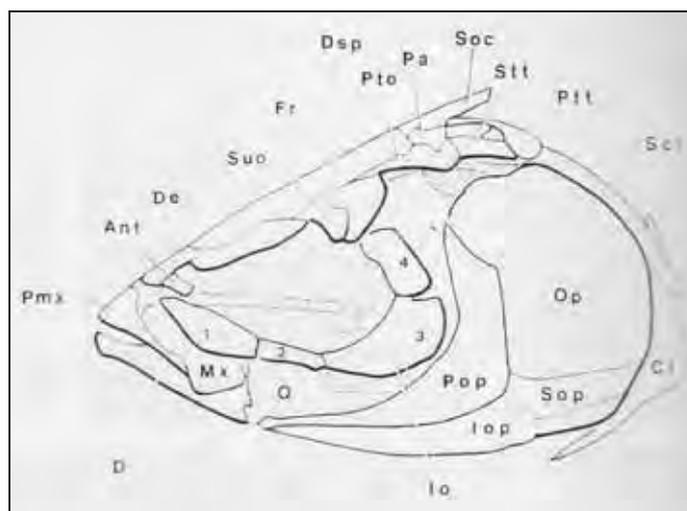


Figura 93. Esquema do crânio de *Tharrhias araripis* (BLUM, 1991).



Figura 94. Detalhe do espécimen 1 de *Tharrhias araripis*. **D:** dentário; **Fr:** frontal; **?Mx:** possível fragmento do maxilar; **Op:** opérculo; **Sop:** subopercular.



Figura 95. *Tharrhias araripis*, espécimen 2; ST: aproximadamente 223 mm; SL: aproximadamente 193 mm; SH: 44,94 mm; OD: 6,78 mm; BD: --.



Figura 96. Detalhe do espécimen 2 de *Tharrhias araripis*. **D:** dentário; **Iop:** interopérculo; **Op:** opérculo.



Figura 97. *Tharrhias araripis*, espécimen 3; ST: aproximadamente 236 mm; SL: aproximadamente 208 mm; SH: 54,11 mm; OD: --; BD: aproximadamente 45,94 mm.



Figura 98. Detalhe do espécimen 3 de *Tharrhias araripis*. Cl: cleitro; D: dentário; Fr: frontal; Mx: maxila; Pop: pré-opérculo.



Figura 99. *Tharrhias araripis*, espécimen 4; ST: aproximadamente 227 mm; SL: aproximadamente 205 mm; SH: 50,84 mm; OD: 8,20 mm; BD: 38,64 mm.



Figura 100. Detalhe do espécimen 4 de *Tharrhias araripis*. Cl: cleitro; Q: quadrado.

5.12. *Dastilbe crandalli*

5.12.1. Taxonomia

Actinopterygii COPE, 1887

Neopterygii REGAN, 1923

Ostariophysii ROSEN & GREENWOOD, 1970

Gonorynchiformes FINK & FINK, 1981

Dastilbe JORDAN, 1910

5.12.2. Espécie-tipo

Dastilbe crandalli JORDAN, 1910.

5.12.3. Diagnose

Gonorrynquiforme com 36 - 39 vértebras; maxilas sem dentes, curtas, que não se estendem além da margem anterior da órbita; dentário bastante alto na região central (GRANDE & POYATO-ARIZA, 1999); margens horizontal e vertical do pré-opercular quase iguais em comprimento, sendo a primeira ligeiramente mais curta (BLUM, 1991), o que não se coaduna com o esquema de DIETZE (2007), que apresenta as duas porções do pré-opercular com o mesmo comprimento, e ângulo entre as bordas de quase 90 ° e relativamente fino, não sendo largamente arredondado; hiomandibular ântero-posteriormente amplo; primeira costela pleural ligeiramente aumentada; arcos neurais acima das primeiras quatro vértebras alargadas; P 10 - 13; Do 13; V 09; A 08 - 10; nadadeira pélvica se originando abaixo da porção mediana da nadadeira dorsal; nadadeira anal com origem mais posterior, superior à metade da distância entre as nadadeiras pélvica e caudal; nadadeira caudal composta por 19 raios principais; esqueleto caudal formado por 2 centros urais principais, 6 hipourais, 2 epiurais, 2 uroneurais e 2 para-hipourais (o terceiro para-hipoural suporta apenas os raios pró-correntes) (BLUM, 1991).

5.12.4. Espécies do gênero

Dastilbe crandalli JORDAN, 1910.

5.12.5. Holótipo

Pittsburgh, Museu de História Natural Carnegie, CMNH 5247 / 91.

5.12.6. Localidade-tipo

Maceió, Riacho Doce, Formação Maceió.

5.12.7. Discussão

No âmbito do MPE-RC existem 1.096 morfótipos deste gênero. Deste total 400, dos quais 6 apresentam mais de 7 cm, foram analisados sob estereomicroscópio. Entretanto muitas das características diagnósticas não puderam ser observadas, devido à qualidade de preservação dos pequenos elementos ósseos. Um número de 5 espécimens foram analisados morfometricamente (figuras 101, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112). Os maiores apresentam a maior altura corporal no crânio, e os menores, com comprimento total inferior à 50 mm (figuras 109, 110, 111, 112), exibiram a maior altura do corpo no aparato opercular.

No branquiocrânio, o dentário encontra-se ausente em muitos espécimens, mas aqueles que o portam apresentam morfologia ligeiramente distinta, com a região anterior mais ou menos côncava (figuras 102, 103, 104, 106, 108). Nenhum dos espécimens observados apresenta dentes. O quadrado geralmente está ausente, e quando presente há fragmentos de sua região proximal. O pré-opercular apresenta-se anguloso (figuras 106, 108), havendo um amplo opercular (Figura 104).

Da série circum-orbital, nenhum infraorbital foi encontrado, embora DIETZE (2007) tenha acusado a presença de 3 destes elementos (Figura 102). Os frontais encontram-se geralmente com a região proximal preservada (figuras 104, 106).

No esqueleto apendicular DIETZE (2007) observou a seguinte contagem de raios: P 10 - 12; Do 10 - 11; V 07 - 09; A 08 - 09. Os espécimens depositados no MPE-RC apresentam, quando completas, as nadadeiras peitorais, cuja contagem de raios esteve entre 10 e 13. Características do complexo caudal não foram analisadas.

BRITO & AMARAL (2008) consideram *Dastilbe* um gênero monoespecífico, devido à plasticidade de alguns caracteres, como tamanho e formato distintos do dentário serem características ontogenéticas, variação do número de raios da nadadeira peitoral talvez resultante do processo de fossilização, contagem vertebral variando entre 35 - 39. Assim as espécies *D. elongatus*, *D. moraesi* e *D. minor* seriam sinonímia de *D. crandalli*. No entanto, no âmbito dos 400 exemplares que foram observados sob esteromicroscópio, apenas em 12 deles as vértebras puderam ser contadas. Destes 12 espécimens, 1 apresenta 29 vértebras, 1 deles 30 vértebras, 1 mostrou 32 vértebras, 2 mostraram 33 vértebras, 2 apresentaram 34 vértebras, 2 mostraram 35 vértebras, e 3 tinham, respectivamente, 36, 37 e 38 vértebras. A contagem de raios foi comprometida em função da preservação, assim como a morfologia do dentário.

Também a morfologia dos frontais, opercular e hipourais são ligeiramente diversas daquelas apresentadas pela bibliografia pertinente. Visto que não houve preparação dos fósseis, a resolução de algumas características fica comprometida, mas a contagem vertebral talvez seja o indicativo da existência de outra espécie de *Dastilbe*.

5.12.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Membro Crato (SANTOS 1991; KELLNER & CAMPOS, 1999; MAISEY, 2000; LEAL & BRITO, 2004); Bacia Sergipe-Alagoas, formações Maceió e Morro do Chaves (CARVALHO & SOUZA LIMA, 2002); Bacia Tucano, Formação Marizal (SANTOS, *op. cit.*); Bacia do Parnaíba, Formação Itapecuru; Guiné Equatorial, Bata (BRITO & AMARAL, 2008); Bacia de São Francisco, Formação Areado (SANTOS & CARVALHO, 2009).



Figura 101. *Dastilbe crandalli*, espécimen 1; ST: 128,39 mm; SL: 100,88 mm; SH: 33,41 mm; OD: –; BD: 16,46 mm.

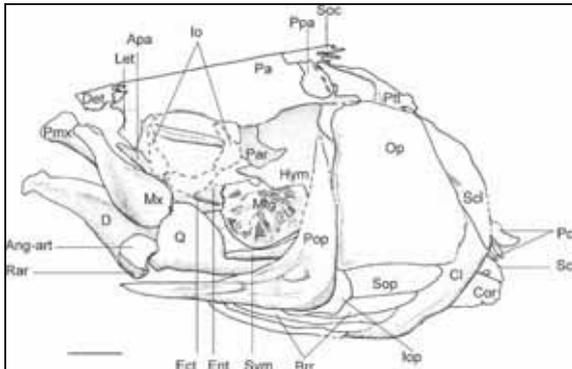


Figura 102. Esquema do crânio de *Dastilbe crandalli*; a escala é 5 mm (DIETZE, 2007).

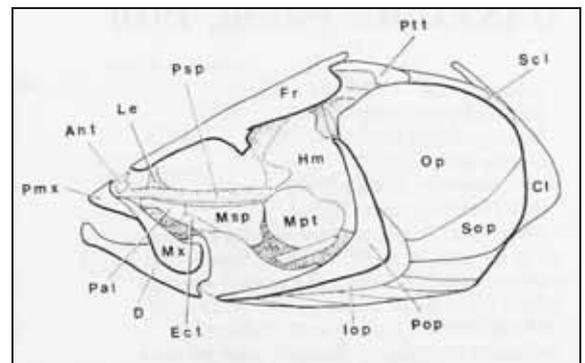


Figura 103. Esquema do crânio de *Dastilbe elongatus* (BLUM, 1991).



Figura 104. Detalhe do espécimen 1 de *Dastilbe crandalli*. **D**: dentário; **Fr**: frontal; **Mx**: maxila; **Op**: opérculo; **Soc**: crista supraoccipital.



Figura 105. *Dastilbe crandalli*, espécimen 2; ST: 104,01 mm; SL: 81,95 mm; SH: 28,25 mm; OD: --; BD: 10,80 mm.



Figura 106. Detalhe do espécimen 2 de *Dastilbe crandalli*. **D**: dentário; **Fr**: frontal; **Mx**: maxila; **Pop**: pré-opérculo.



Figura 107. *Dastilbe crandalli*, espécimen 3; ST: aproximadamente 156,38 mm; SL: aproximadamente 112,3 mm; SH: 36,9 mm; OD: 5,68 mm; BD: 20,40 mm.



Figura 108. Detalhe do espécimen 3 de *Dastilbe crandalli*. **D**: dentário; **Mx**: maxila; **Q**: quadrado; **?Pop**: possível fragmento do ramo vertical do pré-opérculo; **Sop**: subopercular.



Figura 109. *Dastilbe crandalli*, espécimen 4; ST: aproximadamente 26,53 mm; SL: aproximadamente 20,60 mm; SH: 5,45 mm; OD: 1,42 mm; BD: 3,27 mm.



Figura 110. Detalhe do espécimen 4 de *Dastilbe crandalli*.



Figura 111. *Dastilbe crandalli*, espécimen 5; ST: cerca de 40,36 mm; SL: 32,01 mm; SH: 8,62 mm; OD: cerca de 2,00 mm; BD: 5,77 mm.



Figura 112. Detalhe do espécimen 5 de *Dastilbe crandalli*.

5.13. *Iansan beurleni*

5.13.1. Taxonomia

Rajiformes BERG, 1940

Rhinobatoidei FOWLER, 1941

Rhinobatidae MÜLLER & HENLE, 1838

Iansan BRITO & SERET, 1996

5.13.2. Espécie-tipo

Rhinobatos beurleni SANTOS, 1968.

5.13.3. Diagnose

Rinobátido de pequeno tamanho, com cerca de 500 mm de comprimento, e focinho obtuso (MAISEY, 1991; BRITO & SERET, 1996); longa cartilagem rostral, compreendendo 55 % - 60 % do comprimento craniano, estendendo-se até a extremidade do focinho; nadadeiras peitorais radiais, atingindo o nível da cápsula nasal; cartilagem ântero-orbital em formato de chifre, pequena e não articulada ao propterígio; uma fontanela ampla e alongada, com ampla e vertical margem posterior; cintura pélvica como uma barra ligeiramente curva, com curto e massivo processo pré-pélvico e fino processo pós-pélvico, semelhante a um gancho; denticulos dermais como revestimento, de coroa rombóide e superfície lisa; dentes muito pequenos, homodontes; existem 47 - 51 radiais peitorais; ocorrem cerca de 29 centros vertebrais no tronco (BRITO & SERET, *op. cit.*).

5.13.4. Espécies do gênero

Iansan beurleni (SANTOS, 1968) BRITO & SERET, 1996.

5.13.5. Holótipo

Bacia do Araripe, Formação Santana; Pernambuco, Lagoa de Dentro; Escola de Geologia de Pernambuco, EGP N° 2510.

5.13.6. Localidade-tipo

Pernambuco, Chapada do Araripe, Município de Araripina.

5.13.7. Discussão

No âmbito do MPE-RC existem 9 espécimens de *Iansan beurleni*, representados por porções significativas de morfótipos completos. Os exemplares depositados no acervo apresentam poucos elementos identificáveis fora da matriz (figuras 113, 116, 117).

É visível a região proximal do rostro (Figura 116) em um dos espécimes do MPE-RC, em vista dorsal sendo alongado (Figura 115), projetado para frente e formando uma peça não-segmentada. Em vista lateral apresenta notáveis sulcos longitudinais. Possui uma longa fontanela anterior. As cápsulas nasais têm formato oval, com paredes pouco espessas e expandidas lateralmente.

O processo pré-orbital é pobremente desenvolvido, e separado da cartilagem supraorbital por um estreito sulco. O processo ântero-orbital é pequeno e em forma de chifre (Figura 114); suas bases sendo amplas e côncavas, articulando-se lateral e externamente com a borda das cápsulas nasais. A borda anterior é ligeiramente delgada e convexa. Sobre a região orbital está a cartilagem supra-ótica (BRITO & SERET, 1996).

O arco mandibular está muito próximo às cápsulas nasais. O pálato-quadrado e a Cartilagem de Meckel (Figura 117), esta última apresentando orientação paralela ao pálato-quadrado, são grandes e aproximadamente de mesmo tamanho. O pálato-quadrado é medialmente reto, com a extremidade lateral curva (BRITO & SERET, 1996).

A cintura peitoral (figuras 116, 117) é ampla, assim como as nadadeiras peitorais, que não atingem o nível do rostro. A cintura pélvica é formada por uma contínua e ligeiramente curva barra (Figura 113), com um curto processo pré-pélvico.

A dentição é homodonte. Os dentículos dérmicos são típicas escamas placóides, escudos de pequeno tamanho, nunca observados em outro rinobátido. As escamas são placas rombóides basais, fortemente imbricadas (BRITO & SERET, 1996).

5.13.8. Distribuição

Bacia do Araripe, Formação Santana (MAISEY, 1991; FARA *et al.*, 2005).



Figura 113. *Iansan beurleni*, espécimen 1; ST: aproximadamente 250 mm. ?Pg: possível elemento da cintura pélvica.

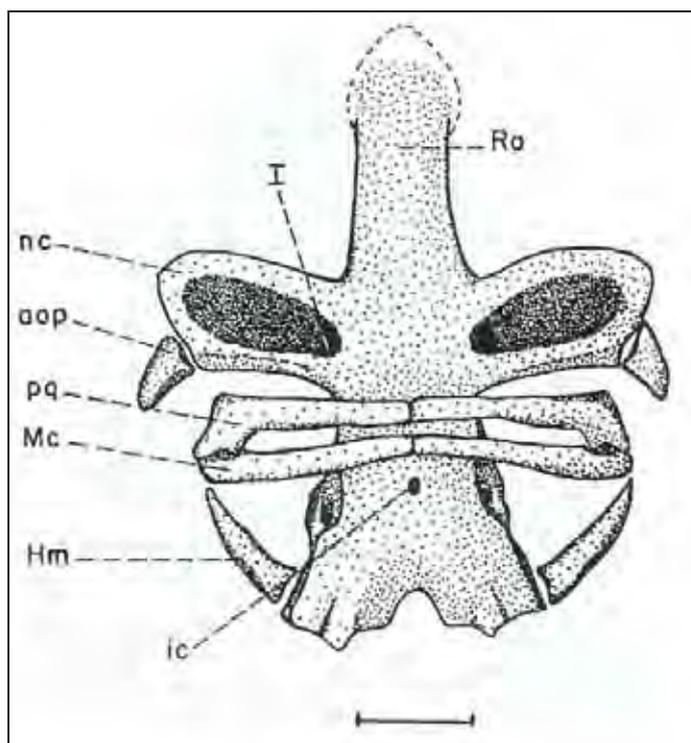


Figura 114. Esquema do crânio de *Iansan beurleni*, em vista ventral; escala de 1 cm (BRITO & SERET, 1996).

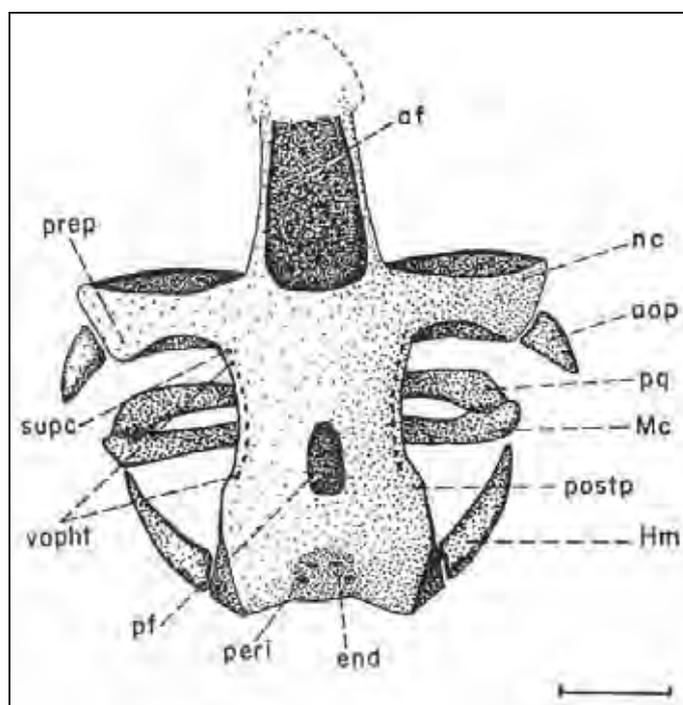


Figura 115. Esquema do crânio de *Iansan beurleni*, em vista dorsal; escala de 1 cm (BRITO & SERET, 1996).



Figura 116. Detalhe do espécimen 1 de *Iansan beurleni*. **Ro**: rostro; **Scap**: escápula-coracóide.

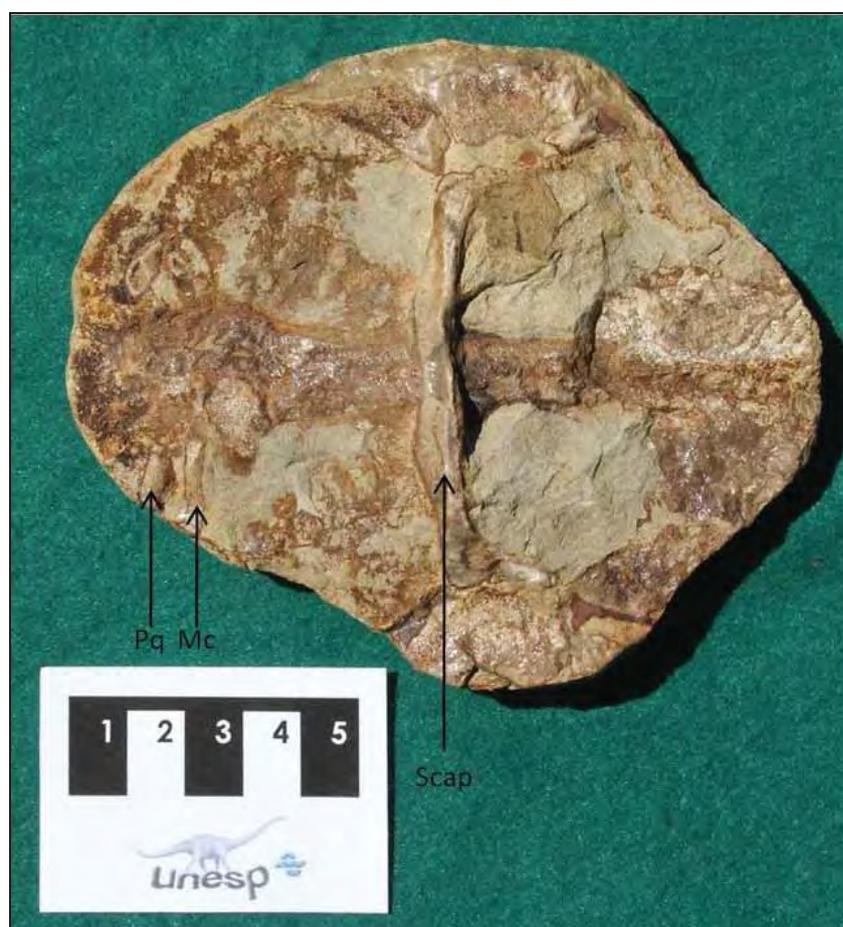


Figura 117. Espécimen 2 de *Iansan beurleni*. **Mc**: Cartilagem de Meckel; **Pq**: pálateo-quadrado; **Scap**: escápula-coracóide.

6. PALEOBIOGEOGRAFIA

O conhecimento da paleoictiofauna da Formação Santana, assim como outras unidades geológicas do Cretáceo Inferior-médio do Brasil, especialmente na região Nordeste, podem auxiliar na reconstrução paleogeográfica da Bacia do Araripe, em relação às outras bacias sedimentares desta região.

A Formação Santana é a mais fossilífera e, em seus depósitos, especialmente nas concreções calcárias, são encontradas expressivas quantidades de peixes fósseis. Esta sequência possivelmente foi produto de ciclos transgressivos - regressivos globais, que permitiram deposição e preservação dos depósitos marinhos na região Nordeste do Brasil.

No Membro Crato, os calcários laminados, com ligeiras ondulações, podem indicar um ambiente de águas calmas. No Membro Ipubi, os evaporitos, que representam um horizonte estratigráfico de grande importância para interpretações paleoecológicas da Bacia do Araripe (MAISEY, 1991), teriam tido sua precipitação acentuada e generalizada associada ao incipiente Atlântico Sul, devido à ligação pouco estável da Bacia do Araripe com o mar aberto, somado ao clima semi-árido do Aptiano-Albiano (CESERO & PONTE, 1997).

Para SILVA (1988), o isolamento paleogeográfico da bacia, aliado ao clima semi-árido, criariam condições propícias à evaporação da laguna, que se tornaria efêmera. Assim os evaporitos seriam produtos de ambientes costeiros, possivelmente lagunas evaporíticas, com fluxos periódicos de águas marinhas, com intensa evaporação de água, o que viabilizaria a concentração de sais.

O Membro Romualdo apresenta litofácies carbonáticas e pelíticas, características de ambiente lagunar, em transição para marinho. Em determinados níveis estratigráficos apresenta concreções coquinóides, equinodermos e ictiofauna tida como marinha, além de outros vertebrados continentais terrestres, o que pode ser indicativo de proximidade com a costa (CHAGAS, 2006).

A distribuição dos peixes fósseis da Formação Santana contraria a hipótese de que a Chapada do Araripe foi uma bacia intracontinental isolada. Alguns de seus componentes paleoictiológicos também estão presentes em outras bacias sedimentares brasileiras de mesma idade geológica, o que permite concluir ter havido alguma comunicação entre aquelas cronologicamente equivalentes (SANTOS, 1991; MAISEY 1991, 2000). Como fator adicional, alguns dos táxons, considerados elementos de faunas marinhas, também são encontrados em outros países como Guiné Equatorial, Venezuela, México, Marrocos,

Colômbia (MOODY & MAISEY, 2001; SANTOS & OLIVEIRA, 1994 *apud* MAISEY, 2000; BRITO & AMARAL, 2008) (Figura 118).

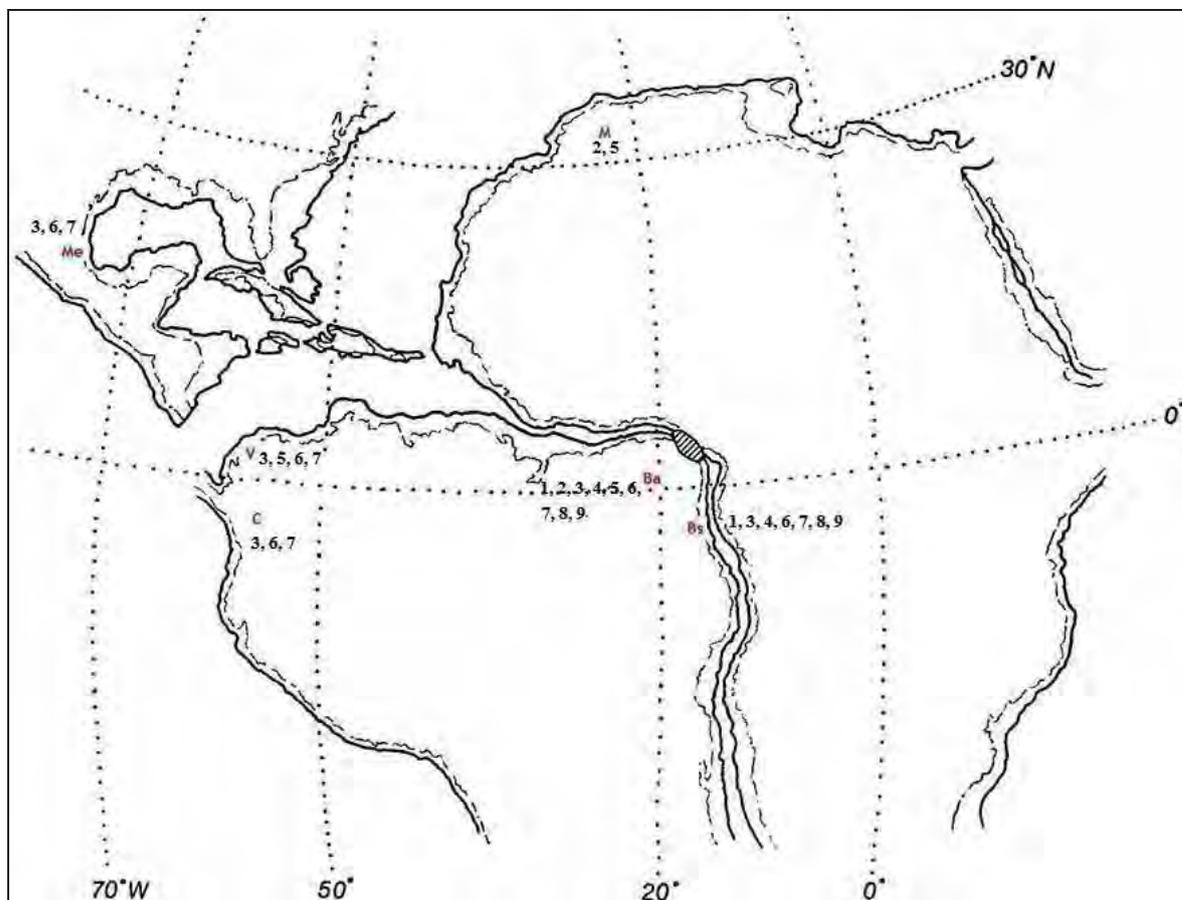


Figura 118. Distribuição de peixes marinhos na porção Ocidental do Gondwana, durante Cretáceo Inferior-médio (principalmente Aptiano-Albiano). Localidades: **Ba**: Brasil, Bacia do Araripe, Formação Santana e Bacia do Parnaíba; **Bs**: Brasil, Bacia Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo; **V**: Venezuela; **C**: Colômbia; **Me**: México; **M**: Marrocos (exceto *Araripichthys*. A distribuição para este táxon nesta localidade data do Turoniano). Legenda dos gêneros: 1. *Neoprosclinetes*, 2. *Calamopleurus*, 3. *Vinctifer*, 4. *Cladocycclus*, 5. *Araripichthys*, 6. *Notelops*, 7. *Rhacolepis*, 8. *Tharrhias*, 9. *Dastilbe* (modificado de MAISEY, 2000).

Também a presença de uma fauna de peixes das concreções, contendo morfótipos que são bem conhecidos em paleoambientes marinhos, como *Vinctifer*, *Neoprosclinetes*, *Cladocycclus*, *Brannerion*, *Notelops*, *Iansan* (MARTILL, 1988), indica no mínimo alguma comunicação com o oceano.

A Formação Santana teria se iniciado por um mergulho epirogênico geral, para o sul, bem como principalmente para oeste. Uma correlação paleogeográfica pode sugerir comunicação da Bacia do Araripe com:

(a) Bacia do Parnaíba, a oeste, no Estado de Maranhão, no momento de deposição da Formação Codó;

- (b) bacias de Recôncavo-Tucano, a sul / sudeste, no Estado da Bahia, no momento de deposição respectivamente de Formação Marfim, Grupo Ilhas e Formação Marizal;
- (c) Bacia Sergipe-Alagoas, na costa atlântica, relacionada com a Formação Riachuelo (Membro Mearim), no Estado de Sergipe, e com a Formação Muribeca, no Estado de Alagoas (SANTOS, 1991; ASSINE, 2000).

Parte da paleoictiofauna é compartilhada pela Bacia do Araripe e aquelas supracitadas (BRITO, 1994). A Bacia do Parnaíba apresenta fósseis de *Araripelepidotes temnurus*, *Vinctifer*, *Cladocyclus*, *Brannerion latum*, *Notelops brama*, *Rhacolepis* e *Tharrhias araripis* (SANTOS, 1991; MAISEY, 2000); a Bacia Recôncavo-Tucano, durante a deposição da Formação Marizal, apresenta fósseis de *Calamopleurus*, *Vinctifer*, *Cladocyclus* e *Dastilbe crandalli* (SANTOS, 1991; KELLNER & CAMPOS, 1999; MAISEY, 2000; LEAL & BRITO, 2004; BRITO & ALVARADO-ORTEGA, 2008); e a Bacia Sergipe-Alagoas, Formação Riachuelo, apresenta espécimens de *Neoproscinetes penalvai*, *Vinctifer*, *Cladocyclus*, *Notelops brama*, *Rhacolepis*, *Tharrhias araripis* e *Dastilbe crandalli* (SANTOS 1985 *apud* SANTOS, 1991; MAISEY, 2000; MAISEY & MOODY, 2001) (Figura 119).

A comunicação da Bacia do Araripe em direção a norte / nordeste, com a Chapada de Apodi, na Bacia Potiguar, Estado do Rio Grande do Norte, pode não ser plausível, pois a sequência cretácica de Apodi teria iniciado sua deposição muito depois do Aptiano (SANTOS, 1991; BRITO, 1994).

A semelhança da Bacia do Araripe com a equivalente de Parnaíba é impressionante, não apenas paleontológica, bem como litologicamente. O perfil estratigráfico da Formação Codó, que também inclui evaporitos (gipsita), é concordante com o Membro Ipubi da Formação Santana (BRITO, 1994).

As relações paleogeográficas entre a Bacia do Araripe, em direção a leste, e a Bacia Sergipe-Alagoas, recentemente se mostraram mais marcantes devido à descoberta de morfótipos comuns (BRITO, 1994; MAISEY, 2000; MAISEY & MOODY, 2001). A presença de algumas espécies presentes em ambas as bacias, nos depósitos betuminosos, confirma a possibilidade de terem sido conectadas. Esta conexão não abrangeria apenas a Bacia do Araripe, mas também incluiria as bacias de Recôncavo-Tucano.

Na Formação Santana, a ocorrência de extensa jazida de gipsita sugere uma bacia intracontinental, sob condições de clima árido, que provocou intensa evaporação, mas simultaneamente a existência de algum tipo de ligação com o oceano, pela qual entrava água marinha, durante um período relativamente longo. Ainda que temporariamente, durante o

período de deposição da Formação Santana, estabeleceu-se um ambiente marinho (vide a presença de equinodermos), com salinidade elevada (BEURLEN, 1963).

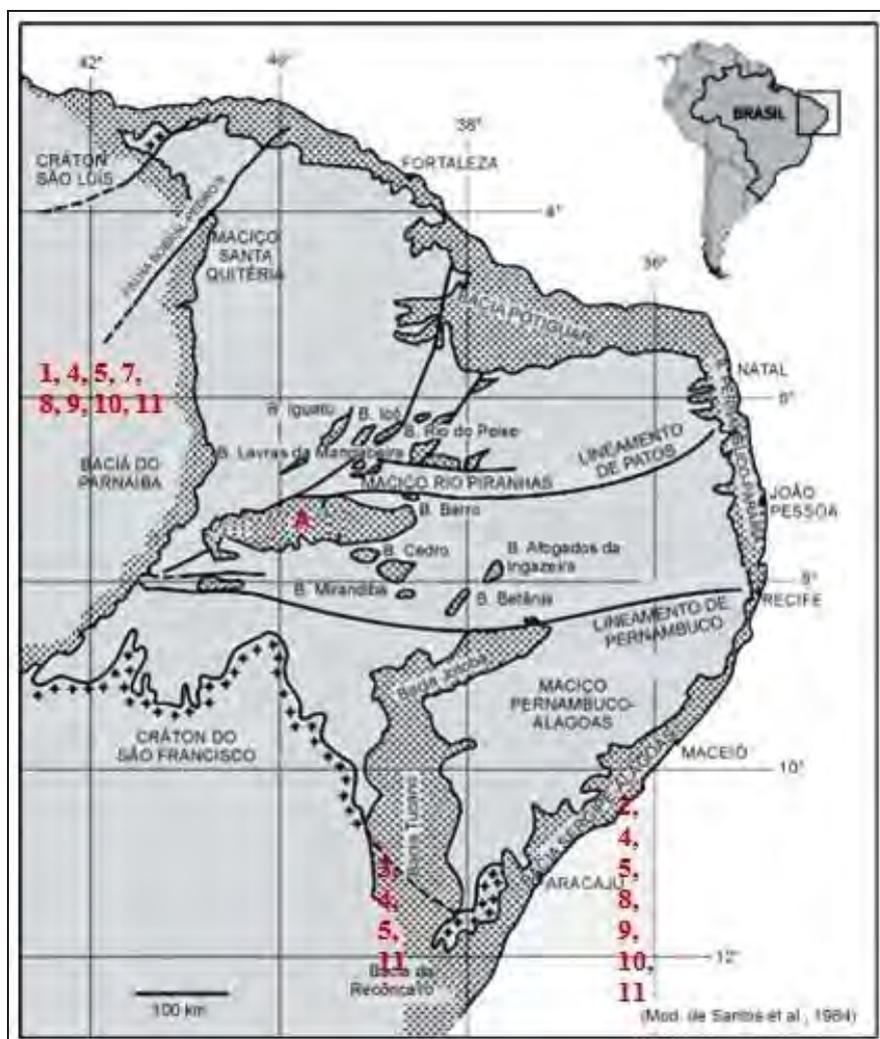


Figura 119. A: Bacia do Araripe; **1** Bacia do Araripe; **1:** *Araripepidotes*; **2:** *Neoproscinetes*; **3:** *Calamopleurus*; **4:** *Vinctifer*; **5:** *Cladocycclus*; **6:** *Araripichthys*; **7:** *Brannerion*; **8:** *Notelops*; **9:** *Rhacolepis*; **10:** *Tharrhias*; **11:** *Dastilbe* (modificado de ARAI, 2006).

Segundo MOURA & BORGUI (2005), o Membro Romualdo possui interpretações paleoambientais divergentes (lacustre *versus* marinho), em parte pela carência dos estudos detalhados de fácies, ou pela diversidade fossilífera, cujo conteúdo apresenta elementos faunísticos tidos como tolerantes a ambientes lacustres, como *Calamopleurus* (GRANDE & BEMIS, 1998) e fauna tida como marinha (presença de equinodermos), que conduzem a incertezas nas interpretações paleoecológicas e paleogeográficas. A descrição de fácies e a interpretação de suas sucessões, permitiram a identificação de um modelo deposicional deltaico - lacustre / marinho.

O período em que a Formação Santana apresentou ligação com o oceano pode ter ocorrido mais de uma vez. Para BEURLEN (1963), após uma primeira ingressão marinha, a ligação da Bacia do Araripe com o oceano fechou-se, gerando um paleoambiente restrito, no qual houve uma redução gradativa e pronunciada de salinidade. Um novo abaixamento epirogênico provocou, durante a última fase de deposição da Formação Santana, uma nova ingressão marinha, desta vez com uma ligação mais ampla para o oceano, possibilitando certo intercâmbio e a existência de uma pequena fauna marinha, pelo menos na porção ocidental da Bacia do Araripe, enquanto na oriental persistiram as condições lagunares ou salobras. Possivelmente existia uma pequena elevação entre as partes oriental e ocidental da Bacia do Araripe, que impediu um livre intercâmbio.

A reconstrução paleogeográfica neste intervalo de tempo é matéria controversa, tendo sido previamente aventados três sentidos de ingressão marinha:

- (a) a partir da Bacia Sergipe-Alagoas (BEURLEN, 1971; MABESOONE & TINOCO, 1973);
- (b) a partir da Bacia Potiguar (BEURLEN, 1962; LIMA, 1978; PETRI, 1987; MACHADO *et al.*, 1989);
- (c) a partir da Bacia do Parnaíba (BRAUN, 1966; BEURLEN & MABESOONE, 1969; MEDEIROS, 1990).

Neste aspecto, uma ferramenta potencial para esta reconstrução paleogeográfica pode ser encontrada em medidas de paleodrenagem. O declive topográfico controla o sentido de águas em superfície, de forma que as paleocorrentes indicam o mergulho deposicional e a paleodrenagem continental, à época da sedimentação das diferentes sequências estratigráficas. As medidas de paleocorrentes efetuadas por ASSINE (1992, 1994) e CHAGAS (2006) trazem grandes contribuições sobre o sentido da ingressão de água marinha no continente.

Considerando que as paleocorrentes fluviais das formações Barbalha (Bacia do Araripe) e Marizal (Bacia Tucano Norte) indicam paleodrenagem para sul / sudeste, e que os rios, em última análise, correm para o mar, o caminho mais natural para a ingressão é justamente no sentido oposto àquele da paleodrenagem continental, ou seja, de Sul / Sudeste para norte / noroeste (ASSINE, 1992).

Estes dados de paleocorrentes corroboram as observações de SANTOS (1991), sugerindo que a ingressão marinha teria ocorrido na Bacia do Araripe através das áreas mais baixas, os vales fluviais, proveniente da Bacia Sergipe-Alagoas, onde os sedimentos albianos são marinhos. Tal constatação encontra suporte nas observações de SANTOS (1982), para quem, em direção oeste estão progressivamente representadas as unidades cada vez mais novas, sendo a seção completa da Formação Santana observada apenas a leste.

Em trabalho mais recente, FARA *et al.* (2005) apresentam dados sobre a orientação de 233 concreções do Membro Romualdo. A orientação destas estruturas é bimodal, sendo o eixo principal NW-SE e o secundário N-S. Além disto, os autores não creem na possibilidade do retrabalhamento das concreções, visto que a energia necessária para isto é incompatível com as evidências sedimentológicas

O período de deposição da Formação Santana foi provavelmente encerrado por movimentos epirogênicos que causaram um ligeiro levantamento da zona da faixa paleozoica do Piauí, constituindo-se assim em uma elevação de direção norte / sul, que separou a área de Araripe da Bacia do Maranhão. Permaneceu na porção oriental da área (região de Ipubi - Araripina) da ampla Bacia Santana, com ligeiras influências marinhas, uma região restrita, de águas continentais, representada por argilitos e siltitos laminados. Intercalam-se entre as formações Santana e Exu, apresentando conchóstracos (PONTE & APPI, 1990).

6.1. Concreções

As concreções calcárias da Bacia do Araripe são conhecidas por diversidade, abundância e excelência dos fósseis nela contidos. Estas estruturas ocorrem nos estratos mais superiores da Formação Santana (MAISEY, 1991).

Para WEEKS (1953), ambientes onde o limo carbonático ambiental estivesse em contato com dióxido de carbono livre, facilitando a rápida precipitação de carbonato de cálcio em torno de um corpo que induzisse esta precipitação, formariam posteriormente concreções calcárias.

MENDES (1960), tecendo considerações sobre as concreções calcárias elipsóides, ocorrentes na porção cearense da Bacia do Araripe, descreveu sua provável formação, baseando-se no trabalho de WEEKS (1953): “elas parecem ter-se formado durante a marcha da decomposição da matéria orgânica, tendo o carbonato de cálcio se concentrado na imediata vizinhança do fóssil, devido à alcalinidade gerada pela amônia desprendida. Por isto estes ictiólitos têm a forma aproximadamente concordante com a do peixe que encerram”. AMARAL (1971) acrescentou que os ictiólitos da Bacia do Araripe são de origem singenética.

MARTILL (1988) detalhou o modelo de formação dos ictiólitos, adicionando como condição necessária a existência de um ambiente hipersalino, saturado por carbonatos e cálcio. Este mesmo autor utilizou o termo “efeito medusa” para designar esta preservação

geologicamente instantânea, que considerou ter ocorrido nas concreções da Formação Santana.

Segundo LIMA *et al.* (2007), em casos onde o ambiente exibe caráter alcalino, é induzida a precipitação precoce de carbonato de cálcio, como substância mineralizadora, em torno das estruturas orgânicas.

Utilizando o modelo de MARTILL (1988), MAISEY (1988, 1991) também tratou da formação das concreções calcárias. Registrou que o processo de formação da matriz calcária ocorre com mais rapidez que a deposição da rocha hospedeira, impedindo a decomposição dos restos dos organismos e mantendo a forma tridimensional do organismo quando fossilizado. Expôs a relação existente entre local de ocorrência das concreções e suas características morfológicas e litológicas, que está sintetizada a seguir.

(a) Na região de Santana, as concreções são geralmente ovóides, a maior parte com 25 - 30 cm de comprimento, em raros casos excedem 40 - 46 cm. Sobre a disposição destas concreções em seção estratigráfica, FARA *et al.* (2005) afirmam não existir relação aparente entre comprimento da concreção e sua posição na seção. A matriz é de cor creme, pouco laminada e de aparência granular, com ostrácodos e / ou pequenos nódulos de argilitos ou de matéria orgânica. Nesta litologia, *Tharrhias* é o peixe fóssil mais abundante, seguido por pequenos *Brannerion* e raros exemplos de pequenos *Vinctifer*, *Calamopleurus* e *Cladocyclus*. Restos de vegetais e tetrápodos terrestres também ocorrem neste tipo de concreção (MAISEY, 1991).

Muitos peixes fósseis apresentam um resíduo branco argiloso entre seus ossos e escamas. Aparentemente seriam restos mal lixiviados de fibras musculares e outros tecidos não resistentes recém-calcificados. As concreções calcárias da Bacia do Araripe contêm ossos excepcionalmente bem preservados, em geral sendo reconhecidas, por paleontólogos, como produtoras de melhores resultados, após preparação química com ácidos. No interior de muitas cavidades ósseas, incluindo as endocranianas, aparentemente nunca houve preenchimento com matriz ou calcita secundária. Em muitos casos revelam estruturas osteológicas internas até sem preparação (MAISEY, 1991).

(b) Na área de Jardim ocorrem ictiólitos de maior porte que em Santana. São externamente avermelhados e de forma irregular, correspondendo ao contorno do fóssil contido, cujas extremidades são desgastadas, mostrando-o quase desenterrado da concreção e sem ossos comprimidos (MAISEY, 1991).

Os fósseis ocorrem em geral dispostos em posição transversal em relação à matriz bastante laminada, que pode apresentar carapaças de ostrácodos, fragmentos carbonificados

de vegetais, pequenos cristais de pirita e outros minerais de ferro, além de mostrar alto teor de argilas (MAISEY, 1991).

(c) Na região de Missão Velha constataram-se concreções também bastante grandes, arredondadas, com pirita junto aos fósseis, e matriz de laminação heterogênea, cinzenta, bastante densa, com restos de dinoflagelados, moluscos e crustáceos (MAISEY, *op. cit.*).

Este tipo de fossilização ocorre na Bacia do Araripe por uma feliz conjunção de fatores (MARTILL 1989, 1990, 1994): abundância de fauna, mortandade abundante, ambiente calmo, soterramento rápido, ausência de seres detritívoros, ausência de pressão suficiente para achatar os cadáveres caídos no fundo subaquoso.

Em trabalho mais recente, BRIGGS (2003) atribuiu a formação da concreção à atividade microbiana. A fragmentação da carcaça em ambiente aquático dependeria da fonte de energia e do decaimento microbiológico, condições de anoxia impedindo a atividade de necrófagos microscópicos, pois a quantidade de oxigênio requerida para tal atividade é alta, e sua difusão entre tecidos e sedimento pode ser baixa. Entretanto muitos necrófagos apresentam atividade anaeróbia. Uma vez que todo o oxigênio tenha sido utilizado, o decaimento poderia ser feito por outros aceptores de elétrons, um deles utilizando SO_4 , cuja redução resultaria na formação de FeS .

Ainda utilizando o trabalho de BRIGGS (2003): “Na formação de FeS em experimentos laboratoriais, quando a quantidade de carbono utilizável é restrita, a produção de H_2 durante a oxidação do FeS pelo H_2S , pode prover energia adicional à bactéria. Neste ínterim, o cálcio na água combina-se com o bicarbonato produzido pela reação do sulfato, para produzir carbonato de cálcio, que geralmente atinge supersaturação em sedimentos, resultando em condições que levam à formação de concreção”.

Sobre a fosfatização de tecidos não-resistentes, o fator crítico é a disponibilidade do fósforo no ambiente, que pode ser oriundo de (1) decaimento da matéria orgânica, (2) aglomerados microbianos que o fixam organicamente, (3) ciclo redox na coluna de água. Independente da fonte, experimentos laboratoriais mostraram que a fosfatização de tecidos não-resistentes é favorecida quando ocorre em condições aproximadamente anóxicas, em que a diminuição do pH é mantido por tempo suficiente para inibir a precipitação de $CaCO_3$ (WILBY *et al.*, 1996; BRIGGS & WILBY, 1993).

VIANA (1998) analisou a composição de restos de peixes e concreções calcárias da Formação Santana, evidenciando que os restos de moluscos e ostrácodos foram recristalizados com calcita rica em magnésio, manganês e ferro, mostrando uma composição química similar àquela da matriz.

MEDEIROS (2004) sintetizou o conhecimento sobre as concreções calcárias da Bacia do Araripe, com base em alguns trabalhos anteriores.

Mais recentemente, FARA *et al.* (2005) investigaram a ocorrência de 233 concreções calcárias oriundas da Formação Santana, na região de Santana do Cariri, constatando feições características em distribuição, direção, forma e conteúdo das concreções encontradas em diferentes níveis da sequência sedimentar estudada. De modo geral observou-se que as concreções de maior porte, com orientação preferencial noroeste / sudeste, ocorrem nos níveis mais superiores da unidade, onde há maior abundância do peixe *Vinctifer comptoni*. Nos níveis mais inferiores desta sequência, os peixes mais frequentes pertencem aos gêneros *Tharrhias* e *Cladocyclus*, ocorrendo em concreções de orientação norte / sul (FARA *et al.*, *op. cit.*).

7. RESULTADOS

O acervo paleoictiológico oriundo da Bacia do Araripe, e depositado na coleção científica do Museu de Paleontologia e Estratigrafia “Paulo Milton Barbosa Landim”, apresenta exemplares reservados para fins didáticos e expositivos. Entre coleções científica, didática e de reserva técnica existem 3.119 espécimens dos seguintes gêneros: *Araripelepidotes temnurus* AGASSIZ, 1841; *Neoproscinetes penalvai* SANTOS, 1970; *Calamopleurus cylindricus* AGASSIZ, 1841; *Oshunia brevis* WENZ & KELLNER, 1986; *Vinctifer* JORDAN, 1919; *Cladocyclus gardneri* AGASSIZ, 1841; *Araripichthys castilhoi* SANTOS, 1985; *Brannerion latum* JORDAN, 1919; *Notelops brama* AGASSIZ, 1841; *Rhacolepis* AGASSIZ, 1841; *Tharrhias araripis* JORDAN & BRANNER, 1908; *Dastilbe crandalli* JORDAN, 1910; *Iansan beurleni* SANTOS, 1968; além de alguns peixes indeterminados.

Os morfótipos e suas respectivas quantidades são discriminados na Tabela 1.

MORFÓTIPO	A	B	TOTAL
<i>Araripelepidotes temnurus</i> AGASSIZ, 1841	21	1	22
<i>Neoproscinetes penalvai</i> SANTOS, 1970	7	–	7
<i>Calamopleurus cylindricus</i> AGASSIZ, 1841	23	1	24
<i>Oshunia brevis</i> WENZ & KELLNER, 1986	–	1	1
<i>Vinctifer</i> sp.	413	–	413
<i>Cladocyclus gardneri</i> AGASSIZ, 1841	54	–	54
<i>Araripichthys castilhoi</i> SANTOS, 1985	1	–	1
<i>Brannerion latum</i> JORDAN, 1919	31	6	37
<i>Notelops brama</i> AGASSIZ, 1841	9	2	11
<i>Rhacolepis</i> sp.	764	6	770
<i>Tharrhias araripis</i> JORDAN & BRANNER, 1908	584	24	608
<i>Dastilbe crandalli</i> JORDAN, 1910	1.096	–	1.096
<i>Iansan beurleni</i> SANTOS, 1968	9	–	9
Indet.	59	–	59
“puzzle fish”	7	–	7
Total	3.078	41	3.119

Tabela 1. Quantidade de espécimens por morfótipo. Legenda: **A:** espécimens para os quais não há dúvidas sobre identificação; **B:** espécimens para os quais há dúvidas de identificação.

Para os exemplares que não apresentam elementos diagnósticos para identificação, optou-se por classificá-los como duvidosos. Os gêneros *Araripelepidotes*, *Brannerion*, *Calamopleurus* e *Notelops* representam-se apenas uma espécie formalmente descrita, entretanto regiões morfológicas fundamentais para o reconhecimento da espécie não foram preservadas. O mesmo princípio foi aplicado aos outros gêneros, que apresentam mais de uma espécie formalmente descrita.

Os gêneros que apresentam mais de uma espécie formalmente descrita, *Dastilbe*, *Oshunia*, *Rhacolepis*, *Tharrhias* e *Vinctifer*, cujos elementos diagnósticos para diferenciá-las é interno, são tratados com a designação “sp” para o nome específico. Quando os gêneros apresentam mais de uma espécie, mas as características diagnósticas são externas, morfológicas, e sua preservação permite a identificação, é dada também a espécie, o que aplica-se a *Araripichthys castilhoi* e *Cladocyclus gardneri*.

A categoria “indet.” engloba elementos que são em sua maioria pós-cranianos, como fragmentos de vértebras e costelas, bem como algumas escamas.

Os morfótipos listados informalmente como “puzzle fish” são espécimens “fabricados”. Uma parte da população que vive em cidades próximas aos afloramentos fossilíferos, como Jardim e Santana do Cariri, faz dos fósseis uma fonte de renda, ainda que a comercialização de material fossilífero seja contravenção. Sabe-se, no entanto, que estas “produções artificiais” são resultado de trabalhos realizados em grandes centros, que receiptam materiais vindos da Bacia do Araripe.

Desta categoria, presentes no acervo do MPE-RC, os morfótipos apresentam três tipos de configuração: (1) as regiões corporais de dois peixes da mesma espécie são coladas; (2) as regiões corporais de dois exemplares de espécies distintas são unidas; (3) as regiões corporais de três peixes taxonomicamente distintos são reunidas. Independente de qual seja a configuração, a análise morfométrica é em geral totalmente comprometida, visto que as distâncias corporais e suas proporções não são reais.

Para exemplificar, há no MPE-RC peixes com região cefálica de *Calamopleurus*, sendo o restante do corpo composto por escamas e nadadeiras de *Notelops*. Além disto, mesmo a porção pós-craniana pertencendo a um único gênero, algumas de suas regiões foram esculpidas (figuras 120, 121, 122). Isto inviabiliza a análise morfométrica, fundamentada em distância de regiões corporais.

Muitas vezes espécimens apresentam suas nadadeiras extirpadas ou desenhadas, assim como as escamas. Devido a tais adulterações, estes fósseis entram no levantamento

quantitativo do acervo do referido Museu, mas em uma categoria arbitrária, cuja denominação faz referência ao aspecto que a maior parte destes peixes apresenta, quando colados.



Figura 120. “Puzzle fish”, com região cefálica de *Calamopleurus*, e região pós-craniana de *Notelops*.



Figura 121. Detalhe do “puzzle fish” exibido na Figura 120, mostrando a área esculpida ao centro, e suas escamas originais à esquerda.



Figura 122. Detalhe do “puzzle fish”, exibido na figura 120, com a região craniana de *Calamopleurus*.

Uma outra modalidade de “fabricação” de fósseis consiste em esculpir o peixe em sua própria concreção, ou unir mais de um exemplar em uma concreção, fabricada, que fica nitidamente artificial (comparar as figuras 123, 124, 125, 126).



Figura 123. Concreção original, procedente da Formação Santana, exibindo seu aspecto externo.



Figura 124. Conteúdo da concreção procedente da Formação Santana, exposta na Figura 123, mostrando dois espécimens de *Vinctifer*.



Figura 125. Concreção fabricada, exibindo seu aspecto externo.



Figura 126. Conteúdo da concreção fabricada, exposta na Figura 125, contendo um espécimen de *Brannerion* e outro de *Vinctifer*. Notar as nadadeiras esculpidas.

8. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Os morfótipos da paleoictiofauna de Araripe estão extintos, embora existam alguns representantes modernos dos grupos presentes naquela bacia, durante Aptiano / Albiano.

Os gêneros apresentam morfologias distintas, sendo algumas características potenciais indicadoras de hábitos. Sendo assim, algumas estruturas preservadas, como a morfologia das nadadeiras, podem refletir o potencial físico para deslocamento, bem como a presença de tipos determinados de dentes podem traduzir hábitos alimentares.

Possivelmente os morfótipos não conviviam no mesmo espaço físico. Alguns deveriam habitar regiões costeiras e outras áreas de maior profundidade. Adicionalmente, o conteúdo estomacal encontrado para alguns gêneros pode ser utilizado como ferramenta para tais inferências.

Tais possibilidades são brevemente abordadas a seguir, em função do material fóssil e da literatura pertinente examinada.

8.1. *Neoproscinetes* e *Araripichthys*

Neoproscinetes apresentava dentes vomerianos pavimentosos (molariformes), que poderiam indicar uma dieta conchífera.

Além disto, peixes cujo formato do corpo não é hidrodinâmico, apresentam resposta à manobrabilidade, neste caso, corpo alto e nadadeiras prolongando o corpo verticalmente. Esta interpretação é discordante daquela proposta por SANTOS (1991), para quem este pycnodontido era lento, devido às curtas nadadeiras. Talvez o formato do corpo de *Araripichthys*, em relação a *Neoproscinetes*, permita a mesma análise.

Entretanto, *Araripichthys* não possuía dentes e, devido ao seu aparato maxilar, cogita-se que a boca fosse protrusível. Para SANTOS (1991), este peixe deveria se alimentar de algas ou invertebrados de tecido não resistente, de fácil captura. MAISEY (1996) acredita que a ausência de nadadeiras pélvicas em *Araripichthys* esteja relacionada com padrões comportamentais, e não filogenéticos.

8.2. *Araripelepidotes*

O semionótido *Araripelepidotes* talvez fosse um pouco mais lento, devido ao sistema imbricado de escamas ganóides. O dentário deste organismo é pouco conhecido. Ainda que SANTOS (1991) atribua a presença de dentes pavimentosos à espécie, nada foi encontrado sobre isto na literatura. MAISEY (1996) acredita que este gênero pode ter se alimentado de algas. Algumas escamas dorsais, semelhantes a escudos, reduziriam o fluxo transversal de água .

8.3. *Notelops*, *Rhacolepis* e *Brannerion*

Notelops e *Rhacolepis* possivelmente eram predadores de invertebrados e pequenos peixes, devido à presença de dentes caniniformes. No conteúdo estomacal de *Notelops* foram encontradas escamas de *Rhacolepis* (MAISEY, 1996), o que indica hábitos predatórios.

Além disto, quanto mais circular a secção transversal mediana do corpo de um peixe fusiforme, menor será o arrasto, ou seja, a resistência oferecida pelo meio. Assim talvez *Notelops* e *Rhacolepis* atingissem velocidades significativas, por um tempo maior, em relação a outros componentes da fauna.

Possivelmente um pouco mais lento, *Brannerion* também fosse predador. MAISEY (1996) sugere que este gênero tivesse hábitos noturnos, em função do tamanho das órbitas.

8.4. *Cladocyclus* e *Calamopleurus*

Têm-se *Cladocyclus* e *Calamopleurus* como predadores vorazes. Talvez o primeiro tenha sido mais ágil que o segundo, com pedúnculo caudal mais estreito, somado à nadadeira caudal furcada.

Amia é o representante moderno do grupo de *Calamopleurus*, sendo predador que vive em águas continentais, turvas e pouco oxigenadas. Possivelmente *Calamopleurus* era também um predador, que eventualmente adentrava águas marinhas. Esta informação é corroborada pelo fato de terem sido encontradas escamas de *Vinctifer* em suas regiões bucais (MAISEY, 1996).

8.5. *Tharrhias* e *Dastilbe*

Os gonorrynquiiformes *Tharrhias* e *Dastilbe* não apresentam dentes, e a boca parece não ter um grande ângulo de abertura. Estes peixes são abundantes no registro, o que pode ser indicativo de hábitos de vida em cardumes. Entretanto MAISEY (1996) discorda disto, quando se refere à *Dastilbe*.

Tharrhias apresenta larvas planctônicas de caranguejo em seu conteúdo estomacal, o que, para MAISEY (1996) indica que este peixe preferia alimentar-se próximo à superfície.

8.6. *Vinctifer*

Vinctifer é um peixe também abundante no registro fossilífero da Bacia do Araripe, tido como um predador, dadas as características morfológicas. Mas para BRITO (comunicação verbal, 2010) pode ter sido um filtrador. Apresentava dentes pequenos ao longo de maxilar, dentário e pré-dentário.

9. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. A Bacia do Araripe apresenta aspectos de uma grande baía (SANTOS, 1991), alimentada por eventuais águas oceânicas, o que permitiu a ingressão de alguns peixes marinhos, ao que antes era uma região lacustre. Este intercâmbio de ictiofaunas chegou ao fim quando cessou a entrada de água marinha naquela região.
2. O fim da ingressão de água marinha, e o conseqüente aumento da concentração de sais, por conta da evaporação das águas, pode ter sido um fator determinante para a extinção de alguns grupos que não toleram grandes variações de salinidade.
3. A quantidade de morfótipos de cada espécimen não traz informações precisas sobre Paleobiogeografia. A maior parte do material não é fruto de coleta apropriada, o que significa não ser possível fazer inferências sobre potenciais regiões com associações faunísticas.
4. Também aspectos biocronoestratigráficos ficam prejudicados, por conta da ausência de coleta apropriada, impedindo conclusões a respeito do exato posicionamento biocronoestratigráfico dos morfótipos.
5. A avaliação mais detalhada de alguns exemplares de cada morfótipo do acervo trouxe dados para corroborar algumas diferenças intraespecíficas para alguns gêneros, por exemplo *Brannerion* e *Notelops*. No futuro, por meio de preparações mecânica e química de alguns espécimens, a descrição formal poderá ser viabilizada. Com a retirada de boa parte da matriz (concreção), os elementos ósseos, principalmente aqueles mais internos, se tornam passíveis de análise.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGASSIZ, L. J. R. 1841. On the fossil fishes found by Mr. Gardner in the Province of Ceará, in the North of Brazil. **Edinburgh New Philosophical Journal**. V. 30, p. 82-84.

AGASSIZ, J. L. R. 1833-1844. **Recherches sur les poissons fossiles** (5 vols. et atlas). Imprimerie Petitpierre, Neuchâtel.

ALBUQUERQUE, P. F. R.; SALES, A. M. F.; ANDRADE, J. A. F. G. 1999. Traços fósseis na Formação Cariri (Paleozóico), Bacia do Araripe, CE. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 16, Crato. **Boletim de resumos**. Crato, p. 11-12.

ARAI, M; COIMBRA, J. C.; SILVA-TELLES JÚNIOR, A. C. 1997. Síntese bioestratigráfica da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil). *In*: SIMPÓSIO SOBRE BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 2, Crato. **Atas...** Crato, Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 109-117.

ALVARADO-ORTEGA, J. 2004. Description and relationships of a new ichthyodectiform fish from the Tlayúa Formation (Early Cretaceous : Albian), Puebla, Mexico. **Journal of Vertebrate Paleontology**. V. 24 (4), p. 802-813.

ALVARADO-ORTEGA, J.; ESPINOSA-ARRUBARENA, L. 2008. A new genus of ionoscopiform fish (Halecomorphi) from the Lower Cretaceous (Albian) lithographic limestones of the Tlayúa Quarry, Puebla, Mexico. **Journal of Paleontology**. V. 82 (1), p. 163-175.

ALVARADO-ORTEGA, J.; MAYRINCK, D.; BRITO, P. M. 2008. A basal pachyrhizodontid fish (Actinopterygii, Teleostei) from the Lower Cretaceous of the Tlayúa Quarry, Central Mexico. **Comptés Rendus Palevolution**. V. 7, p. 269-275.

AMARAL, S. E. 1971. Geologia e Petrologia da Formação Irati (Permiano) no Estado de São Paulo. **Boletim de Geociências**. V. 2, p. 3-81.

APPLEGATE, S. P. 1992. A new genus and species of pycnodont from Cretaceous (Albian) of Central Mexico, Tepexi de Rodríguez, Puebla. **Revista Instituto de Geología**. V. 10, p.164-178.

ARAI, M. 2006. Revisão estratigráfica do Cretáceo Inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 25 (1), p. 7-15.

ARAI, M.; COIMBRA, J.C. 1990. Análise paleoecológica do registro das primeiras ingressões marinhas na Formação Santana (Cretáceo Inferior, Chapada do Araripe). *In*: SIMPÓSIO DE BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1. Crato. **Anais...**, Crato, DNPM, SBP, SBG. p. 225-239.

ARAI, M.; COIMBRA, J. C.; SILVA TELES JUNIOR, A. C. 2000. Biostratigraphy of Araripe Basin (Northeastern Brasil, South American) based on microfossils. *In*: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31. Rio de Janeiro. **Abstracts...**, Rio de Janeiro. CD-ROM.

ASSINE, M. L. **Sedimentação e tectônica da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil**. 1990. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 128p.

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

ASSINE, M. L. 1994. Paleocorrentes e Paleogeografia na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 24 (4), p. 223-232.

ASSINE, M. L. 2000. Paleocurrents and stratigraphic sequences of the Araripe Basin, Northeast Brazil. *In*: INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, 31, 2000. Rio de Janeiro. **Abstracts...**, Rio de Janeiro. CD-ROM.

ASSINE, M. L. 2007. Bacia do Araripe. **Boletim Geociências Petrobrás**. V. 15, p. 371-389.

BARDACK, D.; SPRINKLE, G. 1969. Morphology and relationships of saurocephalid fishes. **Fieldiana Geology**. V 16, p. 297-340.

BERG, L. S. 1937. A classification of fish - like vertebrates. **Bulletin de L'Académie des Sciences de l'URSS, Classe des Sciences Mathématiques et Naturelles**, V. 4, p. 1277-1280.

BERG, L. S. 1940. Classification of fishes, both Recent and fossil. **Trudy Zool. Inst. Leningr.** V. 5, p. 87-517.

BEURLLEN, K. 1962. A Geologia da Chapada do Araripe. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, V. 34 (3), p. 365-370.

BEURLLEN, K. 1963. Geologia e Estratigrafia da Chapada do Araripe. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE GEOLOGIA, 17, Recife. **Anais...**, Recife, SBG, p. 1-47.

BEURLLEN, K. 1966. Novos equinóides no Cretáceo do Nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, V. 38, p. 455-464.

BEURLLEN, K. 1971. Bacias sedimentares do bloco brasileiro. **Estudos Sedimentológicos**. V. 1 (2), p. 7-32.

BEURLLEN, K.; MABESOONE, J. M. 1969. Bacias cretácicas intracontinentais do Nordeste do Brasil. **Notícias Geomorfológicas**. V. 9 (18), p. 19-34.

BLEEKER, P. 1859. Enumeratio specierum piscum hucusque in Archipelago Indico observatarum. **Acta Societae Scientifica Indo-Neerlandicae**, V. 6, p. 1-276.

BLUM, S. 1991. *Brannerion* Jordan, 1919. 218-237. *In*: MAISEY, J. G. (ed.) **Santana Fossils, An Illustrated Atlas**. Tropical Fish Hobby's Publications, Neptune City, 459 p.

BLUM, S. 1991. *Dastilbe* Jordan, 1910. 274-283. *In*: MAISEY, J. G. (ed.) **Santana Fossils, An Illustrated Atlas**. Tropical Fish Hobby's Publications, Neptune City, 459 p.

BLUM, S. 1991. *Tharrhias* Jordan & Branner, 1908. 284-296. In: MAISEY, J. G. (ed.) **Santana Fossils, An Illustrated Atlas**. Tropical Fish Hobby's Publications, Neptune City, 459 p.

BRAUN, O. P. G. 1966. Estratigrafia dos sedimentos da parte interior da região Nordeste do Brasil (bacias de Tucano-Jatobá, Mirandiba e Araripe). **Boletim do Departamento Nacional de Produção Mineral**. N. 236, 69p.

BRIGGS, D. E. G. 2003. The role of decay and Mineralization in the preservation of soft-bodied fossils. **Annual Review Earth Planetary Sciences**. V. 31, p. 275-301.

BRIGGS, D. E. G.; WILBY, P. R. 1993. The role of the calcium carbonate-calcium phosphate switch in the mineralization of soft-bodied fossils. **Journal of the Geological Society**. V. 153, p. 665-668.

BRITO, I. M. 1989. A Formação Santana na Chapada do Araripe. **Anuário do Instituto de Geociências**. V. 12, p. 70-85.

BRITO, I. M. 1994. A Formação Santana na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 24 (4), p. 70-82.

BRITO, P. M. 2000. A new halecomorph with two dorsal fins, *Placidichthys bidorsalis* n. g., n. sp. (Actinopterygii: Halecomorphi) from the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, northeast Brazil. **C. R. Acad. Sci. Paris**. V. 331, p. 749-754.

BRITO, P. M. 2006. Considerações sobre halecomorfos e os lepisosteídeos (Actinopterygii: Neopterygii) no Cretáceo da parte ocidental do continente Gondwana. In: GALLO, V.; BRITO, P. M.; SILVA, H. A.; FIGUEIREDO, F. J. (eds.). **Paleontologia de Vertebrados: Grandes Temas e Contribuições Científicas**. Interciência, p. 53-70.

BRITO, P. M.; BERTINI, R. J.; MARTILL, D. M. & SALLES, L. O. 1994. Vertebrate fauna from the Missão Velha Formation (Lower Cretaceous NE, Brazil). In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL 3, Rio Claro, **Boletim...** UNESP, p. 139-140.

BRITO, P. M.; SERET, B. 1996. The new genus *Iansan* (Chondrichthyes, Rhinobatoidea) from the Early Cretaceous of Brazil and its phylogenetic relationships. *In: ARRATIA G.; VIOHL, G. (eds.). Mesozoic fishes 4 - Systematics and Paleoecology.* p. 47-62.

BRITO, P. M.; MEUNIER, J. 2000. The Morphology and Histology of the scales of Aspidorhynchidae (Actinopterygii, Halecostomi). *Geobios.* V. 33 (1), p. 105-111.

BRITO, P. M.; ALVARADO-ORTEGA, J. 2008. A new species of *Placidichthys* (Halecomorphi: Ionoscopiformes) from the Lower Cretaceous Marizal Formation, Northeastern Brazil, with a review of the biogeographical distribution of the Ophiopsidae. *Geological Society.* V. 295, p. 145-154.

BRITO, P. M.; AMARAL, C. R. L. 2008. An overview of the specific problems of *Dastilbe* JORDAN, 1910 (Gonorynchiformes: Chanidae) from the Lower Cretaceous of Western Gondwana. *In: ARRATIA G.; SCHULTZE H. P.; WILSON, M. V. H. (eds.). Mesozoic Fishes 4 - Homology and Phylogeny.* p. 279-294.

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

CAMPOS, D. A.; KELLNER, A. W. A. 1985. Panorama of the flying reptiles study in Brazil and South America. *Anais Academia Brasileira Ciências.* V. 57 (4), p. 453-466.

CARVALHO, M. S. S.; SOUZA LIMA, R. 2002. Os fósseis da bacia de Sergipe-Alagoas, Os peixes de água doce. *Phoenix*, Ano 4, n°. 40, p. 1- 4.

CAVIN, L. 1997. Nouveaux Teleostei du gisement du Turonien inférieur de Goulmima (Maroc). *C. R. Acad. Sci.* V. 325, p. 719-724.

CAVIN, L. 2001. Osteology and phylogenetics relationships of the teleost *Goulmimichthys arambourgi* Cavin 1995, from the Upper Cretaceous of Goulmima, Morocco. *Eclogae Geologicae Helvetiae.* V. 94, p. 509-535.

CAVIN, L.; BARDET, N.; CAPPETTA, H.; GHEERBRANT, E.; IAROCHE, S. M.; SUDRE, J. 2000. A new Paleocene albulid (Teleostei: Elopomorpha) from the Ouled Abdoun phosphatic basin, Morocco. **Geological Magazine**. V. 137 (5), p. 583-591.

CAVIN, L.; SUTEETHORN, V.; KHANSUBHA, S.; BUFFETAUT, E.; TONG, H. 2003. A new semionotid (Actinopterygii, Halecostomi) from the Late Jurassic - Early Cretaceous of Thailand. **Comptes Rendus Palévolution**. V. 2, p. 291-297.

CESERO, P.; PONTE, F. C. 1997. Análise comparativa da Paleogeologia dos litorais atlânticos brasileiro e africano. **Boletim de Geociências da Petrobrás**. V. 11, p. 1-18.

CHAGAS, M. L. **Litoestratigrafia da Bacia do Araripe: reavaliação e propostas para revisão**. 2006. 127 p. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

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

COPE, E. D. 1872. Observations on the systematic relations of fishes. **Proceedings of the American Association for the Advancement of Science**. V. 20, p. 317-343.

COPE, E. D. 1886. A contribution to the vertebrate paleontology of Brazil. **Proceedings of the American Philosophical Society**. V 23, p. 3-4.

COPE, E. D. 1887. Zittel's Manual of Palaeontology. **American Naturalist**. V. 21, p. 1014-1019.

D'ERASMO, G. 1938. Ittioliti cretacei del Brasile. **Atti Accademia Scienza Fisica Matematica** V. 1 (3), p. 1-44.

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

DUNKLE, D. H. 1940. The cranial osteology of *Notelops brama* (Agassiz), an elopid fish from the Cretaceous of Brazil. **Lloydia**. V. 3, p. 157-190.

ETHERIDGE, R.; WOODWARD, A. S. 1892. On the occurrence of the genus *Belonostomus* in the Rolling Downs Formation (Cretaceous) of central Queensland. **Transaction of the Royal society of Victoria**. V. 2, p.1-7.

FARA, A.; SARAIVA, A. A. F.; CAMPOS, D. A.; MOREIRA, J. K. R.; SIEBRA, D. C.; KELLNER, A. W. A. 2005. Controlled excavations in the Romualdo Member of the Santana Formation (Early Cretaceous, Araripe Basin, Northeastern Brazil): stratigraphic, palaeoenvironmental and palaeoecological implications. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. V. 218, p. 145-160.

FARINA, M. 1974. Seqüência plumbífera do Araripe - mineralização sulfetada no Cretáceo sedimentar brasileiro. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 28, Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: SBG. V. 6, p. 61-77.

FIGUEIREDO, F. J.; SANTOS, R. S. 1987. Considerações taxinômicas dos pycnodontidos da Formação Gramame (Camada de Fosfato), Pernambuco. *In*: CONGRESSO BRAILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 10. **Anais... Rio de Janeiro**: p. 25-31.

FIGUEIREDO, F. J.; SANTOS, R. S. 1990. Sobre *Neoprosclinetes penalvai* (Silva Santos, 1970) (Pisces, Pycnodontiformes) do Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. V. 62 (3), p.269-282.

FINK, S. V.; FINK, W. L. 1981. Interrelationships of the ostariophysan fishes (Ostariophysi). **Zoological Journal Linnean Society**. V. 72, p. 297-352.

FOREY, P. L. 1977. The osteology of *Notelops* Woodward, *Rhacolepis* Agassiz and *Pachyrhizodus* Dixon (Pisces: Teleostei). **Bulletin of the British Museum**. V. 24, p. 125-204.

FOREY, P. L.; CAVIN, L. 2007. A new species of *Cladocycclus* (Teleostei : Ichthyodectiformes) from the Cenomanian of Morocco. **Palaeontologia Electronica**. V. 10 (3), 10p.

FOREY, P. L.; GRANDE, L. 1998. An African twin to the Brazilian *Calamopleurus* (Actinopterygii: Amiidae). **Zoological Journal of the Linnean Society of London**. V. 123, p. 179-195.

FOREY, P. L.; MAISEY, J. G. 2010. Structure and relationships of *Brannerion* (Albuloidei), an Early Cretaceous teleost from Brazil. *In*: NELSON, J. S.; SCHULTZE, H. P.; WILSON, M. V. H. (eds.), **Mesozoic Fishes 4 - Origin and Phylogenetic Interrelationships of Teleosts**. p. 279-294.

FOWLER, H. W. 1941. The fishes of the groups Elasmobranchii, Holocephali, Isospondyli and Ostariophysi obtained by the United States Bureau of Fisheries Steamer "Albatross" in 1907 to 1910, chiefly in the Philippine Island and adjacent seas. **U. S. Nat. Mus. Bull.** V. 100 (13), p. 1-879.

GASPARY, J.; ANJOS, N. F. R. 1964. **Estudo hidrogeológico de Juazeiro do Norte - Ceará**. SUDENE. Série Hidrogeologia 3. 25p.

GHIGNONE, J. I. 1972. Ensaio de Paleogeografia do Nordeste e as seqüências sedimentares. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 26, Belém. **Anais...**, Belém: SBG, V. 3, p. 21-28.

GHIGNONE, J. I.; COUTO, E. A.; ASSINE, M. L. 1986. Estratigrafia e estrutura das bacias de Araripe, Iguatu e Rio do Peixe. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 34, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBG, V. 1, p. 271-285.

GRANDE, L.; BEMIS W. E. 1998. A comprehensive phylogenetic study of amiid fishes (Amiidae) based on comparative skeletal anatomy. An empirical search for interconnected patterns of Natural History. **Journal Vertebrate Paleontology** (Supplement 18), 690p.

GRANDE, T.; POYATO-ARIZA, J. 1999. Phylogenetic relationships of fossil and Recent gonorynchiform fishes (Teleostei: Ostariophysii). **Zoological Journal Linnean Society**. V. 125, p. 197-238.

GREENWOOD, P. H.; ROSEN, D. E.; WEITZMAN, S. H.; MYERS, G. S. 1966. Phyletic studies of teleostean fishes, with a provisional classification of living forms. **Bulletin of the American Museum of Natural History**. V. 131, p. 339-456.

HASHIMOTO, A. T.; APPI, C. J.; SOLDAN, A. L.; CERQUEIRA, J. R. 1987. O Neo-Alagoas nas bacias de Ceará, Araripe e Potiguar (Brasil): caracterização estratigráfica e paleoambiental. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 17 (2), p. 118-122.

HERZOG, A.; SALES, A. M. F.; HILLMER, G. 2008. **The UNESCO Araripe Geopark, a short story of the evolution of life, rocks and continents**. Fortaleza: Expressão gráfica e editora, 80 p.

MARTILL, D. M., 1993. **Fossils of Santana and Crato Formations, Brazil**. Palaentological Association Field Guides to Fossils, 158p.

JORDAN, D. S. 1910. Description of a collection of fossil fishes from the bituminous shale at Riacho Doce, State of Alagoas, Brazil. **Annals of Carnegie Museum**. V. 5 (7), p. 95-144.

JORDAN, D. S. 1919. New genera of fossil fishes from Brazil. **Proceedings Academy Natural Sciences Philadelphia**. V. 71, p. 208-210.

JORDAN, D. S.; BRANNER, J. C. 1908. The Cretaceous fishes of Ceará, Brazil. **Smithsonian Miscellaneous Collection**. V. 52, p. 1-29.

KELLNER, A. W. A.; CAMPOS, D. A. 1999. Vertebrate Paleontology in Brazil - a review. **Episodes**. V. 22 (3), p. 238-251.

LEAL, M. E. C.; BRITO, P. M. 2004. The ichthyodectiform *Cladocylus gardneri* (Actinopterygii: Teleostei) from the Crato and Santana formations, Lower Cretaceous of Araripe Basin, North-Eastern Brazil. **Annales Paléontologie**. V. 90, p. 103-113.

LEHMAN, J. P. 1966. Actinopterygii. *In*: PIVETEAU, J. (Ed.), **Traité de Paléontologie**. Masson et Cie. Paris, p. 242.

LEONARDI, G.; BORGOMANERO, G. 1981. Sobre uma possível ocorrência de *Omithischia* na Formação Santana, Chapada do Araripe (Ceará). **Revista Brasileira de Geociências**. V. 11, p. 1-4.

LIMA, M. R. **Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil)**. 1978. 335p. Tese (Doutoramento em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LIMA, M. R.; PERINOTTO, J. A. J. 1984. Palinologia de sedimentos da parte superior da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 3, p. 67-76.

LIMA, R. J. C.; SARAIVA, A. A. F.; LANFREDI, S.; NOBRE, M. A. L.; FREIRE, P. T. C.; SASAKI, J. M. 2007. Caracterização espectroscópica de peixe do Período Cretáceo (Bacia do Araripe). **Química Nova**. V. 30 (1), p. 22-24.

MABESOONE, J. M.; TINOCO, I. M. 1973. Paleogeology of Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil). **Palaeogeography, Palaeoclimatology Paleaeocology**. V. 14 (2), p. 87-118.

MACHADO, D. L., Jr.; DEHIRA, L. K.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. 1989. Reconstruções paleoambientais do Juro-Cretáceo do Nordeste Oriental brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**. V. 19 (4), p. 470-485.

MACHADO, L. P. A. C. **Revisão dos Pycnodontiformes (Actinopterygii, neopterygii) do Cretáceo do Brasil: osteologia e relações filogenéticas**. 2005. Dissertação (Mestrado em Biologia), Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 165 p.

MACHADO, L. P. C.; BRITO, P. M. 2006. The new genus *Potiguara* (Actinopterygii: Pycnodontiformes) from the Upper Cretaceous of Northeast Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**. V. 26 (1), p. 1-6.

MAISEY, J.G. 1988. Phylogeny of early vertebrate skeletal induction and ossification patterns. **Evolutionary Biology**. V. 22, p. 1-30.

MAISEY, J. G. 1996. The fossil forest of ray-finned fishes. p. 138-191. *In*: MAISEY, J. G., **Discovering fossil fishes**. Henry Holt and Company, New York., 218p.

MAISEY, J. 1999. The supraotic bone in neopterygian fishes (Osteichthyes, Actinopterygii). **American Museum Novitates**. V. 3267, p. 1-52.

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

MAISEY, J. G.; MOODY, J. M. 2001. A review of the problematic extinct teleost fish *Araripichthys*, with a description of a new species from the Lower Cretaceous of Venezuela. **American Museum Novitates**. V. 3324, p. 1-27.

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

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

MARTILL, D. M. 1990. Macromolecular resolution of fossilized muscle tissue from an elopomorph fish. **Nature**. V. 346, p. 171-172.

MARTILL, D. M., 1993. **Fossils of Santana and Crato Formations, Brazil**. Palaeontological Association Field Guides to Fossils, 158p.

MARTILL, D. M. 1994. La fossilization instantanée. **La Recherche**. V. 269 (25), p. 996-1002.

MARTILL, D. M.; BRITO, P. M.; WASHINGTON-EVANS, J. 2008. Mass mortality of fishes in the Santana Formation (Lower Cretaceous, ?Albian) of Northeast Brazil. **Cretaceous Research**. V. 29, p. 549-658.

MEDEIROS, R. A. 1990. Estratigrafia da Chapada do Araripe - o estado da arte. *In*: SIMPÓSIO SOBRE A BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1, 1990, Crato. **Atas...**, Crato, DNPM, p. 43-51.

MEDEIROS, M. A. 2004. Fossildiagênese. *In*: I. S. Carvalho (Editor). **Paleontologia**, 2ª Edição, Interciência. V. 1, p. 47-59.

MENDES, J. C. 1960. **Introdução à Paleontologia**. Instituto Nacional do Livro, 382p.

MOURA, M. V.; BORGHI, L. 2005. Análise das fácies siliciclásticas da parte superior da Formação Santana (Bacia do Araripe). Caracterização de potenciais rochas-reservatório. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO P & D EM PETRÓLEO E GÁS, Salvador, 2005. CD-ROM.

MOODY, J. M.; MAISEY, J. G. 1994. New Cretaceous marine vertebrate assemblages from North-Western Venezuela and their significance. **Journal Vertebrate Paleontology** V. 14 (1), p. 1-8.

MÜLLER, J. 1845. Fernere Bemerkungen über der Bau der Ganoiden. **Akademie der Wissenschaften zu Berlin**. p. 67-87.

MÜLLER, J.; HENLE, F. G. J. 1838-1841. **Systematische Beschreibung der Plagiostomen**. Veit & Co., Berlin. 3 vols: xxii +200 p.

NELSON, J. G. 2006. **Fishes of the world**. 4ª ed. John Wiley & Sons. 622p.

NEUMANN, V. H. 1999. 233p. **Estratigrafía, Sedimentología, Geoquímica y diagénesis de los sistemas lacustres aptiense-albiense de la Cuenca de Araripe (NE Brasil)**. Tese (Livre Docência). Universidade de Barcelona.

NICHOLSON, H. A.; LYDEKKER, R. 1889. **A Manual of Palaeontology**. Blackwood and Sons, 1624p.

NUDDS, J. R.; BRITO, P. M.; EVANS, J. W. 2005. The original syntypes of *Vinctifer comptoni* and *Notelops brama* from the Santana Formation (Cretaceous) of Northeast Brazil. **Journal of Vertebrate Paleontology**. V. 25 (3), p. 716-719.

NURSALL, J. R. 1996. The phylogeny of pycnodont fishes. *In*: ARRATIA, G.; VIOHL, G. (eds), **Mesozoic Fishes - Systematics and Paleoecology**. p. 125-152.

NURSALL, J. R.; MAISEY, J. G. 1991. *Neoprosclinetes* Figueiredo & Silva Santos, 1987. 125-136. *In*: MAISEY, J. G. (ed.) **Santana Fossils, An Illustrated Atlas**. Tropical Fish Hobby's Publications, Neptune City, 459 p.

OLIVEIRA, A. F. 1978. O gênero *Tharrhias* no Cretáceo da Chapada do Araripe. **Anais da Academia Brasileira Ciências**. V. 50 (4), p. 537-552.

PATTERSON, C.; ROSEN, D. E. 1977. Review of ichthyodectiform and other Mesozoic teleost fishes and the theory and practice of classifying fossils. **Bulletin of the American Museum of Natural History**. V. 158, p. 81-172.

PETRI, S. 1987. Cretaceous paleogeographic map of Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology**. V. 59, p. 117-168.

PONTE, F. C. 1994. Extensão paleogeográfica da Bacia do Araripe no Mesocretáceo. *In*: SIMPÓSIO CRETÁCEO DO BRASIL, 3, Rio Claro. **Boletim...**, Rio Claro: UNESP, p. 131-135.

PONTE, F. C.; APPI, C. J. 1990. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36. **Anais...**, Belém: SBG, V. 1, p. 211-226.

POYATO-ARIZA, J.; WENZ, S. 2002. A new insight into pycnodontiform fishes. **Geodiversitas**. V. 24 (1), p. 139-248.

PRICE, L. I. 1971. A presença de Pterosauria no Cretáceo Inferior da Chapada do Araripe, Brasil. **Anais Academia Brasileira Ciências**. V. 43 (Suplemento): p. 451-461.

PRICE, L. I. 1973. Quelônio Amphychelidia no Cretáceo Inferior do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira Geociências**. V. 3 (2), p. 84-95.

REGAN, C. T. 1923. The skeleton of *Lepidosteus*, with remarks on the origin and evolution of the lower neopterygian fishes. **Proceedings of the Zoological Society of London**, p. 445-461.

ROLIM, J. L.; MABESOONE, J. M. 1982. Um modelo de grande rio para as bacias rift de Recôncavo-Tucano-Jatobá (Purbeckiano-Aptiano, Nordeste do Brasil). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 32, Salvador. **Anais...**, Salvador: SBG. V. 4, p. 1406-1412.

ROSEN, D. E.; GREENWOOD, P. H. 1970. Origin of the Weberian apparatus and the relationships of the ostariophysan and gonorynchiform fishes. **American Museum Novitates**. N. 2428, p. 1-25

SALES A. M. F. **Análise tafonômica das ocorrências fossilíferas de macroinvertebrados do Membro Romualdo (Albiano) da Formação Santana, Bacia do Araripe, NE do Brasil: significado estratigráfico e paleoambiental**. 2005. Tese (Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo. 131p.

SANTOS, M. E. C. M.; CARVALHO, M. S. S. 2009. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís. Reconstituições Paleobiológicas**. Rio de Janeiro, CPRM Serviço Geológico do Brasil –DGM / DIPALE, 215p.

SANTOS, M. E. M. 1982. Ambiente deposicional da Formação Santana, Chapada do Araripe (PE / PI / CE). *In*: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 32, Salvador. **Anais...**, Salvador: SBG, V. 4, p. 1412-1426.

SANTOS, R. S. 1968. A paleoictiofauna da Formação Santana - Euselachi. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. V. 40 (4), p. 491-497.

SANTOS, R. S.; VALENÇA, J. G. 1968. A Formação Santana e sua paleoictiofauna. **Anais da Academia Brasileira Ciências**. V. 40 (3), p. 339-360.

SANTOS, R. S. 1985. *Araripichthys castilhoi* novo gênero e espécie de teleostei da Formação Santana, Chapada do Araripe, Brasil. **Colt. Trab. Paleont. Bras., DNPM.** p. 133-139.

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

SANTOS, R. S. 1990a. *Vinctifer longirostris* Silva Santos, 1972, do Cretáceo Inferior da Formação Marizal, Estado da Bahia, Brasil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências.** V. 62 (3), p.251-259.

SANTOS, R. S. 1991. **Fósseis do Nordeste do Brasil: paleoictiofáunula da Chapada do Araripe.** Rio de Janeiro, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, 64p.

SANTOS, R. S. 1994. *Vinctifer araripinensis* sp. n. da Formação Santana, Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior (Aptiano), NE do Brasil. **Anais da Academia Brasileira Ciências.** V. 66 (1), p. 85-94.

SANTOS, R. S.; OLIVEIRA, A. R. 1994. *Rhacolepis buccalis* Agassiz, 1841 (Pisces, Elopomorpha), no Cretáceo Inferior da Colômbia, AS. **Anais da Academia Brasileira de Ciências.** V. 66 (2), p. 167-171.

SARAIVA, A. A. F.; SILVA, P. E. M.; MOREIRA, J. K. R.; FARA, E.; GUERRA, N. C.; KELLNER, A. W. A. 2005. Escavações paleontológicas do Membro Romualdo, Formação Santana (Bacia Sedimentar do Araripe), Nordeste do Brasil, na localidade tipo Romualdo, Crato, Ceará, Brasil. *In:* CONGRESSO LATINO-AMERICANO PALEONTOLOGIA VERTEBRADOS, 2, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro, UFRJ, p. 244-245.

SARAIVA, A. A. F. **Caracterização paleoambiental e paleoceanográfica da Formação Romualdo - Bacia Sedimentar do Araripe.** 2008. Tese (Doutorado em Oceanografia). Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. 96p.

SCHULTZE, H. P., STÖHR, D., 1996. *Vinctifer* (Pisces, Aspidorhynchidae) aus der Unterkreide (oberes Aptium) von Kolumbien. **Neues Jahrbuch Geologie Paleontologie Abtheilung**. V. 199, p. 395-415.

SILVA, M. M. 1988. Evaporitos do Cretáceo da Bacia do Araripe. Ambiente de deposição e história diagenética. **Boletim Geociências Petrobrás**. V. 2 (1), p. 53-63.

SMALL, H., 1913. **Geologia e suprimento de água subterrânea no Ceará e parte do Piauí**. Inspetoria Obras Contra Secas, Série Geologia. p. 1-180

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

VIANA, M. S. S. 1998. Diagenetic influence on the preservation of biomineralized tissues of fishes from the Brazilian Cretaceous. *In*: IAS, INTERNATIONAL SEDIMENTOLOGICAL CONGRESS, 15. **Abstracts...**, p. 797-799.

VIANA, M. S. S.; CAVALCANTI, V. M. M. 1995. Distribuição estratigráfica dos fósseis na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *In*: XIV CONGRESSO BRASILEIRO PALEONTOLOGIA, Uberaba. **Anais...**, Uberaba, MG. p. 141-142.

WARREN, J. K.; KENDALL, C. S. S. 1985. Comparison of sequences formed in marine sabkha (subaerial) and salina (subaqueous) setting-modern and ancient. **American Association Petroleum Geologists Bulletin**. V. 69 (6), p. 1013-1026

WEEKS, L. G. 1953. Environment and mode of origin and facies relationship of Carbonate concretions in shales. **Journal of Sedimentary Petrology**. V. 23 (3), p. 162-173.

WENZ S. 1984. *Rubiesichthys gregalis* n.g., n.sp., Pisces Gonorynchiformes, du Cretacé Inferieur du Montsech (Province de Lerida, Espagne). **Bulletin Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris**. V. 3, p. 275-285.

WENZ, S.; A. W. A. KELLNER. 1986. Découverte du premier Ionoscopidae (Pisces, Halecomorphi) sud-américain, *Oshunia brevis* n. g., n. sp., dans le Crétacé Inférieur de la Chapada do Araripe (Nord-Est du Brésil). **Bulletin Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris**. V. 1, p. 77-88.

WOODWARD, A. S. 1901. **Catalogue of Fossil Fishes in the British Museum (Natural History), Part IV**. British Museum (Natural History), London, 636p.

WOODWARD, A. S. 1902. On a amioid fish (*Megalurus mawsoni* sp. n.) from the Cretaceous of Bahia, Brazil. **Annals and Magazine of Natural History**. V. 9, p. 87-89.