

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta tese será disponibilizado somente a partir de 08/06/2018.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“Júlio de Mesquita Filho”

Instituto de Geociências e Ciências Exatas

Câmpus de Rio Claro

CIBELE GASPARELO VOLTANI

REDESCRIÇÃO OSTEOLÓGICA COMENTADA E ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS DOS
GÊNEROS *NOTELOPS* E *RHACOLEPIS* (PACHYRHIZODONTOIDEI)

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Geociências e Meio Ambiente.

Reinaldo J. Bertini

Rio Claro - SP
2016

560.45 Voltani, Cibele Gasparelo
V935r Redescricao osteologica comentada e aspectos
paleoecologicos dos generos Notelops e Rhacolepis
(Pachyrhizodontoidei) / Cibele Gasparelo Voltani. - Rio
Claro, 2016
178 f. : il., figs., tabs., quadros

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,
Instituto de Geociencias e Ciencias Exatas
Orientador: Reinaldo Jose Bertini

1. Paleocologia. 2. Peixes fosséis da Bacia do Araripe. 3.
Paleoictiologia. 4. Bacia do Araripe. 5. Eocretáceo. I. Título.

CIBELE GASPARELO VOLTANI

REDESCRIÇÃO OSTEOLÓGICA COMENTADA E ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS DOS GÊNEROS
NOTELOPS E *RHACOLEPIS* (PACHYRHIZODONTOIDEI)

Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de
Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Doutor
em Geociências e Meio Ambiente

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Reinaldo José Bertini

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

Prof. Dr. Roberto Goitein

Instituto de Biociências
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, *Campus* Rio Claro

Prof.^a Dr.^a Marise Sardenberg Salgado de Carvalho

Instituto de Geociências
Universidade Federal do Rio de Janeiro

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

Centro de Tecnologia e Geociências
Universidade Federal de Pernambuco, *Campus* Recife

Prof.^a Dr.^a Maria Helena Ribeiro Hessel

Autônoma
São José do Rio Preto, SP

Rio Claro, SP, 08 de junho de 2016

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelas bolsas concedidas.

À Universidade Estadual Paulista (UNESP), através do Instituto de Geociências e Ciências Exatas - *Campus* de Rio Claro nas pessoas de Prof. Dr. Norberto Morales e Prof.^a Dr.^a Paulina Setti Riedel, pelo comprometimento com os alunos de pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Reinaldo José Bertini, pelo vínculo institucional.

À Comissão Avaliadora do Exame Geral de Qualificação, Prof. Dr. Roberto Goitein (Instituto de Biociências, UNESP, *Campus* Rio Claro), e Prof. Dr. Pablo Henrique Nunes (UNILA, Paraná) e à Comissão Avaliadora da Defesa de Tese de Doutorado, Prof. Dr. Roberto Goitein, Prof.^a Dr.^a Marise Sardenberg Salgado de Carvalho (Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro), Prof.^a Dr.^a Alcina Magnólia da Silva Franca (Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, *Campus* Recife) e Prof.^a Dr.^a Maria Helena Ribeiro Hessel (autônoma, São José do Rio Preto, SP) pela avaliação profissional, pelas sugestões e disponibilidade em contribuir ao longo do processo de finalização da tese.

Ao Prof. Dr. Thomas Rich Fairchild (Instituto de Geociências, USP, *Campus* Capital), pelo empréstimo dos exemplares e autorização para preparação dos mesmos. À Prof.^a Dr.^a Juliana de Moraes Leme (Instituto de Geociências, USP, *Campus* Capital), pela autorização à utilização dos equipamentos e dependências do Laboratório de Paleontologia Sistemática.

Ao José Artur Ferreira Gomes de Andrade (Departamento Nacional de Produção Mineral, Crato, Ceará) pelo acesso ao acervo do DNPM, profissionalismo e paciência em atividades de campo, além do compartilhamento de seus conhecimentos.

Ao Prof. Dr. Alexandre Magno Feitosa Sales (*in memoriam*) pela atividade de campo, por viabilizar o acesso às diferentes coleções e pela hospitalidade.

Ao Prof. Dr. Luiz Eduardo Anelli (Instituto de Geociências, USP, *Campus* Capital), pelas valiosas sugestões que muito aprimoraram a qualidade desta tese.

Ao Antonio Teruyoshi Yabuki (Instituto de Biociências, UNESP, *Campus* Rio Claro) pelo processamento do material em Microscopia Eletrônica de Varredura.

Aos doutores Thaís Tinós e Mateus Vidotti, pela elaboração do mapa da figura 1.

Ao Bruno César Araújo, pelas imagens cedidas.

À Rosangela Vacello (Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, *Campus* Rio Claro), pelo paciente auxílio em cada instância protocolar e pela companhia nos cafés.

À Ivone Cardoso Gonzales (Instituto de Geociências, USP, *Campus* Capital), pelo auxílio profissional e pessoal ao longo do desenvolvimento desta pesquisa e pela companhia nos cafés (e bolos!).

Aos então estagiários do Laboratório de Paleontologia Sistemática (Instituto de Geociências, USP, *Campus* Capital), Luiz Gustavo Pereira, Higor Tadeu da Silva, Bruno Gramulha, Igor Fernando Tadeu e Priscila Lydia Petrelli, pelo auxílio na catalogação e separação do material para empréstimo. E também por toda diversão, claro! (#pokéseternos).

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

À Prof^a. Dr^a. Marília Rodrigues Pereira-Noronha e ao Prof. Dr. Milton Passipiéri, (Departamento de Biologia e Zootecnia, UNESP, *Campus* Ilha Solteira), pela amizade ao longo da graduação e acompanhamento ao longo da pós-graduação. Algumas lições que aprendi com vocês eu continuo replicando. Vocês são ótimos!

Aos amigos de longa data, nas pessoas de Marcela Prisco dos Santos, Karen Ingrid Tasca e Fernando Montanare Barbosa, por aceitarem minha ausência e mesmo assim permanecerem disponíveis e pela inestimável amizade ao longo de graduação e pós-graduação.

Aos amigos que estiveram presentes ao longo do desenvolvimento desta pesquisa e que contribuíram para a manutenção da salubridade mental, Caio Fabrício Cezar Geroto, Mirian Costa Menegazzo, Rodrigo Prudente de Melo e Alessandro Marques de Oliveira (pelo compartilhamento de cafés, angústias e conquistas), Marina Rincon Sartori, Beatriz Marques Vilela Simões e Alexandre Castellar (pelas noites de tranca e de considerações finais, capazes de acabar com o otimismo de qualquer um. Foi excelente!!), Thaís Tinós e Mateus Vidotti (pelas conversas, risadas e alegrias gastronômicas), queridinha Maria Dorta e Douglas Morais (com muito café, um pouco de tranca e um pouco de sujos :P), Simone D’Orazi Porchetti (pelos cafés, bares e macarronadas) e Kelly Brandão (pelo contraponto em assuntos polêmicos que sempre trouxeram uma injeção de ânimo).

Devo perdê-los que mantenham em limites seguros as relações com ele. Sua forma é lógica, mas sua natureza é confusão (MANN, 1994, p. 453).

RESUMO

A Bacia do Araripe situa-se no Nordeste brasileiro, e sua área estende-se sobre os estados de Ceará, Pernambuco e Piauí. Esta bacia sedimentar apresenta formações geológicas de idade paleozoica e mesozoica em cujos estratos estão fossilizados diversos tipos de organismos. A Formação Santana, eocretácica, possui destaque em termos de diversidade e qualidade dos organismos fossilizados. O Membro Romualdo é o mais superior desta formação e representa o contexto no qual ocorrem os ictiólitos ou concreções calcárias portadoras de peixes fósseis, sendo fonte de cerca de 30 gêneros formalmente descritos. Destes gêneros, dois foram selecionados para redescrição osteológica, *Notelops* e *Rhacolepis*, mediante preparação mecânica e/ou química para a remoção de sedimento de modo a evidenciar estruturas ósseas. Além da osteologia dos gêneros mencionados, outros organismos associados também foram evidenciados, permitindo a observação de um passado “congelado” nas imediações da gênese dos ictiólitos viabilizando, assim, breves abordagens de aspectos paleoecológicos para os para os peixes fósseis redescritos nesta tese.

Palavras-chave: *Notelops*. *Rhacolepis*. Osteologia. Paleoecologia. Bacia do Araripe.

ABSTRACT

Araripe Basin is located in Brazilian northeast, and its area extends over Ceará, Pernambuco and Piauí states. This watershed presents geologic formations from the Paleozoic and Mesozoic ages in which strata are fossilized several kinds of organisms. The Santana Formation, Early Cretaceous, is highlighted in terms of diversity and quantity of fossilized organisms. Romualdo Member is the most superior of this formation and it is the context in which ichthyoliths or calcareous concretions bearing fossilized fish occurs, being the source of about 30 formally described genres. Of these genres, two have been selected for osteological redescrptions, *Notelops* and *Rhacolepis*, by mechanical and/or chemical preparation for sediment removal to evidence bone structures. Besides the osteology of these mentioned genres, other organisms in association with them were also evidenced, allowing the observation of a “frozen” past near the genesis of ichthyoliths, enabling thus brief observations of the paleoecological aspects for the fish redescrbed in these Ph D Thesis.

Key-words: *Notelops*. *Rhacolepis*. Osteology. Paleoecology. Araripe Basin.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Mapa com os pontos visitados, nos quais foram coletadas concreções calcárias. (Mapa elaborado por Mateus Vidotti e Thaís Tinós).	32
Figura 2.	Exemplo de concreção calcária, URC P • 330, portando <i>Tharrhias araripis</i> . A. Concreção calcária fechada. B. Concreção calcária aberta, mostrando porções de <i>T. araripis</i> . (Figura elaborada pela autora).	35
Figura 3.	Espécime GP/2E 4496, <i>Brannerion latum</i> , em resina (porção inferior). A linha pontilhada exemplifica o contorno original da concreção, e a linha contínua indica onde foi utilizada a esmerilhadeira, objetivando o nivelamento da superfície. (Figura elaborada pela autora).	36
Figura 4.	Espécime GP/2E 8087a, <i>Brannerion latum</i> . A seta preta indica a radiografia envolvendo o fóssil e a seta vermelha indica a utilização de plastilina para a vedação de espaços. O aspecto brilhante ocorre em função da resina. (Figura elaborada pela autora).	36
Figura 5.	Mapa da região Nordeste do Brasil, e localização das principais bacias mesozoicas interiores do Nordeste, e maiores estruturas bacinais adjacentes. A área preenchida em vermelho representa a Bacia do Araripe. (Figura modificada de ARAI, 2006).	40
Figura 6.	Mapa do Gondwana Ocidental, durante Cretáceo Inferior / médio. 1: Brasil, Bacia do Araripe; 2: Brasil, Bacia Sergipe-Alagoas; 3: Venezuela, Formação Apon; 4: Colômbia, Formação Paja; 5: México, Formação Tlayúa; 6: Marrocos. (Figura modificada de MAISEY, 2000).	41
Figura 7.	Mapa geológico da Bacia do Araripe. (Figura modificada de ASSINE, 2007).	43
Figura 8.	Seção geológica da Bacia do Araripe, conforme traçado da Figura 6. (Figura modificada de ASSINE, 2007).	44
Figura 9.	Carta estratigráfica da Bacia do Araripe. (Figura retirada de ASSINE, 2007).	45
Figura 10.	Formação Cariri: arenitos com estratificações cruzadas. (Imagem obtida pela autora).	46
Figura 11.	Formação Brejo Santo: argilitos vermelhos com camadas delgadas de siltitos arenosos esbranquiçados. (Imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).	47
Figura 12.	Formação Missão Velha: detalhe das estratificações cruzadas acanaladas. (Imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).	48
Figura 13.	Formação Abaiara. Camadas delgadas de argilitos (vermelhos), intercalados com arenitos siltosos. (Imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).	49
Figura 14.	Formação Barbalha. Camadas Batateira. (Imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).....	51
Figura 15.	Membro Crato. Imagem obtida no Geossítio 5, Pedra Cariri, área do Geoparque Araripe. (Imagem obtida pela autora).	53
Figura 16.	Membro Romualdo, com concreções calcárias <i>in loco</i> . (Imagem obtida pela autora).	54
Figura 17.	Formação Araripina: ritmitos argilo-siltosos. (Imagem cedida por Bruno Cesar Araújo).	55

Figura 18.	Formação Exu. (Imagem cedida por Alexandre M. Feitosa Sales).	56
Figura 19.	Espécime URC P • 279, <i>Brannerion latum</i> . A: espécime completo, o quadrado em preto indica o local no qual foi retirado o tecido não resistente; B: material não resistente identificado como fibras musculares; C: a seta indica o orifício que poderia ter abrigado uma organela (mitocôndria?). (Figura elaborada pela autora).	60
Figura 20.	Espécime GP/2E 8096, <i>Rhacolepis buccalis</i> . A: espécime em base de resina, o retângulo indica o local de origem da ampliação. B: A seta vermelha indica o tecido não resistente, a seta preta indica uma das muitas linhas de tecido não resistente entre as escamas, e a seta amarela indica uma estrutura tridimensional de tecido não resistente, sua cor mais castanha em função da utilização de consolidante sobre a mesma. C: Esquema da maior estrutura de tecido não resistente, esta estrutura originalmente era contínua, e após imersões em solução ácida uma parte do tecido não resistente se perdeu. (Figura elaborada pela autora).	61
Figura 21.	Espécime GP/2E 2167, <i>Rhacolepis buccalis</i> . As estruturas representadas são escamas, eventualmente uma sobreposta à outra. A linha tracejada indica que o tecido não resistente encontra-se sob a escama e a linha contínua preenchida em cinza indica que o tecido não resistente está sobre a escama. (Figura elaborada pela autora).	62
Figura 22.	Pequeno peixe retirado de uma concreção (GP/2E 2973) que porta um peixe maior (<i>Notelops brama</i>). Frequentemente pequenos ossos de outros vertebrados estão associados ao maior fóssil da concreção. Quando há diversos ossos, geralmente estão imersos em tecido não resistente. O contorno vermelho representa o tecido não resistente e o contorno preto representa as estruturas ósseas. O que não apresenta contorno seria o sedimento; notar a coloração distinta. (Figura elaborada pela autora).	63
Figura 23.	Espécime URC P • 317, <i>Rhacolepis buccalis</i> . As setas situam-se sobre o maxilar esquerdo do exemplar. A seta laranja representa a estrutura óssea e a seta amarela aponta a camada de “descamação” da qual foi retirada um fragmento para análise em microscopia eletrônica de varredura (MEV). (Figura elaborada pela autora).	64
Figura 24.	Fragmento resultante da “descamação” do maxilar do espécime URC P • 317, <i>Rhacolepis buccalis</i> . A concavidade presente na região inferior esquerda é resultante da ação da extremidade do estilete histológico. (Figura elaborada pela autora).	65
Figura 25.	Mapa de distribuição de elementos. A: amostra inicial que foi encaminhada à microscopia eletrônica de varredura, a seta indica sedimento e existem mais pontos de sedimento na amostra; B: distribuição de cálcio na amostra; C: distribuição de oxigênio na amostra; D: distribuição de carbono na amostra; E: distribuição de ferro na amostra; F: distribuição de fósforo na amostra. (Figura elaborada pela autora).	65
Figura 26.	Espécime GP/2E 1642. Teto craniano. Fr: frontal; Pa: parietal. (Figura elaborada pela autora).	70
Figura 27.	Espécime GP/2E 8098a. A: vista lateral parcial do frontal do espécime. B:	

	esquema da vista lateral do frontal do espécime, a seta aponta para a projeção na altura do orbitosfenoide. (Figura elaborada pela autora).	71
Figura 28.	Espécime GP/2E 8098a. Elementos cranianos. Asp : autesenótico; Boc : basioccipital; Exo : exoccipital; Fr : frontal; Ic : intercalar; Orbs : orbitoesfenoide; Pro : pró-ótico; Pte : pteroesfenoide; Pto : pterótico. Preenchimento em cinza indica aberturas. (Figura elaborada pela autora).	72
Figura 29.	Espécime GP/2E 8098a. Boc : basioccipital; Epi : epiótico; Exo : exoccipital; Ic : intercalar; Soc : supraoccipital (fragmentado). Preenchimentos em cinza indicam aberturas. (Figura elaborada pela autora).	73
Figura 30.	Espécime GP/2E 8098a. Boc : basioccipital; Exo : exoccipital. Preenchimento em cinza indica abertura. (Figura elaborada pela autora).	73
Figura 31.	Espécime GP/2E 8098a. Boc : basioccipital; Ic : intercalar; Exo : exoccipital; Pro : pró-ótico; Pto : pterótico. Preenchimentos em cinza indicam aberturas. (Figura elaborada pela autora).	74
Figura 32.	Espécime GP/2E 8098a. A estrutura esquematizada é o basioccipital. As linhas tracejadas representam a continuidade da estrutura, desfocada na imagem. A área hachurada representa a porção interna dorsal da estrutura. (Figura elaborada pela autora).	74
Figura 33.	Espécime GP/2E 8098a. As estruturas esquematizadas são os pró-óticos. As linhas tracejadas representam o contato, desfocado na imagem, com o paresfenoide. A área hachurada representa a porção interna dorsal da estrutura. Preenchimentos em cinza indicam aberturas. (Figura elaborada pela autora).	75
Figura 34.	Espécime GP/2E 8098a. Asp : autesenótico; Boc : basioccipital; Exo : exoccipital; Fr : frontal; Ic : intercalar; Pro : pró-ótico; Pte : pteroesfenoide; Pto : pterótico. Preenchimentos em cinza indicam aberturas. (Figura elaborada pela autora).	75
Figura 35.	Espécime GP/2E 8098a. A estrutura esquematizada é o autesenótico. (Figura elaborada pela autora).	76
Figura 36.	Espécime GP/2E 8098a. Orbs : orbitoesfenoide; Pte : pteroesfenoide. Linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. Preenchimentos em cinza indicam aberturas. (Figura elaborada pela autora).	77
Figura 37.	Espécime GP/2E 2993. De : dermoetmoide; Io₁ : infraorbital 1; Mx : maxilar; Pmx : pré-maxilar; Psp : paresfenoide; Vo : vômer. As estruturas preenchidas em preto são dentes. Estruturas tracejadas representam incertezas quanto às suturas. Preenchimentos em cinza indicam aberturas. (Figura elaborada pela autora).	77
Figura 38.	Espécime GP/2E 8098a. Observar a sutura do vômer com o paresfenoide. Psp : paresfenoide; Vo : vômer. As linhas tracejadas representam fragmentos sobrepostos ou incertezas quanto às suturas. (Figura elaborada pela autora). .	78
Figura 39.	Espécime GP/2E 8098a. Observar as duas abas do vômer, que se tornam mais estreitas proximalmente, cuja área ventral está representada pelas hachuras. Psp : paresfenoide; Vo : vômer. (Figura elaborada pela autora).	78
Figura 40.	Espécime GP/2E 8098a. Observar a extremidade anterior do vômer,	

	bastante expandido em relação ao restante da estrutura em contato com o paresfenoide. Psp : paresfenoide; Vo : vômer. Preenchimento em cinza indica abertura. (Figura elaborada pela autora).	79
Figura 41.	Espécime GP/2E 8098a. A estrutura esquematizada é a visão geral do paresfenoide. As linhas tracejadas representam incertezas quanto às suturas. (Figura elaborada pela autora).	79
Figura 42.	Espécime GP/2E 8098a. A estrutura esquematizada mostra a região posterior do paresfenoide, exibindo seu formato em V. (Figura elaborada pela autora).	80
Figura 43.	Espécime GP/2E 8098a. A estrutura esquematizada mostra a região mediana do paresfenoide, onde é possível observar o forâmen (preenchido em cinza) e a borda externa para a artéria carótida interna. (Figura elaborada pela autora).	80
Figura 44.	Espécime GP/2E 8098a. A : porção deslocada do paresfenoide. B : dentes presentes na porção deslocada do paresfenoide. Sob A e B encontram-se os respectivos esquemas. As linhas tracejadas representam fragmentos sobrepostos ou incertezas quanto às suturas. (Figura elaborada pela autora). .	81
Figura 45.	Espécime GP/2E 2990. Hm : hiomandibular; Q : quadrado. As linhas tracejadas representam fragmentos sobrepostos. (Figura elaborada pela autora).	82
Figura 46.	Espécime GP/2E 2993. Den : dentário; Ectp : 13ermesfenótico; Endp : 13ermesfenótico; Hh : hipoial; Pal : palatino. As estruturas preenchidas em preto são dentes. A área hachurada representa a placa com pequenos orifícios. (Figura elaborada pela autora).	83
Figura 47.	Espécime GP/2E 4389. Den : dentário; Endp : 13ermesfenótico; Mx : maxilar; Pal : palatino. As estruturas preenchidas em preto são dentes. As linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. Notar na imagem o aspecto rugoso do 13ermesfenótico e os dentes do palatino. (Figura elaborada pela autora).	84
Figura 48.	Espécime GP/2E 1642. A : 13ermesfenótico preservado, dissociado dos demais elementos hiopalatinos; B : detalhe da placa com pequenos orifícios; C : dente <i>in loco</i> . As linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. (Figura elaborada pela autora).	84
Figura 49.	Espécime GP/2E 1642. A : imagens e esquemas de fragmento do 13ermesfenótico e do palatino preservados. Os retângulos são placas (semelhantes àquelas exibidas na Figura 46, Endp) com pequenos orifícios, que portariam dentes. B : ampliação e esquemas das placas e seus orifícios. Ectp : 13ermesfenótico; Pal : palatino. As linhas tracejadas representam fragmentos sobrepostos. (Figura elaborada pela autora).	85
Figura 50.	Espécime GP/2E 2993. Mx (E) : maxilar esquerdo; Pmx (D) : pré-maxilar direito; Pmx (E) : pré-maxilar esquerdo. As estruturas preenchidas em preto são dentes. As linhas tracejadas representam fragmentos sobrepostos. (Figura elaborada pela autora).	87
Figura 51.	Espécime GP/2E 4389. Den : dentário; Mx : maxilar. As estruturas	

- preenchidas em preto são dentes. A linha tracejada representa sedimento sobreposto à estrutura. Notar a inclinação da extremidade distal do maxilar. (Figura elaborada pela autora). 88
- Figura 52.** Espécime GP/2E 2993. **Mx**: maxilar; **Pmx**: pré-maxilar. A seta indica um prolongamento dorsal do maxilar. As estruturas preenchidas em preto são dentes. As linhas pontilhadas em vermelho representam alvéolos dentários. As linhas tracejadas representam fragmento sobreposto. (Figura elaborada pela autora). 88
- Figura 53.** Espécime GP/2E 1642. **Ang**: angular; **Den**: dentário; **Mx**: maxilar. As estruturas preenchidas em preto são dentes. As linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. (Figura elaborada pela autora). 89
- Figura 54.** Espécime GP/2E 2993. A estrutura representada é o maxilar esquerdo. As estruturas preenchidas em preto são dentes. As linhas pontilhadas em vermelho representam alvéolos dentários. As linhas tracejadas representam fragmentos sobrepostos. (Figura elaborada pela autora). 89
- Figura 55.** Espécime GP/2E 1642. **Den**: dentário. As estruturas preenchidas em preto são dentes. As linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. (Figura elaborada pela autora). 90
- Figura 56.** Espécime GP/2E 1642. **Den**: dentário. As estruturas preenchidas em preto são dentes, estruturas com preenchimento em preto e amarelo representam dentes fragmentados transversalmente e preenchimentos em cinza representam aberturas. As linhas pontilhadas em vermelho representam alvéolos dentários. As linhas tracejadas representam fragmentos sobrepostos. (Figura elaborada pela autora). 91
- Figura 57.** Espécime GP/2E 2990. A estrutura representada é a região anterior do dentário. As estruturas preenchidas em preto são dentes. As linhas pontilhadas em vermelho representam alvéolos dentários. As linhas tracejadas representam fraturas. A seta indica a sutura entre o dentário e a plataforma, portando dentes. (Figura elaborada pela autora). 92
- Figura 58.** Espécime GP/2E 2990. **?Cb**: ceratobranquial (?); **Cea (D)**: ceratoial anterior direito; **Cea (E)**: ceratoial anterior esquerdo. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora). 93
- Figura 59.** Espécime GP/2E 1642. **Cb**: ceratobranquial; **Cea (E)**: ceratoial anterior esquerdo. As áreas hachuradas representam possíveis placas dentárias basibranquiais. Preenchimentos em cinza indicam sedimentos. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora). 94
- Figura 60.** Espécime GP/2E 1642. **A**: ceratoial anterior; notar sua maior largura na região distal. **B**: extremidade distal do ceratoial anterior; a seta no esquema aponta para as possíveis placas dentárias basibranquiais, cujos orifícios em vermelho representam os locais de inserção dentária. **?Cb**: ceratobranquial (?); **Cea (E)**: ceratoial anterior esquerdo. Preenchimento em cinza no ceratoial indica fratura e no ceratobranquial (?) indica sedimento. As linhas

	tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	95
Figura 61.	Espécime GP/2E 2993. Cea (D) : ceratoial anterior direito; Cea (E) : ceratoial anterior esquerdo; Hh : hipoial ventral. Preenchimento em cinza indica abertura. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	96
Figura 62.	Espécime GP/2E 4389. A estrutura preenchida em preto é um anel esclerótico. Cl : cleitro; Den : dentário; Dsp : 15ermesfenótico; Fr : frontal; ?Fr : fragmento do frontal (?); Io₁ : infraorbital 1; Io₂₊₃ : infraorbital 2+3; Io₄₊₅ : infraorbital 4+5; Mx : maxilar; Op : opérculo; Pop : pré-opérculo; Pto : pterótico; Sop : subopérculo. (Figura elaborada pela autora).	98
Figura 63.	Espécime GP/2E 2993. A estrutura representada é a extremidade anterior do infraorbital 1. A seta aponta para o canal sensorial. (Figura elaborada pela autora).	99
Figura 64.	Espécime GP/2E 4389. A : Estruturas da série opercular preservadas. B : Detalhe para a ornamentação do tipo estriada, com poucos fragmentos preservados da camada óssea. Cl : cleitro; Op : opérculo; Pop : pré-opérculo; Scl : supracleitro; Sop : subopérculo. (Figura elaborada pela autora).	100
Figura 65.	Espécime GP/2E 1642. A estrutura representada é a porção ventral do pré-opérculo. As setas apontam para os ramos do canal sensorial pré-opercular. (Figura elaborada pela autora).	101
Figura 66.	Espécime GP/2E 8098a. Pop : pré-opérculo. A estrutura representada é a extremidade dorsal do ramo ascendente do pré-opérculo. Notar os sulcos na estrutura. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	101
Figura 67.	Espécime GP/2E 4389. A estrutura representada é o supratemporal. As setas apontam para porções fragmentárias da comissura supratemporal. Notar os sulcos nesta estrutura. As linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. (Figura elaborada pela autora).	102
Figura 68.	Espécime GP/2E 8098a. A : vista geral da nadadeira peitoral. B : raios externos, articulando com a escápula. C : detalhes da ramificação presente em alguns raios. Cor : coracoide; Sca : escápula. Preenchimentos em cinza representam espaços entre estruturas de interesse. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	103
Figura 69.	Espécime GP/2E 8098b. Maior sequência de vértebras obtida mediante preparação. São as vértebras posteriores e o complexo caudal. Preenchimentos em cinza representam espaços entre estruturas ou orifícios nas estruturas. Linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	105
Figura 70.	Espécime GP/2E 8098b. Ha : arco hemal. As vértebras representadas são as mais anteriores mostradas na Figura 69. Preenchimentos em cinza representam espaços ou orifícios nas estruturas. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	106
Figura 71.	Espécime GP/2E 8098a. C : centro vertebral; ha : arco hemal; na : arco	

	neural. A mesma vértebra representada em diferentes vistas. Preenchimentos em cinza representam orifícios nas estruturas. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	106
Figura 72.	Espécime GP/2E 8098b. À esquerda estão os dois primeiros centros vertebrais do espécime. À direita um centro vertebral deslocado. Preenchimento em cinza representa orifício na estrutura. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	107
Figura 73.	Espécime GP/2E 1642. Vértebras abdominais anteriores preservadas. Notar morfologia do centro vertebral, mais alto que largo. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	107
Figura 74.	Espécime GP/2E 1642. Na : arcos neurais de vértebras anteriores, autógenos (<i>sensu</i> FOREY, 1977). Vértebras abdominais anteriores preservadas. Notar morfologia do centro vertebral, tão alto quanto largo. Preenchimento em cinza representa orifício na estrutura. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	108
Figura 75.	Espécime GP/2E 4389. R : costela. Vértebras abdominais anteriores preservadas, assim como costelas desarticuladas. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	108
Figura 76.	Espécime GP/2E 8098 ^a . As estruturas representadas são porções proximais de raios da nadadeira dorsal. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre as estruturas de interesse. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	109
Figura 77.	Espécime GP/2E 8098b. Esqueleto caudal. ?NaPu₁ + U₁ : arco do pré-ural 1 fusionado com o arco neural ural (elemento arcual) ? ; Ph : paripurais; Pu₂ : centro pré-ural 2; U₁ + H₁ + H₂ : primeiro centro ural mais hipurais 1 e 2; Un_{1,2} : base dos uroneurais 1 e 2. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre as estruturas de interesse. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	111
Figura 78.	. Espécime GP/2E 8098b. Raios do lobo inferior da nadadeira caudal. Mr : raio; pro.r 1 : raio pró-corrente 1; pro.r 5 : raio pró-corrente 5; ?scu : escudo ventral ? A linha tracejada representa incerteza quanto à inserção das estruturas. (Figura elaborada pela autora).	112
Figura 79.	Espécime GP/2E 8098b. Raios do lobo superior da nadadeira caudal. Pro.r 4 : raio pró-corrente 4; ra.r : ramificações de raio pró-corrente; scu : escudo dorsal (ampliado na Figura 80). Preenchimentos em cinza indicam espaços entre as estruturas de interesse. As linhas tracejadas representam incertezas quanto à inserção das estruturas e fragmentos sobrepostos. (Figura elaborada pela autora).	112
Figura 80.	Espécime GP/2E 8098b. A estrutura representada é o escudo dorsal da nadadeira caudal. (Figura elaborada pela autora).	113
Figura 81.	Espécime URC P • 322. Asp : autesfenótico; Fr : frontal. Notar o padrão complexo de sutura entre os frontais, em sua região mais posterior. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre as estruturas de interesse.	

	As linhas pontilhadas indicam as cristas longitudinais dos frontais. (Figura elaborada pela autora).	116
Figura 82.	Espécime URC P • 279. Fr: frontal. Notar o padrão complexo de sutura entre os frontais em sua região mais posterior. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre as estruturas de interesse. Linhas tracejadas representam incertezas quanto as continuidade das estruturas. (Figura elaborada pela autora).	116
Figura 83.	Espécime GP/2E 4305. Fr: frontal. As linhas pontilhadas indicam as cristas longitudinais dos frontais, também indicadas por setas. Linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. (Figura elaborada pela autora).	117
Figura 84.	Espécime GP/2E 2989. A: Concreção calcária portando três espécimes de <i>Rhacolepis buccalis</i> . B: detalhe do teto craniano de um dos espécimes desta concreção. Fr: frontal; Pa: parietal; Pto: pterótico; Soc: supraoccipital; Stt: supratemporal. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre as estruturas de interesse. (Figura elaborada pela autora).	118
Figura 85.	Espécime GP/2E 5514. Asp: autesfenótico; Fr: frontal; Hm: hiomandibular; Orbs: orbitoesfenoide; oss.scl: ossículos escleróticos; Psp: paresfenoide; Pte: pteroesfenoide; Pto: pterótico. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre as estruturas de interesse. Linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. (Figura elaborada pela autora).	120
Figura 86.	Espécime GP/2E 8087a. Asp: autesfenótico; Fr: frontal; Orbs: orbitoesfenoide; Pte: pteroesfenoide; Pto: pterótico. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre as estruturas de interesse. Linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas e estrutura sobreposta. (Figura elaborada pela autora).	121
Figura 87.	Espécime GP/2E 8096. Soc: supraoccipital. A seta aponta para a crista do supraoccipital. Preenchimento em preto indica abertura natural. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre as estruturas de interesse. Linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	121
Figura 88.	Espécime GP/2E 2167. De: dermoetmoide; Mx: maxilar; Pmx: pré-maxilar. As linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. Preenchimento em cinza indica abertura. (Figura elaborada pela autora).	122
Figura 89.	Espécime GP/2E 4305. De: dermoetmoide; Pmx (D): pré-maxilar direito; Pmx (E): pré-maxilar esquerdo. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. Preenchimento em cinza indica espaço entre as estruturas de interesse. (Figura elaborada pela autora).	123
Figura 90.	Espécime GP/2E 5514. Psp: paresfenoide. Linha tracejada representa estrutura sobreposta. (Figura elaborada pela autora).	124
Figura 91.	Espécime GP/2E 2989. A: Concreção calcária portando três espécimes de <i>Rhacolepis buccalis</i> . B: detalhe de um dos espécimes da concreção. Q: quadrado. (Figura elaborada pela autora).	125
Figura 92.	Espécime GP/2E 4305. Ectp: 17ectopterigoide. As estruturas preenchidas	

	em preto são dentes. As linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. (Figura elaborada pela autora).	126
Figura 93.	Espécime GP/2E 4305. Ectp : 18ectoperigoide. Este ectopterigoide é o mesmo representado na Figura 92, ampliado e exibindo a face oral. As estruturas preenchidas em preto são dentes. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. Notar alguns dentes que ocorrem dispostos lateralmente. (Figura elaborada pela autora).	126
Figura 94.	Espécime GP/2E 2167. A : pré-maxilar esquerdo em vista labial; B : pré-maxilar esquerdo em vista labial oblíqua, evidenciando maior dimensão do dente interno; C : pré-maxilar esquerdo em vista oral oblíqua. As estruturas preenchidas em preto são dentes. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	127
Figura 95.	Espécime GP/2E 4305. Den : dentário; Mx : maxilar; Pmx : pré-maxilar. As estruturas preenchidas em preto são dentes. As linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades de estruturas e estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	128
Figura 96.	Espécime GP/2E 2989. A : Concreção calcária portando três espécimes de <i>Rhacolepis buccalis</i> . B : detalhe de um dos espécimes da concreção. Mx : maxilar; Smx : supramaxilar. As estruturas preenchidas em preto são dentes. (Figura elaborada pela autora).	129
Figura 97.	. Espécime GP/2E 3423. Den : dentário; Mx : maxilar. As linhas pontilhadas em vermelho representam alvéolos dentários. As estruturas preenchidas em preto são dentes. Preenchimento em cinza indica resina. As linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. (Figura elaborada pela autora).	130
Figura 98.	Espécime GP/2E 5514. Den : dentário. As linhas pontilhadas em vermelho representam alvéolos dentários. As estruturas preenchidas em preto são dentes. Preenchimento em cinza indica espaço entre as estruturas de interesse. As linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades de estruturas e estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	131
Figura 99.	Espécime GP/2E 2989. A : Concreção calcária portando três espécimes de <i>Rhacolepis buccalis</i> . B : detalhe de um dos espécimes da concreção. Ang-art : ângulo-articular. Preenchimentos em cinza indicam sedimentos. (Figura elaborada pela autora).	132
Figura 100.	Espécime GP/2E 5514. Cea (D) : ceratoial anterior direito; Cea (E) : ceratoial anterior esquerdo. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. Preenchimento em cinza indica espaço na estrutura de interesse, possivelmente originado mediante ação da preparação química. (Figura elaborada pela autora).	133
Figura 101.	Espécime GP/2E 5514. Cea (D) : ceratoial anterior direito; Cea (E) : ceratoial anterior esquerdo. Notar os profundos sulcos ventrais nas estruturas. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	134
Figura 102.	Espécime URC P • 317. Iop : interopérculo. As estruturas preenchidas em preto são os raios branquiostégios. (Figura elaborada pela autora).	134
Figura 103.	Espécime GP/2E 3423. A : visão geral dos ceratobranquiais. B : ampliação de uma placa dentária consolidada no quarto ceratobranquial. Cb3 : terceiro ceratobranquial; Cb4 : quarto ceratobranquial. As áreas hachuradas	

- representam placas dentárias consolidadas. A estrutura preenchida em preto representa um dente. As linhas pontilhadas em vermelho representam alvéolos dentários. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora). 135
- Figura 104.** Espécime GP/2E 3423. Direção anterior-posterior e vista lateral referem-se ao espécime todo, não às estruturas de interesse nesta figura. **A:** visão geral de como os rastros branquiais, representados por cada estrutura contornada em preto, foram encontrados após preparação química. **B, C e D:** ampliação dos rastros branquiais exibindo suas diversas morfologias. As estruturas preenchidas em preto representam dentes. As linhas contornadas em vermelho representam cavidades que portariam dentes. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora). 136
- Figura 105.** Espécime URC P • 322. **Dsp:** 19ermesfenótico; **Io₁:** infraorbital 1; **Io₂₊₃:** infraorbital 2 + 3; **Io₄:** infraorbital 4; **Io₅:** infraorbital 5; **Iop:** interopérculo; **Op:** opérculo; **Pop:** pré-opérculo; **So:** supraorbital; **Sop:** subopérculo. As linhas pontilhadas no infraorbital 5 representam ornamentações. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre estruturas de interesse. (Figura elaborada pela autora). 137
- Figura 106.** Espécime GP/2E 2989. **A:** Concreção calcária portando três espécimes de *Rhacolepis buccalis*. **B:** detalhe de um dos espécimes da concreção, a estrutura representada é o supraorbital. As linhas pontilhadas representam canais sensoriais. (Figura elaborada pela autora). 138
- Figura 107.** Espécime URC P • 279. **Io₂₊₃:** infraorbital 2+3; **Io₄:** infraorbital 4; **Io₅:** infraorbital 5; **Op:** opérculo; **Pop:** pré-opérculo; **Sop:** subopérculo. As linhas pontilhadas nos infraorbitais 4 e 5 representam ornamentações. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre estruturas de interesse. (Figura elaborada pela autora). 139
- Figura 108.** Espécime GP/2E 2989. **A:** concreção calcária portando três espécimes de *Rhacolepis buccalis*. **B:** detalhe de um dos espécimes da concreção, as estruturas representadas são infraorbitais desarticulados. As linhas pontilhadas representam canais sensoriais. Áreas em cinza representam sedimentos. (Figura elaborada pela autora). 140
- Figura 109.** Espécime GP/2E 8096. **A:** disposição de alguns elementos da cintura peitoral em relação à margem opercular posterior. **B:** ampliação de estruturas delgadas e esbranquiçadas sobre a resina. **Cl:** cleitro; **Op:** opérculo; **Ptt:** pós-temporal; **Scl:** supracleitro; **Sop:** subopérculo. As estruturas em preto representam a sugestão de filamentos branquiais. (Figura elaborada pela autora). 142
- Figura 110.** Espécime URC P • 322. As estruturas representadas são supratemporais. As linhas pontilhadas representam ramos da comissura do canal supratemporal. (Figura elaborada pela autora). 143
- Figura 111.** Espécime GP/2E 2167. **Cl:** cleitro; **Cor:** coracoide; **Mcor:** mesocoracoide; **Sca:** escápula. Preenchimento em preto indica abertura. Preenchimentos em cinza indicam espaços entre as estruturas de interesse. Linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora). 145
- Figura 112.** Espécime GP/2E 2167. As estruturas representadas são lepidotríquias e hemitríquias. Preenchimento em amarelo indica estrutura e sedimentos sobrepostos. Preenchimento em cinza indica espaço entre as estruturas de interesse. Linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades

	das estruturas. (Figura elaborada pela autora).	146
Figura 113.	Espécime GP/2E 3423. Maior sequência de vértebras obtida mediante preparações. Preenchimento em cinza representa espaço entre estruturas de interesse. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	147
Figura 114.	Espécime GP/2E 8096. Vértebras portando arcos neurais. Na : arco neural. A seta aponta um dos quatro arcos neurais representados. As linhas tracejadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	148
Figura 115.	Espécime GP/2E 3423. Vértebras portando arcos hemais. Ha : arco hemal. (Figura elaborada pela autora).	148
Figura 116.	Espécime GP/2E 2989. A : Concreção calcária portando três espécimes de <i>Rhacolepis buccalis</i> . B : detalhe de um dos espécimes da concreção; a estrutura representada é um centro vertebral com o processo transversal posteriormente direcionado. As linhas pontilhadas representam estruturas sobrepostas. (Figura elaborada pela autora).	149
Figura 117.	Espécime GP/2E 2167. A estrutura representada é um centro vertebral. Os contornos em verde representam as ornamentações predominantes nos centros vertebrais. (Figura elaborada pela autora).	150
Figura 118.	Espécime URC P • 322. Escamas dorsais; notar o aspecto crenulado. (Figura elaborada pela autora).	151
Figura 119.	Espécime GP/2E 8096. Escamas laterais; notar as cristas radiais. (Figura elaborada pela autora).	151
Figura 120.	Espécime GP/2E 8096. Escamas anteriores, próximas à cintura escapular. A disposição destas escamas em relação à cintura pode ser vista na Figura 109. As linhas pontilhadas representam incertezas quanto aos limites de cada escama. Posteriores às escamas de interesse nesta figura estão outras escamas laterais, como observado na imagem; notar as distintas dimensões entre elas. (Figura elaborada pela autora).	152
Figura 121.	Moluscos associados a espécimes diversos. A : dois bivalves associados ao espécime URC P • 323, <i>Rhacolepis buccalis</i> ; B : dois bivalves associados ao espécime URC P • 324, <i>R. buccalis</i> ; C : dois bivalves associados ao espécime URC P • 325, <i>R. buccalis</i> ; D : 15 bivalves associados ao espécime URC P • 326, peixe fóssil indeterminado; E : um gastrópode associado ao espécime URC P • 326, peixe fóssil indeterminado. (Figura elaborada pela autora).	158
Figura 122.	Espécime GP/2E 2249, <i>Notelops brama</i> . C : centro vertebral; ?Op : opérculo?. Preenchimentos em cinza representam orifícios nas estruturas. (Figura elaborada pela autora).	159
Figura 123.	Espécime GP/2E 8098 ^a . <i>Notelops brama</i> . A estrutura representada é uma vértebra. (Figura elaborada pela autora).	160
Figura 124.	Espécime GP/2E 8098 ^b , <i>Notelops brama</i> . C : centro vertebral; Den : dentário. Linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas de interesse em função da sobreposição de outras estruturas. (Figura elaborada pela autora).	160
Figura 125.	Espécime GP/2E 3423, <i>Rhacolepis buccalis</i> . A : material preparado para redescrição osteológica; B : ampliação da região ventral do espécime GP/2E 3423, exibindo conjuntos de pequenas vértebras; C e D : centros vertebrais.	

- c: centro vertebral. Linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas de interesse em função da sobreposição de outros elementos. (Figura elaborada pela autora). 161
- Figura 126.** Espécime GP/2E 4305, *Rhacolepis buccalis*. Esquema de centros vertebrais. Linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas de interesse em função da sobreposição de outros elementos. Preenchimentos em cinza representam orifícios nas estruturas. (Figura elaborada pela autora). 162
- Figura 127.** Espécime URC P • 317, *Rhacolepis buccalis*. **A:** teto craniano de *Rhacolepis* portando um ramo vegetal. **B:** ampliação de três entrenós do vegetal. (Figura elaborada pela autora). 162
- Figura 128.** Espécime URC P • 307, *Vinctifer comptoni*. **A:** concreção calcária portando um *V. comptoni* completo e outro pequeno peixe; **B:** ampliação de um pequeno peixe associado à *V. comptoni*. O peixe associado apresenta a região ventral voltada superiormente. **Den:** dentário; **Io:** infraorbital; **mr:** raio de nadadeira caudal; **Op:** opérculo; **Pop:** pré-opérculo. A área hachurada representa a coluna vertebral, presente e articulada. Linhas tracejadas representam incertezas quanto às continuidades das estruturas. (Figura elaborada pela autora). 164

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Tipo de preparação do material fóssil.	37
Quadro 2	– Evolução das propostas litoestratigráficas da Bacia do Araripe.	42
Quadro 3	– <i>Notelops brama</i> : quadro comparativo entre descrições anteriores e resultados obtidos.	154
Quadro 4	– <i>Rhacolepis buccalis</i> : quadro comparativo entre descrições anteriores e resultados obtidos.	154
Quadro 5	– Organismos associados – material coletado.	156
Quadro 6	– Organismos associados – material emprestado.	156

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	– Medidas de cada espécime de <i>Notelops</i> analisado e preparado química e/ou mecanicamente para esta Tese de Doutorado.	33
Tabela 4.2	– Medidas de cada espécime de <i>Rhacolepis</i> analisado e preparado química e/ou mecanicamente para esta Tese de Doutorado.	33
Tabela 4.3	– Medidas de cada Pachyrhizodontoidei indeterminado analisado e preparado química e/ou mecanicamente para esta Tese de Doutorado.	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	28
2	OBJETIVOS	29
3	ABREVIATURAS	30
3.1	Abreviaturas das instituições	30
3.2	Abreviaturas anatômicas	30
4	MATERIAIS E MÉTODOS	31
4.1	Materiais coletados e emprestados	31
5	GEOLOGIA REGIONAL: BACIA DO ARARIPE	40
5.1	Localização geográfica e contexto geológico	40
5.2	A sucessão litoestratigráfica da Bacia do Araripe	46
5.2.1	Sequência Paleozoica	46
5.2.1.1	<u>Formação Cariri</u>	46
5.2.2	Supersequência Pré-Rifte	47
5.2.2.1	<u>Formação Brejo Santo</u>	47
5.2.2.2	<u>Formação Missão Velha</u>	48
5.2.2.3	<u>Formação Abaiara</u>	49
5.2.3	Supersequência Pós-Rifte I	50
5.2.3.1	<u>Formação Barbalha</u>	50
5.2.3.2	<u>Formação Santana</u>	52
5.2.3.2.1	<u>Membro Crato</u>	52
5.2.3.2.2	<u>Membro Romualdo</u>	53
5.2.4	Supersequência Pós-Rifte II	54
5.2.4.1	<u>Formação Araripina</u>	54
5.2.4.2	<u>Formação Exu</u>	55
6	CONCREÇÕES DA FORMAÇÃO SANTANA	57
7	SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA, DESCRIÇÃO E COMPARAÇÃO DO MATERIAL ESTUDADO	66
7.1	Sistemática Paleontológica: <i>Notelops brama</i>	66
7.1.1	Diagnose da Subordem	66
7.1.2	Diagnose da Família	67
7.1.3	Diagnose do Gênero (emendada; FOREY, 1977)	67

7.1.4	Diagnose da Espécie (emendada; FOREY, 1977)	68
7.2	Espécie-tipo	68
7.3	Holótipo	68
7.4	Localidade-tipo	68
7.5	Descrição e comparação do material estudado	68
7.5.1	Caixa craniana	68
<u>7.5.1.1</u>	<u>Frontal</u> (figuras 26, 27, 28 e 34)	69
<u>7.5.1.2</u>	<u>Parietal</u> (Figura 26)	69
<u>7.5.1.3</u>	<u>Pterótico</u> (figuras 28, 31, 34 e 62)	69
<u>7.5.1.4</u>	<u>Epiótico</u> (Figura 29)	70
<u>7.5.1.5</u>	<u>Supraoccipital</u> (Figura 29)	71
<u>7.5.1.6</u>	<u>Exoccipital</u> (figuras 28, 29, 30, 31 e 34)	71
<u>7.5.1.7</u>	<u>Intercalar</u> (figuras 28, 29, 31 e 34)	72
<u>7.5.1.8</u>	<u>Basioccipital</u> (figuras 28, 29, 30, 31, 32 e 34)	73
<u>7.5.1.9</u>	<u>Pró-ótico</u> (figuras 28, 31, 33 e 34)	74
<u>7.5.1.10</u>	<u>Autesfenótico</u> (figuras 28, 34 e 35)	76
<u>7.5.1.11</u>	<u>Pteroesfenoide</u> (figuras 28, 34 e 36)	76
<u>7.5.1.12</u>	<u>Orbitoesfenoide</u> (figuras 28 e 36)	76
<u>7.5.1.13</u>	<u>Dermoetmoide</u> (Figura 37)	77
<u>7.5.1.14</u>	<u>Vômer</u> (figuras 37, 38, 39 e 40)	78
<u>7.5.1.15</u>	<u>Paresfenoide</u> (figuras 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 e 44)	79
7.5.2	Série hiopalatina	81
<u>7.5.2.1</u>	<u>Hiomandibular</u> (Figura 45)	81
<u>7.5.2.2</u>	<u>Quadrado</u> (Figura 45)	82
<u>7.5.2.3</u>	<u>Endopterigoide</u> (figuras 46, 47 e 48)	82
<u>7.5.2.4</u>	<u>Ectopterigoide</u> (figuras 46 e 49 A e B)	85
<u>7.5.2.5</u>	<u>Palatino</u> (figuras 46, 47 e 49)	86
7.5.3	Ossos dérmicos maxilares	86
<u>7.5.3.1</u>	<u>Pré-maxilar</u> (figuras 37, 50 e 52)	86
<u>7.5.3.2</u>	<u>Maxilar</u> (figuras 37, 47, 50, 51, 52, 53, 54 e 62)	86
7.5.4	Mandíbula	90
<u>7.5.4.1</u>	<u>Dentário</u> (figuras 46, 47, 51, 53, 55, 56, 57 e 62)	90
<u>7.5.4.2</u>	<u>Angular</u> (Figura 53)	91
<u>7.5.4.3</u>	<u>Dentição</u> (figuras 37, 44, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56 e 57). ...	92

7.5.5	Arco hioideo	93
<u>7.5.5.1</u>	<u>Ceratoiais anteriores</u> (figuras 58, 59, 60 e 61)	93
<u>7.5.5.2</u>	<u>Hipoial</u> (figuras 46 e 61)	94
<u>7.5.5.3</u>	<u>Ceratobranquiais</u> (figuras 59 e 60 B)	95
7.5.6	Série circum-orbital	96
<u>7.5.6.1</u>	<u>Dermesfenótico</u> (Figura 62)	96
<u>7.5.6.2</u>	<u>Série infraorbital</u> (figuras 37, 62 e 63)	97
<u>7.5.6.3</u>	<u>Anel esclerótico</u> (Figura 62)	97
7.5.7	Série opercular	99
<u>7.5.7.1</u>	<u>Opérculo</u> (figuras 62 e 64 A)	99
<u>7.5.7.2</u>	<u>Subopérculo</u> (figuras 62 e 64 A)	99
<u>7.5.7.3</u>	<u>Pré-opérculo</u> (figuras 62, 64 A, 65 e 66)	100
7.5.8	Cintura peitoral e nadadeiras	102
<u>7.5.8.1</u>	<u>Supratemporal</u> (Figura 67)	102
<u>7.5.8.2</u>	<u>Supracleitro</u> (Figura 64 A)	102
<u>7.5.8.3</u>	<u>Cleitro</u> (Figura 62 e 64 A)	102
<u>7.5.8.4</u>	<u>Nadadeira peitoral</u> (Figura 68)	103
7.5.9	Coluna vertebral (figuras 69, 70, 71, 72, 73, 74 e 75)	104
7.5.10	Nadadeira dorsal (Figura 76)	109
7.5.11	Esqueleto caudal e nadadeira (figuras 77, 78, 79 e 80)	109
7.5.12	Escamas	113
7.5.13	Comentários	113
7.6	Sistemática Paleontológica: <i>Rhacolepis buccalis</i>	114
7.6.1	Diagnose da Subordem (ver subseção 7.1.1)	114
7.6.2	Diagnose da Família	114
7.6.3	Diagnose do Gênero (emendada; FOREY, 1977)	114
7.6.4	Diagnose da Espécie (emendada; FOREY, 1977)	115
7.7	Espécie-tipo	115
7.8	Holótipo	115
7.9	Localidade-tipo	115
7.10	Descrição e comparação do material estudado	115
7.10.1	Caixa craniana	115
<u>7.10.1.1</u>	<u>Frontal</u> (figuras 81, 82, 83, 84, 85 e 86)	115
<u>7.10.1.2</u>	<u>Parietal</u> (Figura 84 B)	118

7.10.1.3	<u>Pterótico</u> (figuras 84 B, 85 e 86)	118
7.10.1.4	<u>Supraoccipital</u> (figuras 84 B e 87)	119
7.10.1.5	<u>Autesfenótico</u> (figuras 81, 85 e 86)	119
7.10.1.6	<u>Pteroesfenoide</u> (figuras 85 e 86)	119
7.10.1.7	<u>Orbitoesfenoide</u> (figuras 85 e 86)	122
7.10.1.8	<u>Dermoetmoide</u> (figuras 88 e 89)	122
7.10.1.9	<u>Paresfenoide</u> (figuras 85 e 90)	122
7.10.2	Série hiopalatina	124
7.10.2.1	<u>Hiomandibular</u> (Figura 85)	124
7.10.2.2	<u>Quadrado</u> (Figura 91)	124
7.10.2.3	<u>Ectopterigoide</u> (figuras 92 e 93)	124
7.10.3	Ossos dérmicos maxilares	126
7.10.3.1	<u>Pré-maxilar</u> (figuras 88, 89, 94 e 95)	126
7.10.3.2	<u>Supramaxilar</u> (Figura 96)	128
7.10.3.3	<u>Maxilar</u> (figuras 88, 95, 96 e 97)	130
7.10.4	Mandíbula	130
7.10.4.1	<u>Dentário</u> (figuras 95, 97 e 98)	130
7.10.4.2	<u>Ângulo-articular</u> (Figura 99)	131
7.10.4.3	<u>Dentição</u> (figuras 92, 93, 94, 95, 96, 97 e 98)	133
7.10.5	Arco hioideo	133
7.10.5.1	<u>Ceratoiais anteriores</u> (figuras 100 e 101)	133
7.10.5.2	<u>Raios branquiostégios</u> (Figura 102)	134
7.10.5.3	<u>Ceratobranquiaais</u> (figuras 103 e 104)	135
7.10.6	Série circum-orbital	137
7.10.6.1	<u>Supraorbital</u> (figuras 105 e 106)	137
7.10.6.2	<u>Dermesfenótico</u> (Figura 105)	138
7.10.6.3	<u>Série infraorbital</u> (figuras 105, 107 e 108)	139
7.10.7	Série opercular	140
7.10.7.1	<u>Opérculo</u> (figuras 105, 107 e 109)	140
7.10.7.2	<u>Subopérculo</u> (figuras 105, 107 e 109)	141
7.10.7.3	<u>Pré-opérculo</u> (figuras 105 e 107)	141
7.10.7.4	<u>Interopérculo</u> (figuras 102 e 105)	141
7.10.8	Cintura peitoral e nadadeiras	142
7.10.8.1	<u>Supratemporal</u> (figuras 84 e 110)	142

7.10.8.2	<u>Pós-temporal</u> (Figura 109 A)	143
7.10.8.3	<u>Supracleitro</u> (Figura 109)	143
7.10.8.4	<u>Cleitro</u> (figuras 109 e 111)	144
7.10.8.5	<u>Escápula</u> (Figura 111)	144
7.10.8.6	<u>Mesocoracoide</u> (Figura 111)	144
7.10.8.7	<u>Coracoide</u> (Figura 111)	144
7.10.8.8	<u>Nadadeira peitoral</u> (Figura 112)	144
7.10.9	Coluna vertebral (figuras 113, 114, 115, 116 e 117)	146
7.10.10	Escamas (figuras 118, 119 e 120)	150
7.10.11	Comentários	152
7.11	Dentição: tipos de fixação	153
7.12	Síntese dos resultados obtidos	153
8	PALEOECOLOGIA	155
8.1	Organismos associados	157
8.1.1	<u>Moluscos</u> (Figura 121)	157
8.1.2	<u>Estruturas ósseas</u> (figuras 22, 122, 123, 124, 125 e 126)	159
8.1.3	<u>Fragmento vegetal</u> (Figura 127)	162
8.2	Associação e predação	163
9	DISCUSSÃO	165
10	CONCLUSÕES	167
11	REFERÊNCIAS	169
12	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	179

1 INTRODUÇÃO

A Bacia do Araripe localiza-se no Nordeste brasileiro, e sua área estende-se sobre os estados de Ceará, Pernambuco e Piauí. Apresenta sedimentos paleozoicos e mesozoicos, tendo sido estudada por diversos autores (BRITO 1989, 1994; ASSINE 1990, 1992, 1994, 2007; PONTE & APPI, 1990; MARTILL 1990, 1993; ARAI et al., 2000). No âmbito das formações geológicas de idade mesozoica destaca-se, em termos fossilíferos, a Formação Santana, em função de grande quantidade e qualidade de organismos fossilizados, o que permite considerá-la como *Lagerstätten* (*sensu* SEILACHER et al., 1985).

A Formação Santana é constituída por dois membros (*sensu* ASSINE, 2007), Crato e Romualdo. O Membro Romualdo representa o contexto em que ocorrem as concreções calcárias, com uma impressionante diversidade de vertebrados fossilizados, incluindo a paleoictiofauna, constituída por 27 gêneros descritos (AGASSIZ, 1841; WOODWARD, 1901; JORDAN & BRANNER, 1908; D'ERASMO, 1938; SILVA SANTOS 1958, 1970, 1971, 1985, 1990; MAISEY 1986, 1993; WENZ & KELLNER, 1986; BRITO & FERREIRA, 1989; WENZ, 1989; FIGUEIREDO & SANTOS, 1990; WENZ & BRITO, 1992; BRITO & SERET, 1996; BRITO, 2000; FIGUEIREDO & GALLO, 2004; GALLO et al., 2009; MAYRINCK et al., 2010; BRITO & GALLO, 2003; GRANDE, 2010; BRITO et al., 2013).

De toda esta fauna dois gêneros foram escolhidos para revisão osteológica em função das seguintes razões: (1) *Notelops* e *Rhacolepis* estão entre os seis gêneros descritos por Agassiz em 1841 e necessitavam de uma descrição formal mais atualizada em alguns detalhes da morfologia dos espécimes, (2) os métodos de preparação mecânica que possibilitaram este estudo tornaram-se mais sofisticados com melhores resultados alcançados em menor tempo, e (3) o material associado aos peixes em concreções calcárias é bastante diverso, sendo neste trabalho utilizado para interpretações de aspectos paleoecológicos do Membro Romualdo.

10 CONCLUSÕES

1. A preparação de espécimes dos gêneros *Notelops* e *Rhacolepis* permitiu a redescritção osteológica de grande parte das estruturas ósseas, mas não todas, sendo os dados obtidos resultantes da fossilização das estruturas e de suas resistências às preparações mecânica e química.
2. As informações osteológicas apresentadas, como contribuição aos gêneros acima mencionados, versam principalmente sobre presença e quantidade de dentes. Para *Notelops*, a existência de dois dentes no paresfenoide, mais de uma fileira de dentes maxilares, e ausência de fenestra no ceratoial anterior. Para *Rhacolepis*, mais de uma fileira de dentes no dentário, mais de uma fileira de dentes no ectopterigoide e quantidade mais aproximada de raios branquiostégios.
3. A espécie *Rhacolepis defiorei* D'Erasmus, 1938 (diferenciada principalmente pela altura corporal, região pós-cefálica proporcionalmente mais curta, e posição da nadadeira ventral em relação à dorsal) apresenta características que podem ser resultantes do processo de fossilização ou mesmo de dimorfismo sexual. O material tipo depositado no IGc foi examinado, e existem poucas estruturas osteológicas passíveis de observação, que são julgadas nesta Tese de Doutorado como insuficientes para análise e avaliação. No que diz respeito ao gênero *Notelops*, a presença de mais fileiras de dentes, em ossos dérmicos maxilares, não parece suficiente para o estabelecimento de outra espécie. Assim o desenvolvimento de metodologia fundamentada em parâmetros morfométricos, para identificação de espécies distintas, deve ser desconsiderada.
4. As inferências paleoecológicas são feitas em parte através do material coletado e em parte através do material emprestado. Estas inferências dizem respeito às associações e predação, esta última relacionada, em parte, ao tipo de dentição presente nos gêneros estudados. Dentre os espécimes de *Notelops* e *Rhacolepis* que apresentam evidências de predação, nos cinco espécimes com maior quantidade de dentes, três apresentavam ejetas e em um havia o conteúdo ingerido (Quadro 6). Estes espécimes não possuem dados de coleta o que impede inferências sobre endemismo. Os materiais coletados em campo não foram adequadamente preparados, em função da tramitação burocrática da Universidade Estadual Paulista para a

aquisição de ácido acético glacial. O material coletado está depositado no Instituto de Geociências e Ciências Exatas e disponível para estudos futuros.

11 REFERÊNCIAS

AGASSIZ, L. J. R. 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, 1841.

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

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

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

ARAI, M.; COIMBRA, J.C. 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., 1990, Crato. **Anais...** Crato: DNPM, SBP, SBG, 1990. p. 225-239.

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

ARRATIA, G. Actinopterygian postcranial skeleton with special reference to the diversity of fin ray elements, and the problem of identifying homologies. In: Mesozoic fishes 4 – Homology and Phylogeny, 4., 2005, Miraflores de La Sierra. **Proceedings...** München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2008. p. 49-101.

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

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

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

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

BARLOW, G. W. Causes and significance of morphological variation in fishes, **Systematic Zoology**, v. 10, n. 3, p. 105-117, 1961.

BATE, R.H. Phosphatized ostracods with appendages from the Lower Cretaceous of Brazil, **Palaeontology**, v. 15, p. 379-393, 1972.

- BAUDIN, F.; BERTHOU, P. Y; HERBIN, J. P.; CAMPOS, D. A. Matière organique et sedimentation argileuse dans le Crétacé du Bassin d'Araripe. Comparaison avec les données du Crétacé d'autres bassins bresiliens. In: SIMPÓSIO DE BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1., 1990, Crato. **Anais...** Crato: DNPM, SBP, SBG, 1990. p. 83-93.
- BERTHOU, P. Y. Le Bassin d'Araripe et les petits bassins intracontinentaux voisins (NE du Brésil); formation et evolution dans le cadre de l'ouverture de l'Atlantique equatorial. Comparaison avec les bassins ouest-africains situés dans le même contexte. In: SIMPÓSIO DE BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1., 1990, Crato. **Anais...** Crato: DNPM, SBP, SBG, 1990. p. 113-134.
- BEURLLEN, K. A Geologia da Chapada do Araripe, **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 34, n.3, p. 365-370, 1962.
- BEURLLEN, K. Geologia e Estratigrafia da Chapada do Araripe. In: CONGRESSO NACIONAL DE GEOLOGIA, 17., 1963, Recife. **Anais...**, Recife: SBG, 1963. p. 1-47.
- BEURLLEN, K. As espécies dos Cassiopinæ, nova subfamília dos Turriteliidae, no Cretáceo do Brasil, **Arquivos de Geologia da UFPE**, Pernambuco, v. 5, p. 1-43, 1964.
- BEURLLEN, K. Novos equinóides no Cretáceo do Nordeste do Brasil, **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 38, p. 455-464, 1966.
- BEURLLEN, K. Bacias sedimentares do bloco brasileiro, **Estudos Sedimentológicos**, v. 1, n. 2, p. 7-32, 1971.
- BEURLLEN, K.; MABESOONE, J. M. Bacias cretácicas intracontinentais do Nordeste do Brasil, **Notícias Geomorfológicas**, v. 9 (18), p. 19-34, 1969.
- BRAUN, O. P. G. 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, p. 1-69, 1966.
- BRIGGS, D. E. G. The role of decay and Mineralization in the preservation of soft-bodied fossils, **Annual Review Earth Planetary Sciences**, v. 31, p. 275-301, 2003.
- BRIGGS, D. E. G.; WILBY, P. R. 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, 1993.
- BRITO, I. M. A Formação Santana na Chapada do Araripe, **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 12, p. 70-85, 1989.
- BRITO, I. M. A Formação Santana na Chapada do Araripe, Nordeste do Brasil, **Revista Brasileira de Geociências**, v. 24, n. 4, p. 70-82, 1994.
- BRITO, P. M. 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, 2000.

BRITO, P. M.; FERREIRA, P. L. N. The first hybodont shark, *Tribodus limae* n. g., n. sp., from the Lower Cretaceous of Chapada do Araripe (North-East Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 61, n. 1, p. 53-57, 1989.

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

BRITO, P. M.; SERET, B. The new genus *Iansan* (Chondrichthyes, Rhinobatoidea) from the Early Cretaceous of Brazil and its phylogenetic relationships. In: Mesozoic fishes - Systematics and Paleoecology, 1996. **Proceedings...** München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 1996. p. 47-62.

BRITO, P. M.; LEAL, M. E. C.; GALLO, V. A new lower Cretaceous guitarfish (Chondrichthyes, Batoidea) from the Santana formation, Northeastern Brazil, **Boletim do Museu Nacional, Geologia**, v. 75, p. 1-13, 2013.

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

BURNETT, W.C. Geochemistry and origin of phosphorite deposits from off Peru and Chile, **Bulletin of the Geological Society of America**, v. 88, p. 813-823, 1977.

CASTRO, R. M. C.; CASTRO, M. M. C. Proposta de uma nomenclatura osteológica para Characiformes (Pisces: Ostariophysa), **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi**, v. 3 (1), p. 25-32, 1987.

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

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

COPE, E. D. On the families of fishes of the Cretaceous formation in Kansas, **Proc. Am. Phil. Soc.**, v. 12, p. 327-357, 1872.

CRESSEY, R.; PATTERSON, C. Fossil parasitic copepods from a Lower Cretaceous fish, **Science**, v. 180, p. 1283-1285, 1973.

DE BEER G. R. **The development on the vertebrate skull**. Chicago: University of Chicago, 1937. xlvii + 597p.

D'ERASMO, G. Ittioliti cretacei del Brasile, **Atti Academia Scienza Fisica Matematica**, v. 1, n. 3, p. 1-44, 1938.

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

ELDER, R. L. **Principles of Aquatic Taphonomy with Examples from the Fossil Record**. 1985. 336f. Thesis (Geology). University of Michigan, Ann Arbor, 1985.

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

FIGUEIREDO, F. J.; GALLO, V. A new teleost fish from the early Cretaceous of northeast Brazil, **Bol. Mus. Nac.**, v. 73, p. 1-23, 2004.

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

FINK, W. L. Ontogeny and phylogeny of tooth attachment modes in actinopterygian fishes, **Journal of Morphology**, p. 167-184, 1981.

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

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

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

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

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

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

GRANDE, L. & BEMIS, W. E. A comprehensive phylogenetic study of amiid fishes (Amiidae) based on comparative skeletal anatomy. An empirical search for interconnected patterns of natural history, **Society of Vertebrate Paleontology, Memoir**, v. 4, p. 1-690, 1998.

GULBRANDSEN, R. A. Physical and chemical factors in the formation of marine apatite, **Economic Geology**, v. 64, p. 365-382, 1969.

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

- HEIMHOFER, U.; HESSELBO, S. P.; PANCOST, R. D.; MARTILL, D. M.; HOCHULI, P. A.; GUZZO, J. V. P. Evidence for photic-zone euxinia in the Early Albian Santana Formation (Araripe Basin, NE Brazil), **Terra Nova**, v. 20, p. 347-354, 2008.
- HELFMAN, G. S.; COLLETTE, B. B.; FACEY, D. E.; BOWEN, B. W. Early life history. In: _____. **The diversity of fishes – biology, evolution, and ecology**. 2nd. Malásia: Wiley-Blackwell, 2009. Cap. 9, p. 129-148.
- HUYSSSEUNE, A. Developmental plasticity in the dentition of a heterodont polyphyodont fish species. In: TEADFORD, M. F.; SMITH, M. M.; FERGUNSON, M. W. J (Ed.). **Development, function and evolution of teeth**. New York: Cambridge University Press, 2000. Cap. 16, p. 231-241.
- JORDAN, D. S.; BRANNER, J. C. The Cretaceous fishes of Ceará, Brazil, **Smithsonian Miscellaneous Collection**, v. 52, p. 1-29, 1908.
- KIDWELL, S. M.; FÜRSICH, F. T.; AIGNER, T. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations, **Palaios**, v. 1, p. 228-238, 1986.
- LAWRENCE, D. R.. The nature and structure of Paleocology, **Journal of Paleocology**, v. 45, p. 593-607, 1971.
- LEAL, M. E. C.; BRITO, P. M. The ichthyodectiform *Cladocyclus gardneri* (Actinopterygii: Teleostei) from the Crato and Santana Formations, Lower Cretaceous of Araripe Basin, North-Eastern Brazil, **Annales de Paléontologie**, v. 90, p.103-113, 2004.
- LECKIE, R. M.; BRALOWER, T. J.; CASHMAN, R. Oceanic anoxic events and plankton evolution: biotic response to tectonic forcing during the mid-Cretaceous, **Paleoceanography**, v. 17, p. 1-29, 2002.
- LIEM, K. F. Adaptative significance of intra- and interspecific differences in the feeding repertoires of cichlid fishes, **American Zoologist**, p. 295-314, 1980.
- LIMA, M. R. **Palinologia da Formação Santana (Cretáceo do Nordeste do Brasil)**. 1978. 335f. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.
- LIMA, M. R.; PERINOTTO, J. A. J. Palinologia de sedimentos da parte superior da Formação Missão Velha, Bacia do Araripe, **Revista Brasileira de Geociências**, v. 3, p. 67-76, 1984.
- LIMA, R. J. C.; SARAIVA, A. A. F.; LANFREDI, S.; NOBRE, M. A. L.; FREIRE, P. T. C.; SASAKI, J. M. Caracterização espectroscópica de peixe do Período Cretáceo (Bacia do Araripe), **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 22-24, 2007.
- LINDSEY, C. C. Modification of meristic characters by light duration in Kokanee, *Oncorhynchus nerka*, **Copeia**, p. 134-136, 1958.
- MABESOONE, J. M., Problemas sedimentológico-estratigráficos das bacias interiores do Nordeste. In: SIMPÓSIO DE BACIA DO ARARIPE E BACIAS INTERIORES DO NORDESTE, 1., 1990, Crato. **Anais...** Crato: DNPM, SBP, SBG, 1990. p 135-206.

- MABESOONE, J. M.; TINOCO, I. M. Paleocology of Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil), **Palaeogeography, Palaeoclimatology Paleaeocology**, v. 14, n. 2, p. 87-11, 1973.
- MACHADO, D. L., Jr.; DEHIRA, L. K.; CARNEIRO, C. D. R.; ALMEIDA, F. F. M. Reconstruções paleoambientais do Juro-Cretáceo do Nordeste Oriental brasileiro. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 19, n.4, p. 470-485, 1989.
- McALLISTER, J. Predation of fishes in the fossil record. In: KELLEY, P. H.; KOWALEWSKI, M.; HANSEN, T. A. (Ed.). **Predator-Prey Interactions in the Fossil Record**. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003. Cap. 12, p. 303-324. (Topics in Geobiology, v. 20).
- MAISEY, J. G. Coelacanths from the Lower Cretaceous of Brazil, **Amer. Mus. Novitates**, n. 2866, p. 1-30, 1986.
- MAISEY, J. Fossil forensics. In: _____(Ed.). **Santana fossils, an illustrated Atlas**. Neptune City: Tropical Fish Hobby's Publications, 1991a. Cap. 9, p. 57-89
- MAISEY, J. G. Systematic Atlas - Fishes. In: _____(Ed.). **Santana fossils, an illustrated Atlas**. Neptune City: Tropical Fish Hobby's Publications, 1991b. Cap. 13, p. 248-258.
- MAISEY, J. G. Systematic Atlas - Fishes. In: _____(Ed.). **Santana fossils, an illustrated Atlas**. Neptune City: Tropical Fish Hobby's Publications, 1991c. Cap. 13, p. 258-271.
- MAISEY, J. G. Paleogeography of the Araripe Basin. In: _____(Ed.). **Santana fossils, an illustrated Atlas**. Neptune City: Tropical Fish Hobby's Publications, 1991d. Cap. 8, p. 40-43.
- MAISEY, J. G. A new clupeomorph fish from the Santana Formation (Albian) of NE Brazil, **Amer. Mus. Novitates**, n. 3076, p. 1-15, 1993.
- MAISEY, J. G. Continental break up and the distribution of fishes of Western Gondwana during the Early Cretaceous, **Cretaceous Research**, v. 21, p. 281-314, 2000.
- MANN, T. Da cidade de Deus e da redenção pelo mal. In: _____. **A montanha mágica**. 10ª edição. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994. Cap. 6, p. 384-600.
- MARTILL, D. M. Preservation of fish in the Cretaceous Santana Formation of Brazil, **Palaeontology**, v. 31, n.1, p. 1-18, 1988.
- MARTILL, D. M. The Medusa effect: instantaneous fossilization, **Geology Today**, v. 5, n. 6, p. 201-205, 1989.
- MARTILL, D. M. Macromolecular resolution of fossilized muscle tissue from an elopomorph fish, **Nature**, v. 346, p. 171-172, 1990.
- MARTILL, D. M.; WILBY, P. J. Stratigraphy. In: MARTILL, D. M. (Ed.) **Fossils of Santana and Crato Formations, Brazil**. Londres: Palaentological Association Field Guides to Fossils, 1993. Cap. 3, p. 20-50.

MARTILL, D. M. La fossilization instantanée, **La Recherche**, v. 269, n. 25, p. 996-1002, 1994.

MARTILL, D.M., BECHLY, G., LOVERIDGE, R.F. **The Crato Fossil Beds of Brazil: Window into an Ancient World**. New York: Cambridge University Press, 2007. 675p.

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

MATOS, R. M. D. The northeast Brazilian rift system, **Tectonics**, v. 11, p. 766–791, 1992.

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

MOHR, B. A. R.; BERNARDES-DE-OLIVEIRA, M. E. C.; LOVERIDGE, R. The macrophyte flora of the Crato Formation. In: MARTILL, D. M.; BECHLY, G.; LOVERIDGE, R. (Ed.). **The Crato Fossil Beds of Brazil – Window into an Ancient World**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. Cap. 19, p. 537-566.

MOURA, M. V.; BORGHI, L. 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, 2005, Salvador. **Abstracts...**, Salvador: 2005. Disponível em CD-ROM.

NELSON, J. G. Superclass Gnathostomata. In: _____. **Fishes of the world**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. p. 34-468.

NEUMANN, V. H.; CABRERA, L. 1999. Una Nueva Propuesta Estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la Cuenca de araripe, Noreste de Brasil In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL E SIMPÓSIO SOBRE EL CRETÁCICO DE AMÉRICA DEL SUR, 5., 1., 1999, Serra Negra. **Atas...**, Rio Claro: UNESP, 1999. p. 279-285.

ORVIG, T. Phylogeny of tooth tissues: Evolution of some calcified tissues in early vertebrates. In: MILES, A. E. W. (Ed.). **Structural and Chemical Organization of Teeth**. London: Academic Press, 1967. p. 45-110.

PEREIRA, P. A.; CASSAB, R. C. T.; BARRETO, A. M. F.; ALMEIDA, J. A. C. Moluscos da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano, Bacia do Araripe, nordeste do Brasil, **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Nat.** v. 10 (2), p. 231-246, 2015.

PATTERSON, C. & ROSEN, D. E. 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, 1977.

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

PRICE, G.D.; SELLWOOD, B.W.; CORFIELD, R.M.; CLARKE, L.; CARTLIDGE, J.E., Isotopic evidence for palaeotemperatures and depth stratification of Middle Cretaceous planktonic foraminifera from the Pacific Ocean, **Geological Magazine**, v. 135, 183–191, 1998.

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

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

ROHDE, K. Latitudinal gradients in species diversity: the search for the primary cause, **Oikos**, v. 65, p. 514-527, 1992.

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

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. 131f. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005.

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

SCHULTZE, H. P. Three-dimensional muscle preservation in Jurassic fishes of Chile, **Rev. Geol. Chile**, v. 16, n. 2, p. 183-215, 1989.

SEILACHER, A.; REIF, W. E.; WESTPHAL, F.; RIDING, R.; CLARKSON, E. N. K.; WHITTINGTON, H. B. Sedimentological, Ecological and Temporal Patterns of Fossil Lagerstätten [and Discussion], **Phil. Trans. R. Soc. Lond. B**, v. 311, p. 5-23, 1985.

SILVA SANTOS, R. *Leptolepis diasii*, novo peixe fóssil da Serra do Araripe, Brasil, **Notas Prelim. Estudos**, v. 108, p. 1-15, 1958.

SILVA SANTOS, R. A paleoictiofauna da Formação Santana – Holostei: Família Girodontidae, **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 42, p. 445-452, 1970.

SILVA SANTOS, R. Nouveau genre et espèce d'Elopidae du Basin Sédimentaire de la Chapada do Araripe, **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 43, n. 2, p. 439-442, 1971.

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

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

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

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

SMITH, M. M.; HALL, B. K. A developmental model for evolution of the vertebrate exoskeleton and teeth: The role of cranial and trunk neural crest. In: HECHT, M. K.; MACINTYRE, R. J.; CLEGG, M. T. (Ed.). **Evolutionary Biology**. New York: Plenum Press, 1990. p. 387-448.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GEOLOGIA. Código Brasileiro de Nomenclatura Estratigráfica: guia de nomenclatura estratigráfica, **Revista Brasileira de Geociências**, v. 16, p. 370-415, 1996.

TOOMBS, H. A; RIXON, A. E. The use of acids in the preparation of vertebrate fossils, **Curator**, p. 304-312, 1959.

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

VIANA, M. S. S.; CAVALCANTI, V. M. M. Distribuição estratigráfica dos fósseis na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO PALEONTOLOGIA, 14., 1995, Uberaba. **Anais...**, 1995. p. 141-142.

VOLTANI, C. G.; RENDÓN, P. A. S.; BERNARES-DE-OLIVEIRA, M. E. C.; BERTINI, R. J. Ocorrência de *Rhacolepis buccalis* Agassiz, 1841 (Pachyrhizodontidae) em associação com ramos de *Pseudofrenelopsis* (Cheirolepidaceae), oriundos do Membro Romualdo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO GEOLOGIA, 46., 2012, Santos. **Anais...**, Santos: SBG, 2012. Disponível em CD-ROM.

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

WELLS, R.D.; ERICKSON, E.T. The analysis and composition of fatty material produced by the decomposition of herring in sea water, **Journal of the American Chemical Society**, v. 55, p. 338-341, 1933.

WENZ S. *Iemanja palma* n.g., n.sp., gyrodontide nouveau (Pisces, Actinopterygii) du Crétacé inférieur de la Chapada do Araripe (N-E du Brésil), **Compt. Rendus Acad. Sci. Paris.**, v. 308, n. 2, p. 975-980, 1989.

WENZ, S.; BRITO, P. M. Première découverte de Lepisosteidae (Pisces, Actinopterygii) dans le Crétacé inférieur de la Chapada do Araripe (N-E, du Brésil). Conséquences sur la

phylogénie des Ginglymodi, **Compt. Rendus Acad. Sci., Paléontologie.**, v. 314, n. 2, p. 1519-1525, 1992.

WENZ, S.; A. W. A. KELLNER. 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, 1986.

WILBY, P. R.; BRIGGS, D. E. G.; BERNIER, P.; GAILLARD, C. Role of microbial mats in the fossilization of soft tissues, **Geology**, v. 2, n. 9, p. 787-790, 1996.

WOODWARD, A. S. On the fossil teleostean genus *Rhacolepis*, Agassiz, **Proc. zool. Soc. Lond.**, p. 535-542, 1887.

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

12 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

ALBERCH, P. Ontogenesis and morphological diversification, **American Zoologist**, v. 20, n. 4, p. 653-667, 1980.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6024**: informação e documentação : sumário: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6028**: informação e documentação: resumo: apresentação. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14754**: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2011.

BENTON, M. J. **Vertebrate paleontology**. 3nd. Oxford: Blackwell Publishing, 2005. 467p.

CARVALHO, M. S. S.. **O gênero *Mawsonia* (Sarcopterygii, Actinistia) no Cretáceo das bacias Sanfranciscana, Tucano, Araripe, Parnaíba e São Luís**. 2002. 208f. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2002.

FOREY, P. L. A revision of the elopiform fishes, fossil and recent, **Bulletin of the British Museum (Natural History)**, supplement 10, p. 1-228, 1973.

FOREY, P. L.; LITTLEWOOD, D. T. J.; RITCHIE, P.; MEYER, A. Interrelationships of elopomorph fishes. In: STIASSNY, M. L. J.; PARENTI, L. R.; JOHNSON, G. D. (Ed.). **Interrelationships of Fishes**. San Diego: Academic Press, 1996. Cap. 9, p. 175-191.

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

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

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

HILDEBRAND, M.; GOSLOW, G. **Análise da estrutura dos vertebrados**. 2ª edição. São Paulo: Atheneu, 2006. 639p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Normas de apresentação tabular**. 3ª edição. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 62p.

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

PATTERSON, C. The braincase of pholidophorid and lepitolepid fishes, with a review of the actinopterygian braincase, **Phil. Trans. R. Soc. London B**, v. 269, p. 275-579, 1975.

PAPAVERO, N. (Org.). **Fundamentos práticos de taxonomia zoológica**. 2ª edição. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1994. 286p.

PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. (Org.). **Biologia Marinha**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. 384p.

POUGH, F. H.; JANIS, C. M.; HEISER, J. B. **A vida dos vertebrados**. 4ª edição. São Paulo: Atheneu, 2008. 764p.

RAU, G. H.; TAKAHASHI, T.; MARAIS, D. J. D. Latitudinal variations in plankton $\delta^{13}\text{C}$: implications for CO_2 and productivity in past oceans, **Nature**, v. 341, p. 516-518, 1989.

ROMER, A. S.; PARSONS, T. S. **Anatomia comparada dos vertebrados**. São Paulo: Atheneu, 1985. 560p.

SILVA SANTOS, R. **Fósseis do Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro: CEPUERJ, 1991. 64p.

STEUBER, T.; RAUCH, M.; MASSE, J. P.; GRAAF, J.; MALKOČ, M. Low-latitude seasonality of Cretaceous temperatures in warm and cold episodes, **Nature**, v. 437, p. 1341-1344, 2005.

STRAUSS, R. E.; BOND, C. E. Taxonomic methods: Morphology. In: SCHRECK, C. B.; MOYLE, P. B. (Ed.). **Methods for Fish Biology**. Maryland: American Fisheries Society, 1990. p. 109–140.

TUFANO, D. **Guia prático da nova ortografia**. 2ª edição. São Paulo: Melhoramentos, 2009. 17p.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA. **Normas para publicações da UNESP: referências**. São Paulo: Editora Unesp, 2010. v. 1.

VIDELER, J. J. The structure of the swimming apparatus: body axis and fins. In: _____. **Fish swimming**. Great Britain: Chapman & Hall, 1993. Cap. 3, p. 41-92.