

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS

PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS

Karina Souza da Silva

**PALEONTOLOGIA DA PORÇÃO SUPERIOR DA FORMAÇÃO
CANDEIAS (GRUPO SANTO AMARO), CRETÁCEO CONTINENTAL
DA BACIA DE JATOBÁ, PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação de Mestrado

Orientador: Dr. Edison Vicente Oliveira

Co-orientadora: Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto

Recife

2015

Karina Souza da silva

Bióloga, Faculdade Frassinette do Recife (Fafire), 2012

**PALEONTOLOGIA DA PORÇÃO SUPERIOR DA FORMAÇÃO
CANDEIAS (GRUPO SANTO AMARO), CRETÁCEO CONTINENTAL
DA BACIA DE JATOBÁ, PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, Orientada pelo Prof. Dr. Edison Vicente Oliveira e co-orientada pela Prof. Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto.

Recife

2015

Catalogação na fonte

Bibliotecária Valdicèa Alves, CRB-4 / 1260

S587p

Silva, Karina Souza da.

Paleontologia da porção superior da formação candeias (grupo santo amaro), cretáceo continental da bacia de Jatobá, Pernambuco, Brasil / Karina Souza da Silva. - Recife: O Autor, 2015.

73folhas, Il.; Gra. e Abr. Sigl.

Orientador: Prof. Dr. Edison Vicente Oliveira.

Coorientadora: Prof. Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Geociências, 2015.

Inclui Referências.

1. Geociências. 2. Mesozoico. 3. Bioestratigrafia. 4.

Rio da Serra/Aratu. 5. Sistemática. I. Oliveira Edison Vicente. (Orientador). II. Barreto, Alcina Magnólia Franca. (Coorientadora). III.Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.)

BCTG/2016-243

**PALEOTOLOGIA DA PORÇÃO SUPERIOR DA FORMAÇÃO
CANDEIAS (GRUPO SANTO AMARO), CRETÁCEO CONTINENTAL
DA BACIA DE JATOBÁ, PERNAMBUCO, BRASIL**

APROVADA

Karina Souza da silva

Dr. Edison Vicente Oliveira

30 de Outubro de 2015

Dr. Gelson Luis Fambrini

30 de Outubro de 2015

Dra. Marcia Cristina da Silva

30 de Outubro de 2015

Dedico às minhas filhas.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado forças e iluminando meu caminho para que pudesse concluir mais uma etapa da minha vida;

As minhas filhas amadas pela paciência e cumplicidade de entender que a mãe delas está em busca de mais um sonho, de mais uma conquista;

A todos meus amigos (as) e familiares que torcem pelo meu sucesso profissional;

Ao Professor Dr. Edison Vicente Oliveira, da Universidade Federal de Pernambuco, pela orientação e contribuição com seus ensinamentos que levarei pra toda vida e para o resultado final desta pesquisa;

A Professora Dra. Alcina Magnólia F. Barreto, pela co-orientação e sua contribuição para o enriquecimento desta pesquisa;

A Professora Dra. Enelise Katia Piovesan pela inestimável ajuda com a identificação dos ostracodes e correções do texto;

Ao Professor Dr. Gelson Luis Fambrini pela ajuda nos trabalho de campo e estratigrafia da Bacia de Jatobá, contribuindo significativamente, e enriquecendo a pesquisa com seu conhecimento;

Ao conselho Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo custeio e apoio à pesquisa, através da bolsa do mestrado concedida;

Ao Programa de pós-graduação em geociências da Universidade Federal de Pernambuco pela oportunidade de realizar o mestrado e a UFPE pelo ambiente e estímulo intelectual;

Ao Laboratório de Paleontologia (PALEOLAB), que me forneceu a estrutura necessária para o desenvolvimento da dissertação;

Por fim gostaria de agradecer todos que contribuíram direta ou indiretamente para que minha dissertação fosse realizada, meu eterno AGRADECIMENTO.

RESUMO

É apresentado um estudo sistemático dos fósseis de invertebrados, micro-vertebrados, microfósseis (ostracodes) e icnofósseis coletados na porção superior da Formação Candeias, Cretáceo Inferior da Bacia de Jatobá, Grupo Santo Amaro (Andar Rio da Serra), na região do município de Ibimirim, Estado de Pernambuco. Nessa localidade foram identificados um conjunto de arenitos finos a grossos, com níveis de arenitos calcíferos, que estão mapeados como pertencentes ao Grupo Santo Amaro, e que por sua características litológicas, são relacionados à Formação Candeias. Foram processados quimicamente por ácido acético 5 kg de arenitos calcíferos (que totalizaram 30 Kg brutos), onde foram coletados numerosos restos de invertebrados e vertebrados. Os ostracodes coletados foram classificados como *Cypridea* cf. *vulgaris* e *?Reconcavona*. Vertebrados estão representados por dentes isolados e escamas de peixes ósseos, identificados como “*Stephanodus*” sp. 1, *Actinopterygii* gen. et sp. indet. 1, 2, 3, e 4, *Osteichthyes* indet. 1 e 2, peixes cartilaginosos como o *Hybodontidae* *Egertonodus* aff. *basanus* e *Diapsida* indet. Os icnofósseis estão representados por coprólitos de peixes e traços de *Taenidium barreti*. Exceto pelos registros de *Cypridea* cf. *vulgaris*, *?Reconcavona* e *Egertonodus* aff. *basanus*, que mostram afinidades com táxons do Cretáceo Inferior, os vertebrados registrados não mostram relações próximas em nível específico com os inúmeros taxa descritos para o Jurássico Superior da Bacia de Jatobá (Formação Aliança), peixes *Semionotidae* do Cretáceo Inferior da Bacia do Recôncavo ou com aqueles descritos para o Albiano-Aptiano das Bacias interiores do Nordeste do Brasil. Em termos de bioestratigrafia, o registro de *Cypridea* cf. *vulgaris* constitui um ótimo dado de correlação com o Cretáceo Inferior, pois sua amplitude (Coimbra et al., 2002, *sensu stricto*) é atribuída ao intervalo que vai da Sub-Zona *Paracypridea maacki* (NRT-004.4) a Sub-Zona *Paracypridea elegans elegans* (NRT-005.2), mas como um grupo de espécies intimamente relacionadas, sua amplitude é maior, distribuindo-se entre as zonas de *Paracypridea brasiliensis* (NRT-004) e *Paracypridea obovata obovata* (NRT-005) (Estágios locais Rio da Serra e Aratu).

Palavras-chave: Mesozoico. Bioestratigrafia. Rio da Serra/Aratu. Sistemática. Microvertebrados. *Actinopterygii*. *Cypridea*.

ABSTRACT

It is presented a systematic study of fossil invertebrates, microvertebrates, microfossils (ostracods) and ichnofossils recovered from the lower Cretaceous upper Candeias Formation, Jatobá basin, Santo Amaro group, in the municipality of Ibimirim, Campos locality. In this locality were identified fine and coarse sandstones, and calcarenite levels, that were attributed to the Santo Amaro group, and because its lithological features are related to the Candeias formation. Fossils were recovered by processing of approximately 5 Kg (30 Kg gross weight) of lithified calciferous sand with acetic acid, where numeral microvertebrates and microinvertebrates were recovered. The ostracods recovered were assigned to genus *Cypridea* and *?Reconcavona*. Vertebrates are represented by isolated teeth and fish scales from the bony fishes, identified as “*Stephanodus*” sp., *Actinopterygii* gen. et sp. indet. 1, 2, 3, and 4, *Osteichthyes* indet. 1 and 2, cartilaginous fishes as *Hybodontidae*, *Egertonodus* aff. *basanus* and *Diapsida* indet. Except by the record of *Cypridea cf.vulgaris* and *?Reconcavona*, which show closer affinities with lower Cretaceous species described for the Reconcavo basin, the vertebrates recorded do not show affinities with the numeral taxa described for the late Jurassic of the Jatobá basin (Aliança Formation), Semionotidae fishes from the lower Cretaceous of the Recôncavo basin or with that described for the Albian-Aptian of the interior basins of northeastern Brazil. Concerning the biostratigraphy, the record of *Cypridea cf. vulgaris* constitutes an important element of correlation with the early Cretaceous, take in account that its amplitude (Coimbra et al., 2002, *sensu stricto*) is assigned to interval encompassing the Sub-Zone *Paracypridea maacki* (NRT-004.4) to the Sub-Zone *Paracypridea elegans elegans* (NRT-005.2), but if a species group is concerned, its amplitude is larger, ranging between the *Paracypridea brasiliensis* (NRT-004) and *Paracypridea obovata obovata* (NRT-005) zones (Rio da Serra and Aratu local stages).

Key words: Mesozoic. Bioestratigraphy. Rio da Serra/Aratu. Systematics. Microvertebrates. *Actinopterygii*. *Cypridea*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Detalhes do nível de arenito calcífero do afloramento estudado, localizado em Campos, município de Ibimirim, Estado de Pernambuco.....	16
Figura 2. Preparação das amostras com ácido acético por um período de 72 horas.....	17
Figura 3. Detalhe mostrando o tamanho dos vertebrados encontrados na Formação Candeias.....	18
Figura 4. Triagem dos fósseis em microscópio estereoscópico marca Zeiss Stemi 2000.....	18
Figura 5. Mapa de localização do Sistema Recôncavo-Tucano-Jatobá (Modificado de Magnavita, 1992).....	20
Figura 6. Mapa de localização da área estudada, município de Ibimirim, Campos, Pernambuco.....	21
Figura 7. Coluna estratigráfica da fase Pré-Rifte e Rifte da Bacia de Jatobá. Modificado de ROCHA & LEITE (2001).....	22
Figura 8. Contato discordante entre a Formação São Sebastião e a Formação Candeias.....	24
Figura 9. Cronoestratigrafia da Bacia do Recôncavo (adaptado de Poropat & Colin, 2012). Em amarelo está destacada a Formação Candeias.....	27
Figura 10. Área de estudo mostrando a porção média da seção colunar, exibindo argilitos, arenitos finos a grossos e no topo arenito calcífero.....	29
Figura 11. Seção colunar do afloramento estudado, na região de Campos, Ibimirim, Estado de Pernambuco.....	30
Figura 12. <i>Cypridea</i> cf. <i>vulgaris</i> . A DGEOT-CTG-UFPE 1407 vista lateral direita; B, DGEOT-CTG-UFPE 1408 vista posterior; C, DGEOT-CTG-UFPE 1409 vista lateral direita.....	32
Figura 13. aff. <i>Reconcavona</i> ; DGEOT-CTG-UFPE 1410. A, vista lateral esquerda; B, vista posterior.....	35
Figura 14. DGEOT-CTG-UFPE 7596a-f. Dentes branquiais de <i>Stephanodus</i> sp. A-F, vista lateral. Escala = 1 mm.....	37
Figura 15. DGEOT-CTG-UFPE 7596a-c. Dentes branquiais de <i>Stephanodus</i> sp. A-C, vista lateral.....	37
Figura 16. Escamas de Actinopterygii gen. et sp. indet. 1. A, DGEOT-CTG-UFPE 7597; B, DGEOT-CTG-UFPE 7598. Escala = 100 µm.....	38
Figura 17. Escamas isoladas de gen. et sp. indet. 2, Formação Candeias, Bacia de Jatobá, município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. A. DGEOT-CTG-UFPE 7585 vista externa; B. DGEOT-CTG-UFPE 7585 vista interna; C. DGEOT-CTG-UFPE 7585 vista lateral; D. DGEOT-CTG-UFPE 7586 vista externa; E. DGEOT-CTG-UFPE 7586 vista interna; F. DGEOT-CTG-UFPE 7586 vista lateral. Escalas = 1 mm.....	41

Figura 18. Gen. et sp. indet. 3; Formação Candeias, Bacia de Jatobá, município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. A. DGEOT-CTG-UFPE 7587 vista lateral; B. DGEOT-CTG-UFPE 7587 vista apical. Escala = 1 mm.....	42
Figura 19. Gen. et sp. indet. 3. Formação Candeias, Bacia de Jatobá, município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. A. DGEOT-CTG-UFPE 7599 vista lateral; B. DGEOT-CTG-UFPE 7600 vista apical. Escala = 1 mm.....	43
Figura 20. Osteichthyes indet. 1, DGEOT-CTG-UFPE 7588, Formação Candeias, Bacia de Jatobá, município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. A. vista lateral; B, vista dorsal; C, vista ventral. Escala = 2 mm.....	44
Figura 21. Osteichthyes indet. 2, DGEOT-CTG-UFPE 7589. Formação Candeias, Bacia de Jatobá, município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. A, vista lateral; B, vista dorsal. Escala = 1 mm.....	45
Figura 22. Dente de <i>Egertonodus</i> ap., DGEOT-CTG-UFPE 7601. Escala = 100 µm.....	47
Figura 23. Dentes de <i>Egertonodus</i> ap., A-B, DGEOT-CTG-UFPE 7602; C, DGEOT-CTG-UFPE 7601; D, DGEOT-CTG-UFPE 7603. Escala = 100 µm.....	48
Figura 24. DGEOT-CTG-UFPE 7604. A, vista lateral; B, vista lateral-oblíqua; C, vista oclusal oblíqua.....	49
Figura 25. DGEOT-CTG-UFPE 7604. A, vista lateral; B, vista posterior; C, vista lateral oblíqua; D, vista oclusal oblíqua.....	50
Figura 26. DGEOT-UFPE-CTG 7605. Coprólito em vista lateral. Escala = 2 cm.....	52
Figura 27. Icnofóssil de <i>Taenidium</i> . Escala = 2 cm.....	54
Figura 28. Icnofóssil de <i>Taenidium barreti</i> , DGEOT-UFPE-CTG 7606b, (A) vista geral da amostra; (B) detalhes dos traços exibindo os meniscos e tubos preenchidos. Escala = 2 cm.....	55
Figura 29. Modelo de icnofáceis não marinha. Os icnogêneros incluem: (1) <i>Termitichnus</i> , (2) <i>Scaphichnium</i> , (3) <i>Celliforma</i> , (4) <i>Edaphichnium</i> , (5) <i>Coprinisphaera</i> , (6) <i>Krausichnus</i> , (7) <i>Vondrichnus</i> , (8) <i>Scyenia</i> , (9) <i>Rusophycus</i> , (10) <i>Beaconites</i> , (11) <i>Merostomichnites</i> , (12) <i>Umfolozia</i> , (13) <i>Cruziana</i> , (14) <i>Taenidium</i> , (15) tetrapod tracks, (16) <i>Diplichnites</i> , (17) <i>Fuersichnus</i> , (18) <i>Mermia</i> , (19) <i>Helminthopsis</i> , (20) <i>Tuberculichnus</i> , (21) <i>Maculichnna</i> , (22) <i>Vagorichnus</i> , (23) <i>Helminthoidichnites</i> , (24) <i>Cochlichnus</i> , (25) <i>Undichna</i> , (26) <i>Palaeophycus</i> , (27) <i>Circulichnus</i> , (28) <i>Gordia</i> , (29) <i>Treptichnus</i> , (30) <i>Planolites</i> (Adaptado de Buatois & Mángano, 1998).....	56
Figura 30. Esquema bioestratigráfico mostrando as idades discutidas no texto.....	61

LISTA DE GRÁFICOS:

Gráfico 1. Gráfico mostrando a quantidade dos tipos de fósseis coletados nas triagens.....	58
Gráfico 2. Gráfico mostrando a relação de quantidade das classes tafonômicas identificadas.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS/SIGLAS

Anatômicas:

A – altura da carapaça.

C – comprimento.

L – largura.

E – espessura.

Outras abreviaturas:

Aff. – *affinis* (afim).

cf. – *confer* (comparar com).

C.N. P - Conselho nacional do petróleo.

CPRM - Companhia de pesquisa em recursos minerais.

CTG - Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

DGEO - Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco.

PALEOLAB - Laboratório de paleontologia do Departamento de Geologia do CTG, UFPE.

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo Geral	15
2.2. Objetivos específicos.....	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
3.1. Coletas de fósseis	16
3.2. Trabalhos de laboratório.....	17
3.3. Taxonomia.....	19
4. GEOLOGIA	20
4.1. Unidades litoestratigráficas locais	23
5. TRABALHOS PRÉVIOS E BIOESTRATIGRAFIA	25
5.1. Paleontologia do Jurássico Superior e Cretáceo Inferior das Bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá	25
5.2. Bioestratigrafia	26
6.RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
6.1. Seção colunar da área estudada	28
6.2. Sistemática paleontológica	31
6.2.1. Invertebrados	31
6.2.2. Vertebrados: peixes ósseos.....	35
6.2.3. Vertebrados: tubarões	46
6.2.4. Vertebrados: tetrápodos.....	48
6.3. Icnofósseis	51

6.3.1.Coprólitos	51
6.3.2.Icnofóssil de invertebrados	53
6.4. Aspectos tafonômicos.....	57
6.4.1.Feições sedimentológicas, estratigráficas e paleoecológicas	57
6.4.2.Atributos tafonômicos	57
6.5. Idade da fauna.....	59
7.CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS.....	63

1- INTRODUÇÃO

A descoberta de fósseis na porção superior da Formação Candeias, na região de Frutuoso, município de Ibimirim, no Sertão Pernambuco, revelou a presença de uma inédita fauna de pequenos e microvertebrados, bem como invertebrados, de idade Eocretácea (SOUZA et al., 2013). A intensificação dos trabalhos naquela área, realizado pelo PALEOLAB/UFPE, possibilitou a ampliação do conhecimento estratigráfico e paleontológico das unidades aflorantes, principalmente daquelas em contato discordante com a Formação São Sebastião. A área aqui estudada abrange o município de Ibimirim, onde aflora um pacote de rochas paleozoicas e mesozoicas, pertencentes à Bacia de Jatobá, que é integrante do rifte abortado Recôncavo-Tucano-Jatobá. Esta Bacia ocupa uma área de aproximadamente 5.000 km² com orientação NE-SW. As falhas de São Francisco, a oeste, e Ibimirim, a norte, constituem seus principais limites estruturais. Ao sul e a leste, seu contato com o embasamento é discordante ou ocorre mediante falhas de pequeno porte (ROCHA e LEITE et al., 2007). Em termos litoestratigráficos, a supersequência Rifte nesta Bacia está representada pelos grupos Santo Amaro, Ilhas e Massacará. A Sequência K10-K20, de idade Rio da Serra (Eoberriasiano/Eohauteriviano), compreende depósitos relacionáveis às formações Candeias, São Sebastião e Salvador e ao Grupo Ilhas. Segundo ROCHA e LEITE et al.(2007) estas unidades não ilustram variações internas significativas dos padrões de sedimentação, o que as torna indivisíveis no Tucano Norte e na Bacia de Jatobá.

A ocorrência de fósseis na Bacia de Jatobá tem sido reportada para as formações Inajá (Devoniano), e Aliança/Sergi (Jurássico), e até recentemente não haviam sido reportadas ocorrências para o Cretáceo desta bacia, na área aflorante no Estado de Pernambuco (SOUZA et al. 2013).

Por tratar-se de uma das sequências menos estudadas da Bacia de Jatobá no Estado de Pernambuco, a pesquisa realizou uma coleta sistemática em sua área aflorante e um estudo taxonômico do conteúdo fossilífero, visando contribuir para o melhor conhecimento da paleontologia do Cretáceo Inferior do Brasil.

2- OBJETIVOS

2.1-Objetivo Geral

-Ampliar o conhecimento paleontológico da Formação Candeias na região do município de Ibimirim, Estado de Pernambuco.

2.2-Objetivos específicos

-Coletar microvertebrados e microinvertebrados através da aplicação do método de lavagem e peneiramento de sedimentos (*screenwashing*);

- Realizar o estudo sistemático dos fósseis coletados;

-Realizar estudo de correlação do conteúdo fossilífero com as de outras bacias sedimentares do final do Jurássico, início do Cretáceo com as bacias do Recôncavo e Tucano e do Cretáceo médio de bacias interiores do Nordeste, com a finalidade de refinar a idade da Formação Candeias na Bacia de Jatobá.

3- MATERIAIS E MÉTODOS

Foram realizados trabalhos de campo no município de Ibimirim, na localidade de Frutuoso, com o objetivo de identificar as áreas aflorantes do grupo Santo Amaro. Para isso utilizou-se do mapeamento geológico realizado previamente pela CPRM (Rocha & Leite, 2001).

3.1-Coletas de Fósseis

As etapas de coleta de fósseis tiveram início depois da seleção de unidades litoestratigráficas com fácies favoráveis à preservação de restos de pequenos vertebrados, os quais são geralmente representados por dentes isolados, escamas, ossos pós-cranianos, etc. A coleta foi realizada através da procura cuidadosa, visando identificar pequenos vertebrados a olho nu ou com auxílio de lupa de mão, principalmente nos níveis de arenitos calcíferos que comparativamente aos demais se mostrou mais fossilífero (Fig. 1). Uma vez registrada à presença de fósseis, as amostras eram cuidadosamente envolvidas em jornal e algodão, para se evitar danos durante o transporte para o laboratório. Amostras de arenito médio e grosso foram igualmente coletadas para preparação e análise em laboratório.

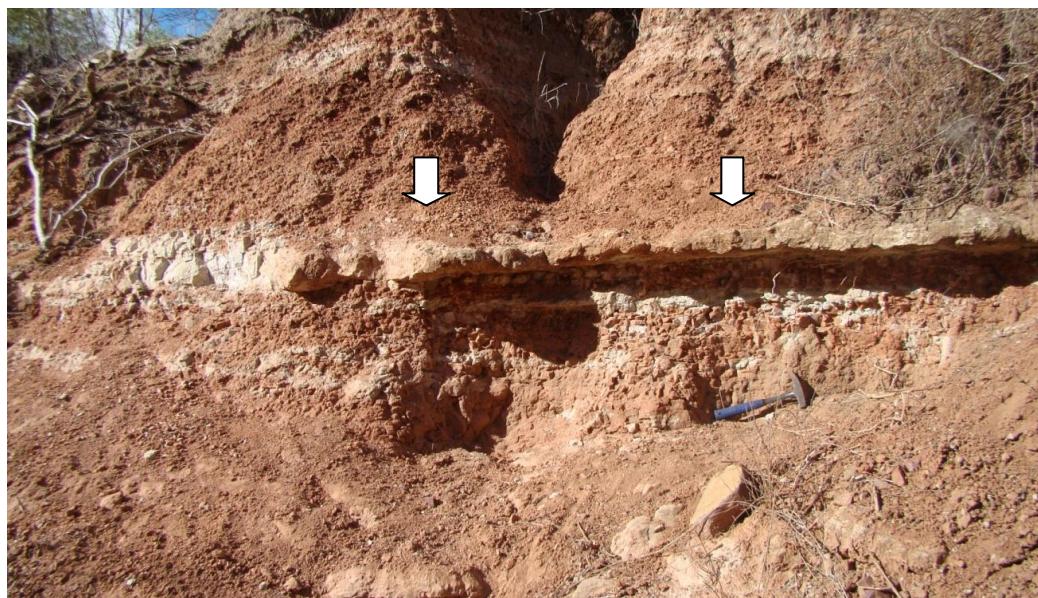


Figura 1. Detalhes do nível de arenito calcífero do afloramento estudado, localizado em Campos, município de Ibimirim, Estado de Pernambuco.

3.2-Trabalhos de laboratório

Preparação: cerca de 30 Kg de amostras de arenito calcífero foram coletadas para preparação em laboratório, resultando em 5 Kg processados. Na preparação foi utilizado o ácido acético glacial. As amostras foram colocadas dentro de um recipiente (Becker 1000 ml) mergulhadas em ácido acético, em um período máximo de até 72 h (Fig. 2). Alguns dos materiais exibindo um tamanho aproximado de 1 cm, foram coletados a olho nu; para sua limpeza e preparação utilizou-se a metodologia básica de AMARAL (1989), Palmer (1989), GRESELE *et al.* (1993) e MADSEN (1996). Essa limpeza foi realizada utilizando-se lupa binocular, com o auxílio de agulhas ou alfinetes entomológicos.



Figura 2. Preparação das amostras com ácido acético .

As granulometrias das amostras processadas com ácido acético foram separadas em peneiras de tamanho variando entre 0,210 mm, 0,5 mm, e 1,0 mm. A granulometria mais produtiva ficou retida na peneira de 0,5 mm (Fig. 3). A metodologia para procura de pequenos vertebrados seguiu os itens recomendados por GRADY (1965, 1979), CIFELLI (1996) e CIFELLI *et al.* (1996).



Figura 3. Detalhe mostrando o tamanho dos fósseis de micro-vertebrados encontrados na Formação Candeias.

Triagem das amostras: as amostras das diferentes granulometrias foram visualizadas com o objetivo de procurar microfósseis de vertebrados e invertebrados em um microscópio estereoscópico marca Zeiss, modelo Stemi 2000 (Fig.4).



Figura 4. Triagem dos fósseis em microscópio estereoscópico.

Obtenção de imagens: os fósseis foram fotografados em microscópio eletrônico de varredura (MEV) marca Zeiss da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (itt Fossil) e microscópio estereoscópico marca Zeiss, modelo Discovery V.8.

Tombamento: O material aqui analisado foi depositado na Coleção de Paleontologia do PALEOLAB através do fornecimento de um número para cada exemplar, obedecendo à sequência numérica da referida coleção. As amostras estão catalogadas sob a sigla DGEO-CTG-UFPE.

3.3-Taxonomia

A taxonomia dos táxons supragenéricos de ostracodes segue o trabalho de SAMES (2011) e HORNE et al. (2002). A bibliografia básica sobre ostracodes da Bacia do Recôncavo inclui KRÖMMELBEIN (1962, 1965), KRÖMMELBEIN & WEBER (1985), e CUNHA e MOURA (1979), e da Bacia do Araripe seguimos o trabalho de COIMBRA et al. (2002).

A taxonomia do grupo dos peixes segue os trabalhos de THIES (1989), GALLO e BRITO (2004), REES e UNDERWOOD (2008).

Os icnofósseis seguiram os trabalhos de SOUTO e SCHWANKE (2010) para a identificação de coprólitos, e KEIGHLEY e PICKERILL (1994) para a identificação de traços fósseis.

4- GEOLOGIA

O Sistema Recôncavo-Tucano-Jatobá constitui um rifte abortado (aulacógeno) localizado no Nordeste do Brasil (Fig. 5), distribuindo-se pelos estados da Bahia e de Pernambuco (MILANI e DAVISON, 1988). A Bacia de Jatobá, situada em quase sua totalidade no Estado de Pernambuco, e ocupa uma área de aproximadamente 5600 km². É parte integrante do sistema Recôncavo-Tucano-Jatobá, cuja origem está relacionada aos estágios iniciais dos processos geodinâmicos que culminaram com a separação entre a América do Sul e a África. Esta bacia marca a inflexão da direção geral do rifte intracontinental abortado do citado sistema, de N-S para N70°E, cuja estruturação está nitidamente controlada pelo Lineamento Pernambuco e zonas de cisalhamento associadas, de idades neoproterozoicas, reativadas no Mesozoico, como a Falha de Ibimirim, limite N-NW da bacia e que controla o seu depocentro (MAGNATIVA e CUPERTINO, 1987).

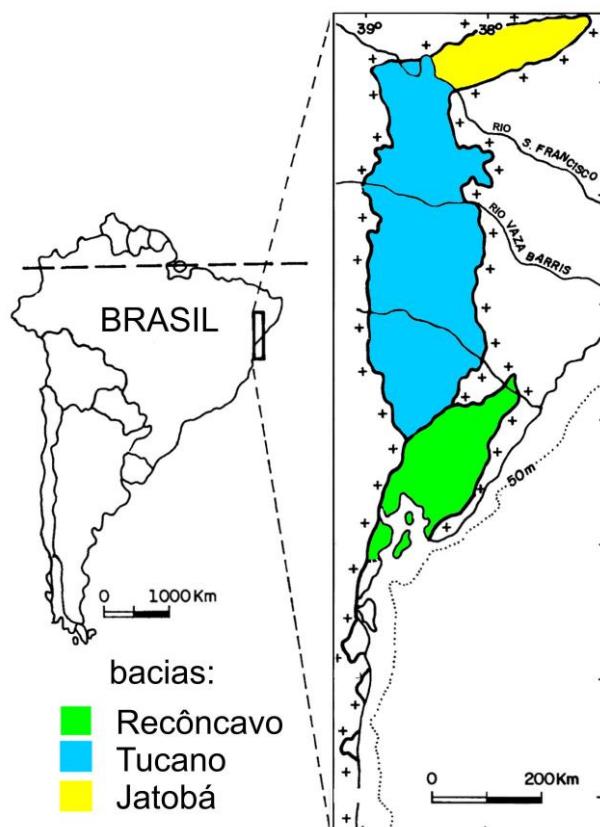


Figura 5. Mapa de localização do Sistema Recôncavo-Tucano-Jatobá (Modificado de Magnavita e Cupertino, 1987).

Na área estudada, no município de Ibimirim (Fig. 6), as tectono-sequências de interesse para a paleontologia e estratigrafia do Jurássico-Cretáceo, incluem as sequências pré-rifte e sin-rifte. A Tectono-sequencia Pré-Rifte constitui o registro sedimentar da fase inicial, ou precursora do episódio de rifteamento que deu origem à margem continental brasileira (PONTE et al., 1997), representando um ciclo sedimentar continental, caracterizado por sistemas lacustres e flúvio-eólicos. Na Bacia de Jatobá, o sistema pré-rifte está representada pelos sedimentitos do Grupo Brotas, que compreende as formações Aliança e Sergi. A Tectono-sequencia Sin-Rifte corresponde ao registro estratigráfico do estágio tectônico de ruptura crustal que deu origem ao processo de formação do atlântico sul. Representa um ciclo continental caracterizado por sistemas lacustres, fluviais e eólicos, que caracterizam os litótipos do Grupo Santo Amaro (Formação Candeias), do Grupo Ilhas e do Grupo Massacará, este último representado pela Formação São Sebastião (Fig. 7).

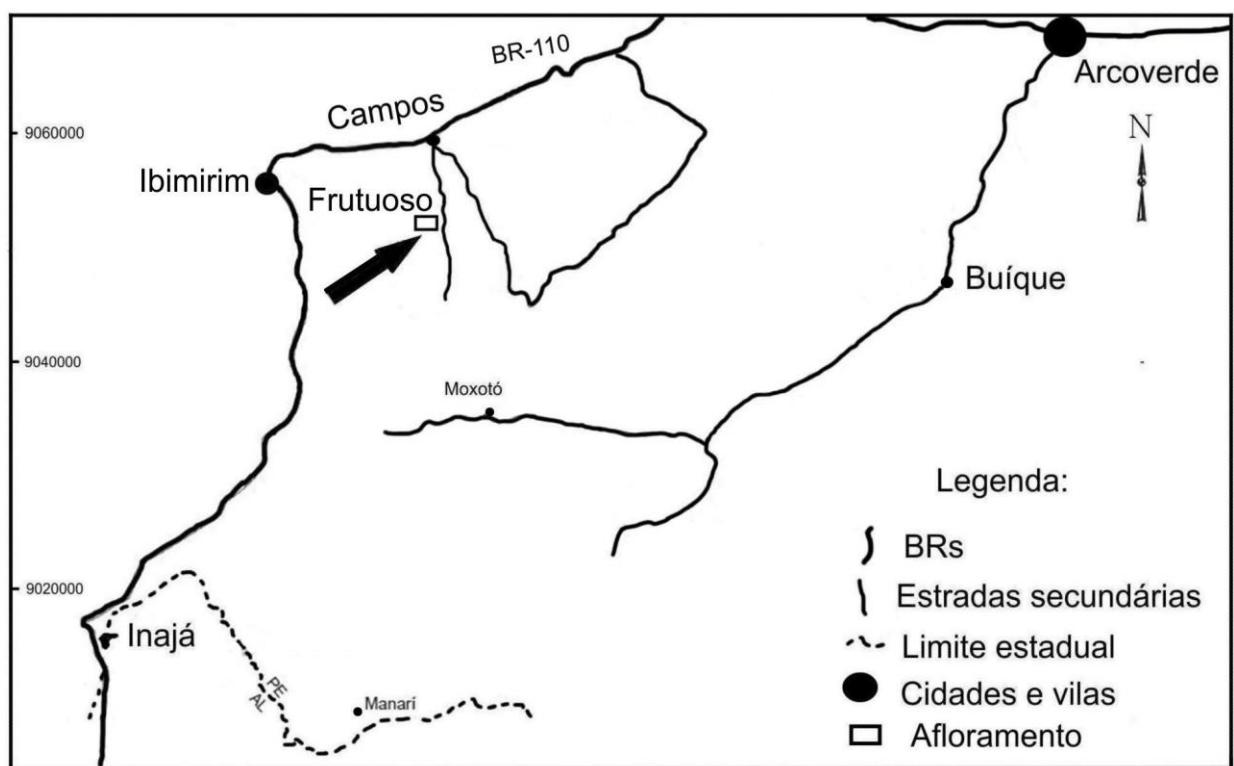


Figura 6. Mapa de localização da área estudada, município de Ibimirim, Campos, Pernambuco.

Segundo ROCHA & LEITE et al. (2007) a seção rifte engloba duas sequências, que abrange estratos de idade Eoriodaserra (Eoberriasiano) a Neojiquiá (Eoaptiano). A sequência K10-K20 e K30 compreendem os depósitos correlacionáveis à Formação Candeias, São Sebastião e Salvador, e ao grupo Ilhas.

IDADE		LITOESTRATIGRAFIA	AMBIENTE DEPOSICIONAL	LITOLOGIA
MESOZOICO	CRETÁCEO INFERIOR	Sin-Rifte	Formação São Sebastião	Fluvial de alta energia, com gradação para ambiente eólico
			Grupo Ilhas	Planície e frente deltaica associada a ambiente lacustre
			Formação Candeias	Flúvio-lacustre raso
	JURÁSSICO	Pré-Rifte	Formação Sergi	Fluvial entrelaçado com retrabalhamento eólico
			Formação Aliança	Lacustre raso com influência fluvial

Figura 7. Coluna estratigráfica da fase Pré-Rifte e Rifte da Bacia de Jatobá. Modificado de ROCHA e LEITE (2001).

4.1- Unidades litoestratigráficas locais

O levantamento de campo procurou identificar os litótipos da Formação Candeias de interesse para a coleta de amostras para a triagem e análise em microscopia estereoscópica. Por vezes não foi possível separar em campo a Formação Candeias da Formação Aliança, principalmente a sul do povoado de Frutuoso. Nesta localidade, próximo ao Morro do Cruzeiro, o topo das unidades cretácicas aflorantes está representada pela Formação São Sebastião, exposta em morros e cortes de estradas. Nesta sequência sedimentar não foram realizadas coleta de amostras em função de a mesma ser de origem eólica, com pequena contribuição fluvial na sua base. Isto foi confirmado nos trabalhos de campo, onde se pode observar no topo da unidade a presença de arenitos grossos a médios exibindo estratificação cruzada de grande porte, características de um sistema deposicional de origem eólica, e na base um arenito grosso exibindo estratificação cruzada acanalada, de origem fluvial.

Logo abaixo, e em contato discordante com a Formação São Sebastião (Fig. 8), identificamos a ocorrência de pelitos e arenitos médios a grossos, exibindo estratificação cruzada e plano-paralela, representando a Formação Candeias, pertencente ao Grupo Santo Amaro (Fig. 7). Esse conjunto litológico está mapeado pela CPRM como Formação Candeias (ROCHA e LEITE, 2001). Litologicamente, a Formação Candeias está representada por uma sequência dominante pelítica, constituída por folhelhos e siltitos argilosos de coloração marrom a cinza-esverdeados, finamente laminados, intercalados por arenitos grossos a finos, contendo níveis de calcarenitos e calcissiltitos silicificados, fossilíferos e, localmente, níveis de gipsita (ROCHA e LEITE, 1999, 2001). De idade atribuída ao Eocretáceo, tem sua origem associada a um ambiente flúvio-lacustre raso, sendo correlacionável à Formação Barra de Itiúba, da Bacia SE/AL (VIANA et al., 1971; MENEZES FILHO et al., 1988). Nestes pacotes, de origem flúvio-lacustre, foi detectada à presença de fácies favoráveis à presença de micro- e macrofósseis, como representado pelos níveis de arenitos calcíferos (Fig. 1). Desses arenitos foram coletadas várias amostras de arenitos médios a grosso para processamento químico, lavagem, peneiramento, e análise em microscopia estereoscópica (ver Materiais e Métodos). Este conjunto litológico está mapeado como Formação Candeias, sendo compatível com as características litológicas e paleontológicas descritas previamente na literatura (VIANA et al., 1971; ROCHA e LEITE, 2001).



Figura 8. Contato discordante entre a Formação São Sebastião e a Formação Candeias.

5- TRABALHOS PRÉVIOS E BIOESTRATIGRAFIA

5.1. Paleontologia do Jurássico Superior e Cretáceo Inferior das Bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá

Os primeiros registros fósseis para a região da Bacia de Jatobá datam do final do século XIX. Segundo o naturalista Derby (1879, 1880a, 1880b) foram realizadas coletas de fósseis às margens do rio São Francisco nos estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco e Bahia. No município de Jatobá, Pernambuco, ossos e escamas de peixes *Lepidotes* Agassiz, 1832, dentes de tubarões e répteis não determinados são referidos para rochas calcárias. Restos de peixes *Lepidotes* são frequentemente citados para o Nordeste do Brasil. Fósseis desse gênero foram descritos para as seguintes bacias do sistema Recôncavo-Tucano e Jatobá: Bacia do Recôncavo por ALLPORT (1860), WOODWARD (1888), MAWSON (1913), SANTOS (1953a, b; 1963; 1969; 1990a) e GALLO e BRITO (2004), Bacia de Jatobá por SILVA et al. (2010; 2011) e para a Bacia do Tucano por CARVALHO (2002), e PAIVA et al. (2011). Outros gêneros de peixes ósseos, como *Clupavus*, *Vinctifer*, *Britoichthys* e *Placidichthyes* foram descritos por SANTOS (1985, 1990b) FIGUEIREDO (2004) e BRITO e ORTEGA (2008) para o Cretáceo da Bacia do Tucano, Estado da Bahia.

No que concerne aos ostracodes, em especial os não-marinhos, o volume de trabalhos é relativamente extenso, considerando que além da taxonomia, este grupo tem grande aplicabilidade em bioestratigrafia. PINTO e SANGUINETTI (1958) descreveram duas espécies de ostracodes (*Bisulcocypris pricei* e *B. uninodosa*) para a Formação Aliança, através de amostras coletadas no município de Petrolândia, Pernambuco. Inúmeros trabalhos foram desenvolvidos por KRÖMMELBEIN na Petrobrás entre 1957 e 1960. Esse autor formalizou o reconhecimento de diversos táxons de ostracodes para o Recôncavo e Tucano (1961a, 1961b, 1962, 1963, 1964a, 1964b, 1965a). Mais tarde, VIANA et al. (1971) revisaram a coluna estratigráfica do Recôncavo e Tucano, detalhando o conteúdo fossilífero de cada unidade referida. Posteriormente, MOURA (1972) e CUNHA e MOURA (1979) propuseram diversos novos táxons de ostracodes e revisaram a coluna estratigráfica de VIANA et al. (1971). Finalmente, KRÖMMELBEIN e WEBER (1985) descrevem 51 novas espécies de ostracodes do Jurássico Superior e Cretáceo Inferior do Recôncavo e Tucano.

CARDOSO (1966) descreveu fósseis de conchostráceos para a Bacia de Jatobá, município de Petrolândia, descrevendo a espécie *Cyzicus brauni*.

Para a Formação Candeias, na Bacia do Recôncavo, SENRA e CARVALHO (2002) citam, sem descrever ou figurar, a presença de fósseis de gastrópodes, que foram considerados sugestivos da presença de lago permanente.

5.2. Bioestratigrafia

O quadro cronoestratigráfico elaborado para a Bacia do Recôncavo tem sido construído com base em ostracodes não marinhos. VIANA et al. (1971) formalizaram o arcabouço bioestratigráfico, atribuindo uma idade Cretáceo Inicial para a Formação Candeias. Além de ostracodes, VIANA et al. (1971) reportam restos de peixes (*Lepidotes*) e conchostráceos para a unidade. Segundo esses autores, a Formação Candeias correlaciona-se com a porção média-inferior da formação Barra de Itiúba da Bacia de Sergipe-Alagoas.

O zoneamento bioestratigráfico com base em ostracodes desenvolvido por KRÖMMELBEIN a partir de 1962 (KRÖMMELBEIN 1962, 1966a) foi posteriormente modificado por Viana (1966), MOURA (1972), CUNHA & MOURA (1979), totalizando 9 zonas RT (Recôncavo-Tucano 001 a 009) e 10 zonas R (Recôncavo 01-10; POROPAT e COLIN, 2012). Uma versão modificada do zoneamento Recôncavo-Tucano foi desenvolvida por COIMBRA et al. (2002) para aplicação na Bacia do Araripe.

No que concerne à palinologia foram definidas apenas cinco zonas (PC 01 a 05) (Figueiredo et al. 1994). A Figura 9 ilustra o zoneamento bioestratigráfico para a Bacia do Recôncavo (Poropat & Colin, 2012), com destaque para o posicionamento da Formação Candeias na Bacia do Recôncavo.

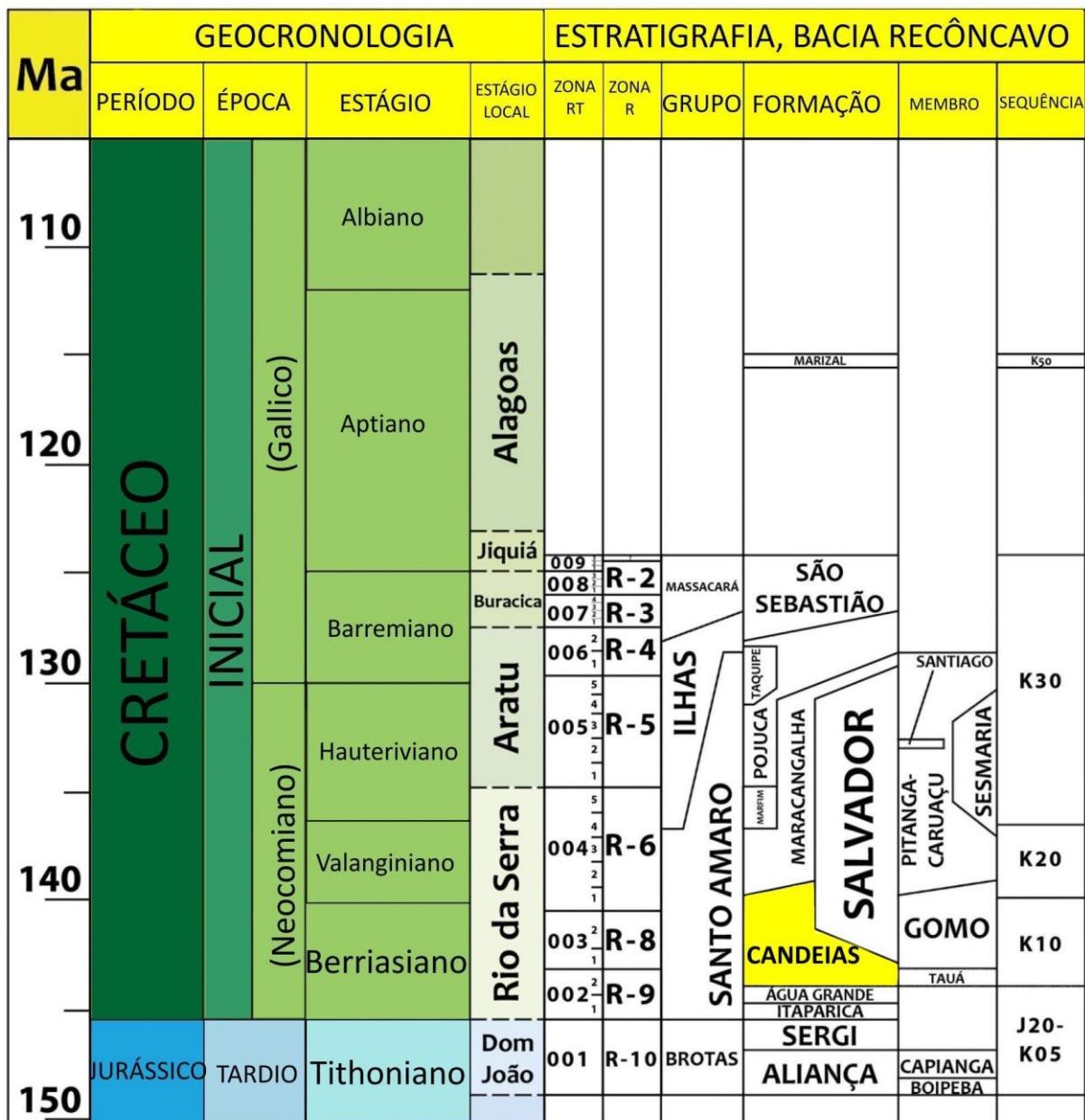


Figura 9. Cronoestratigrafia da Bacia do Recôncavo (de POROPAT e COLIN, 2012). Em amarelo está destacada a Formação Candeias.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1-Seção colunar da área estudada

A presente pesquisa foi desenvolvida no município de Ibimirim, na Bacia de Jatobá, a qual representa a extremidade setentrional do Sistema Rife Recôncavo-Tucano-Jatobá, com origem relacionada em parte à extensão crustal que fragmentou o Supercontinente Gondwana, permanecendo, no entanto, como um rife abortado durante o Aptiano (ROCHA e LEITE et al., 2007).

Os sedimentitos aflorantes na área estudada estão mapeados como pertencentes à Formação Candeias, que é constituída de uma sequência dominante pelítica, constituída por folhelhos e siltitos argilosos de coloração marrom a cinza-esverdeados, finamente laminados, intercalados por arenitos grossos a finos, contendo níveis de calcarenitos e calcissiltitos silicificados, fossilíferos, e localmente, níveis de gipsita (ROCHA e LEITE, 2001). Os primeiros fósseis apareceram a 6 m da porção inferior da seção. O maior número de elementos fósseis foi coletado entre os níveis situados entre 10 e 15 m da seção (Figs. 10, 11). Os fósseis procedem dos níveis de arenito calcífero, bem com o do arenito médio contendo calcissiltitos silicificados (Fig. 11).

A Formação Candeias (VIANA et al., 1971), mapeada formalmente na região em estudo pela CPRM (ROCHA e LEITE, 2001), aparece citada pela primeira vez no relatório do C.N.P de 1944, publicado em 1996 em uma seção estrutural no município de Candeias. Em 1945 foi rebaixada a categoria de membro da Formação Santo Amaro, mas em 1958 foi refeita pelo estudo da bacia ao nível de formação superior, médio e inferior. VIANA et al. (1971) redefinem a Formação Candeias para designar um pacote de folhelhos e siltitos, contendo intercalações finas de calcário dolomitos e espessos corpos de arenitos maciços, designados formalmente como membros Tauá, Gomo, Pitanga e Maracangalha. A sessão tipo da Formação Candeias localiza-se na estrada Salvador-Feira de Santana, entre os quilômetros 65 e 69, a leste da fazenda Mata da Aliança.



Figura 10. Área de estudo mostrando a porção média da seção colunar, exibindo argilitos, arenitos finos a grossos e no topo arenito calcífero.

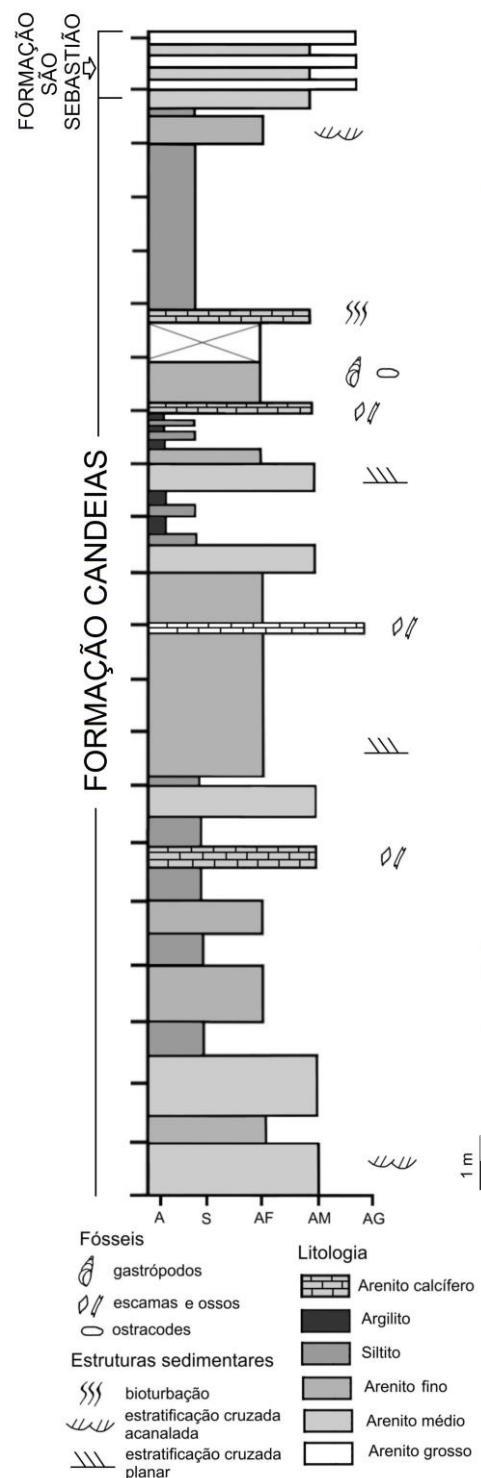


Figura 11. Seção colunar do afloramento estudado, na região de Campos, Ibimirim, Estado de Pernambuco.

Na área estudada, a Formação Candeias tem uma área aflorante que ocupa uma faixa alongada de direção NNE-WSW, próxima ao povoado de Campos, na borda Norte da Bacia, estendendo-se até o Sítio Varas a W de Moxotó, onde inflexiona para SW da área estudada, acompanhando a direção do rio Moxotó. Diferentemente do verificado na Bahia, na Bacia de Jatobá a Formação Candeias apresenta uma contribuição arenosa bem maior do que ocorre nas Bacias do Recôncavo e de Tucano, onde dominam pelitos, que ocupam posição de destaque, por constituir a principal fonte geradora de petróleo. Os poços 1MST-1-PE e LJ-1-PE, perfurados pela PETROBRÁS nos municípios de Ibimirim e Inajá, respectivamente, não evidenciaram a presença de hidrocarbonetos, o que inibiu a continuidade dos trabalhos de pesquisa na Bacia, onde é notável a carência de informações (CPRM /UFPE, 2007).

6.2- Sistemática Paleontológica

6.2.1-Invertebrados

Classe OSTRACODA Latreille, 1806

Ordem PODOCOPIDA Müller 1894

Subordem CYPRIDOCOPINA Jones 1901

Superfamília CYPRIDOIDEA Baird, 1845

Família CYPRIDIDAE Baird, 1845

Cypridea Bosquet, 1852

***Cypridea cf. vulgaris* KRÖMMELBEIN, 1962**

(Figuras 12A-C)

Distribuição estratigráfica: Cretáceo Inferior (Fig. 8) (POROPAT e COLIN, 2012).

Material referido: DGEOT-CTG-UFPE 1407, indivíduo incompleto. DGEOT-CTG-UFPE 1408, indivíduo incompleto; DGEOT-CTG-UFPE 1409, indivíduo incompleto.

Medidas: DGEOT-CTG-UFPE 1407, C= 0,86; A = 0,53. DGEOT-CTG-UFPE 1408, C = 0,828, A = 0,44; DGEOT-CTG-UFPE 1409, C= 0,82.

Descrição: O espécime DGEOT-CTG-UFPE 1407 é o melhor preservado dos três espécimes referidos. O espécime apresenta um tamanho grande, exibindo a superfície da carapaça fortemente pontuada, com um contorno sub-retangular. O rostro é distinto, mas curto e pontiagudo; um sulco alveolar distinto separa o rostro da margem ventral. A região do ângulo cardinal anterior é proeminente, e a do ângulo cardinal posterior é arredondado. O ângulo cardinal anterior mede aproximadamente 135^0 . A margem ventral de ambas as valvas é retilínea.

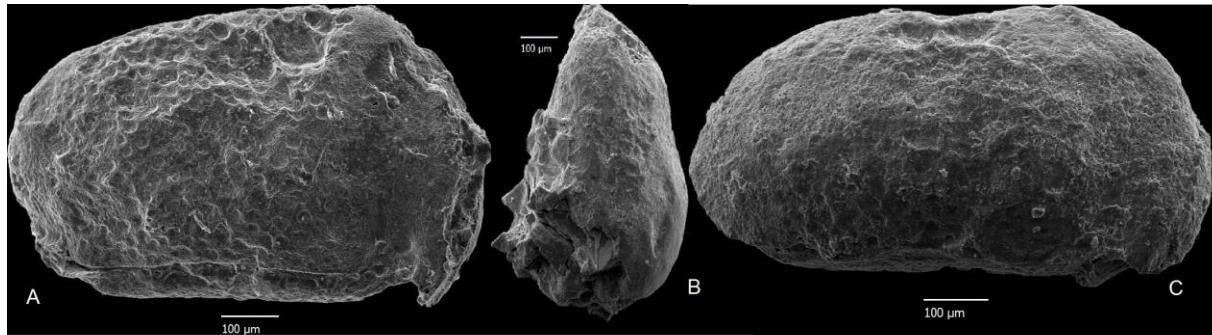


Figura 12. *Cypridea* cf. *vulgaris*. A, DGEOT-CTG-UFPE 1407 vista lateral direita; B, DGEOT-CTG-UFPE 1408 vista dorsal; C, DGEOT-CTG-UFPE 1409 vista lateral direita.

Comentários: Os espécimes aqui descritos apresentam características diagnósticas da morfologia externa do gênero *Cypridea*, que foram revisados por SAMES (2011). Contudo, a identificação em nível específico é mais difícil em função da má preservação dos mesmos, que exibem evidências de compressão das valvas. Mesmo assim, é possível diferenciar o material aqui descrito da maioria, senão de quase todas, as espécies descritas para a Formação Candeias na Bacia do Recôncavo (KRÖMMELBEIN, 1962, 1966; KRÖMMELBEIN e WEBER, 1985). CUNHA e MOURA (1979) descreveram para a

Formação Candeias da bacia do Recôncavo/Tucano a espécie *C. multipunctata*, que difere do material aqui descrito pelo maior truncamento de sua região póstero dorsal, maior altura da carapaça e maior comprimento. Muitas das espécies descritas por KRÖMMELBEIN (1962) e KRÖMMELBEIN e WEBER (1985) se diferenciam do material de *Cypridea* aqui descrito por apresentar nódulos, carapaças lisas ou com sulcos na região mediana. Os nódulos, contudo, podem representar variação individual causada por efeito ambiental (SAMES, 2011), tendo com isso um valor taxonômico limitado. Espécies com uma carapaça pontuada, semelhante ao material aqui descrito, na Bacia do Recôncavo estão representadas por *C. infima*, *C. ellipsoidea*, *C. minuscula*, *C. candeiensis* e *C. vulgaris*. Em relação *C. infima* e *C. minuscula* o material da formação Candeias difere por apresentar um tamanho muito grande bem como, um rostro mais ventralmente situado. Em relação a *C. ellipsoidea*, o material da formação Candeias difere no menor desenvolvimento do rostro em sentido ventral e na maior diferença de tamanho das valvas. Em relação a *C. candeiensis*, exceto pela presença de nódulos, o material aqui descrito apresenta um contorno semelhante, bem como a superfície pontuada e o rostro com acentuada projeção ventral (KRÖMMELBEIN, 1962). Finalmente, a espécie que melhor se compara ao material aqui descrito é *C. vulgaris*, como sugere o contorno da carapaça, o rostro pronunciado em sentido ventral e o posicionamento da região de projeção do “cyathus” (Fig. 12A).

Gênero *Reconcavona* KRÖMMELBEIN, 1962

?*Reconcavona* sp.

(Figuras 13A, B)

Distribuição estratigráfica: Cretáceo Inferior.

Material referido: DGEO-CTG-UFPE 1410, um indivíduo quase completo.

Medidas: C= 1,2; A = 0,80; L = 0,58.

Descrição: O espécime apresenta tamanho muito grande ($> 1,2$ mm). A valva esquerda se sobrepõe a valva direita. O contorno da carapaça apresenta em vista dorsal é sub-oval. A maior altura está localizada no terço anterior. O maior comprimento está localizado abaixo da meia altura. A maior largura encontra-se no terço posterior. A margem dorsal é levemente convexa. A margem posterior é sub-arredondada. A margem ventral é sub-retilínea, com uma convexidade no terço posterior. A superfície apresenta-se totalmente ornamentada exibindo um padrão reticulado, com retículos menores na periferia da carapaça. Região anterior comprimida e amplamente arredondada.

Comentários: O espécime DGEO-CTG-UFPE 1410 é o único desse gênero coletado, e apresenta uma boa conservação. Para a Formação Pojuca da Bacia do Recôncavo e Tucano, espécies novas de *Reconcavona* foram descritas por CUNHA e MOURA (1979). Em relação a *R. binodosa*, o material aqui descrito apresenta uma contorno sub-ovalado ao invés de reniforme, e não apresenta nódulos na região póstero-mediana. Em relação a *R. striata*, o material aqui descrito apresenta um contorno semelhante, porém não apresenta estrias e sim uma ornamentação reticulada. KRÖMMELBEIN e WEBER (1985) descreveram duas espécies e uma subespécie de *Reconcavona* para o Cretáceo Inferior bacia do Recôncavo e Tucano. Uma quarta espécie descrita por eles, *R. incerta*, é proveniente da Formação Aliança (Jurássico Superior). A comparação a seguir é realizada com as formas descritas para o Cretáceo Inferior. A subespécie *R. uniacantha costulata* (do Grupo Ilhas Superior), difere do material aqui descrito por apresentar costelas longitudinais em toda a região mediana das valvas. A espécie *R. ultima*, descrita para a Formação São Sebastião, difere do material aqui reportado em tendo a maior altura na região mediana e ausência de ornamentação. Em relação à espécie *R. jatobaensis*, descrita para a Formação Candeias, o material aqui reportado apresenta um menor tamanho e ausência de ornamentação.



Figura 13. *?Reconcavona* sp. DGEO-CTG-UFPE 1410. A, vista lateral direita; B, vista dorsal.

6.2.2-Vertebrados: peixes ósseos

Classe OSTEICHTHYES Huxley, 1880

Subclasse ACTINOPTERYGII Cope, 1887

Família *incertae sedis*

***“Stephanodus”* sp. Zittel 1888**

(Figuras 14A-F, 15A-C)

Material referido: DGEO-CTG-UFPE 7591, dente isolado; DGEO-CTG-UFPE 7596a-f; lote contendo seis dentes isolados incompletos.

Descrição: DGEO-CTG-UFPE 7591 apresenta um comprimento desde a raiz até o ápice da cúspide de 1,92 mm e uma largura de 1,23mm. Os dentes apresentam variação em tamanho,

que vai de 1,8 mm a até 2,4mm de largura, considerando-se o diâmetro do dente logo abaixo da “cúspide” em forma de gancho. Os espécimes com melhor preservação são alongados e lateralmente comprimidos, com uma estrutura terminal em forma de gancho (Figuras 11A-F; 12A-C). A região correspondente à raiz é aberta.

Discussão: Estes pequenos dentes branquiais com cúspide em forma de gancho mostram uma forte compressão lateral. Uma extensão discóide achatada desenvolve entre a base e o gancho. Este morfotipo dentário é normalmente referido para o gênero "*Stephanodus*" Zittel, 1883, que pode representar um táxon parafilético, sendo então referido entre aspas (ver discussão em BERRETEAGA et al., 2011). Alguns autores consideraram "*Stephanodus*" como um peixe não-pycnodontideo e o transferiram para a família Eotrigonodontidae, dentro de Tetraodontiformes (por exemplo, ARAMBOURG, 1952; BARDET et al., 2000; DARTEVELLE e CASIER 1949; BRANCO, 1934). Tais dentes branquiais estão principalmente presentes nos Pycnodontiformes (Kriwet, 1999; BERRETEAGA et al., 2011), mas também pode ser encontrado em outros grupos de peixes do Mesozoico e Cenozoico (VULLO e COURVILLE, 2014), incluindo a família Semionotidae (THIES, 1989).

Berreteaga et al. (2011) descreveu dentes branquiais identificados como Pycnodontiformes indeterminados, cuja morfologia difere dos dentes aqui descritos por apresentar a cúspide menos curvada e uma base exibindo a borda reta. O morfotipo que melhor se comparam aos dentes aqui descritos são aqueles reportados por THIES (1989), que descreve restos bastante completos de uma nova espécie de *Lepidotes* para o Jurássico Superior de Cuba, o qual exibe placas com dentes branquiais muito semelhantes aos aqui referidos. Essas semelhanças incluem a forma lateralmente achatada, bem como a presença de uma cúspide curvada em forma de gancho. Contudo, os materiais descritos por THIES (1989) apresentam a cúspide em forma de gancho menos desenvolvida.



Figura 14. DGE-CTG-UFPE 7596a-f. Dentes branquiais de “*Stephanodus*” sp. A-F, vista lateral. Escala = 1 mm.

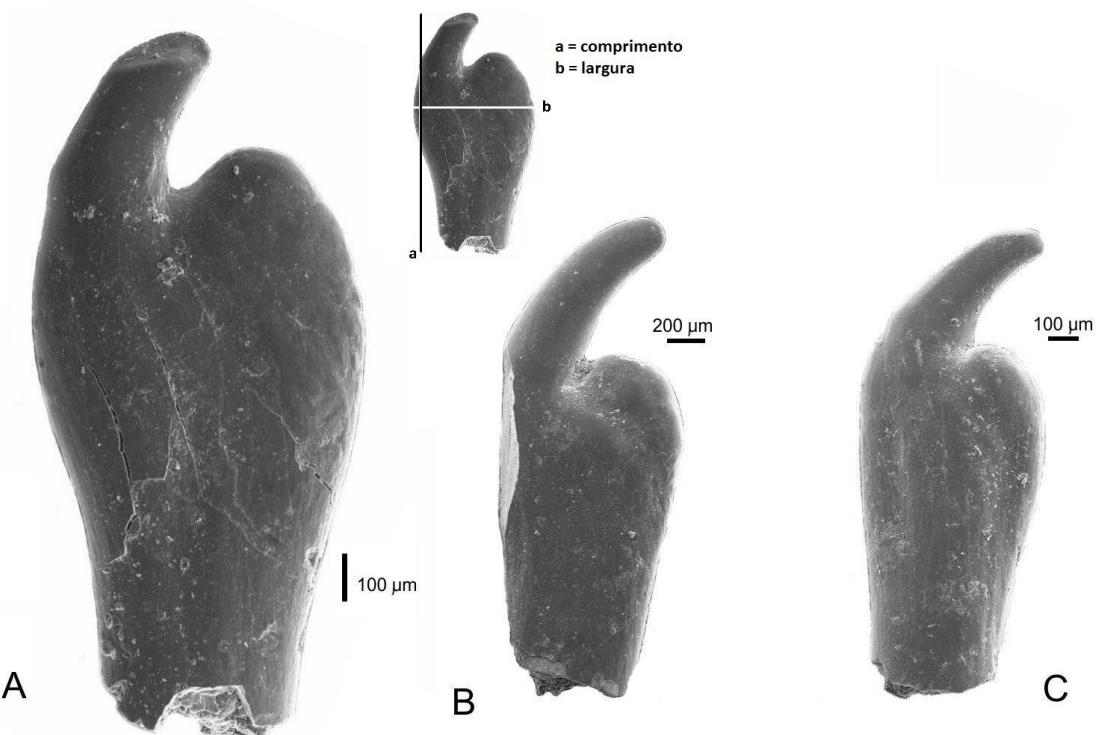


Figura 15. DGE-CTG-UFPE 7596a-c. Dentes branquiais de “*Stephanodus*” sp. A-C, vista lateral.

Subclasse ACTINOPTERYGII Cope, 1887

Gen. et sp. indet. 1

(Figuras 16 A-B)

Material referido: DGEO-CTG-UFPE 7597, 7598; duas escamas isoladas quase completas.

Medidas: DGEO-CTG-UFPE C 1,8 mm L 1,0 mm, C 2,0mm, L 1,1mm.

Descrição: DGEO-CTG-UFPE 7597 e 7598 são escamas pequenas, com formato romboidal, de superfície lisa, sem ornamentação.

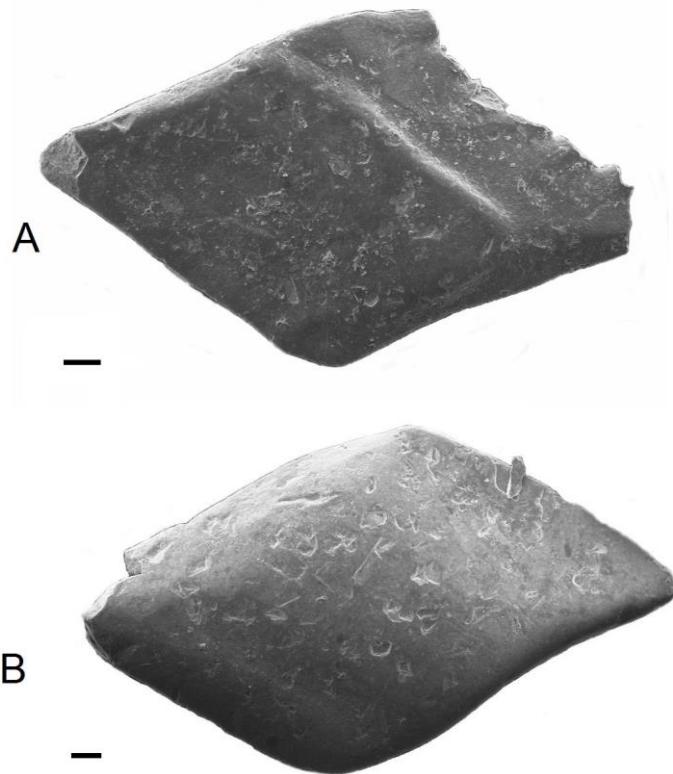


Figura 16. Escamas de Actinopterygii gen. et sp. indet. 1. A, DGEO-CTG-UFPE 7597; B, DGEO-CTG-UFPE 7598. Escala = 100 μ m.

Gen. et sp. indet. 2

(Figuras 17 A-F)

Material referido: DGEO-CTG-UFPE 7585 escama isolada incompleta; DGEO-CTG-UFPE 7586 escama isolada incompleta.

Medidas: DGEO-CTG-UFPE 7585, C= 6,29 mm, L= 3,66 mm; DGEO-CTG-UFPE 7586 C= 4,74 mm, L = 2,69 mm.

Descrição. DGEO-CTG-UFPE 7585 (Figuras 14 A-F): escama do tipo ganóide, fina, exibindo uma forma romboidal, mais longa do que larga; o lado externo é liso e côncavo, enquanto que o lado interno é plano e apresenta linhas de crescimento concêntricas. O espécime DGEO-CTG-UFPE 7586 difere do anterior (Figuras 14 D-F) por ter um menor tamanho e o lado externo menos côncavo; o lado interno exibe o mesmo padrão de linhas de crescimento. Em ambas as escamas não há indício da presença de camada externa brilhante.

Discussão (gen. et sp. indet. 1 e 2): Escamas isoladas de peixes do Cretáceo Inferior do Brasil são comumente identificadas como *Lepidotes* ou *Araripelepidotes* (GALLO e BRITO, 2004). *Lepidotes* é descrito para as seguintes bacias do sistema Recôncavo-Tucano e Jatobá: Bacia do Recôncavo por Allport (1860), Woodward (1888), Mawson (1913), Santos (1953a, b; 1963; 1969) e GALLO e BRITO (2004), Bacia de Jatobá por Silva et al. (2010; 2011) e para a Bacia do Tucano por Carvalho (2002), PAIVA et al. (2011; 2013). Segundo BRITO e GALLO (2003), o gênero *Lepidotes* no Brasil é representado por oito espécies nominais, registradas em bacias sedimentares da região Nordeste, com amplitude temporal do Jurássico Final ao Cretáceo Final. Essas espécies são conhecidas por escamas isoladas (*L. oliveirai* Santos, 1969 e *L. dixseptiensis* Santos, 1963) e/ou por associações de escamas, dentes e fragmentos ósseos (*L. mawsoni* Woodward, 1888). Outras espécies, como *L. Souzai* Woodward, 1908, *L. llewellyni* Santos, 1953a, *Lepidotes* sp. da Bacia de Iguatu e *L. alagoensis* GALLO, 2000, foram propostas a partir de escamas, dentes, porções incompletas do esqueleto cefálico e restos cranianos. Poucas espécies, como *L. piauhyensis* Roxo & Löfgren, 1936 e *L. roxoi* Santos, 1953b, são conhecidas por esqueletos quase completos e articulados.

As escamas de *Lepidotes* descritas e figuradas por vários autores, como por exemplo, por GALLO e BRITO (2004), são geralmente cobertas por uma fina camada de ganoína brilhante, bem como às vezes são mencionados a presença de sulcos irradiando da região central. Santos (1969) e mais tarde GALLO e BRITO (2004) figuram as escamas de “*Lepidotes*” *oliveirai*, da Bacia do Recôncavo, cuja morfologia apresenta escamas de formato subretangular a romboidal, com os lados mostrando dimensões similares. Outras espécies descritas para a Bacia do Recôncavo incluem “*Lepidotes*” *mawsoni*, e “*L*”. *roxoi*, cujas escamas são maiores que as aqui descritas, bem como apresentam uma camada externa de ganoína brilhante irregularmente distribuída (GALLO e BRITO, 2004)

Escamas de *Lepidotes* sp. foram recentemente descritas para a fauna da Bacia de Lima Campos, Ceará, atribuídos ao Eocretáceo (PINHEIRO et al., 2011). Para a Bacia de Jatobá, Formação Aliança, Jurássico Superior, SILVA et al. (2010; 2011) descrevem escamas de peixes identificadas também como *Lepidotes* sp. O material aqui descrito difere do referido para a bacia de Lima Campos e para a Formação Aliança em tendo menor tamanho, forma mais alongada e ausência da camada externa de ganoína brilhante.

As escamas aqui descritas são identificadas com gen. et sp. indet. 1 e 2 por apresentarem um menor tamanho, contorno mais lanceolado e ausência da camada externa brilhante. O menor tamanho dessas escamas, contudo, pode estar relacionado à sua posição no corpo do animal. Por exemplo, escamas da base da nadadeira caudal apresentam um menor tamanho em relação às escamas da região anterior, dorsal e ventral.

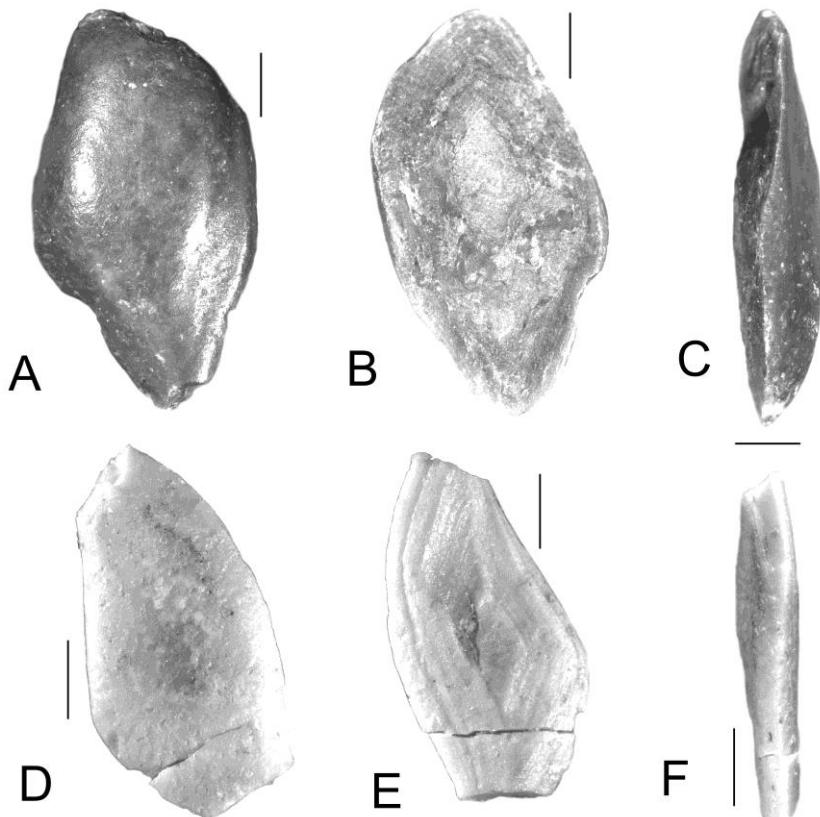


Figura 17. Escamas isoladas de gen. et sp. indet. 2, Formação Candeias, Bacia de Jatobá, município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. A. DGEO-CTG-UFPE 7585 vista externa; B. DGEO-CTG-UFPE 7585 vista interna; C. DGEO-CTG-UFPE 7585 vista lateral; D. DGEO-CTG-UFPE 7586 vista externa; E. DGEO-CTG-UFPE 7586 vista interna; F. DGEO-CTG-UFPE 7586 vista lateral. Escalas = 1 mm.

Gen. et sp. indet. 3

(Figuras 18 A-B 19 A-D)

Material referido: DGEO-CTG-UFPE 7587, DGEO-CTG-UFPE 7599, DGEO-CTG-UFPE 7600, dentes isolados completos.

Medidas: DGEO-CTG-UFPE 7587, C = 2,22 mm, L = 0,92 mm.

Descrição: DGEO-CTG-UFPE 7587 representa um diminuto dente, estiliforme, unicúspido, de ápice pontiagudo e base ampla. O esmalte da base apresenta crenulações

paralelas ao eixo longitudinal do dente. A face mesial é convexa enquanto que a face distal é côncava na região apical e convexa na base. A região da raiz é aberta. Variações do morfotipo anterior podem ser observadas no espécime DGEOT-CTG-UFPE 7599 (Fig. 18 A-B) que apresenta a base mais estreita, e DGEOT-CTG-UFPE 7600 (Fig. 19 C-D) que apresenta a um comprimento menor e a base mais larga do que os espécimes anteriores.

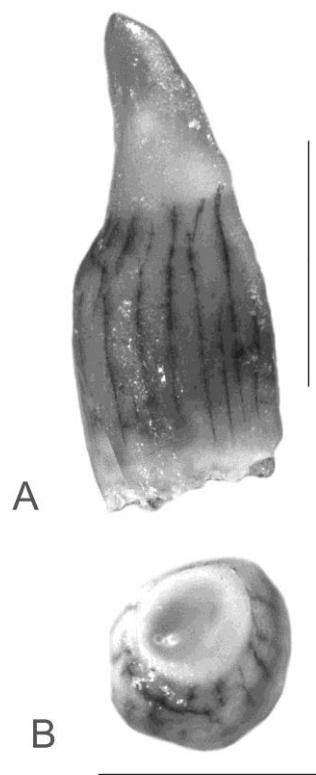


Figura 18. Gen. et sp. indet. 3; Formação Candeias, Bacia de Jatobá, município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. A. DGEOT-CTG-UFPE 7587 vista lateral; B. DGEOT-CTG-UFPE 7587 vista apical. Escala = 1 mm.

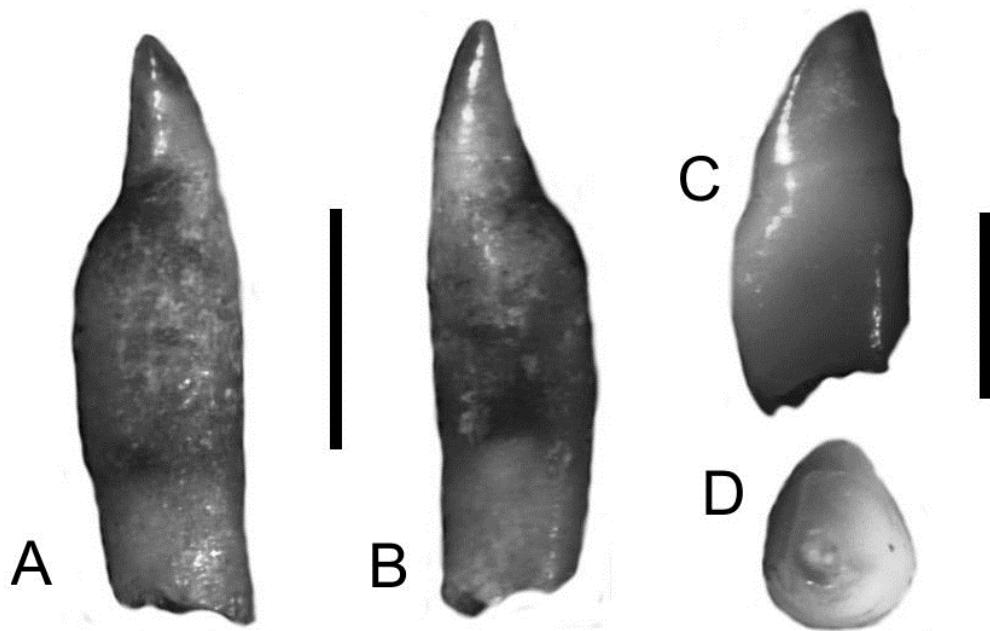


Figura 19. Gen. et sp. indet. 3. Formação Candeias, Bacia de Jatobá, município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. A. DGEOT-CTG-UFPE 7599 vista lateral; B. DGEOT-CTG-UFPE 7600 vista apical. Escala = 1 mm.

Discussão (gen. et sp. indet. 3): A grande diversidade de famílias de peixes ósseos no Cretáceo do Nordeste brasileiro está representada na Bacia do Araripe, onde ocorrem representantes de Lepisosteiformes (Obaichthyidae), Amiidae, Ophiopsidae, Oshuniidae, Pycnodontidae, Aspidorhynchidae, Cladocyclidae, Pachyrhizodontidae, Notelopidae, Albuliformes, Chanidae, Clupeocephala, Clupeomorpha, Otophysi, Araripichthyidae, e Mawsoniidae (BRITO e YABUMOTO, 2011). Os dentes da maioria dos taxa descritos na literatura, no entanto, não são descritos em detalhe. Dentes de *Lepidotes* ocorrentes em bacias mesozoicas brasileiras tem sido descritos apenas por Malabarba & Garcia (1990), para a Bacia de Sergipe-Alagoas. BRITO e GALLO (1993) reportam que os dentes de *Lepidotes* se caracterizam pela presença de dentes marginais estiliformes e dentes internos mais robustos, trituradores. Contudo em virtude da dificuldade na identificação de dentes isolados de peixes cretácicos, o espécime DGEOT-CTG-UFPE 7587, é aqui reportado como gen. et sp. indet. 3.

OSTEICHTHYES indet. 1

(Figuras 20 A-C)

Material referido: DGEO-CTG-UFPE 7588; escama incompleta.**Medidas:** DGEO-CTG-UFPE 7588, C = 17,99 mm, L = 4,2 mm.

Descrição: DGEO-CTG-UFPE 7588 (Figuras 15A-C); o espécime supera muito em tamanho outros espécimes atribuídos a peixes na mesma fauna. É alongado, e de aspecto lanceolado (sugerido por sua região anterior pontiaguda); a base óssea é ampla, de aspecto liso, e de corpo ósseo profundo; do lado externo, os dois terços finais da escama apresentam uma fina camada de ganoína.

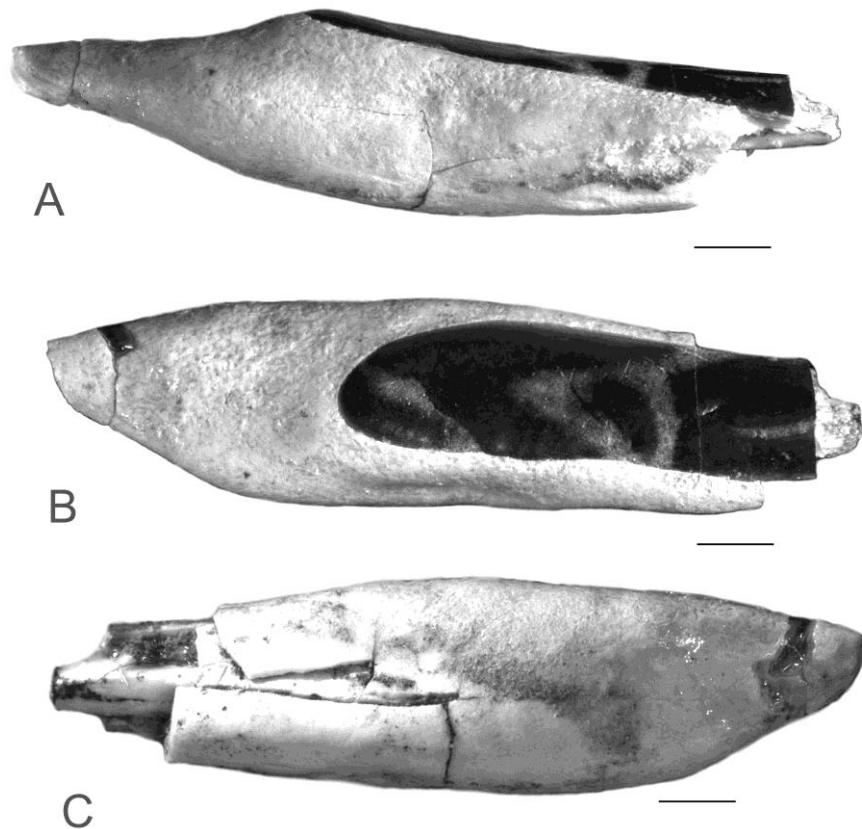


Figura 20. Osteichthyes indet. 1, DGEO-CTG-UFPE 7588, Formação Candeias, Bacia de Jatobá, município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. A. vista lateral; B, vista dorsal; C, vista ventral. Escala = 2 mm.

OSTEICHTHYES indet. 2

(Figuras 21 A-B)

Material referido: DGEO-CTG-UFPE 7589, fragmento de escama.

Medidas: C=11 mm, L = 2 mm.

Descrição: DGEO-CTG-UFPE 7589 (Figuras 21A-B) corresponde a um fragmento da extremidade de um espinho (?), exibindo um tecido enamelóide claro, com linhas de crescimento concêntricas (vide figura inferior).

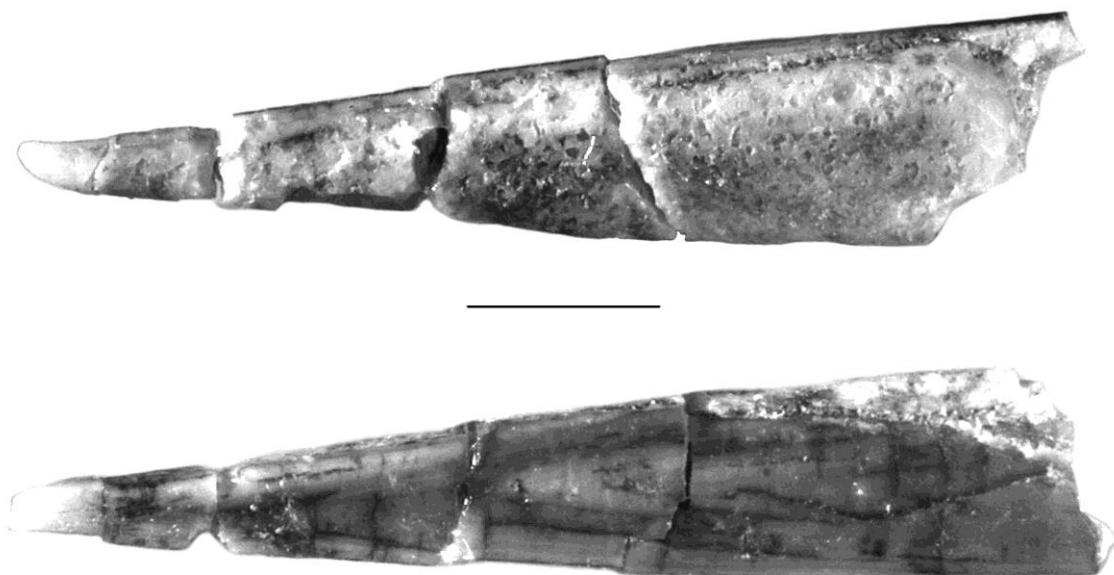


Figura 21. Osteichthyes indet. 2, DGEO-CTG-UFPE 7589. Formação Candeias, Bacia de Jatobá, município de Ibimirim, Pernambuco, Brasil. A, vista lateral; B, vista dorsal. Escala = 1 mm.

Discussão (Osteichthyes indet. 1 e 2): A classe Osteichthyes (peixes ósseos) inclui duas grandes linhagens: Sarcopterygii (celacantos, peixes pulmonados e tetrapodos) e Actinopterygii (teleósteos, esturjões, etc...). A comparação dos espécimes aqui reportados como Osteichthyes indet. 1 e 2, bem como com escamas ou espinhos descritos na literatura para o Mesozoico brasileiro não revela nenhuma similaridade com o material aqui descrito.

6.2.3-Vertebrados: tubarões

Classe CHONDRICHTHYES Huxley, 1880

Ordem HYBODONTYFORMES Patterson, 1966

Família HYBODONTIDAE Owen, 1846

Gênero *Egertonodus* Maisey, 1987

***Egertonodus* aff. *basanus* (Egerton, 1845)**

(Figuras 22, 23 A-D)

Distribuição geográfica e estratigráfica: Alemanha, Jurássico Superior, Solnhofen (Maisey, 1987); Inglaterra, Taynton Limestone Formation, Jurássico Médio (Bathoniano); Inglaterra, Cretáceo Inferior, localidade incerta (REES e UNDERWOOD, 2007); Marrocos, Anoual, Cretáceo Inferior (Valangiano-Aptiano) (Duffin & Sigogneau-Russel, 1993).

Espécimes referidos: DGEO-CTG-UFPE 7601, 7602, e 7603, dentes incompletos.

Medidas: DGEO-CTG-UFPE 7601, L= 1,1 mm, C = ~1,1mm. DGEO-CTG-UFPE 7602, C = 1,0 mm, L = ~1,2mm.

Descrição: o dente, de pequeno tamanho (? juvenil), está fragmentado e preserva apenas parte da cúspide central. A cúspide apresenta uma base ampla, é labiolingualmente achatada, e ornamentada em sua face labial por cristas longitudinais, em número de nove. As cristas centrais são quase retas, bem marcadas e se dirigem ao ápice da cúspide. Não se observa bifurcações das cristas longitudinais. A presença de cúspides laterais não é possível de ser verificada.

Discussão: embora bastante fragmentado, o espécime permite identificar uma característica derivada de *Egertonodus*, representada pela cúspide central alta com a presença de cristas paralelas, que se dirigem em linha reta ao ápice da cúspide central. Estas características permitem separar claramente *Egertonodus* de *Hybodus* (ver Duffin & Sugogneau-Russel, 1993; REES & UNDERWOOD, 2008). Embora o material aqui descrito esteja incompleto,

ele aproxima-se muito do material descrito para o Cretáceo Inferior do Marrocos, que naquele País foi identificado como *E. basanus* (DUFFIN e SIGOGNEAU-RUSSEL, 1993).

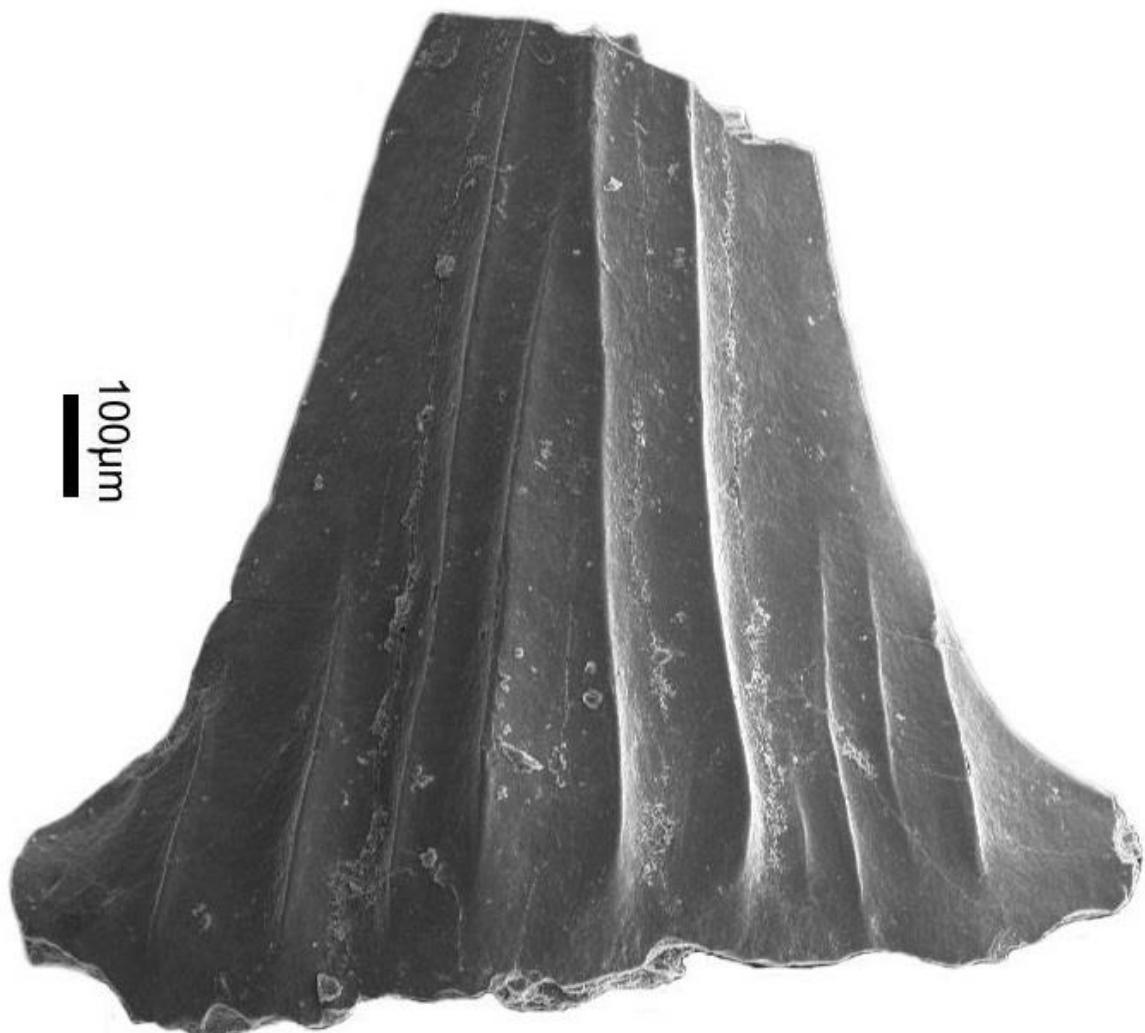


Figura 22. Dente de *Egertonodus* aff. *basanus*., DGEO-CTG-UFPE 7601. Escala = 100 µm.

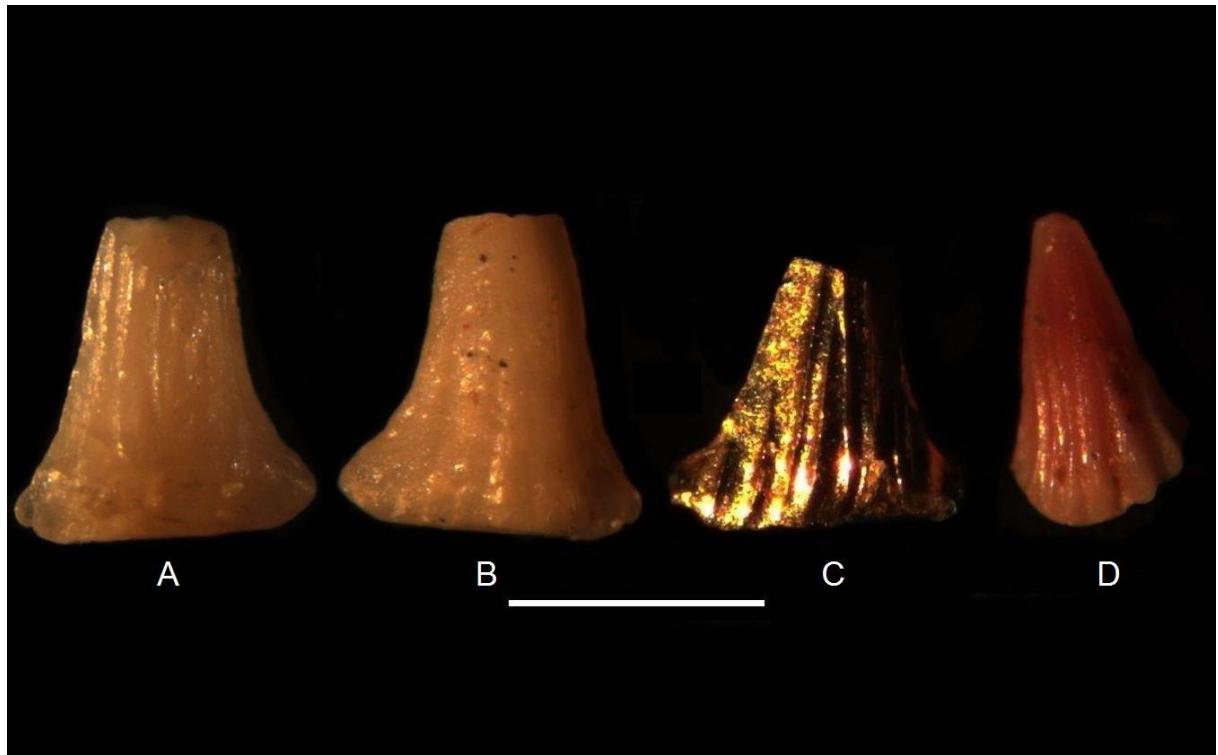


Figura 23. Dentes de *Egertonodus* aff. *basanus*, A-B, DGEO-CTG-UFPE 7602; C, DGEO-CTG-UFPE 7601; D, DGEO-CTG-UFPE 7603. Escala = 100 μ m.

6.2.4-Vertebrados: tetrápodos

Classe REPTILIA Linnaeus, 1758

Subclasse DIAPSIDA Osborn, 1903

Gen. et sp. indet.

(Figuras 24A-C, 25 A-D)

Material referido. DGEO-CTG-UFPE 7604, dente isolado incompleto.

Descrição. O dente é pequeno, medindo 1,05mm de comprimento e de largura 0,08mm. O esmalte está bastante corroído, exibindo sinais de transporte e fraturas. O dente apresenta uma projeção apical, que embora quebrada, parece ter sido bem desenvolvida. Posterior a essa projeção mais alta o esmalte está dobrado, configurando pequenas cúspides (ou dentículos) em forma de paliçada. A região apical apresenta um sulco longitudinal, que se estende desde o ápice da cúspide primária até a borda distal do dente. A região da raiz está quebrada.

Comentários. O dente foi inicialmente comparado com o registro de Squamata descritos para o Cretáceo Inferior do Nordeste, incluindo *Tijubina pontei* (Bonfim-Júnior & Marques, 1997) e *Olindalacerta brasiliensis* (Evans & Yabumoto, 1998). A dentição destes taxa, no entanto, apresenta um formato tubular alongado, bastante distinto da morfologia aqui descrita. Outra comparação foi estabelecida com dentes de pequenos dinossauros, como representado por ornitísquios da Família Heterodontosauridae, que constitui um grupo de pequenos herbívoros com amplitude entre o Triássico Tardio e o Cretáceo Inicial (Sereno, 2012). Duas características em particular sugerem um possível vínculo com esta família, incluindo a presença de um provável cíngulo e dentículos em forma de paliçada. Contudo, o espécime DGEO-CTG-UFPE 7599 difere dos dentes de heterodontosaurídeos e de outros pequenos ornitísquios por apresentar um sulco longitudinal e ausência de dentículos em um dos lados do dente. Porém, em virtude da má preservação do espécime, bem como a ausência de características derivadas, não é possível um vínculo seguro com nenhum dos grupos mencionados.

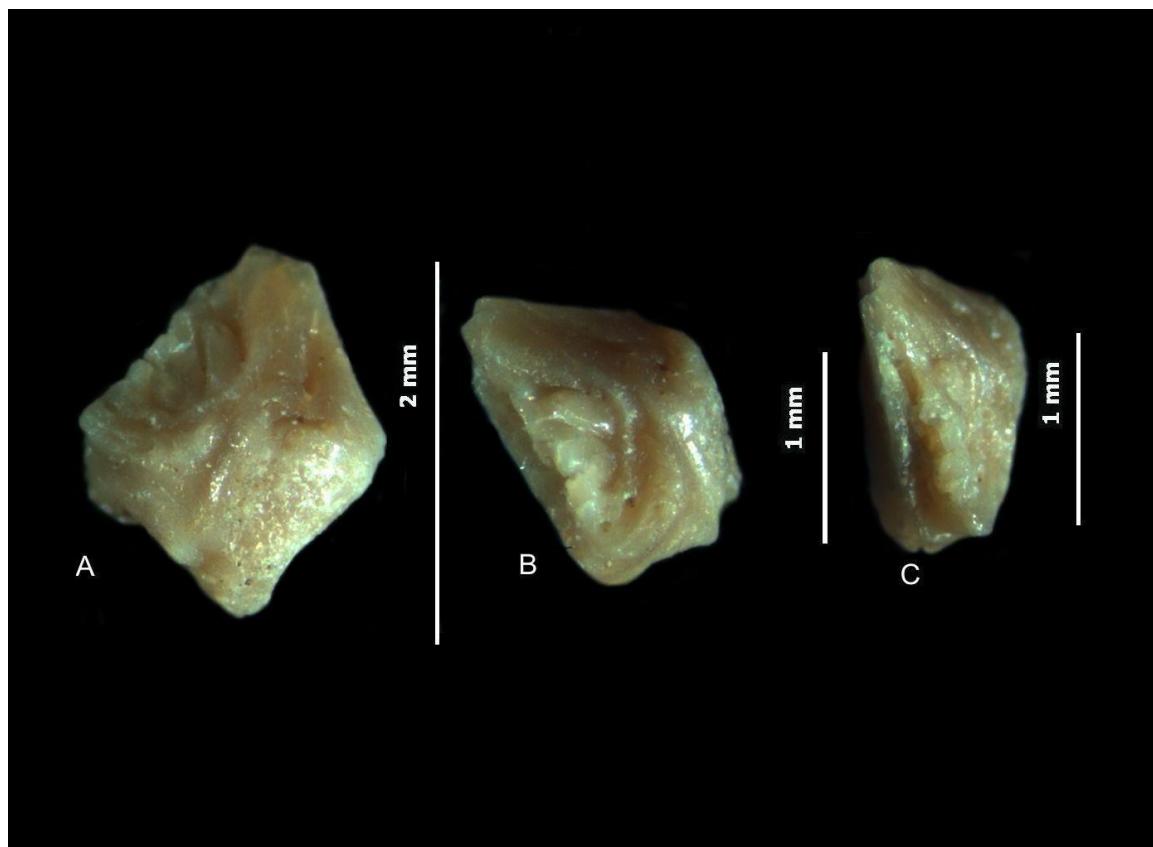


Figura 24. DGEO-CTG-UFPE 7604. A, vista lateral; B, vista lateral-oblíqua; C, vista oclusal oblíqua.

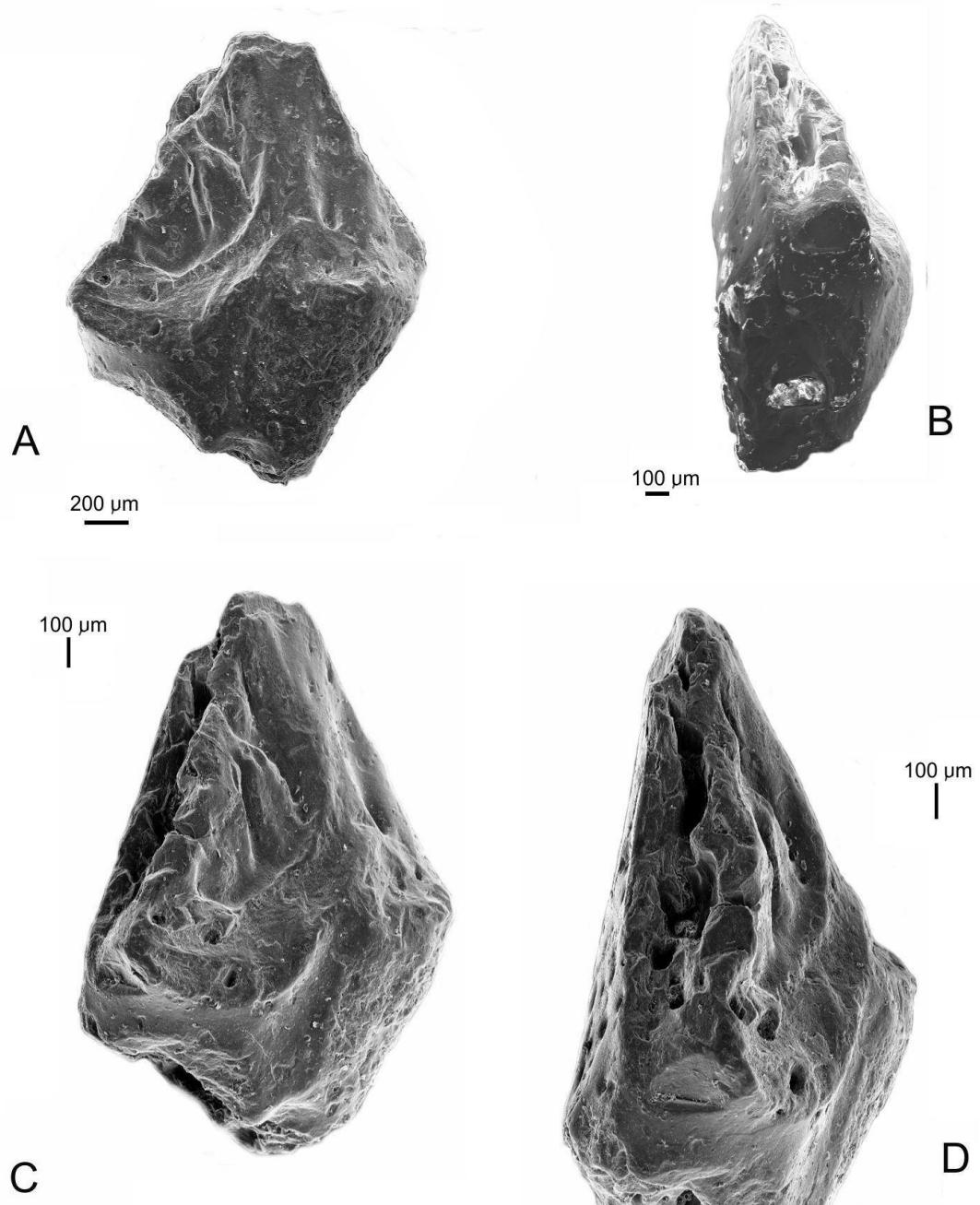


Figura 25. DGEO-CTG-UFPE 7604. A, vista lateral; B, vista posterior; C, vista lateral oblíqua; D, vista oclusal oblíqua.

6.3. Icnofósseis

6.3.1. Coprólitos

Pisces indet.

(Figuras 26 A-C)

Material referido: DGEO-CTG-UFPE 7605. Coprólito completo.

Descrição: O material apresenta-se quase completo, cor amarelo esbranquiçado, e exibe uma forma cilíndrica com extremidades isopolares. A presença de irregularidades em sentido transversal está presente. Seu tamanho é relativamente pequeno, com dimensões alcançando 17,8mm de comprimento por 9,4mm de largura.

Discussão: O material foi encontrado associado aos níveis de arenito calcífero da porção médio-superior da seção. Não apresenta polimento nem superfícies lisas, sendo, portanto, autóctone da unidade estudada. Segundo SOUTO (2001), os registros de coprólitos na maioria das bacias interiores e marginais do nordeste do período Cretáceo estão geralmente relacionados a comunidades de produtores de ambiente aquático (Souto, 2001). A frequente presença de restos de peixes na unidade aqui estuda apoia fortemente esta ideia. Até o momento a maioria dos restos de peixes identificados para a o topo da Formação Candeias pertence a espécies de tamanho pequeno, a julgar principalmente pelo tamanho das escamas e dentes. Esta situação é discutida por SOUTO e SCHWANKE (2010) para os peixes produtores de coprólitos do Cretáceo Inferior da Bacia de Alagoas, de comportamento carnívoro. Estes peixes ocupariam segundo aqueles autores níveis tróficos secundários, possivelmente predando peixes de espécies menores, como, por exemplo, *Dastilbe* ou *Ellimma*, à semelhança do que tem sido observado em outras ocorrências dessa paleoictiofauna na bacia do Araripe (MAISEY, 1994).

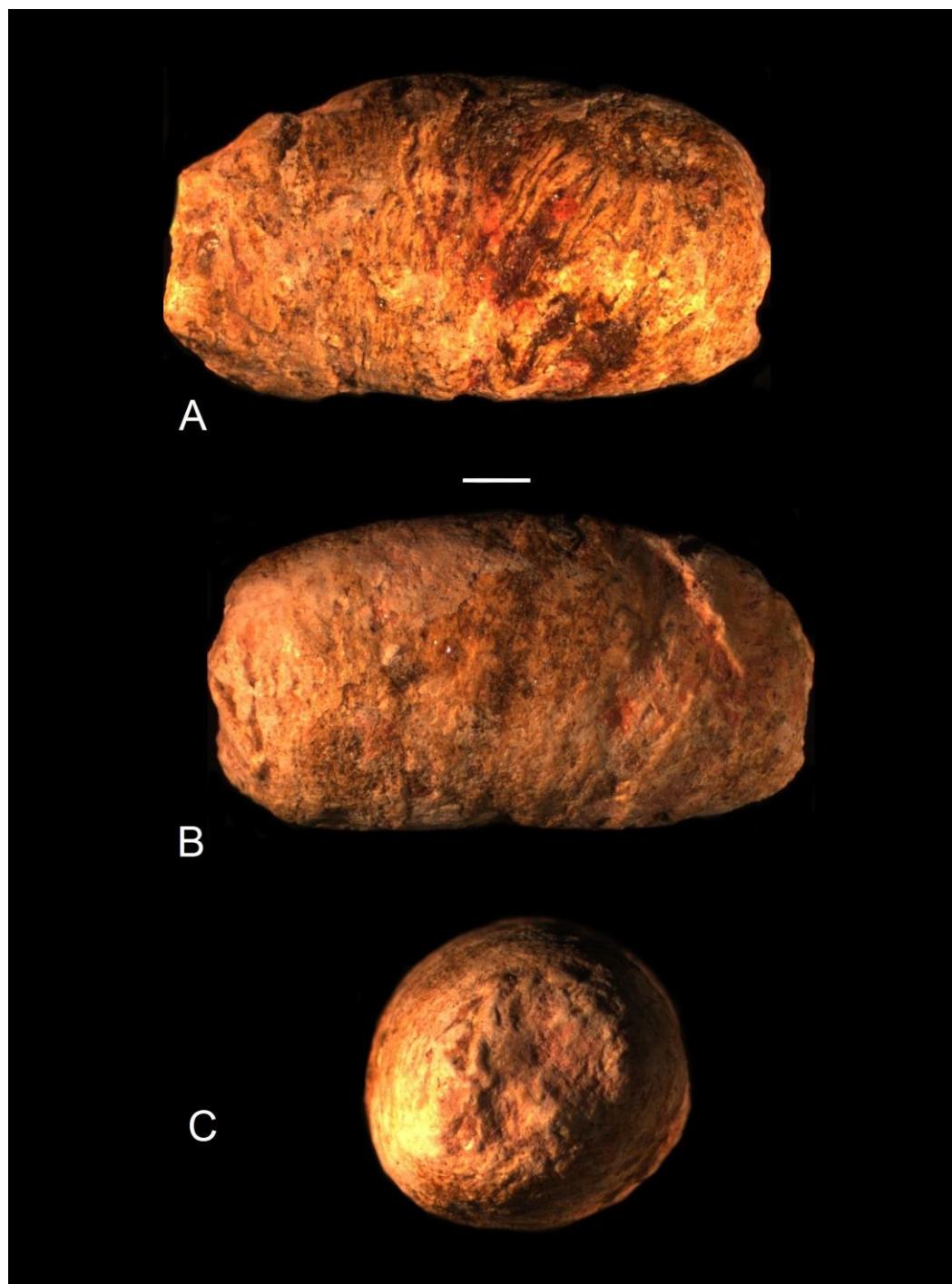


Figura 26. DGEO-CTG-UFPE 7605. Coprólito em vista lateral. Escala = 2 mm.

6.3.2.-Icnofóssil de invertebrados

Icnogênero *Taenidium* Heer, 1877

***Taenidium barreti* (Bradshaw, 1981)**

(Figuras 27-28)

Material referido: DGEO-CTG-UFPE 7606a, b; dois blocos de arenito fino contendo inúmeras escavações.

Descrição: escavações horizontais, retas ou sinuosas, sem ramificações, com suas paredes preservadas em epirrelêvo côncavo. A largura das escavações oscila entre 3,5 e 5,5 mm. Algumas escavações estão preenchidas por sedimento claro. Meniscos, formando anéis consecutivos, estão preservados em epirrelêvo convexo.

Discussão: As estruturas identificadas correspondem provavelmente a estruturas de alimentação (*Fodinichnia*). O traço mais característico das estruturas de alimentação é identificado como pertencente ao icnogênero *Taenidium*. Esse comportamento está expresso em alguns dos traços onde são observadas estruturas de preenchimento, que exibem uma granulometria mais fina, distinta do traço côncavo (Figs. 27, 28). No que concerne a taxonomia desse icnogênero, são reconhecidas um total de cinco espécies (Keighley & Pickerill, 1994; Bromley et al., 1999): *Taenidium serpentinum* Heer, 1877, *T. satanassi* D'Alessandro & Bromley, 1987, *T. cameronensis* (Brady, 1947), *T. barreti* (Bradshaw, 1981), e *T. crassum* Bromley et al. (1999). *Taenidium serpentinum* apresenta os meniscos bem espaçados e arqueados, tanto que a distância entre eles se iguala a largura do traço. Sua morfologia é serpentiforme. *T. satanassi* é uma escavação ligeiramente sinuosa, que apresenta de forma alternada conjuntos de meniscos de sedimentos de cor clara e escura, sendo ambos de aproximadamente a mesma espessura, mais curtos do que largos. A espécie *T. cameronensis* apresenta meniscos profundamente arqueados, tendendo a uma forma parabólica. *T. crassum* se caracteriza por meniscos em forma parabólica ou chevron, com sedimentos apresentando três cores diferentes. A espécie *T. barreti* é a que melhor se compara aos materiais aqui descritos, sendo caracterizada por escavações retilíneas ou sinuosas, sem ramificação, sem paredes ou revestimento, e meniscos arqueados (KEIGHLEY e PICKERILL, 1994).

A literatura aponta como prováveis construtores desses traços invertebrados de corpo mole, como anelídeos oligoquetos, invertebrados com exoesqueleto (conchostráceos e insetos), e ainda peixes ou répteis (BUATOIS e MÁNGANO, 1998). Os restos de tubos preenchidos, no entanto, sugerem invertebrados de corpo mole detritívoros como os prováveis construtores dos traços em questão, provavelmente oligoquetos.

O icnogênero *Taenidium* é um elemento típico da icnofácie de Scyenia, o que sugere ambientes úmidos ou sub-aquosos, argilosos e arenosos de baixo energia, depósitos lagunares ou depósitos costeiros sub-aéreos periodicamente submersos (BUATOIS e MÁNGANO, 1998). O registro então é condizente com o ambiente fluvial sugerido pela literatura para a Formação Candeias (Fig. 29).



Figura 27. Icnofóssil de *Taenidium*, DGEOT-CTG-UFPE 7606a. Escala = 2 cm.



Figura 28. Icnofóssil de *Taenidium barretti*, DGEO-CTG-UFPE 7606b, (A) vista geral da amostra; (B) detalhes dos traços exibindo os meniscos e tubos preenchidos. Escala = 2 cm.

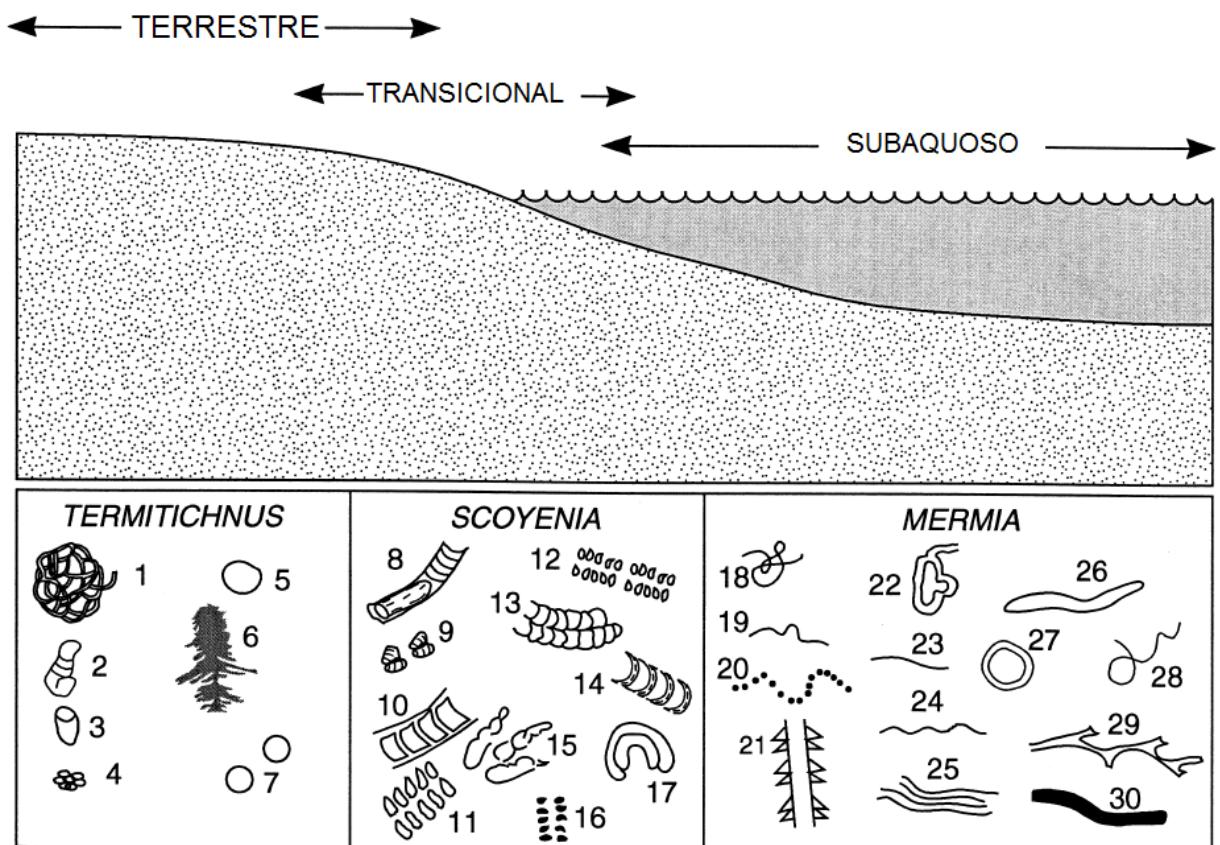


Figura 29. Modelo de icnofáceis não marinha. Os icnogêneros incluem: (1) *Termitichnus*, (2) *Scaphichnium*, (3) *Celliforma*, (4) *Edaphichnium*, (5) *Coprinisphaera*, (6) *Krausichnus*, (7) *Vondrichnus*, (8) *Scyenia*, (9) *Rusophycus*, (10) *Beaconites*, (11) *Merostomichnites*, (12) *Umflozozia*, (13) *Cruziana*, (14) *Taenidium*, (15) tetrapod tracks, (16) *Diplichnites*, (17) *Fuersichnus*, (18) *Mermia*, (19) *Helminthopsis*, (20) *Tuberculichnus*, (21) *Maculichnna*, (22) *Vagorichnus*, (23) *Helminthoidichnites*, (24) *Cochlichnus*, (25) *Undichnna*, (26) *Palaeophycus*, (27) *Circulichnisis*, (28) *Gordia*, (29) *Treptichnus*, (30) *Planolites* (Adaptado de Buatois & Mángano, 1998).

6.4. Aspectos tafonômicos

6.4.1. Feições sedimentológicas, estratigráficas e paleoecológicas

Essas feições são analisadas para as associações encontradas nos arenitos calcíferos que totalizam quatro horizontes carbonáticos (Fig. 11). HOLZ e SIMÕES (2002) enfatizam que diversas feições macroscópicas, dentre elas, sedimentológicas, bioestratinômicas, estratigráficas, paleoecológicas e diagenéticas, podem ser empregadas na descrição de concentrações fossilíferas. A terminologia dessas feições foram descritas previamente por KIDWELL e HOLLAND (1991), KIDWELL et al. (1986) e SPEYER e BRETT (1988).

Seguindo as recomendações da literatura acima citada, as seguintes feições sedimentológicas foram observadas em campo: o grau de empacotamento dos fósseis é disperso, suportado pela matriz, com os bioclastos ocorrendo de forma isolada, sem articulação. A seleção dos bioclastos é do tipo bimodal com a maioria dos elementos (~75%) apresentando um tamanho ao redor de 1 mm, e raríssimos fósseis se situam entre 5 e 18mm. A seleção hidráulica deve ter sido moderada considerando o tamanho equivalente dos bioclastos em relação aos grãos.

A feição estratigráfica mais importante observada mostra que os fósseis se depositaram em camada de geometria tabular, representando os níveis de arenitos calcíferos.

A feição paleoecológica é do tipo politípica, incluindo restos de dentes, escamas, espinhos e ossos (Gráfico 1).

6.4.2. Atributos tafonômicos

De acordo com o grau de preservação, os seguintes atributos tafonômicos foram estabelecidos, para um total de 96 espécimes analisados (Gráfico 1):

-Escamas 85% completas (N=3);

-Escamas fragmentadas (N=4);

-Ossos fragmentados (N=26);

-Dentes 50% completos (N=34);

-Dentes 30% completos (N=29).

A contagem dos materiais coletados está ilustrada no (Gráfico 2) , o qual mostra um predomínio (75%) do elemento dente em relação aos outros elementos.

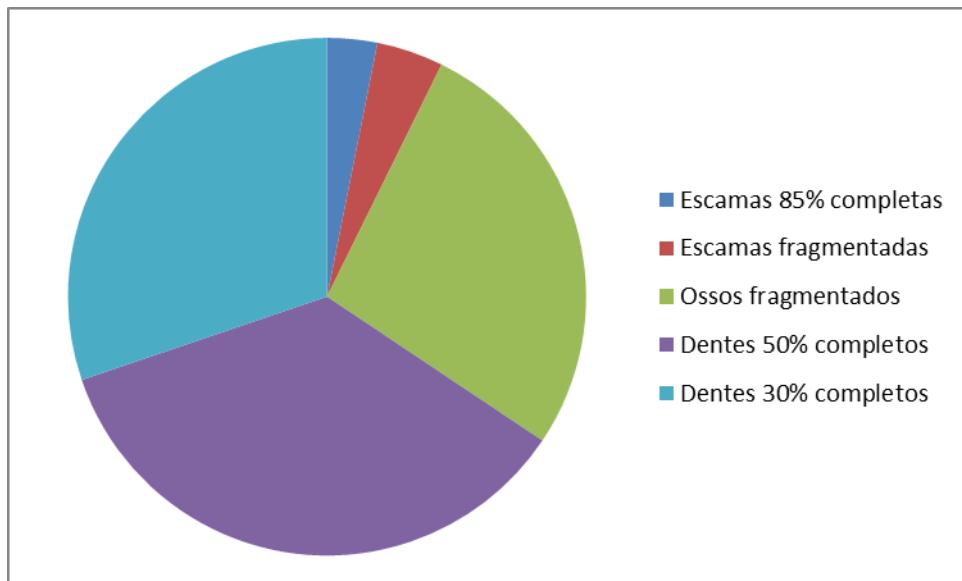


Gráfico 1. Gráfico mostrando a relação de quantidade das classes tafonômicas identificadas.

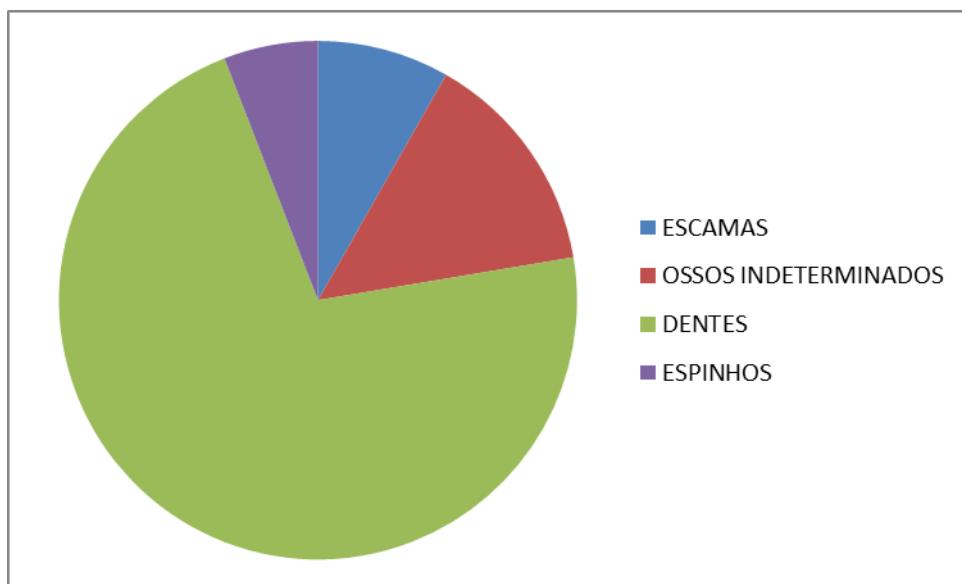


Gráfico2. Gráfico mostrando a quantidade dos tipos de fósseis coletados nas triagens.

Os materiais ocorrem de forma isolada, e incluem dentes, escamas, fragmentos de vértebras (não descritas), espinhos e coprólitos. Isto sugere que os espécimes estudados sofreram desarticulação e transporte antes do soterramento final.

As escamas e dentes apresentam uma melhor preservação da estrutura em relação aos materiais de tetrápodos, os quais exibem um maior grau de abrasão em relação aos materiais atribuídos a peixes. Isto sugere que os elementos referíveis à tetrápodos são de natureza alóctone, enquanto os materiais de peixes sofreram desarticulação próxima à área de necrólise, sendo, portanto, de natureza para-autóctone.

6.5. Idade da fauna

Relativo à idade, o pacote fossilífero em estudo está em contato discordante com litologias da Fm. São Sebastião (sobrejacente), que na Bacia do Recôncavo apresenta uma idade Barremiano-Aptiano (andares Buracica-Jiquiá) de acordo com dados bioestratigráficos publicados na revisão de POROPAT e COLIN (2012). Portanto, uma idade mais antiga que esses andares é estimada para a associação fossilífera estudada.

A Formação Candeias na Bacia do Recôncavo têm sido atribuída ao Andar local Rio da Serra, equivalente as RTs 2, 3 e 4 e as Rs 6, 8 e 9 (POROPAT e COLIN, 2012). Em termos de estágios globais, o Andar Rio da Serra é correlacionável ao topo do Berriásiano e a base do Valanginiano, com idades entre 145 e 132 milhões de anos, correspondendo à base do Cretáceo.

Na Formação Candeias, em Pernambuco, a presença de ostracodes associados aos microvertebrados constituem elementos valiosos de correlação em nível regional. Os espécimes coletados incluem os gêneros *Cypridea* Bosquet, 1852 e *?Reconcavona* Krömmelbein 1962 (Figs. 3A-B), que são gêneros com ocorrências frequentes no Andar Rio da Serra (POROPAT e COLIN, 2012), mas não exclusivos desse andar local. *Cypridea* apresenta uma amplitude que vai do Estágio Kimmeridgiano (Jurássico Superior) até o Eoceno Inicial, sendo muito comuns e estratigraficamente úteis a partir do Tithoniano (Jurássico Tardio) até o início do Barremiano, em depósitos não marinhos mundiais (SAMES, 2011). Os estudos comparativos dos materiais de *Cypridea* coletados permitem aproximá-los aos táxons desse gênero, cuja ocorrência está restringida a Zona RT 003 Zona de *Cypridea*

(*Morininoides*), em especial a espécie *C. vulgaris* (ver Coimbra et al., 2002). Na Bacia do Araripe, *Cypridea vulgaris* tem registro na sucessão sedimentar da Formação Abaiara, onde os ostracodes reportados incluem *C. sellata*, *C. (Morininoides) candeensis*, *C. (Morininoides) grekoffi*, *C. tucanoensis*, *Tucanocypris camposi*, e *Paracypridea brasiliensis* (Coimbra et al. 2002). Apesar de estar ocorrendo de maneira isolada no topo da Formação Abaiara, a amplitude de *C. vulgaris* (sensu stricto) é atribuída ao intervalo que vai da Sub-Zona *Paracypridea maacki* (NTR-004.4) a Sub-Zona *Paracypridea elegans elegans* (NTR-005.2). Porém, Coimbra et al. (2002) observaram que *C. vulgaris* possui forte afinidade com *C. ambigua* e *C. ellipsoidea*, podendo dessa maneira ser considerada como um grupo de espécies afins; nesse caso a amplitude desse grupo de espécies é um pouco mais extensa, distribuindo-se entre as zonas de *Paracypridea brasiliensis* (NRT-004) e *Paracypridea obovata obovata* (NRT-005). A Figura 30 ilustra o intervalo de idade provável da associação estudada a partir da utilização de *Cypridea* cf. *vulgaris*. Contudo, é necessário registrar que a idade aqui inferida para a Formação Candeias na Bacia de Jatobá é mais jovem que o posicionamento estratigráfico da mesma unidade na Bacia do recôncavo (Fig. 30).

O gênero *Reconcavona*, por sua vez, tem sua amplitude superior na Bacia do Recôncavo estendida até o Andar Aratu (Hauteriviano-Barremiano), sugerindo assim uma idade mínima para a fauna estudada. Contudo, não a presena de *Reconcavona* na Formação Candeias não é totalmente segura, como vimos na seção de Taxonomia da presente dissertação.

Vertebrados estão representados por escamas e dentes isolados de peixes ósseos actinopterígeos e raros dentes de um pequeno elasmobrânquio. É provável que alguns dos peixes identificados como gen. et sp. indet. possam pertencer aos Semionotidae inclui uma família de peixes de ampla distribuição geográfica, que se distribui cronologicamente do Triássico Médio ao Cretáceo tardio, sendo coletados em rochas marinhas e continentais da Ásia, Europa, América do Norte, África, América Central e América do Sul (BRITO & Yabumoto, 2011). Contudo, a totalidade das escamas coletadas são, em geral, muito menores do que as típicas escamas de *Lepidotes*, com diferenças morfológicas importantes. Numerosos dentes faringeanos são identificados como sendo do morfótipo “*Stephanodus*” (Figs. 14, 15), um táxon parafilético de peixes ósseos, previamente representado no Brasil na Formação Alcântara, Bacia de São Luís (Albiano-Cenomaniano). Esse registro então estende a distribuição desse paratáxon ao início do Eocretáceo no Brasil. Outros fósseis, incluem uma

escamas de tamanho relativamente grande de Actinopterygii indet. representa formas incomuns de peixes ósseos (Figs. 20, 21).

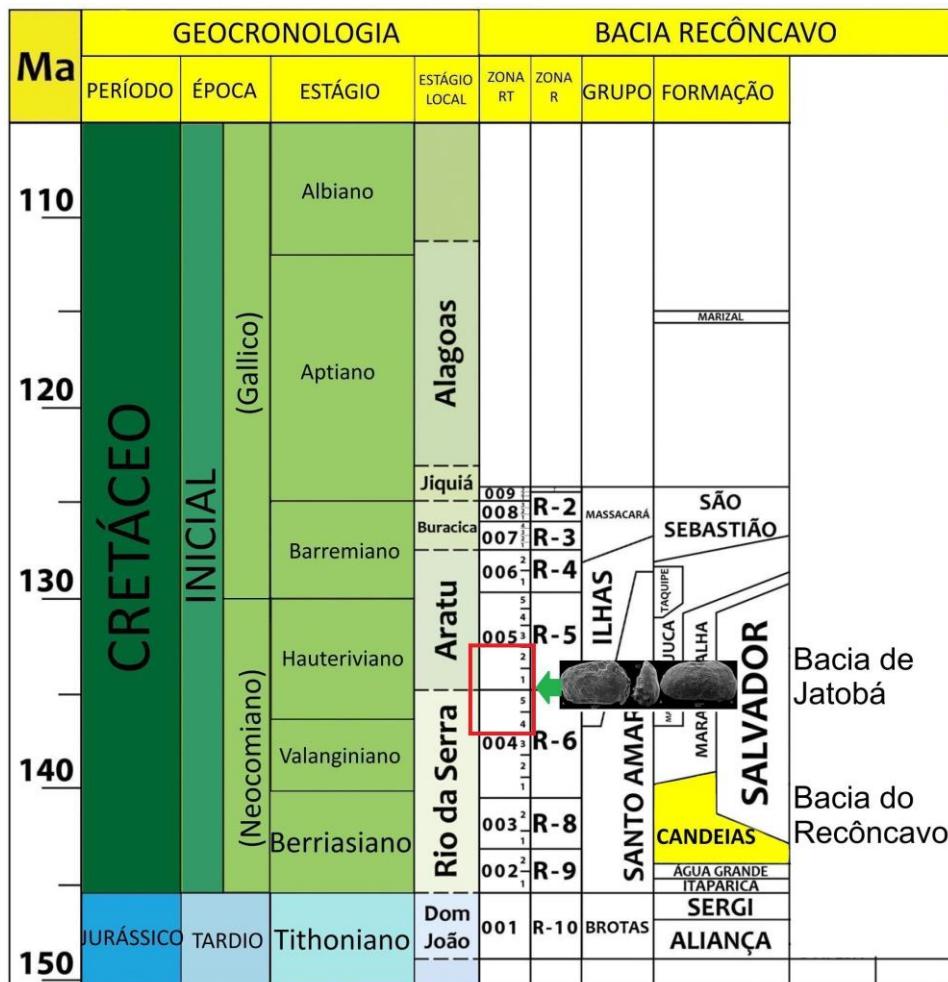


Figura 30. Esquema bioestratigráfico mostrando as idades discutidas no texto.

A ocorrência de pequenos dentes de tubarões, como representado por *Egertonodus*, apresenta um importante elemento de correlação com dentes de morfologia muito semelhante a *E. basanus*, descrito para o Cretáceo Inferior (Berriasiano) de Anoual, Marrocos, África.

Fósseis de tetrápodos são bem raros, incluindo um dente enigmático de Reptilia-Diapsida indeterminado, que por caracteres generalizados (não derivados) lembra dentes de pequenos Archosauria-Ornitischia, com coroa dentária exibindo “cúspides” em forma de paliçada. Contudo, os restos de tetrápodes, além de vários peixes, registrados até o momento não permitem um vínculo seguro com os inúmeros taxa descritos para o Cretáceo Inferior das bacias interiores do Nordeste do Brasil.

7. CONCLUSÕES

Foram processados quimicamente aproximadamente 5 kg de arenitos calcíferos, onde foram coletados numerosos restos de pequenos e micro- invertebrados e vertebrados.

O conhecimento taxonômico da Formação Candeias é ampliado, com registros inéditos de ostracodes, peixes, tetrápodos e icnofósseis.

“*Stephanodus*” sp. 1, representado por inúmeros dentes braquiais de minúsculo tamanho, constitui um dos táxons mais frequentes no topo da Formação Candeias.

Numerosos restos de peixes ósseos Actinopterygii, incluindo escamas, não permitiram identificação em nível de gênero ou espécie.

Registra-se pela primeira vez a presença de peixes cartilaginosos Hybodontidae, do táxon *Egertonodus* aff. *basanus*, que além do Cretáceo europeu, é descrito para o Cretáceo Inferior (Berriasiano) de Anoual, Marrocos, África.

O registro de tetrápodos é bem raro no topo da Formação Candeias, sendo representado por um pequeno fragmento de dente identificado como *Diapsida* gen. et sp. indet.

Icnofósseis estão representados por coprólitos de peixes e traços de *Taenidium barreti*.

Os vertebrados registrados, exceto Hybodontidae, não mostram afinidades em nível específico com os inúmeros taxa descritos para o Jurássico Superior da Bacia de Jatobá (Formação Aliança), peixes Semionotidae do Cretáceo Inferior da Bacia do Recôncavo ou com aqueles descritos para o Albiano-Aptiano das Bacias interiores do Nordeste do Brasil.

O registro de *Cypridea* cf. *vulgaris* constitui um dos poucos dados de correlação com o zoneamento do Cretáceo Inferior da Bacia do Recôncavo, pois sua amplitude (*sensu stricto*) é atribuída ao intervalo que vai da Sub-Zona *Paracypridea maacki* (NRT-004.4) a Sub-Zona *Paracypridea elegans elegans* (NRT-005.2). Contudo, considerando como um grupo de espécies de *Cypridea* intimamente relacionadas (*C. vulgaris* e espécies afins), sua amplitude temporal é maior, distribuindo-se entre as zonas de *Paracypridea brasiliensis* (NRT-004) e *Paracypridea obovata obovata* (NRT-005).

REFERÊNCIAS

- Allport, S. 1860. On the discovery of some fossil remains near Bahia in South America. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 16, p.263-268.
- Amaral, W. W. 1989. Techniques of micropreparation. *Journal of Vertebrate Paleontology, supplement*, p. 11A.
- Arambourg, C. 1952. Les vertébrés fossiles des gisements de phosphates (Maroc –Algérie – Tunisie). *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc*, 92, 1–805 372.
- Balistieri, P.R.M.N., Netto, R.G., Weinschutz,L.C. 2001. Paleoicnologia da porção superior do Grupo Itararé (base da Formação Rio do Sul, Permo-Carbonífero, Bacia do Paraná) na região de Mafra, SC. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 2: 88-89.
- Barbosa, A.; Hessel, M.H.; Nascimento, M.C.; Neumann, V.H. 2006. Ocorrência de *Taenidium barreti* na formação rio da batateira, cretáceo da bacia do Araripe. *Estudos Geológicos*, 16, 1, p. 50-60.
- Bardet, N., Cappetta, H., Pereda Suberbiola, X., Mouty, M., Al Maleh, A.K., Ahmad, A.M., Khrata, O., Gannoum, N. 2000. The marine vertebrate faunas from the Late Cretaceous phosphates of Syria. *Geological Magazine*, 137, 269–290.
- Berreteaga A.; Poyato-Ariza F. J.; Pereda-Suberbiola, X. 2011. A new actinopterygian fauna from the latest Cretaceous of Quintanilla la Ojada (Burgos, Spain). *Geodiversitas*, 33, 285-301.
- Bonfim-Júnior, F.C. e Marques, R.B. 1997. Um novo lagarto do Cretáceo do Brasil. *Anuário Instituto Geociências UFRJ*, 20, 233-240.
- Brito, P.M. e Gallo, V. 1993. Presença de *Lepidotes* agassiz, 1832 (Actinopterygii, Semionotidae) na formação Santana, Cretáceo inferior da bacia do Araripe, nordeste do Brasil. *Boletim do Museu Nacional*, 67, p.1-7.

- Brito P. e Gallo V. 2003. A new species of Lepidotes (Neopterygii: Semionotiformes: Semionotidae) from the Santana Formation, Lower Cretaceous of Northeastern Brazil. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 23, 47-53.
- Brito, P.M. e Ortega, J.A. 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. In: Cavin L.; Longbottom A.; Richter, M. (eds). *Fishes and the break-up of Pangaea*. Volume 295. London: Geological Society, London, Special Publications. p. 145-154.
- Brito, P.M. e Yabumoto, Y. 2011. An update review of the fish faunas from the Crato and Santana formations in Brazil, a close relationship to the Tethys fauna. *Bulletin Kitakyushu Museum Natural History*, series A, 9, p.107-136.
- Bromley, R. G., Ekdale, A. A.; Richter, B. 1999. New *Taenidium* (trace fossil) in the Upper Cretaceous chalk of northwestern Europe. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, vol. 46, p. 47–51.
- Buatois L.A. e Mángano, M.G. 1998. Trace fossil analysis of lacustrine facies and basins. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 140: 367-382.
- Carmo, D. A.; Tomassi, H.Z.; Oliveira, S.B.S. 2004. Taxonomia e distribuição estratigráfica dos ostracodes da Formação Quiricó, Grupo Areado (Cretáceo Inferior), Bacia Sanfranciscana, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, v. 7, n. 2, p. 139-149.
- Caixeta, J. M.; Bueno, G. V.; Magnavita, L. V.; Feijó, F. J. 1994. Bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá. *Boletim de Geociências da Petrobras*, v.8, n. 1, p. 163-172.
- Cardoso, R.N. 1966. Conchostráceos do Grupo Bahía: Brasil. *Boletim do Instituto de Geologia*, v. 1, n. 2, p. 1-76.
- Carvalho, M.S.S. 2002. *O gênero Mawsonia (Sarcopterygii, Actinistia) no Cretáceo das bacias Sanfranciscana, Tucano, Araripe, Parnaíba e São Luís*. Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 177p.
- Cifelli, R.L. 1996. Techniques for recovery and preparation of microvertebrate fossils. *Oklahoma Geological Survey, Special Publication*, 96-4, p. 1-36.

Cifelli, R.L.; Madsen, S.K.; Larson, E.M. 1996. Screenwashing and associated techniques for the recovery of microvertebrate fossils. In: CIFELLI, R.L. (ed.) *Techniques for Recovery and Preparation of Microvertebrate Fossils*. Oklahoma: *Oklahoma Geological Survey, Special Publication*, 96-4, p. 1-24.

Coimbra, J.C.; Arai, M.; Cerreño, A.L. 2002. *Biostratigraphy of Lower Cretaceous microfossils from the Araripe basin, northeastern Brazil*. Geobios, 35, p. 687-698.

Costa, I.P.; Bueno, G. V.; Milhomen, P. S.; Silva, H. S. R. L.; Kosin, M. D. 2007. Sub-bacia de Tucano Norte e Bacia de Jatobá. *Boletim Técnico da Petrobrás*, v. 15, n. 2, 445-453.

CPRM/UFPE. 2007. Comportamento das bacias sedimentares da região semiárida do nordeste brasileiro: Hidrogeologia da Bacia sedimentar de Jatobá: Sistema Aquífero Tacaratu/Inajá. p.1-26.

Cunha, M.C.C. e Moura, J.A. 1979. Espécies novas de ostracodes não-marinhos da Série do Recôncavo: paleontologia e bioestratigrafia. *Boletim técnico da Petrobrás*, 22, 87-100.

D'alessandro, A. e Bromley, R.G. 1987. Meniscate trace fossils and the Muensteria-Taenidium problem. *Palaeontology*, vol. 30, n. 4, p.743-763.

Derby, O.A. 1879. Contribuições para o estudo da geologia do Valle do rio São Francisco. *Archivos do Museu Nacional*, 4, p. 87-119.

Derby, O.A. 1880a. Geology of the Rio São Francisco, Brazil. *American Journal of Sciences*, 19, 119, p. 236.

Derby, O. A. 1880b. Reconhecimento geológico do vale de São Francisco. In: ROBERTS, W. M. *Relatório sobre o exame do Rio São Francisco*. Tipographia Nacional, Rio de Janeiro, p. 1-24.

Duffin, C.J. e Sigogneau-Russell, D. 1993. Fossil shark teeth from the Early Cretaceous of Anoual, Morocco. *Belgian Geological Survey, Professional Paper: Elasmobranches et Stratigraphie*, 264, p.175-190.

Evans, S.E. e Yabumoto, K. 1998. A lizard from the Early Cretaceous Crato Formation, Araripe Basin, Brazil. *Neues Jahr Geol Paläont Mon*, 6, 349-364.

- Faccini, U.F.; Paim, P.S.G.; Netto, R.G.; Nowatzki, C.H. 1989. A seqüência deposicional Botucatu (RS). *In: I Simpósio de Geologia Regional RJ-ES, Anais*, vol. 1, 183-194.
- Fairchild, T.R.; Nogueira, A.C.R.; Suguio, K.; Sousa, S.H.M.; Hiruma, S. 2001. Ichnofossils from the Passa Dois Group (Permian) near Santa Rosa de Viterbo, SP, Southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 2: 154.
- Fernandes, A.C.S.; Carvalho, I.S.; Netto, R.G. 1990. Icnofósseis de invertebrados da Formação Botucatu, São Paulo (Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 62, 1, p. 45-49.
- Fernandes, A.C.S. e Carvalho, I.S. 2001. Icnofósseis de vertebrados da Bacia de Sousa (Estado da Paraíba, Brasil): a localidade de Serrote do Letreiro. DNPM, URCA & SBP, Coleção Chapada do Araripe, 1, 147-155.
- Fernandes, A.C.S.; Borghi, L.; Carvalho, I.S.; Abreu, C.J. 2002. *Guia dos icnofósseis de invertebrados do Brasil*. Rio de Janeiro, Interciência. 260p.
- Figueiredo, F. J. 2004. A new Euteleostean fish from the Lower Cretaceous of Tucano Basin, Northeastern Brazil. *Arquivos do Museu Nacional*, 62, 293–307.
- Figueiredo, A.M.F.; Braga, J.A.E.; Zabalaga, J.C.; Oliveira, J.J.; Aguiar, G.A.; Silva, O.B.; Mato, L.F.; Daniel, L.M.F.; Magnavita, L.P.; Bruhn, C.H.L. 1994. Recôncavo Basin, Brazil: a prolific Intracontinental Rift Basin. *In: S.M. Landon (ed.) Interior Rift Basins*. Tulsa, AAPG, 59, p.157-203.
- Gallo, V. & Brito, P.M. 2004. An overview of Brazilian semionotids. *In: G. Arratia & A. Tintori (eds.), Mesozoic fishes 3 — systematics, paleoenvironments and biodiversity*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München. p. 253–264.
- Grady, W.A. 1965. Collecting late Cretaceous mammals in Alberta. *Alberta Society of Petroleum Geologists, 15th Annual Field Conference Guidebook*, n. 15, p. 137-141.
- Grady, F. 1979. Some new approaches to microvertebrate collecting and processing. *Geological Curators' Group Newsletter*, v. 2, p. 439-442.

- Gresele, C.T.G.; Müller, M.V.Y.; Costa, V.O. da. 1993. Técnica de preparação de répteis e mamíferos fósseis. *Comunicação do Museu de Ciências da PUCRS*, n. 51, p. 21-28.
- Holz, M. e Simões, M.G. F. 2002. *Elementos fundamentais de tafonomia*. Editora da UFRGS, Porto Alegre, 231p.
- Horne, D.J.; Cohen, A.; Martens, K., 2002. Taxonomy, morphology and biology of Quaternary and living Ostracoda. In: Holmes, J.A. & Chivas, A.R. (eds), *The Ostracoda: applications in Quaternary research*, AGU Geophysical Monograph, 131, p. 5-36.
- Keighley, D.G. e Pickerill, R. K., 1994. The ichnogenus Beaconites and its distinction from *Ancorichnus* and *Taenidium*. *Palaeontology*, 37, 305-337.
- Kidwell, S.M. e Holland, S.M. 1991. Field description of coarse bioclastic fabrics. *Palaios*, 6, 426-434.
- Kidwell, S.M.; Fürsich, F.T.; Aiger, T. 1986. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentration. *Palaios*, 1, p. 228-238.
- Krömmelbein, K. 1962. Zur Taxonomie und biochronologie stratigraphisch wichtiger Ostracoden-Arten aus der oberjurassisch?-unterkretazischen Bahia-Serie Wealden-Fazies) N-E Brasiliens. *Senckenbergiana Lethaea*, 43, 437-528.
- Krömmelbein, K. 1961a. Stratigraphische probleme in den wichtigsten Erdöl-Aufschlußgebieten Brasiliens. *Erdöl u. Kohle*, 14, 893-900.
- Krömmelbein, K. 1961b. Über Dimorphismus bei Arten der Ostracoden-Gattung Paracypridea Swain (Cyprideinae) aus dem NE-brasilianischen “Wealden”. *Senckenbergiana Lethaea*, 42, 353-375.
- Krömmelbein, K. 1962. Zur Taxonomie und Biochronologie stratigraphisch wichtiger Ostracoden-Arten aus der oberjurassisch?-unterkretazischen Bahia-Serie Wealden-Fazies) N-E Brasiliens. *Senckenbergiana Lethaea*, 43, 437-528.
- Krömmelbein, K. 1963. *Ilhasina* n. g. und *Salvadoriella* n. g. zwei neue Ostracoden-Gattungen aus der Bahia-Serie (nicht-mariner Oberjura?-Unterkreide) NEBrasilien. *Zoologischer Anzeiger*, 171, 376-390.

- Krömmelbein, K. 1964a. Über einige neue Arten der Ostracoden-Gattung *Reconcavona* Krömmelbein 1962 aus der NE-brasilianischen Bahia-Serie (nicht-mariner Oberjura?-Unterkreide). *Senckenbergiana Lethaea*, 45, 29–41.
- Krömmelbein, K. 1964b. Neue Arten der Ostracoden-Gattung *Paracypridea* Swain, aus der Bahia, Serie des Reconcavo Bahiano (Oberjura? Unterkreide, Wealden-Fazies, NE-Brasilien). *Boletim Paranaense de Geografia*, 10–15, 139–160.
- Krömmelbein, K. 1965. Ostracoden aus der nicht-marinen Unter-Kreide (“Westafrikanischer Wealden”) des Congo-Küstenbeckens. *Meyniana*, 15, 59–74.
- Krömmelbein, K. e Weber, R., 1985. Ostracodes do “Wealden” do Nordeste brasileiro. Ciência, Técnica, Petróleo, 16, 1–64.
- Knight, J.B.; Batten, R.L.; Cox, L.R.; Keen, A.M.; Robertson, R.; Yochelson, E.L. 1960. Systematic descriptions. In: Moore, R.C. (ed.). *Treatise on invertebrate paleontology*, Part I, Mollusca 1: Lawrence, KS, Geological Society of America and University of Kansas Press, p. 1169–I324.
- Madsen, S.K. 1996. Some techniques and procedures for microvertebrate Preparation. *Oklahoma Geological Survey, Special Publication*, 96-4, p. 25-36.
- Magnavita, L. P. & Cupertino, J. A. 1987. Concepção atual sobre as bacias de Tucano e Jatobá, Nordeste do Brasil. *Boletim de Geociências Petrobrás*, v. 1, n. 2, p. 119-134.
- Maisey, J. G. 1994. Predator-prey relationship and trophic level reconstruction in a fossil fish community. *Environmental Biology of Fishes*, 40, 1-22.
- Maisey, J. G. 1987. Cranial anatomy of the lower Jurassic shark *Hybodus reticulatus* (Chondrichthyes: Elasmobranchii), with comments on hybodontid systematics. *American Museum Novitates*, 2878, p. 1-39.
- Malabarba, M. C. S. L. & Garcia, A.J.V. 1990. Peixes (Semionotidae e Hybodontidae) do Jurássico e Cretáceo da Bacia Sergipe-Alagoas, Brasil. *Paula-Coutiana*, 4, p. 61–77.
- Mawson, J. 1913. Notes on the Cretaceous Formation of Bahia, Brasil. *Geological Magazine*, 10, 590, p. 356-361.

Menezes Filho, N. R. de; Santos, R. A. dos; Souza, J. D. de. 1988. *Programa levantamentos geológicos básicos do Brasil; carta geológica, carta metalogenética/previsional - escala 1:100.000 (Folha SC.24-X-C-V Santa Brígida)*. Estado da Bahia. Brasília: DNPM/CPRM. 144 p.

Milani, E. J. & Davison, I. 1988. Basement control and transfer tectonics in the Recôncavo-Tucano- Jatobá rift, Northeast Brazil. *Tectonophysics*, 154, p. 41-70.

Moura, J. A. 1972. Algumas espécies e subespécies novas de ostracodes da Bacia Reconcavo/Tucano. *Boletim técnico da Petrobrás*, 15, 245–263.

Moura, J.A. 1987. Biocronoestratigrafia da sequência não marinha do Cretáceo Inferior da Bacia de Campos, Brasil: Ostracodes. X CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, Rio De Janeiro, 19-25 Julho, 1987, Anais, 10, p. 716–731.

Moura, J.A. 1988. Ostracods from non-marine Early Cretaceous sediments of the Campos Basin, Brazil. In: Hanai, T., Ikeya, N., Ishizaki, K. (Eds.), *Evolutionary Biology of Ostracoda: Its Fundamentals and Applications*, Proceedings of the 9th International Symposium on Ostracoda, Shizuoka, Japan 1985. Elsevier, Tokyo, p. 1207–1216.

Neumann, V. H.; Rocha, D. E. G. A.; Moraes, A. S.; Sial, A. N.; Taboada-Castro, M. T; Barbosa, J. A.; Fambrini, G. L.; Carvalho, R. R. 2010. Microfácies carbonáticas e comportamento isotópico de C e O nos calcários laminados aptianos lacustres da Serra Negra, Bacia de Jatobá, Nordeste do Brasil. *Estudos Geológicos. Série B, Estudos e Pesquisas*, v. 20, p. 89-100.

Paiva, H.C.L.; Silva, R.C.; Reis, C.; Santos, C. C. 2011. Ocorrência de peixes fosseis na Formação São Sebastião, Cretaceo inferior da Bacia do Tucano, Bahia, Brasil. CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 22, Natal –RN, Atas, p.725-727.

Paiva, H.C.L.; Silva, R.C.; Santos, C.C.; Reis, C. 2013. Primeira ocorrência de Lepidotes (Osteichthyes, Actinopterygii, Lepisosteiformes) na Formação São Sebastião, Berriasiano-Aptiano da Subbacia de Tucano Central, Bahia, Brasil. *Brazilian Journal of Geology*, 43, 653-660.

- Palmer, A.R. 1989. Techniques for the mechanical extraction of smaller fossils. In: Feldmann, R.M.; Chapman, R.E.; Hannibal, J.T. (eds.). *Paleotechniques*: Paleontological Society Special Publication, n. 4, p. 208-212.
- Pinheiro, F.L., Figueiredo, A.E.Q.; Fortier, D.C.; Viana, M.S.S.; Schultz, C. L. 2011. Fauna de vertebrados eocretácicos de um afloramento da Bacia de Lima Campos, Ceará, Brasil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 14, 189-198.
- Pinto, I.D. e Sanguinetti, Y.T. 1958. *Bisulcocypris*: a new Mesozoic genus and preliminary notes about its relation with *Metacypris* and allied forms. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 7, p. 75-90.
- Ponte, F. C.; Medeiros, R. A.; Ponte Filho, F. C. 1997. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe: Parte 1 – Análise de sequencias. In: Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, 2, 1997, Crato-Ceará. Atas, Crato; DNPM.
- Poropat, S.F. e Colin, J.P. 2012. Early Cretaceous ostracod biostratigraphy of eastern Brazil and western Africa: An overview. *Gondwana Research*, 22, p. 772-798
- Rees, J. e Underwood, C. J. 2008. Hybodont sharks of the English Bathonian and Callovian (Middle Jurassic). *Palaeontology*, 51, p. 117-147.
- Rocha, D.E.G.A. 2011. *Caracterização do Intervalo carbonático do sistema lacustre Aptiano da Bacia do Jatobá, NE do Brasil*. Programa de pós-graduação em geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Tese de Doutorado. 128p.
- Rocha, D. E. G. A. e Leite, J. F. 1999. *Estudo Hidrogeológico da Bacia do Jatobá - Geologia*. Recife. CPRM.
- Rocha, D. E. G. A. e Leite, J. F. 2001. Mapa geológico da Bacia do Jatobá - Geologia. Recife. CPRM.
- Sames, B. 2011. Early Cretaceous Cypridea Bosquet 1852 in North America and Europe. *Micropaleontology*, v.57, n. 4-5, p. 345-431.

- Santos, C. F.; Cupertino, J. A.; Braga, J. A. E. 1990. Síntese sobre a geologia das bacias do Recôncavo, Tucano e Jatobá. In: Raja Gabaglia, G. P.; MILANI, E. J. (Coords.), *Origem e Evolução de Bacias Sedimentares*. Rio de Janeiro: Petrobras, p. 235-266.
- Santos, R.S. 1953a. *Lepidotes llewellyni*, nova espécie, da Formação Santo Amaro, estado da Bahia. *Notas Preliminares e Estudos, Divisão de Geologia e Mineralogia/DNPM*, 67, p.1-11.
- Santos, R.S. 1953b. Lepidotídeos do Cretáceo da ilha de Itaparica, Estado da Bahia. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia/DNPM*, 145, p.1-26.
- Santos, R.S. 1963. Peixes do Cretáceo do Rio Grande do Norte. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 35, n. 1, p. 67-74.
- Santos, R.S, 1969. Sobre um *Lepidotes* da Formação Itaparica, estado da Bahia. *Boletim de Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro*, 4, p. 43-46.
- Santos, R. S. 1985. *Clupavus brasiliensis* n. sp. (Teleostei, Clupeiformes) do Cretáceo inferior, Formação Marizal, Estado da Bahia. In: Campos, D. A., Ferreira, C. S., BRITO, I. M. & Viana, C. F. (eds). Coletânea de Trabalhos Paleontológicos. Departamento Nacional de Produção Mineral, Brasilia, p.155–159.
- Santos, R. S. 1990a. Nova conceituação genérica de *Lepidotes temnurus* Agassiz, 1841 (Pisces Semionotiformes). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 63, n. 3, p. 239-250.
- Santos, R. S. 1990b. *Vinctifer longirostris*, do Cretáceo inferior da Formação Marizal, Estado da Bahia, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 62, p. 251–260.
- Senra, M.C.E. e Carvalho, I.S. 2002. Malacofauna do Cretáceo continental brasileiro: sistemática e análise paleoambiental. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 25, p. 217-219.
- Sereno, P. C. 2012. Taxonomy, morphology, masticatory function and phylogeny of heterodontosaurid dinosaurs. *ZooKeys*, 226, p. 1–225.

Silva, M.C.; Barreto, A.M.F.; Oliveira, E.V.; Ruano, R.; Rocha, T. 2010. Vertebrados da Formação Aliança, Bacia de Jatobá, Nordeste do Brasil. *In: Simpósio de Paleontologia de Vertebrados, 7*, Rio de Janeiro, 2010. *Boletim de Resumos, Paleontologia em Destaque*, p. 59.

Silva, M.C.; Carvalho, M.S.S. Barreto, A.M.F.; Carvalho, I.S.C. 2011. Paleoictiofauna da Formação Aliança (Jurássico Superior), Bacia de Jatobá, Nordeste do Brasil. *In: Carvalho, I.S.; Srivasta, N.K.; Strohschoen,O. & Lana, C.C.(eds.). Paleontologia:cenários de vida, vol.4*, Rio de Janeiro: Interciênciia, p. 595-608.

Silva, M. C. 2012. *Os paleovertebrados da Formação Aliança (Jurássico Superior), Bacia de Jatobá*. Nordeste do Brasil. Programa de pós Graduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco, tese de doutorado, 164p.

Souto, P. R. F., 2001. New occurrences of coprolites from the Araripe Basin (Upper Jurassic and Lower Cretaceous, Brazil). *Paleobios*, v. 21, n. 2, p. 119.

Souto, P.R.F e Schwanke, C. 2010. Ocorrência de coprólitos de vertebrados na bacia de Alagoas, Cretáceo Inferior. *Boletim do Museu Paranaense Emílio Goeldi*, v. 5, n. 1, p. 189-194.

Souza, K.; Oliveira, E. V.; Barreto, A. M. 2013. Uma nova fauna do cretáceo continental da bacia de Jatobá, estado de Pernambuco, Brasil. *Estudos Geológicos*, n. 23, n 1, p. 87-109.

Speyer, S.E. & Brett, C.E. 1986. Trilobite taphonomy and middle Devonian taphofacies. *Palaios*, 1, p. 312-327.

Thies, D. 1989. *Lepidotes gloriae*, sp. nov. (Actinopterygii, Semionotiformes) from the Late Jurassic of Cuba. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 9, 18-40.

Woodward, A.S. 1888. Notes on some vertebrate fossils from the Province of Bahia, Brazil, collected by Joseph Mawson. *Annals and Magazine of Natural History*, v. 2, n. 8 p. 132-136.

Viana, C.F. 1966. Stratigraphic distribution of Ostracoda in the Bahia Supergroup (Brazil). *In: WEST AFRICAN MICROPALAEONTOLOGICAL COLLOQUIUM, 2*, Ibadan, 1965, *Proceedings*, Leiden, Holanda, p. 240-256.

Viana, C. F.; Gama Junior, E. G.; Simões, I. A.; MOURA, J. A.; Fonseca, J. R.; Alves, R. J. 1971. Revisão estratigráfica da Bacia do Recôncavo/Tucano. *Boletim Técnico da Petrobras*, v. 14, n. 3-4, p. 157-192.

Vullo, R. e Courville, P. 2014. Fish remains (Elasmobranchii, Actinopterygii) from the Late Cretaceous of the Benue Trough, Nigeria. *Journal of African Earth Sciences*, Elsevier, 2014, 97, 194-206.