

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

Anderson da Conceição Santos Sobral

**AMONÓIDES E INOCERAMÍDEOS DA FORMAÇÃO
RIACHUELO, ALBIANO MÉDIO-FINAL,
BACIA DE SERGIPE, BRASIL**

Tese de doutorado

Recife

2015

ANDERSON DA CONCEIÇÃO SANTOS SOBRAL

Mestre, Universidade Federal de Pernambuco, 2011

AMONÓIDES E INOCERAMÍDEOS DA FORMAÇÃO RIACHUELO, ALBIANO
MÉDIO-FINAL, BACIA DE SERGIPE, BRASIL

Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, orientada pela Prof^a. Dr^a Alcina Magnólia Franca Barreto (Departamento de Geologia, Universidade Federal de Pernambuco), e co-orientada pela Prof^a Dr^a Maria Helena Zucon, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Geociências, área de concentração Geologia Sedimentar e Ambiental.

Recife

2015

Catálogo na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

- S677a Sobral, Anderson da Conceição Santos.
 Amonóides e inoceramídeos da Formação Riachuelo, Albiano médio-final,
 Bacia de Sergipe, Brasil /Anderson da Conceição Santos Sobral. - Recife: O Autor,
 2015.
 104 folhas, il., gráfs., tabs.
- Orientadora: Profa. Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto.
 Coorientadora: Profa. Dra. Maria Helena Zucon.
 Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
 Programa de Pós-Graduação em Geociências, 2015.
 Inclui Referências, Estampas e Anexo.
1. Geociências. 2. Macrofósseis. 3. Bioestratigrafia. 4. Taxonomia. 5.
 Paleoecologia. 6. Cretáceo inicial. I. Barreto, Alcina Magnólia Franca.
 (Orientadora). II. Zucon, Maria Helena. (Coorientadora). III. Título.

UFPE

551 CDD (22. ed.)

BCTG/2015-150

AMONÓIDES E INOCERAMÍDEOS DA FORMAÇÃO RIACHUELO, ALBIANO MÉDIO-FINAL,
BACIA DE SERGIPE, BRASIL

Anderson da Conceição Santos Sobral

Aprovado:

Profa. Dra. Alcina Magnólia Franca Barreto data

Prof. Dr. Édison Vicente Oliveira data

Profa. Dra. Enelise Katia Piovesan data

Profa. Dra. Rita de Cassia Tardin Cassab data

Profa. Dra. Paula Andrea Sucerquia Rendón data

Dedico este trabalho aos meus pais **Maria da Conceição Santos Sobral** e **José Adelson Sobral** (*in memoriam*) e a Tia **Terezinha Batista Santos** por apoiarem todos os projetos da minha vida e serem meus maiores fãs.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa que viabilizou a realização deste trabalho;

Ao corpo docente e administrativo do Programa de Pós-graduação em Geociências da UFPE pelo apoio e informações compartilhadas;

A Dr^a Alcina Barreto por aceitar o desafio de me orientar, agradeço os conselhos e incentivos dados para o desenvolvimento do projeto, sempre contribuindo com valiosas ideias que lapidaram este trabalho;

A Dr^a Maria Helena Zucon pela participação nos trabalhos de campo, além da atenção e apoio durante a elaboração da tese, por ser incentivadora do meu trabalho e uma inspiração no estudo dos amonóides;

Ao Dr. Peter Bengtson pela contribuição na elaboração do projeto e concessão de importantes bibliografias;

Ao Dr. Alexandre Liparini pela permissão para consultar a coleção científica da UFS;

A Dr^a Maria Dolores Wanderley pela preparação e análise realizada no laboratório de micropaleontologia da UFRJ para preparação de nanofósseis;

Ao biólogo Fabio Lira das Candeias Oliveira, pela ajuda nos trabalhos de campo;

A todos(as) os(as) amigos(as) do Laboratório de Paleontologia da UFPE (PALEOLAB) pelo companheirismo e pelos ensinamentos compartilhados;

A Bióloga Geize Andrade pela análise dos sedimentos realizada na Unidade Sergipe Alagoas da Petrobras;

Aos familiares: irmã, tias e primos (as) pela torcida;

A todos (as) o meu OBRIGADO.

RESUMO

Os amonóides e inoceramídeos são macrofósseis de grande potencial bioestratigráfico e ocorrem associados em três bacias sedimentares brasileiras, sendo mais representativos na Bacia de Sergipe, em especial na Formação Riachuelo, que integra o sistema de bacias marginais do leste sul-americano, tem variado registro fóssilífero e importantes afloramentos das sequências marinhas cretáceas. A tese tem como objetivo principal o estudo taxonômico, tafonômico e paleoecológico dos amonóides e inoceramídeos da Formação Riachuelo, Bacia de Sergipe, visando contribuir com o refinamento do zoneamento bioestratigráfico do Albiano médio-final. A metodologia aplicada é dividida nas seguintes etapas: a) levantamento dos acervos das coleções científicas do Laboratório de Paleontologia da UFS e do Departamento de Geologia da UFPE; b) trabalhos de campo; c) e de laboratório, para preparação, identificação, classificação, revisão taxonômica e elaboração de zoneamento bioestratigráfico. Como resultados foram identificados três gêneros e seis espécies da Subordem Ammonitina: 1. *Elobiceras lobitoense* Spath, 1922; 2. *Elobiceras raymondi* Haas, 1942; 3. *Oxytropidoceras buarquianum* Maury, 1936; 4. *Oxytropidoceras sergipensis* White, 1887; 5. *Mortoniceras sergipensis* White, 1887, 6. *Mortoniceras rostratum* Sowerby, 1817. A presença de *Neocomiceramus anglicus* Woods, 1911 da Família Inoceramidae, na Formação Riachuelo é registrada aqui como primeira ocorrência no Brasil. Os fósseis analisados apresentam idades no intervalo Albiano médio-final. Três biozonas foram reconhecidas: Zona *Oxytropidoceras buarquianum* (Albiano médio); Zona *Elobiceras raymondi* (Albiano tardio inicial); Zona *Mortoniceras sergipensis* (Albiano tardio final). O zoneamento foi balizado pela presença de *Neocomiceramus anglicus* (Albiano médio- tardio). Os aspectos tafonômicos da associação dos amonóides sugerem que os depósitos foram gerados por fluxos de tempestades. A assembleia é composta por “formas flutuantes” que sofreram transporte, com preferência hidrodinâmica por ambiente nerítico no Albiano médio ao superior inicial e oceânico no Albiano tardio final, sugerindo uma transgressão para o topo da sequência.

Palavras-chave: Macrofósseis. Bioestratigrafia. Taxonomia. Paleoecologia. Cretáceo inicial.

ABSTRACT

The ammonoids and inoceramids are among the macrofossils with best biostratigraphic potential. They occur associated in three Brazilian sedimentary basins, better represented in the Sergipe Basin, especially in the Riachuelo Formation, part of the marginal system of South American East, with diverse fossil record and important outcrops of marine Cretaceous marine sequences. This thesis presents taxonomic, taphonomic and paleoecologic study of ammonoids and inoceramids of the Riachuelo Formation, in Sergipe Basin, aiming to contribute with the refining of the biostratigraphy of the middle-late Albian. The methodology is divided into: a) analysis of scientific collections of the *Laboratorio de Paleontologia da Universidade Federal de Sergipe* and the *Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco*; b) field work; c) laboratory work for preparation, identification, classification, taxonomic revision and elaboration of biostratigraphic zoning. Were identified three genera and six species of suborder Ammonitina: 1. *Elobiceras lobitoense* Spath, 1922; 2. *Elobiceras raymondi* Haas, 1942; 3. *Oxytropidoceras buarquianum* Maury, 1936; 4. *Oxytropidoceras sergipensis* White, 1887; 5. *Mortoniceras sergipensis* White, 1887, 6. *Mortoniceras rostratum* Sowerby, 1817. The presence of *Neocomiceramus anglicus* Woods 1911 of Inoceramidae Family, in Riachuelo Formation is recorded here as the first occurrence in Brazil. Analyzed fossils have ages ranging from middle to late Albian. Three biozones were recognized: *Oxytropidoceras buarquianum* Zone (middle Albian); *Elobiceras raymondi* Zone (upper early Albian); Zone *Mortoniceras sergipensis* (upper late Albian). Age was also buoyed by the presence of *Neocomiceramus anglicus* (Middle Albian). The taphonomic aspects of the ammonoid assemblage suggest that deposits were generated by storm flows. The assemblage is composed of "floating forms" who experienced transport, with hydrodynamic preference for neritic environment in the middle Albian and ocean environment in the upper Albian, suggesting a transgression toward the top of the sequence.

Keywords: Macrofossils. Biostratigraphy. Taxonomy. Paleoecology. Early Cretaceous.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	14
INTRODUÇÃO.....	14
I. 1. OBJETIVOS.....	15
I. 1. 1. Geral.....	15
I. 1. 2. Específicos	15
I. 2. ÁREA DE ESTUDO	16
CAPÍTULO II.....	17
MATERIAIS E MÉTODOS.....	17
II. 1. MATERIAL	17
II.1. 1. Localidade de coleta	17
II.1. 2. Descrição das localidades	18
II. 2. MÉTODOS	19
II. 2. 1. Critérios morfológicos adotados.....	19
II. 2. 2. Análise bioestratigráfica	21
II. 2. 3. Análise tafonômica e paleoecológica	23
CAPÍTULO III	24
REFERENCIAL TEÓRICO.....	24
III. 1. ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	24
III. 1. 1. Evolução do Atlântico Sul durante o Albiano.....	24
III.1. 2. Bacia de Sergipe.....	26
III.1. 3. Formação Riachuelo.....	28
III.2. PALEONTOLOGIA DA BACIA DE SERGIPE	32
III. 2. 1. Histórico do estudo dos amonóides na Bacia de Sergipe.....	32
III. 2. 2. Histórico do estudo dos inoceramídeos na Bacia Sergipe.....	33
III. 2. 3. Histórico de amonóides e inoceramídeos em outras bacias brasileiras.....	35
III. 3. ASPECTOS BIOESTRATIGRÁFICOS	36
III. 3. 1. Histórico mundial da bioestratigrafia para o Albiano com base em amonóides.....	36
III. 3. 2. Histórico da bioestratigrafia na Formação Riachuelo com base em amonóides.....	39
III. 4. ASPECTOS TAFONÔMICOS DE AMONÓIDES	40
III. 5. ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS	44
III. 6. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS AMONÓIDES E INOCERAMÍDEOS.....	47

CAPÍTULO IV	52
RESULTADOS	52
IV. 1. TAXONOMIA.....	52
IV. 2. BIOESTRATIGRAFIA DA FORMAÇÃO RIACHUELO COM BASE EM AMONÓIDES	65
IV. 2. 1. Albiano médio.....	66
IV. 2. 2. Albiano tardio inicial	67
IV. 2. 3. Albiano tardio final	67
IV. 2. 1. BIOESTRATIGRAFIA INTEGRADA: AMONÓIDES E INOCERAMÍDEOS ..	69
IV. 3. ASPECTOS TAFONÔMICOS E PALEOECOLÓGICOS DA FORMAÇÃO RIACHUELO	71
IV. 3.1. Tafonomia	71
IV. 3. 2. Paleoecologia	75
V. CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS	79
ESTAMPAS	89
ANEXO	98

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Fig. I. 1. Localização da área de estudo.....	16
Fig. II. 1. Morfometria dos amonóides	20
Fig. II. 2. Morfometria dos bivalvíos inoceramídeos.	21
Fig. II. 3. Principais tipos de biozonas	22
Fig. III. 1. Evolução tectônica associada à quebra do continente Gondwana	25
Fig. III. 2. Distribuição das plataformas carbonáticas do Cretáceo no Atlântico	27
Fig. III. 3. Posicionamento das formações marinhas na Bacia de Sergipe	27
Fig. III. 4. Diagrama de painel mostrando a relação entre os membros Angico, Maruim e Taquari da Formação Riachuelo	29
Fig. III. 5. Carta estratigráfica da Bacia de Sergipe	31
Fig. III. 6. Mapa paleogeográfico das províncias oceânicas durante o Albiano	37
Fig. III. 7. Mecanismos de alteração tafonômica e os possíveis resultados de ocorrer em plataformas continentais	41
Fig. III. 8. Exemplos analisados por Fernández-López & Vega (1980)	42
Fig. III. 9. Ambientes preferenciais dos amonóides de acordo com sua morfologia	45
Fig. III. 10. Evolução da velocidade de natação dos amonóides e manobrabilidade	47
Fig. III. 11. Morfologia geral de um amonóide com indicação das principais estruturas	47
Fig. III. 12. Tipos de costelas e tipos de ornamentações nas conchas de amonóides	49
Fig. III. 13. Tipos de suturas nas conchas de amonóides	50
Fig. III. 14. Morfologia geral de um bivalvíio com indicação das principais estruturas	51
Fig. IV. 1. Biozoneamento da Formação Riachuelo com base em amonóides e inoceramídeo <i>N. anglicus</i>	69
Fig. IV. 2. Exemplar LPUFS 1271, <i>Oxytropidoceras sergipensis</i> , Localidade Vassouras.	69
Fig. IV. 3. LPUFS 1213, <i>Oxytropidoceras</i> ilustrando canal do sífúnculo aparente.	71
Fig. IV. 4. Exemplos da ação tafonômica na Pedreira Carapeba	72
Fig. IV. 5. Exemplos da ação tafonômica na localidade Varzinha	73
Fig. IV. 6. Principais feições tafonômicas observadas e seus resultados.	74
Fig. IV. 7. Morfologia verificada nos amonóides da Formação Riachuelo, seção transversal e vista lateral respectivamente.....	76
Fig. IV. 8. Reconstruções paleoecológicas exibindo ambiente preferencial dos amonóides da Formação Riachuelo.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela III.1. Trabalhos sobre amonóides desenvolvidos na Bacia da Paraíba.....	35
Tabela III. 2. Trabalhos sobre amonóides desenvolvidos na Bacia Potiguar.....	35
Tabela III. 3. Trabalhos sobre inoceramídeos na bacia Paraíba e Potiguar.....	36
Tabela III. 4. Propostas de zoneamento para a Província Boreal (européia) e a Província Tetiana (gondwânica).	39
Tabela III. 5. Propostas de bioestratigrafia com base em amonóides para a Formação Riachuelo.....	40
Tabela IV. 1. Medidas (cm) de <i>Oxytropidoceras buarquianum</i> das localidades Vassouras e Maruim.	54
Tabela IV. 2. Medidas (cm) de <i>Oxytropidoceras sergipensis</i> das localidades Vassouras e Maruim.	55
Tabela IV. 3. Medidas (cm) do <i>Elobiceras lobitoense</i> , das localidades Maruim e Carapeba..	57
Tabela IV. 4. Medidas (cm) do <i>Elobiceras raymondi</i> das localidades Maruim e Carapeba.	58
Tabela IV. 5. Medidas (cm) de <i>Mortoniceras sergipensis</i> da localidade Varzinha.	60
Tabela IV. 6. Medidas (cm) de <i>Mortoniceras rostratum</i> da localidade Varzinha.....	61
Tabela IV. 7. Medidas (cm) de <i>Neocomiceramus anglicus</i> das localidades Maruim e Vassouras.....	63
Tabela IV. 8. Distribuição temporal dos amonóides no mundo.	65
Tabela IV. 9. Zoneamento integrado mostrando idade, localidade, litologia e ocorrências das espécies de amonóides da Formação Riachuelo, Bacia de Sergipe.....	68
Tabela IV. 10. Proposta de biozoneamento para Formação Riachuelo com base em amonóides deste trabalho.....	69

LISTA DE ESTAMPAS

ESTAMPA I	90
<i>Oxytropidoceras buarquianum</i> Maury, 1936	90
<i>Oxytropidoceras sergipensis</i> White, 1887.....	90
ESTAMPA II.....	92
<i>Elobiceras lobitoense</i> Spath, 1922	92
<i>Elobiceras raymondi</i> Haas, 1942.....	92
ESTAMPA III	94
<i>Mortoniceras sergipensis</i> White, 1887.....	94
<i>Mortoniceras rostratum</i> Sowerby, 1817	94
ESTAMPA VI	96
<i>Neocomiceramus anglicus</i> Woods, 1911.....	96

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

A Bacia de Sergipe é uma área importante para estudos paleontológicos no Brasil por possuir importantes afloramentos e um dos registros mais completos na história sedimentar da separação dos continentes Africano e Sul-americano. As camadas marinhas mais basais são representadas pela Formação Riachuelo e foram depositadas durante o Aptiano-Albiano na fase pós-rifte da evolução tectônica da bacia.

Os amonóides e inoceramídeos são representativos em toda a fase marinha da bacia em especial na Formação Riachuelo. No Brasil, os amonóides são encontrados nas bacias de Sergipe (ver item III. 2. 1), Paraíba (Muniz, 1993; Sobral et al., 2010; Sobral et al., 2011) e Potiguar (Muniz & Bengtson, 1986; Souza-Lima et al., 2007). A Bacia de Sergipe apresenta a maior diversidade específica e melhor preservação desses organismos.

Diversos trabalhos foram realizados na Formação Riachuelo, Bengtson (1999) elaborou o estado da arte listando as publicações mais importantes sobre amonóides do Cretáceo realizados durante o século XX no Brasil, no qual 35 trabalhos abordavam os fósseis da Bacia de Sergipe, sendo que 18 foram realizados na Formação Riachuelo e entre esses, nove tinham como objetivo estabelecer a bioestratigrafia, principalmente do limite Aptiano-Albiano.

Os amonóides das camadas basais da Formação Riachuelo, de idade Aptiano tardio a Albiano inicial foram alvo de estudo realizado por Zucon (2005), entretanto as camadas do Albiano médio-final necessitavam ainda de investigação.

Sendo assim, o presente estudo representa uma análise detalhada, com base em amonóides e inoceramídeos, do Albiano médio e superior da Formação Riachuelo. Desta forma, este estudo contribuirá significativamente para a datação destas camadas e fornecerão uma base sólida para o refinamento do zoneamento bioestratigráfico realizado por Beurlen G. (1967), Beurlen K. (1968), Koutsoukos & Bengtson (1993).

Além disso, o trabalho se propõe avaliar a diversidade dos *taxa*, fornecendo dados sobre as mudanças faunísticas e ambientais ocorridas na bacia durante o Albiano médio-final, sob a ótica da tafonomia e da paleoecologia. Permitindo uma correlação mais segura dos eventos biológicos e geológicos desta bacia, com outras da mesma idade.

I.1. OBJETIVOS

I.1.1. Geral

Realizar estudo taxonômico, tafonômico e paleoecológico dos amonóides e inoceramídeos da Formação Riachuelo, Bacia de Sergipe, como forma de contribuir com o refinamento do zoneamento bioestratigráfico do Albiano médio-final.

I.1.2. Específicos

- Revisar a taxonomia dos amonóides e inoceramídeos da Formação Riachuelo, Albiano médio-final;
- Verificar a distribuição temporal dos *taxa* analisados e refinar os zoneamentos bioestratigráficos;
- Realizar análise tafonômica, averiguar aspectos bioestratinômicos e diagenéticos dos amonóides;
- Elaborar análise paleoecológica, examinar aspectos morfológicos e inferir preferências hidrodinâmicas dos amonóides.

I.2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi estabelecida no estado de Sergipe (Fig. I. 1) em pedreiras e cortes de estrada dos municípios de Maruim, Riachuelo e Laranjeiras, onde afloram rochas da Formação Riachuelo, Bacia de Sergipe, coordenadas geográficas $10^{\circ} 24' 03''$ S e $10^{\circ} 40' 50''$ e $37^{\circ} 42' 00''$ W a $37^{\circ} 20' 00''$.

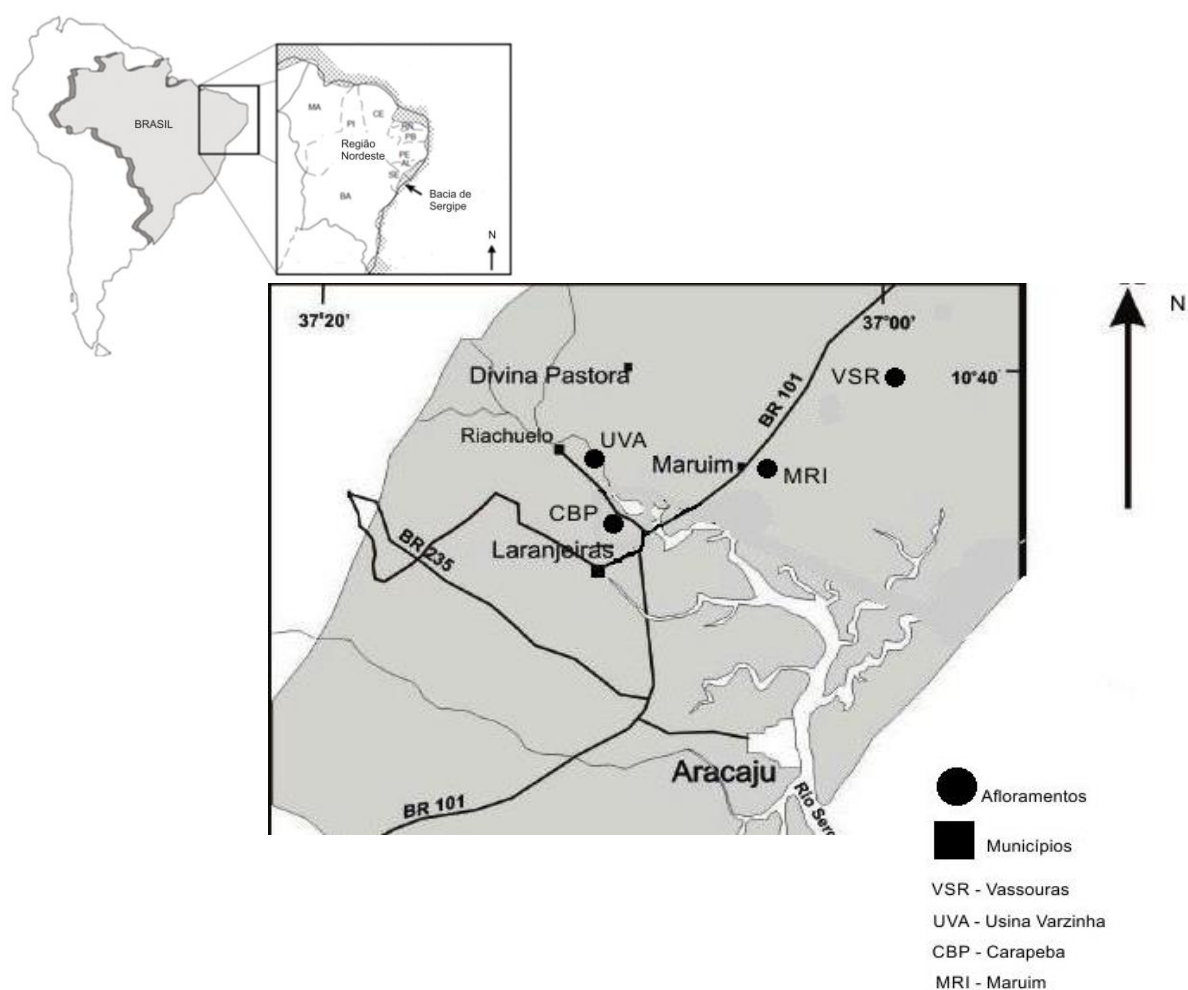


Fig. I. 1. Localização da área de estudo.

CAPÍTULO II

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada foi realizada em quatro etapas: (1) levantamento do acervo paleontológico da coleção científica no Departamento de Biologia (DBI), no Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Sergipe (LPUFS) e no Departamento de Geologia – Centro de Tecnologia e Geociências – Universidade Federal de Pernambuco (DGEO – CTG – UFPE); (2) trabalhos de campo, com coletas dos fósseis e levantamento de seções estratigráficas; (3) trabalhos em laboratório para preparação, identificação, classificação e catalogação do material; (4) revisão taxonômica dos fósseis, análise bioestratigráfica e inferências tafonômicas e paleoecológicas.

II. 1. MATERIAL

O material analisado encontra-se depositado nas coleções paleontológicas dos Laboratórios de Paleontologia da UFS e do Departamento de Geologia, Centro de Tecnologia e Geociências da UFPE. No total foram estudados 109 exemplares, destes 46 são provenientes da pedreira Varzinha, 16 da pedreira Carapeba, 21 da localidade Vassouras e 26 da localidade Maruim (Anexo I).

II.1.1. Localidade de coleta

As localidades foram inicialmente definidas a partir de dados citados na literatura. Em cada afloramento visitado na Formação Riachuelo foi realizada a identificação litológica e georeferenciamento, foram coletados fósseis de amonóides e inoceramídeos.

O material depositado na coleção do Laboratório de Paleontologia da UFS foi coletado por Maria Helena Zucon e seus colaboradores, os exemplares que integram a coleção do Laboratório da UFPE foram coletados por Karl Beurlen. Os trabalhos de campo foram realizados em julho de 2011, agosto de 2012 e setembro de 2013.

II.1.2. Descrição das localidades

Para cada localidade foi registrada uma denominação, efetuada a descrição litológica, a coleta de fósseis, seguindo o formato proposto por Bengtson (1983), a posição geográfica foi obtida a partir da leitura no GPS das coordenadas referidas ao Datum SAD 69. Para a descrição foram utilizadas as siglas Kra = Membro Angico, Krm = Membro Maruim, Krt = Membro Taquari, que são os membros da Formação Riachuelo.

Vassouras

Carta geológica SC 24-2-B-IV-2 Riachuelo; Carta topográfica SC 24-Z-B-IV Aracaju. Coordenadas 24L 711674 UTM 8814485.

Krt: Afloramento com 3 m de altura composto por intercalação de calcilutito e folhelho, no primeiro metro ocorre calcilutito, no segundo metro folhelho e no terceiro metro calcilutito com presença de fósseis. Presença de amonóides, bivalvíos e palinórmfos (Carvalho M., 2001, 2004).

Maruim

Carta geológica SC.24-Z-B-IV-2 Riachuelo; Carta topográfica SC.24-Z-B-IV Aracaju. Coordenadas 24L 710463 UTM 8813483.

Krm: Afloramento com exposição de 4 m de altura composto por calcarenito na base, gradando para calcarenito oolítico no segundo e terceiro metros com presença de fósseis, na parte superior ocorre calcarenito com presença de fósseis. Presença de amonóides, bivalvíos e tubos de vermes (Manso, 2003).

Carapeba

Carta geológica SC.24-Z-B-IV-2 Riachuelo; Carta topográfica SC.24-Z-B-IV Aracaju. Coordenadas 24L 701561 UTM 8809075.

Krm: Afloramento com espessura de aproximadamente 5 m é composto por calcário dolomítico na base, gradando para calcarenito fino no segundo metro, calcarenito grosso no terceiro metro, calcilutito no quarto metro e calcarenito a partir do quarto metro. Presença de amonóides, bivalvíos e gastrópodes (Camacho, 2009).

Varzinha

Carta geológica: SC.24-Z-B-IV-2 Riachuelo; Carta topográfica SC.24-Z-B-IV Aracaju. Coordenadas 24L 700211 UTM 8811408.

Krm: Afloramento com 2 m de altura, composto por calcarenito fino na base, com presença de fósseis, gradando para calcilutito na parte superior. Presença de amonóides; bivalvíos, e equinóides (Rangel, 2002).

II. 2. MÉTODOS

II. 2. 1. Crítérios morfológicos adotados

Como base geral do trabalho taxonômico sobre os amonóides foi utilizada para identificação em nível de gênero (Wright et al., 1996). Para a identificação das espécies foi realizada uma vasta pesquisa bibliográfica da literatura (artigos e livros) contendo descrições dos amonóides típicos do Albiano.

As medidas aplicadas na morfometria estão ilustradas na (Fig. II. 1) foi analisada a seção transversal da volta, que pode ser quadrada, retangular, triangular, poligonal, oval ou circular, variando em função do grau de achatamento ou de arredondamento da concha, podendo então ser identificada como comprimida ou deprimida. Denomina-se comprimida, se apresentar a altura da volta maior do que a largura ($\text{largura}/\text{altura} < 1$), e deprimida, quando apresentar a altura menor do que a largura (Wright et al., 1996). Também é utilizado o termo inflado para a concha que possui a altura da volta similar a largura.

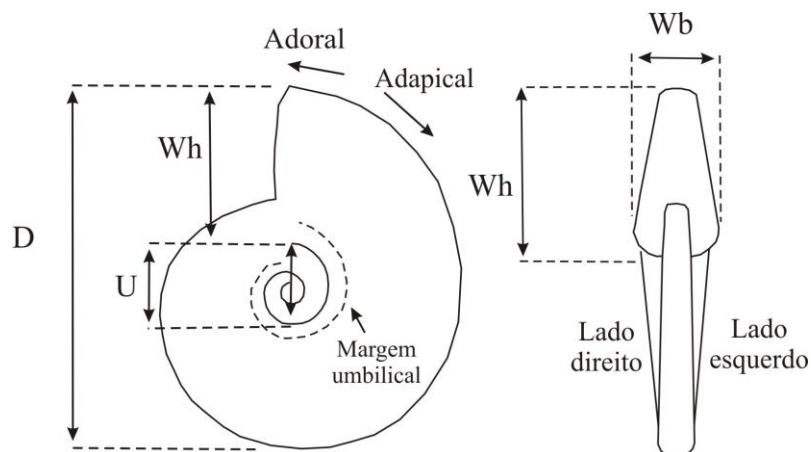


Fig. II. 1. Morfometria dos amonóides (Fonte: Wright et al., 1996).

D = diâmetro total, U = diâmetro umbilical, Wh = altura da volta, Wb = largura da volta

A forma final da concha que pode ser: oxicone, muito deprimida; cadicone, muito inflada; esferocone, quase globular; involuta, quando tem a última espiral cobrindo todas as espiras prévias ou evoluta, quando a maioria ou todas as espiras prévias são expostas.

A forma do umbílico, que é a superfície côncava lateral através do qual passa o eixo espiral, pode ser quase plano ou escavado profundamente (Wright et al., 1996).

Para identificação taxonômica em nível de gênero dos inoceramídeos foi utilizado (Cox, 1969). As medidas aplicadas na morfometria estão ilustradas na (Fig. II. 2).

A família Inoceramidae se caracteriza por formas variadas, apresenta concha que varia de subequivalve para altamente inequivalve, com valva esquerda (VE) mais convexa do que a valva direita (VD), asa anterior presente ou ausente (Cox, 1969). Área ligamental normalmente com numerosos arranjos regulares; margem da área não recortada; dobradiça com dentes ausentes, exceto em *Parainoceramus* Voronetz, 1936. A ornamentação pode apresentar lamela concêntrica ou plicada; marca radial raramente (Crame, 1985).

A determinação taxonômica com base nos conhecimentos das características internas da concha pode se tornar crítico, ainda que para muitas espécies, musculatura e ligamentos sejam raros, pobremente reconhecidos ou ainda não documentados (Crame, 1985).

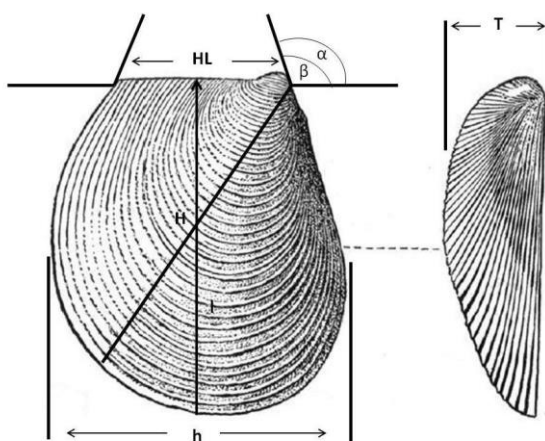


Fig. II. 2. Morfometria dos bivalvíos inoceramídeos (Fonte: Cox, 1969).

α : ângulo entre a margem anterior e a linha de articulação; β : ângulo do umbo; δ : ângulo entre a margem posterior e a linha de articulação; **H**: dimensão máxima do umbo até a extremidade ventral; **T**: espessura; **HL**: linha de articulação; **l**: comprimento; **h**: altura.

II. 2. 2. Análise bioestratigráfica

Com o resultado das ocorrências de amonóides e inoceramídeos nas camadas da Formação Riachuelo foi feita uma correlação com os zoneamentos bioestratigráficos propostos para outras bacias de idade albiana, por exemplo, a bacia de Benguela em Angola e assim refinar a proposta feita por Beurlen K. (1968) para a Formação Riachuelo.

Para a proposição das biozonas utilizaram-se os critérios do Código Norte Americano de Nomenclatura Estratigráfica que inclui as seguintes biozonas (Fig. II. 3 A-F): intervalo de amplitude, intervalo de amplitude concorrente, intervalo diferencial superior, intervalo diferencial inferior, de associação e abundância (Barragán et al., 2010).

A biozona de intervalo de amplitude (Fig. II. 3. A) é definida como um pacote de rocha limitado por ocorrências mais superiores ou mais inferiores de determinadas entidades taxonômicas. Tais ocorrências geralmente encontram-se relacionadas ao aparecimento ou desaparecimento estratigráfico de entidades taxonômicas na coluna sedimentar.

A biozona de intervalo de amplitude concorrente (Fig. II. 3. B) é caracterizada pela primeira ocorrência estratigráfica de um determinado táxon e a última ocorrência estratigráfica desse mesmo táxon, tal amplitude deve ser estratigráfica e geográfica. Para caracterizar uma biozona de amplitude concorrente são necessárias a existência de duas biozonas, exemplo Biozona “C” e Biozona “B”, o intervalo situado entre primeira ocorrência estratigráfica do “táxon b” (base) e a última ocorrência estratigráfica do “táxon c” (topo).

Nas (Fig. II. 3. C e Fig. II. 3. D) estão ilustradas as biozonas de intervalo diferencial superior e biozona de intervalo diferencial inferior, respectivamente. A definição dessas biozonas em uma seção sedimentar pode ser feita a partir de investigações qualitativas, a simples presença constante de um táxon em um nível estratigráfico, associado à sua ausência em outro nível superior ou inferior a aquele, pode identificar um dos limites da unidade.

Uma biozona de associação (Fig. II. 3. E) pode ser definida como um pacote de rocha caracterizado pela associação de três ou mais entidades taxonômicas, as quais permitem distingui-las das associações adjacentes.

A biozona de abundância (Fig. II. 3. F) é definida como um pacote de rocha em que a abundância de um determinado táxon é maior do que nas seções adjacentes. Seus limites são definidos a partir da detecção do início (base) e do fim (topo) da abundância quando estes limites foram bem definidos.

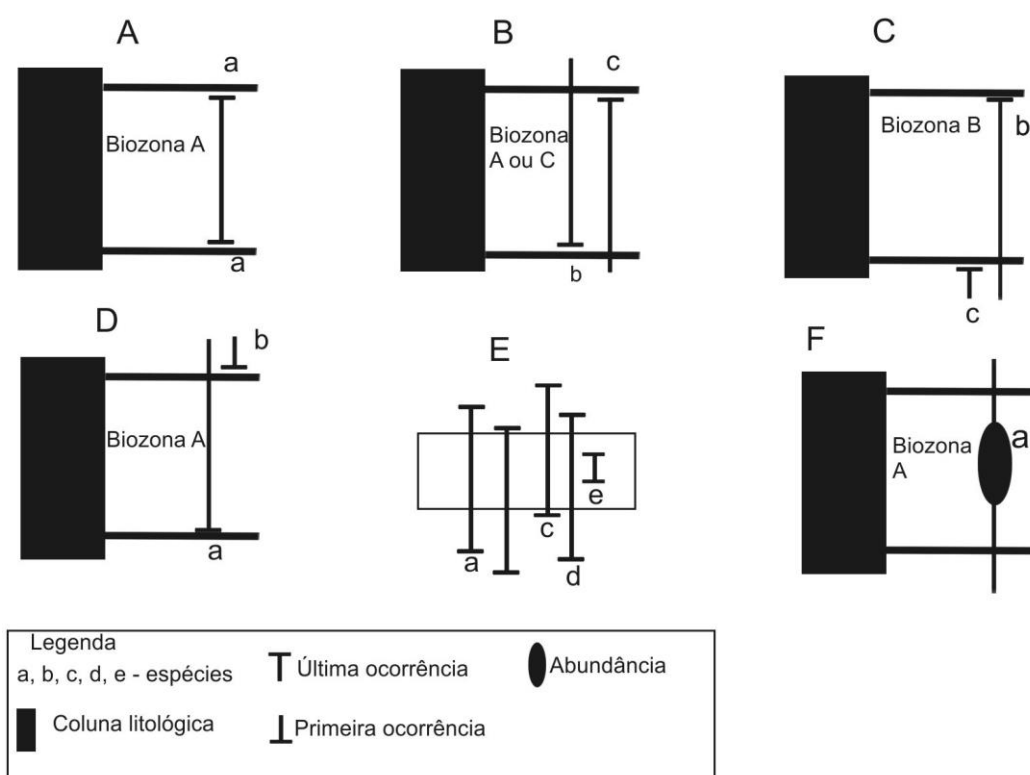


Fig. II. 3. Principais tipos de biozonas (Fonte: Barragán et al., 2010).

A – Biozona de intervalo de amplitude, B – Biozona de intervalo amplitude concorrente, C – Biozona de intervalo amplitude superior, D – Biozona de intervalo diferencial inferior, E – Biozona de associação, F – Biozona de abundância.

II. 2. 3. Análise tafonômica e paleoecológica

A análise dos principais aspectos tafonômicos nos exemplares, típicos de ambientes marinhos, foi baseada nas propostas de Fursich & Oschmann (1993) e Fernández-López (1997). A referida análise foi realizada por localidade, em seguida, buscou-se classificar a assembleia.

CAPÍTULO III

REFERENCIAL TEÓRICO

III. 1. ASPECTOS GEOLÓGICOS

Neste item reúnem-se publicações que contextualizam a Bacia de Sergipe no cenário global durante o Albiano. Partindo do âmbito geral para o pontual fornece informações sobre a evolução tectônica do supercontinente Gondwana e registra a evolução dos estudos geológicos na área.

III. 1. 1. Evolução do Atlântico Sul durante o Albiano

Durante o Mesozóico ocorreram importantes modificações na paleogeografia global, relacionadas à separação do supercontinente Gondwana. Uma delas foi o desenvolvimento do rifteamento que levou à formação do Atlântico Sul é nesse contexto global que a Bacia de Sergipe está inserida (Fig. III. 1) (Cruz, 2008).

O estágio final de evolução das bacias marginais brasileiras teve início no Neoaptiano e resultou no rompimento efetivo da crosta continental entre o Brasil e a África com a geração de crosta oceânica, estabelecendo condições marinhas francas (Ponte & Asmus, 1976).

No Aptiano, com exceção da Bacia de Pelotas, as águas do Atlântico Sul ainda não tinham entrado de modo efetivo nas bacias da margem continental brasileira (Arai, 2007). Entretanto, graças à grande transgressão do Aptiano, que permitiu a entrada intermitente das águas do Atlântico Central, ocorreu deposição de camadas com certa influência marinha na maioria das bacias, seja na margem ou no interior do continente. A entrada de mar incipiente foi responsável pela deposição dos evaporitos do Andar Alagoas (Aptiano–Albiano inicial) na maioria das bacias (Arai, 2007).

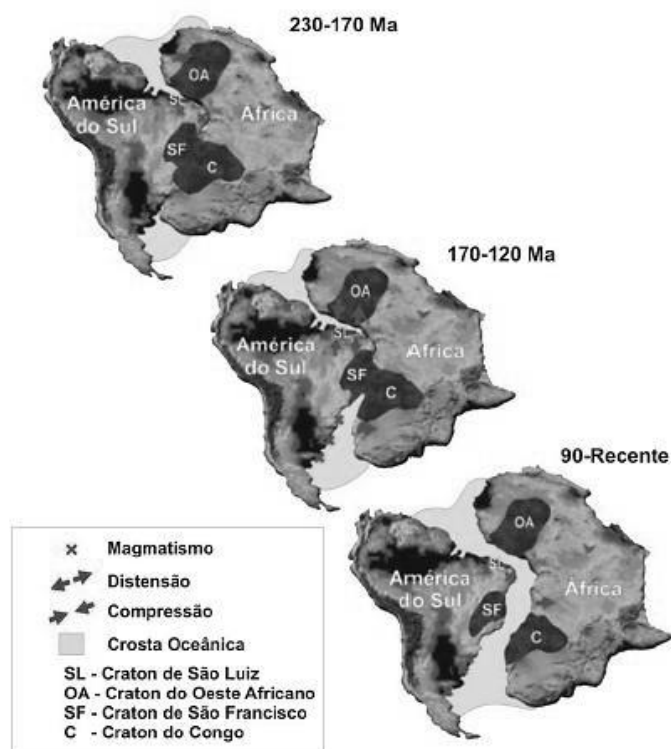


Fig. III. 1. Evolução tectônica associada à quebra do continente Gondwana (Fonte: Cruz, 2008).

Os depósitos albianos na margem continental do Brasil constituem o registro da fase inicial do Atlântico Sul. Assentam-se, em grande parte, sobre camadas salíferas (margem leste) e constituem, neste segmento, espessos pacotes carbonáticos decorrente da combinação de mecanismos aleatórios de caráter global ou local e outros rítmicos, fortemente influenciados por fenômenos orbitais. As condições ambientais mantiveram-se ideais para fábrica carbonática até pouco antes do final do Albiano (Azevedo, 2004).

O Albiano é caracterizado pela instalação de plataforma carbonática na maioria das bacias da margem continental brasileira. Admite-se que a configuração do Atlântico Sul – longa e estreita – na época tenha sido semelhante à do Mar Vermelho atual. O desenvolvimento da plataforma carbonática foi inibido apenas em algumas bacias da margem equatorial, como a Bacia da Foz do Amazonas, São Luiz e Ceará, em função de maior aporte terrígeno (Arai, 2007).

Dias-Brito (2000), ao investigar a presença de pitonélídeos em carbonatos albianos das bacias de Campos e Potiguar, concluiu que, desde o eo/meso-Albiano, o Atlântico Sul Central e o Mar Tethys já estariam conectados. Segundo o autor, no neo-Albiano teria ocorrido uma intensificação do contato entre os dois mares, normalizando as águas até então hipersalinas no

Atlântico Sul. Dias-Brito (1995, 2000, 2001) defende, ainda, a ideia de que o Atlântico Sul surgiu como um braço do mar de Tethys.

O fato das bacias de Sergipe e Potiguar apresentarem uma diversidade faunística e florística maior, ocorrendo alguns biolitos algálicos, compostos principalmente por solenoporáceas e raríssimos rudistas e orbitolinídeos (Koutsoukos & Bengtson, 1993), indica que as águas destas regiões se encontravam em condições de temperatura e salinidade menos inóspitas, ainda que estressantes.

A plataforma carbonática sofre afogamento no final do Albiano, tornando-se uma plataforma mista (Arai, 2007). No decorrer do Neocretáceo, ocorreram três eventos: a anoxia oceânica, cujo registro é particularmente notável na transição Cenomanian-Turoniano; a instalação de sequência regressiva na maioria das bacias marginais; e a profusão de turbiditos a partir do final do Albiano, fenômeno este que perduraria até o Neógeno (Arai, 2007).

III. 1. 2. Bacia de Sergipe

A Bacia de Sergipe situa-se na margem leste brasileira, em uma faixa litorânea que mede 400 km de comprimento, sua largura máxima é de pouco mais de 50 km disposta segundo a direção N 45°. Esta bacia tem sua história evolutiva intimamente relacionada à abertura do Atlântico Sul, decorrente da fragmentação do Gondwana.

Os limites da Bacia de Sergipe são o Alto de Japoatã a nordeste em relação a Bacia de Alagoas, a sudoeste o limite é indiviso com a Bacia de Jacuípe (Campos Neto et al., 2007) e ao sul, a Falha de Itapoã a separa da Bacia de Camamu (Souza-Lima et al., 2002).

A Bacia de Sergipe, nordeste do Brasil, é uma das muitas bacias de margem continental brasileira formada durante a abertura do oceano Atlântico Sul no Mesozoico. A bacia contém uma das mais extensas sucessões de rochas desta idade, fatos ainda mais destacados pela existência de afloramentos numerosos e bem distribuídos. Estruturalmente a bacia consiste num meio graben mergulhando para sudeste, apresenta uma sucessão estratigráfica bastante representativa e pertence à classe de bacias sedimentares relacionadas a margens continentais passivas (Fig.III. 2) (Souza-Lima et al., 2002).



Fig. III. 2. Distribuição das plataformas carbonáticas do Cretáceo no Atlântico (Fonte: Souza-Lima et al., 2002).

O Grupo Sergipe reúne as formações Riachuelo e Cotinguiba, compostas principalmente por carbonatos marinhos (eocretácicos) e o Grupo Piaçabuçu que reúne as formações Calumbi (neocretácea), Mosqueiro e Marituba (paleógenas) com rochas clásticas e carbonáticas marinhas, ver (Fig. III. 3) (Feijó, 1994).

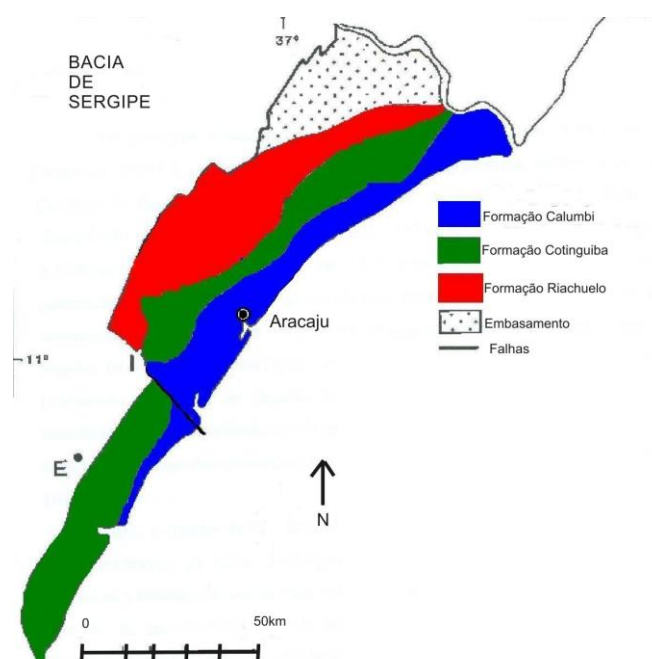


Fig. III. 3. Posicionamento das formações marinhas na Bacia de Sergipe (Modificado: Bengtson, 1983).

A história geológica pós-paleozoica da bacia pode ser dividida em duas grandes etapas. A primeira, do Neojurássico ao Eocretáceo, constituída por rochas sedimentares não-marinhas equivalentes às da bacia do Recôncavo; a segunda, do Eocretáceo ao Neógeno, constituída por formações marinhas (Brito, 1979).

Segundo Ojeda & Fugita (1976) e Ojeda (1982), a evolução tectônica da Bacia de Sergipe pode ser dividida em cinco fases: intracratônica, pré *rift* e *rift* durante o Eocretáceo até o início do Aptiano; *transicional* no Aptiano; *drift* iniciada no Albiano e ocorre até o recente, representando a fase marinha.

Segundo Koutsoukos et al. (1993) o desenvolvimento das sequências carbonáticas da bacia foi controlado pela evolução tectônica. Estas sequências podem ser divididas em dois sistemas deposicionais: um de plataforma mista carbonática-siliciclástica (Aptiano Superior-Albiano) e outro de rampa (Cenomaniano-Coniaciano), representados por carbonatos de águas profundas.

III.1.3. Formação Riachuelo

A denominação Formação Riachuelo foi utilizada pela primeira vez na literatura geológica por Moraes Rego (1929). Em seguida, Bender (1959) fez nova interpretação, separando a parte superior Formação Riachuelo da inferior denominando-a Formação Maruim. Esta unidade inferior descrita por Bender (1959) foi considerada por Beurlen K. (1963) apenas uma fácies do Complexo Riachuelo-Maruim. Schaller (1970) analisou novamente a unidade e segmentando-a em quatro membros: Angico, Taquari, Maruim e Aguilhada. Feijó (1994) classificou a formação como um complexo de plataforma siliciclástica-carbonática e a dividiu nos membros: Angico, Taquari e Maruim, que é a classificação utilizada atualmente.

A Formação Riachuelo representa a primeira manifestação marinha da Bacia de Sergipe. Está sotoposta, em contato concordante à Formação Muribeca e sobreposta a Formação Cotinguiba. Aflora nas proximidades de Riachuelo, Maruim, Laranjeiras, Rosário do Catete e Pacatuba no estado de Sergipe (Brito, 1979).

As rochas da Formação Riachuelo (Fig. III. 4) na borda da bacia e nos blocos rebaixados depositaram-se através de leques deltaicos as rochas siliciclásticas grossas do Membro Angico. Nas áreas de menor aporte sedimentar desenvolveu-se uma rampa carbonática com bancos de oólitos e oncólitos do Membro Maruim, que eram parcialmente

dolomitizados, durante os rebaixamentos do nível do mar. Nas lagunas e no talude ocorria a deposição dos calcilutitos e folhelhos do Membro Taquari (Feijó, 1994).

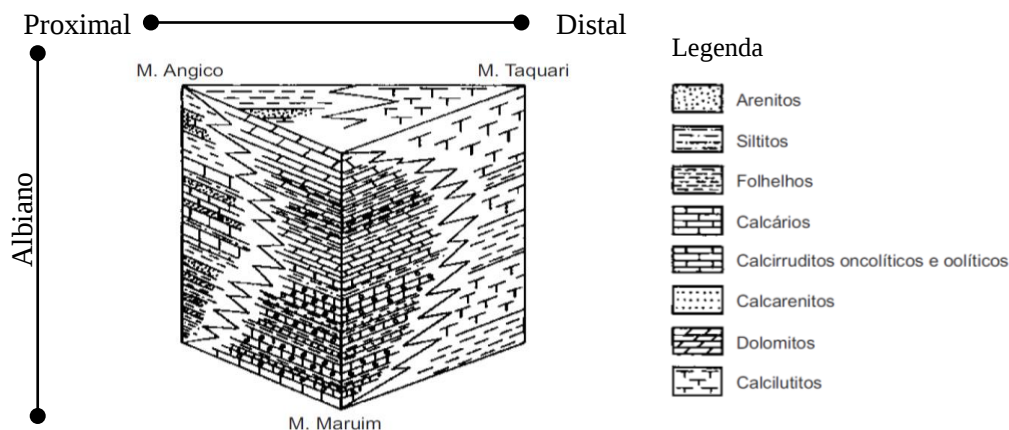


Fig. III. 4. Diagrama de painel mostrando a relação entre os membros Angico, Maruim e Taquari da Formação Riachuelo (Fonte: Mendes, 1994).

Segundo Wanderley Filho & Destro (1994) é provável que, durante o Albiano, a Bacia de Sergipe ainda se encontrava sob regime tectônico extensional, enquanto que as bacias a sul já haviam evoluído para margens passivas. A tectônica imposta à Bacia de Sergipe condicionou numa fisiografia compartimentada composta por uma série de meio grábens em blocos rotacionados, limitados por falhas lítricas (Françolin & Szatmari, 1987).

Esta morfologia imposta pela estruturação tectônica gerou uma plataforma carbonática com um forte controle estrutural, na qual bancos carbonáticos arenosos de alta energia formavam-se em altos estruturais, enquanto que nas calhas dos grábens depositavam-se as fácies de baixa energia (Koutsoukos et al., 1993) (Fig.III.5).

A Bacia de Sergipe permaneceu submetida a um controle tectônico ativo, atuante durante todo o Albiano (Koutsoukos et al., 1993; Wanderley Filho & Destro, 1994), depositando os sedimentos da Formação Riachuelo. Durante o Neoalbiano as áreas a SW da bacia iniciaram um processo de raseamento da coluna d'água, provavelmente devido a um soerguimento do embasamento (Koutsoukos et al., 1993), causando erosão e dolomitização de parte do Membro Maruim (Fácies Aguilhada) (Cainelli et al., 1987).

Mendes (1994) analisou a litoestratigrafia da Formação Riachuelo, sob a ótica dos conceitos da Estratigrafia de Sequências e dividiu esta unidade em três seqüências deposicionais, uma basal, com duração de 4 M.a.; uma intermediária com duração de 7 m.a. e outra superior com duração estimada em 4 M.a.

Campos Neto et al. (2007) elaboraram a carta estratigráfica mais recente para a Bacia de Sergipe (Fig. III. 5) e denominaram as sequências de terceira ordem como K62 (Neo-Alagoas terminal), K64 (Eoalbiana) e K70-K84 (albo-cenomaniana), nas sequências K64 e K70-K84 se caracterizou um intervalo basal argiloso, com altos teores de carbono orgânico e padrão de empilhamento de perfis retrogradacional, que interpretou como sendo o trato de sistemas transgressivo. O intervalo superior com depósitos predominantemente de carbonatos e com padrão progradacional foi interpretado como pertencente ao trato de sistemas de mar alto.

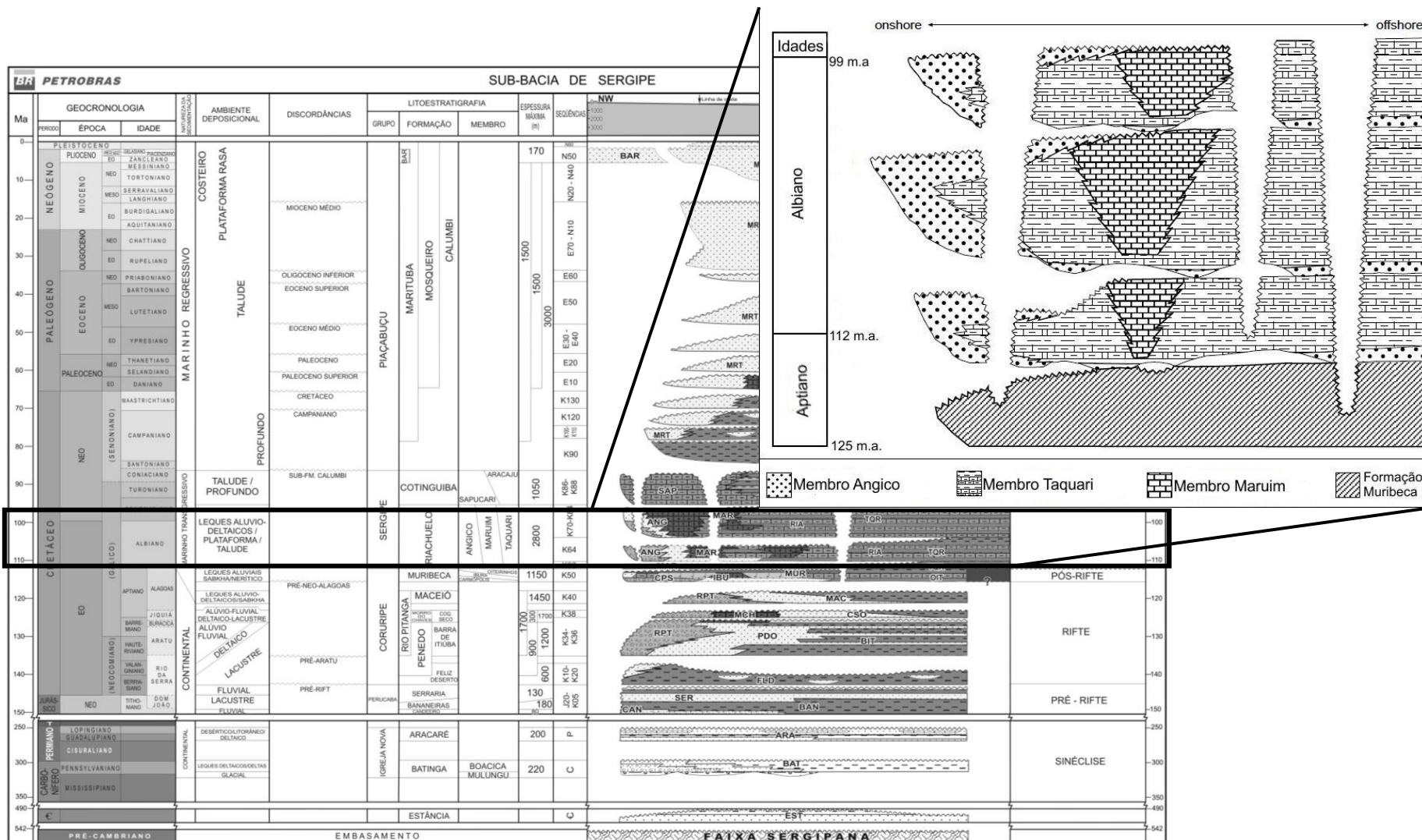


Fig. III. 5. Carta estratigráfica da Bacia de Sergipe (Fonte: Campos Neto et al., 2007).

III.2. PALEONTOLOGIA DA BACIA DE SERGIPE

Neste item são revisadas publicações voltadas à paleontologia dos amonóides, principal táxon de estudo, bem como, publicações sobre os inoceramídeos integrantes da fauna associada. Foi dada uma maior ênfase na Bacia de Sergipe, Formação Riachuelo, pois nela foram coletados os fósseis estudados. Também foi realizado um levantamento das ocorrências destes fósseis nas demais bacias brasileiras onde afloram rochas cretáceas.

A fauna associada na Formação Riachuelo conta com a presença de diversos táxons dos quais é possível destacar a ocorrência dos macrofósseis de serpulídeos (Beurlen, K., 1965), peixes (Silva Santos, 1985, Figueiredo & Silva Santos, 1991) equinóides (Manso, 2003), bivalvíos (Andrade et al., 2004), bivalvíos inoceramídeos (Sobral & Zucon, 2008), bem como dos microfósseis foraminíferos (Koutsoukos et al., 1991), palinomorfs (Regali & Silva Santos, 1999), ostracodes (Viviers et al., 2000), nanofósseis (Pedrosa, 2013). Entre as diversas bacias marginais brasileiras apenas as de Sergipe, Paraíba e Potiguar, apresentam sedimentos cretáceos emersos com registro da presença de amonóides.

III. 2.1. Histórico do estudo dos amonóides na Bacia de Sergipe

Hartt (1870) foi o primeiro a descrever amonóides de Sergipe, porém sem ilustrações. White (1887) descreveu e ilustrou os amonóides coletados pela expedição de Hartt, a ele enviados pelo diretor do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Branner (1890) citou diversas localidades com ocorrência de amonóides na Formação Riachuelo mencionadas por White.

Maury (1937) descreveu e ilustrou quatro espécies de *Puzosia*, e as datou como meso-Albiano: *P. brasiliiana*, *P. garajauana*, *P. bistricta* e *P. rosarica*, ainda descreveu e ilustrou *Acanthoceras offarcinatum* e *Brancoceras euzebioi*.

Beurlen K. (1952) realizou estudos sobre as linhas de sutura de *Oxytropidoceras*. Brito e Rodrigues (1967) descreveram *P. garajauana* e revisam o gênero *Acanthoceras* Maury, 1937 redefinindo como *Douvilleiceras offarcinatum*.

Posteriormente, Beurlen G. (1967, 1969) revisou a fauna de amonóides da Formação Riachuelo, estudando as espécies de *Puzosia* descritas por Maury, com exceção de *Puzosia bistricta*, achando uma nova espécie que denominou *Puzosia*. sp. A. Também descreveu e ilustrou *Douvilleiceras euzebioi* Maury, 1937 e três novas espécies de *Douvilleiceras*.

Brito (1970a), descrevendo vários amonóides do Albiano de Sergipe, citou a presença de *Puzosia* sp. Brito (1970b) comentou a distribuição geográfica dos amonóides cretáceos brasileiros, incluindo os de Sergipe. Brito (1970a, 1970b, 1971, 1976) apresentou novas contribuições ao estudo dos amonóides de Sergipe, sem descrever novas formas.

Reyment & Tait (1972) registraram a presença de *Epicheloniceras*? sp. e *Diadochoceras* no Aptiano superior de Sergipe, registraram também, a presença de *Douvilleiceras* e *Puzosia* no Albiano inferior.

Cooper (1982), com base em fotografias de exemplares de White (1887) e espécimes de museus, revisou espécies dos gêneros *Douvilleiceras*, *Puzosia* e *Oxytropidoceras* de Sergipe e designando lectótipos.

Berthou et al. (1991) efetuaram uma reavaliação bibliográfica dos gêneros *Puzosia* e *Douvilleiceras* da Formação Riachuelo, sugerindo que os mesmos pertencem a táxons anteriormente descritos. Souza-Lima & Bengtson (1999) registraram a ocorrência do gênero *Cleoniceras* na Formação Riachuelo, com base em espécimes provenientes de uma única localidade.

Zucon (2005) realizou um estudo taxonômico dos amonóides, para correlacionar estas datações com as diversas escalas cronoestratigráficas internacionais e propor uma reconstrução paleogeográfica da fase inicial da abertura do Atlântico Sul na região nordeste do Brasil. Propôs para o Aptiano superior de Sergipe a Zona *Diadochoceras–Eodouvilleiceras* e para o Albiano inferior a Zona *Douvilleiceras mammillatum*.

III. 2.2. Histórico do estudo dos inoceramídeos na Bacia Sergipe

Os inoceramídeos brasileiros são conhecidos desde a publicação da obra “*Geology and Physical Geography of Brazil*” de Hartt (1870) são registrados na Bacia de Sergipe, Bacia Paraíba, Bacia Potiguar e Bacia Parnaíba. Diversos autores mencionaram a coleta ou descreveram inoceramídeos do Cretáceo do Nordeste brasileiro, entre eles: Maury (1925, 1937); Duarte (1936); Oliveira, P. E. (1940); Santos (1963); Beurlen, K. (1963, 1964); Schaller (1970); Bengtson (1979, 1983); Kauffman & Bengtson (1985); Hessel (1984, 1986, 1988); Seeling (1999); Cassab (2003), Andrade (2005) e Andrade & Cassab (2014).

Publicações para a Bacia Sergipe são conhecidas desde o momento em que Maury (1925, 1937) identificou *Inoceramus concentricus brasiliensis* White, 1887, *I. labiatus* Schlotheim, 1813, *I. urubuensis* Maury, 1937, *I. (Sergipia) posidonomyaformis* Maury, 1925, *Inoceramus labiatus cedroensis* Maury, 1937 e *I. labiatus sergipensis* Maury, 1937. Entre os

táxons propostos, os seguintes são de idade albiana: *Inoceramus concentricus brasiliensis* White, localidade: Garajau, Sergipe; *Inoceramus urubuensis* Maury, localidade: Urubu, Sergipe.

Kauffman & Bengtson (1985) mencionaram a ocorrência de *Inoceramus pictus* Sowerby e *I. tenuistriatus* Nago e 1, linhagens do Cenomaniano superior e do *Mytiloides mytiloides* (Mantell), *M. hercynicus* (Petrascheck) e o *M. latus* (Mantell) sensu Hattin, 1962 linhagens do Turoniano inferior, sem fornecer as descrições taxonômicas ou dados precisos de estratigrafia.

Hessel (1988) descreveu inoceramídeos do Turoniano inferior da Bacia de Sergipe e realizou análise paleoecológica da formação. A principal localidade, Retiro 26, compreende uma sequência de 35 m da Formação Cotinguiba, no afloramento duas associações foram reconhecidas: a associação do *Mytiloides hercynicus* e *Mytiloides mytiloides*. Quatro novas espécies de inoceramídeos ornamentados foram descritas e referidas ao novo gênero *Rhyssomytiloides*. Foram descritas duas novas espécies de *Sergipia* e algumas espécies previamente conhecidas de *Mytiloides* e *Rhyssomytiloides* tiveram sua descrição emendada.

Investigações realizadas por Seeling (1999) mostram que é possível estabelecer um zoneamento bioestratigráfico para a Bacia de Sergipe baseado na distribuição vertical das espécies de inoceramídeos. Isto confirma a importância do táxon para os estudos bioestratigráficos integrados, permitindo uma correlação mais segura dos eventos biológicos e geológicos desta com outras bacias do mundo de idade albiana.

Souza-Lima (2001) descreveu três espécies de inoceramídeos de idade maastrichtiana coletados na Formação Calumbi, são eles: *Inoceramus* (*Inoceramus*) sp., *Inoceramus* (*Endecostea*) *typicus* e *Inoceramus* (*Endecostea*) *balticus*.

Estudos bioestratigráficos detalhados no Turoniano aflorante nas pedreiras Votorantim (Retiro 26) e Nassau (Mata 11) foram realizados por Andrade (2005). A autora descreveu 29 espécies de inoceramídeos, as quais servem de base para um biozoneamento compreendendo nove zonas de intervalo.

Sobral & Zucon (2008), bem como, Andrade & Hessel (2009) realizaram estudos dos inoceramídeos da transição Aptiano-Albiano da Formação Riachuelo, publicaram análise preliminar dos inoceramídeos, registrando a ocorrência do gênero *Neocomiceramus* Pokhialainen, 1972.

III. 2. 3. Histórico de amonóides e inoceramídeos em outras bacias brasileiras

Amonóides e inoceramídeos também são registrados em outras bacias marginais de origem marinha no Nordeste do Brasil. Os trabalhos com base em amonóides realizados na Bacia da Paraíba, Formações Itamaracá e Gramame são de idade Campaniano-Maastrichtiano listados na tabela III. 1. os trabalhos da Bacia Potiguar, Formação Jandaíra são datados do Turoniano listados na tabela III. 2. Biválvios inoceramídeos também são registrados na Bacia da Paraíba, Formação Gramame e Bacia Potiguar, Formação Jandaíra, trabalhos listados na tabela III.3. As bacias apresentam espécies diferentes das encontrados na Bacia de Sergipe, mas são registros importantes da origem do Oceano Atlântico que ocorreu durante o Cretáceo.

Tabela III.1. Trabalhos sobre amonóides desenvolvidos na Bacia da Paraíba.

Autor(es)	Temática
Burlamaqui (1855)	Taxonomia
Willianson (1868)	Taxonomia
Branner (1902)	Taxonomia
Maury (1930)	Taxonomia
Oliveira & Silva Santos (1950)	Taxonomia
Oliveira & Andrade Ramos (1956)	Taxonomia
Kegel (1957)	Taxonomia
Oliveira (1957)	Taxonomia
Andrade Ramos (1959)	Taxonomia
Beurlen K. (1961a)	Taxonomia
Beurlen K. (1967)	Taxonomia
Muniz (1993)	Taxonomia
Sobral et al. (2010)	Taxonomia

Tabela III. 2. Trabalhos sobre amonóides desenvolvidos na Bacia Potiguar.

Autor(es)	Temática
Oliveira (1957)	Taxonomia
Beurlen K. (1961 a)	Taxonomia
Beurlen K. (1961 b)	Taxonomia
Beurlen K. (1967)	Taxonomia
Oliveira (1969)	Taxonomia
Muniz et al. (1984)	Taxonomia
Souza-Lima & Srivastava (2006)	Taxonomia

Tabela III. 3. Trabalhos sobre inoceramídeos na bacia Paraíba e Potiguar.

Autor(es)	Temática
Maury (1930)	Taxonomia e estratigrafia, Bacia Paraíba
Beurlen K. (1967)	Taxonomia, Bacia Paraíba
Cassab (2003)	Taxonomia, Bacia Potiguar
Sobral et al. (2012)	Taxonomia, Bacia Paraíba
Andrade & Cassab (2014)	Taxonomia, Bacia Potiguar

III. 3. ASPECTOS BIOESTRATIGRÁFICOS

III. 3. 1. Histórico mundial da bioestratigrafia para o Albiano com base em amonóides

O Albiano é o último andar do Cretáceo inicial situa-se estratigraficamente acima do Aptiano e abaixo do Cenomaniano. O estratotipo aceito até o momento foi definido na borda oriental cretácea da Bacia de Paris, onde a litologia é caracterizada por arenitos finos, argilas e margas que afloram em Troyes e Bar-suro Seine, no vale do Sena, distrito de Aube, na França (Owen, 1999, Kennedy et al., 2014).

O andar Albiano foi caracterizado pela mais extensa flutuação eustática do Cretáceo inicial e pelo maior pico de aquecimento climático do mesmo período, com circulação restrita do fundo oceânico. As maiores radiações e diversificações marinhas ocorreram com os invertebrados bentônicos, os foraminíferos planctônicos e os amonóides (Kauffman, 1979).

Um zoneamento padrão ainda não foi completamente definido pela Comissão Internacional de Estratigrafia, uma vez que, existem três possibilidades: a primeira, o nanofóssil calcário *Praediscosphaera columnata* = (*P. cretacea*); a segunda, a variação do isotópica do carbono em função do episódio anóxico “black-shale” e a terceira seria com base nos amonóides.

São reconhecidas três províncias de amonóides para o Albiano: Européia (Boreal), Ártica (Austral) e Gondwânica (Tetiano). A primeira é a melhor definida, a Ártica apresenta uma fauna endêmica e a Gondwânica, engloba todas as regiões não incluídas nas duas primeiras (Fig. III. 6).

Durante o Albiano, a província tetiana (gondwânica) se estendeu para o leste a partir das fronteiras do Pacífico, do Peru e da Califórnia, para incluir a Colômbia, Venezuela, México e Texas nas Américas, o proto-Atlântico, da Espanha e da região mediterrânea da Europa, sul da Ásia (incluindo a Geórgia, Paquistão e norte da Índia) e os mares epicontinentais da África, Madagascar e Austrália (Owen, 1999).

Diversos zoneamentos padrões desenvolvidos tem como base o trabalho de Spath (1941) nos depósitos do Gault na Inglaterra. Seu esquema evoluiu essencialmente a partir de 1923, quando reconheceu uma série de estratos agrupados, até atingir sua forma final em 1941, quando tratou essas sequências como subzonas, agrupando-as em zonas de amonóides. O esquema reflete, em grande parte, o Albiano inicial e médio, e em menor escala o Albiano tardio, das sucessões da província européia.

O trabalho de Spath (1941) inclui espécies-guia de gêneros que ocorrem em mais de uma província faunística, tais como *Lyelliceras* Orbigny, 1841 e *Dipoloceras* Brongniart, 1822 no Albiano médio, *Hysterocheras* Sowerby 1815, *Prohysterocheras* Spath 1921, *Mortoniceras* Meek, 1876 e *Stoliczkaia* Casey, 1965 no Albiano tardio. Esse zoneamento é aplicável em detalhe, essencialmente, na Província Européia (Boreal).

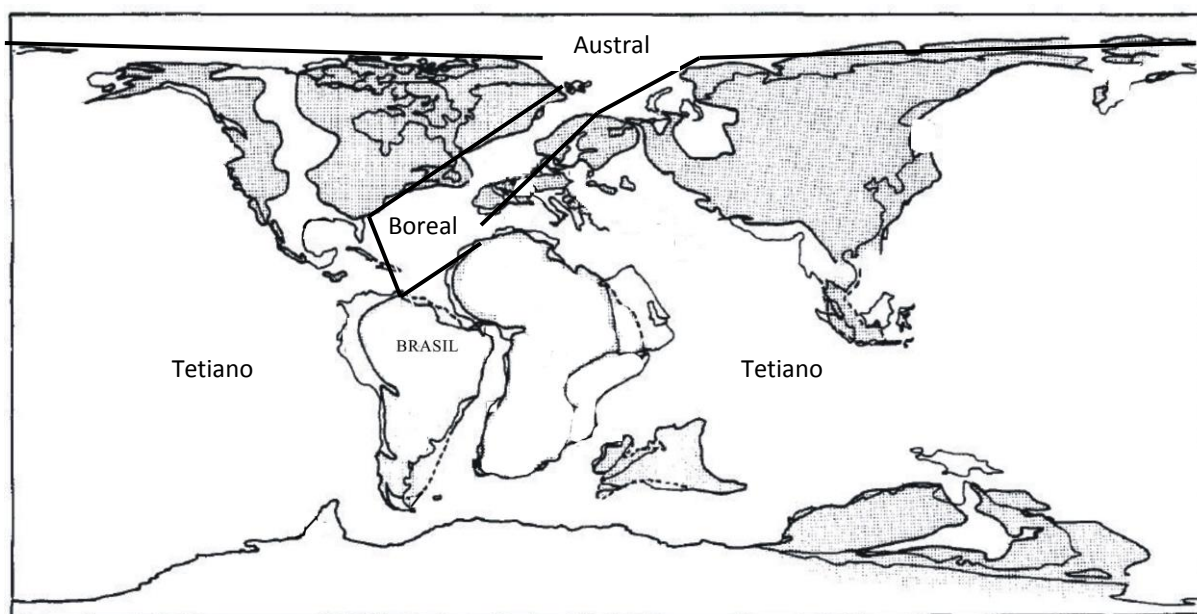


Fig. III. 6. Mapa paleogeográfico das províncias oceânicas durante o Albiano (Adaptado de Dhont, 1992).

Em 1963 ocorreu em Lyon na França, o primeiro colóquio com o propósito de organizar a cronoestratigrafia do Cretáceo Inferior, com ênfase em seções francesas e regiões vizinhas. A partir desse encontro internacional, diversos outros foram realizados: Copenhague - Dinamarca, 1983; Bruxelas - Bélgica, 1995; Londres - Inglaterra, 1999; Dijon - França, 2010 e Ankara - Turquia, 2013.

Reyment (1965) realizou pesquisa sobre os aspectos geológicos da Nigéria, estudou os fatores de distribuição de amonóides fósseis e comparou com a coluna do Albiano clássico da Inglaterra. De acordo com o autor, distinguem-se na Nigéria cinco zonas bioestratigráficas, que abrangem desde a base do Albiano médio até o topo do Albiano tardio (ver tabela III.4).

Rawson et al. (1999) propuseram subdividir o Albiano médio em Zona *Lyelliceras lyelli* inferior e Zona *Oxytropidoceras* spp. superior. Esta divisão foi acordada pela primeira vez para a "Província Tetiana" para ser utilizado em paralelo com as zonas *Hoplitidoides* da "Província Boreal", porém não teve proposta para o Albiano tardio.

Owen (1999) expôs problemas que existem na seleção de limites para o Cretáceo inicial, analisou o zoneamento europeu estabelecendo atualizações com as pesquisas realizadas até então. Na oportunidade, correlacionou o zoneamento do Albiano europeu (boreal) com o gondwânico (tetiano) e fez a adequação de certos horizontes nos diversos candidatos a estratotipo sugeridos (ver tabela III. 4).

Tavares et al. (2007) realizaram estudo dos amonóides albianos da Bacia de Benguela (Angola) reconheceram oito subzonas correlacionadas com o zoneamento de amonóides da Província Tetiana comentando os trabalhos realizados nesta área, também sugeriram zoneamento (ver tabela III. 4).

O zoneamento padrão da Série do Cretáceo inicial está sendo elaborado pelo “Grupo Kilian” e tem os seguintes propósitos: construir um zoneamento padrão, com base em amonóides, que é de fato um zoneamento para a Província Faunística Mediterrânea, onde todos os andares já foram definidos, exceto para o Albiano; desenvolver zoneamentos de amonóides para outras áreas-chave nos províncias Tetiano, Boreal, Austral e calibrá-los com o zoneamento padrão e elaborar refinamentos das definições nos limites dos andares e subandares do Cretáceo Inferior.

Reboullet et al. (2011) apresentaram o resultado da reunião do grupo Kilian ocorrido em Dijon na França em 2010, publicaram um zoneamento padrão para o Cretáceo inicial, a sequência estabelecida para o Albiano médio e tardio pode ser conferida na tabela III. 4. A última reunião ocorreu em Ankara, na Turquia 2013 e o manuscrito não foi publicado agora.

Tendo em vista a ampla distribuição de *Lyelliceras lyelli* Orbigny 1841, esta espécie é usada para definir a base do Albiano médio. A Zona *Oxytropidoceras* spp. é considerada pelos autores como uma zona de intervalo, marcada em sua base pela última ocorrência de *Lyelliceras lyelli* e seu topo, pela primeira ocorrência de *Dipoloceras cristatum* Brongniart 1822. A compreensão da distribuição estratigráfica dos Oxytropidoceratidae é prejudicado por sua ocorrência vaga nas sucessões padrão da Europa Ocidental, mas na ausência do padrão, eles podem ser utilizados (Reboullet et al., 2011)

A zona *Dipoloceras cristatum* é a primeira do Albiano tardio no Norte do Cáucaso (Baraboshkin et al., 1999) e da Bacia Anglo-Paris (Amédéo & Matrimon, 2004) localizadas na província boreal (européia). As espécies-índice têm uma vasta distribuição (Kennedy et al.,

1999) e são usadas para definir a base da Albiano tardio. Onde a espécie está ausente, em geral na província tetiana (gondwânica), o intervalo pode ser determinado adequadamente por outras faunas das famílias *Mortoniceratinae* e *Stoliczkaia*. A ex-subdivisão do Albiano tardio em Zona *Mortoniceras inflatum* superior e Zona *Stoliczkaia dispar* não reflete o conhecimento da evolução das faunas de amonóides acima do Zona *Diploceras cristatum*. As espécies *Mortoniceras pricei*, *M. inflatum*, *M. fallax*, *M. rostratum* e *M. perinflatum* têm uma distribuição ampla (Reboullet et al., 2011).

Tabela III. 4. Propostas de zoneamento para a Província Boreal (européia) e a Província Tetiana (gondwânica).

		Spath (1941) Província Boreal	Rawson (1999) Província Tetiana	Owen (1999) Província Boreal	Tavares et al. (2007) Província Tetiana	Reboullet et al. (2011) Província Boreal
Albiano	Superior	<i>Arrhaphoceras</i> (<i>Praeschloenbachia</i>) <i>briacensis</i> <i>Mortoniceras</i> (<i>Durnovarites</i>) <i>perinflatum</i> <i>Mortoniceras</i> (M.) <i>rostratum</i>		<i>Stoliczkaia</i> (S.) <i>dispar</i> <i>Mortoniceras</i> (M.) <i>inflatum</i> <i>Hysterocheras</i> spp. <i>Diploceras cristatum</i>	<i>Mortoniceras rostratum</i> <i>Elobiceras conditum</i> <i>Prohysterocheras wordiei</i> <i>Hysterocheras choffati</i> <i>Mortoniceras stoliczkai</i> <i>Diploceras</i> sp.	<i>Arrhaphoceras briacensis</i> <i>Mortoniceras perinflatum</i> <i>Mortoniceras rostratum</i> <i>Mortoniceras fallax</i> <i>Mortoniceras inflatum</i> <i>Mortoniceras pricei</i> <i>Diploceras cristatum</i>
		<i>Callihoplites auritus</i> <i>Mortoniceras</i> (<i>Cantabrigites</i>) <i>minor</i> <i>Hysterocheras varicosum</i> <i>Hysterocheras orbigny</i> <i>Diploceras cristatum</i>				
	Médio	<i>Anahoplites daviesi</i> <i>Euhoplites nitidus</i>	<i>Oxytropidoceras</i> spp. <i>Lyelliceras lyelli</i>	<i>Oxytropidoceras</i> (O.) spp. <i>Lyelliceras lyelli</i>	<i>Oxytropidoceras</i> <i>buarquianum</i>	<i>Euhoplites lautus</i> <i>Euhoplites loricatus</i> <i>Hoplites dentatus</i>
		<i>Euhoplites neardrinus</i> <i>Diploceroides</i> <i>subdelarvei</i> <i>Dimorphoplites subdelar</i> <i>Anahoplites subdelareci</i>				
		<i>Hoplites spath</i> <i>Lyelliceras lyelli</i>				

A proposta apresentada aqui nesse trabalho para a Bacia de Sergipe pode ser correlacionada à Bacia de Angola devido à localização paleogeográfica e idades, pois ambas se formaram durante Albiano tardio com grandes chances de apresentar fauna semelhante ou que possa ser comparada.

III. 3. 2. Histórico da bioestratigrafia na Formação Riachuelo com base em amonóides

O primeiro trabalho bioestratigráfico com base em amonóides sobre a Bacia de Sergipe foi realizado por Maury (1930), a série Sergipe foi dividida em três andares: Albiano médio a superior, Turoniano e Maastrichtiano, este último andar hoje corresponde ao Turoniano superior ao Coniaciano.

A partir desse momento foram elaborados três trabalhos bioestratigráficos importantes com base em amonóides para o Albiano, que se encontram resumidos na tabela III. 5. Beurlen G. (1967), Beurlen, K. (1968), Koutsoukos & Bengtson (1993), Zucon & Teodósio (2002) e Bengtson et al. (2007) propuseram três biozonas para a Formação Riachuelo baseada na ocorrência de gêneros.

Tabela III. 5. Propostas de bioestratigrafia com base em amonóides para a Formação Riachuelo.

Formação Riachuelo	Albiano		Beurlen K., 1967	Beurlen G., 1968	Koutsoukos & Bengtson, 1993	Zucon & Teodósio, 2002	Bengtson et al., 2007
		Superior	Zona <i>Elobiceras</i> – <i>Mortoniceras</i> – <i>Neokentoceras</i>	Zona <i>Mortoniceras</i>	Zona <i>Mortoniceras</i>	-----	-----
				Zona <i>Elobiceras</i>	Zona <i>Elobiceras</i>		-----
		Médio	Zona <i>Oxytropidoceras</i>	Zona <i>Oxytropidoceras</i>	Zona <i>Oxytropidoceras</i>	-----	-----
		Inferior	Zona <i>Cheloniceras</i> – <i>Diadochoceras</i>	-----	Zona <i>Douvilleiceras</i>	Zona <i>Douvilleiceras</i> <i>mamillatum</i>	Zona <i>Epicheloniceras</i> – <i>Eodouvilleiceras</i>

III. 4. ASPECTOS TAFONÔMICOS DE AMONÓIDES

A importância dos amonóides para estimar a idade relativa das rochas é bastante conhecida, no entanto tem grande potencial trabalhos que fazem referência à utilidade com base nesse grupo como indicadores paleoecológicos e/ou tafonômicos.

Segundo Fernández-López (1997) é importante reconhecer o estado de preservação, observando as feições bioestratinômicas e diagenéticas para identificar o tipo de assembleia e analisar a distribuição das associações de amonóides.

De acordo com Fernández-López (1997), os diferentes mecanismos de alteração tafonômica pelos quais os restos de amonóides têm experimentado modificações na sua composição, estrutura e/ou localização espaço-temporal nos diferentes sub-ambientes são: biodegradação-decomposição, incrustação, preenchimento sedimentar; processos de formação de concreção, cimentação de cavidades e neomorfismo, abrasão, bioerosão, dissolução, reorientação, desarticulação, dispersão, distorção tafonômica e distintos processos de necrólise (Fig. III. 7).

Em relação ao preenchimento sedimentar, Seilacher (1963) afirma que as cavidades dos amonóides podem ser preenchidas por partículas sedimentares, antes e/ou depois de serem

definitivamente soterradas. Tal preenchimento é realizado por correntes hidráulicas aspiradas, para que estas correntes sejam geradas no interior da concha é necessário que as cavidades estejam comunicadas com o exterior por alguma abertura, e na proximidade, um regime turbulento influencia o preenchimento, além de fatores como, o tamanho das partículas disponíveis no ambiente externo e a taxa de acumulação dos sedimentos. A perda de partes moles e a desarticulação do sífunculo, provavelmente também favorecem estes processos de preenchimento sedimentar.

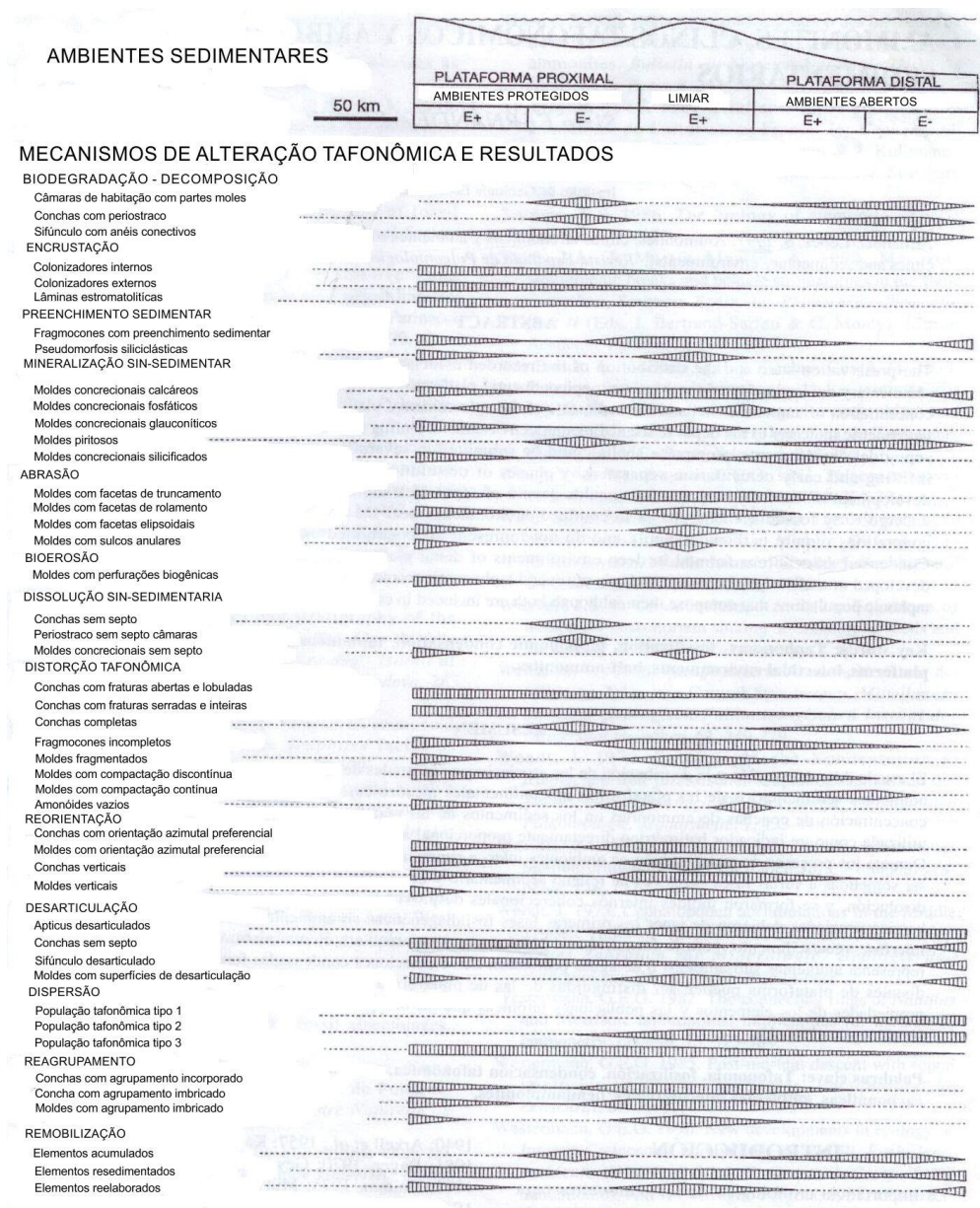


Fig. III. 7. Mecanismos de alteração tafonômica e os possíveis resultados de ocorrer em plataformas continentais (Fonte: Fernández-López, 1997).

Como resultado do preenchimento sedimentar é possível observar nos amonóides, canal do sífunculo desarticulado com sedimentos areníticos caracterizando preservação em

ambiente mais turbulento, ou canal do sífúnculo articulado, com material micrítico caracterizando preservação em ambiente mais calmo (Fig. III. 8) (Fernández-López & Vega, 1980).



Fig. III. 8. Exemplares analisados por Fernández-López e Vega (1980) que mostram canais de sífúnculo desarticulado e articulado.

A abrasão é o desgaste mecânico dos elementos conservados em ambiente marinho, geralmente devido ao impacto que as partículas transportadas pela água exercem sobre eles. A superfície externa dos fósseis pode ser polida e seus relevos positivos chegam a ser desgastados e até mesmo obliterados. Não obstante, esse processo pode acontecer somente em uma porção de sua superfície e podem adquirir uma faceta de desgaste (Muller, 1979).

As facetas podem ser de truncamento, quando o elemento conservado está fixo ao substrato e exposto a ação de algum agente abrasivo. Em tal condição, uma corrente unidirecional forma uma faceta orientada, mas em um mesmo elemento pode haver mais facetas, basta mudar a direção das correntes (Muller, 1979). As facetas de rolamento tendem a se desenvolver nos relevos superficiais mais proeminentes, que estão livres sobre o substrato e submetidos a ação de agentes abrasivos, estes aumentam o grau de arredondamento e esfericidade dos fósseis (Seilacher, 1971). As facetas elipsoidais de desgaste são desenvolvidas preferencialmente no último terço da espira conservada, as estrias anulares se formam nos moldes internos de amonóides devido à ação de correntes direcionais não oscilatórias, onde a profundidade da água é semelhante a espessura dos amonóides, em particular em ambientes intermarés (Fernández-López & Melendez, 1994).

Quanto à dissolução se estima que a água marinha, geralmente, dissolve os restos aragoníticos em temperatura ambiente 20°C a 25°C. No registro fóssil, tem-se explicado a ausência de conchas de amonóides (originalmente aragoníticas) e a frequência de apticus calcíticos, em alguns depósitos supostamente formados em águas profundas, como um resultado de sua acumulação e dissolução diferencial em ambientes situados abaixo da profundidade de compensação da aragonita (Fernández-López, 1997).

A solubilidade dos restos de amonóides frente à dissolução também pode ser influenciada por outros fatores como a microestrutura, o teor de matéria orgânica das conchas e a permeabilidade do sedimento (Seilacher et al., 1985).

Os fragmocones incompletos, geralmente predominam nos sedimentos rasos de alta turbulência e baixa taxa de sedimentação, onde é frequente que os moldes concrecionais sejam fragmentados por processos de retrabalhamento. Ao contrário dos anteriores, conchas completas, com câmara de habitação predominam em ambientes restritos, de baixa turbulência e nos ambientes de alta taxa de sedimentação (Fernández-López, 1997).

A energia hidráulica das ondas não consegue atuar a profundidades que sobrepassem os cinquenta metros, no entanto, as correntes de fundo exercem esforços mecânicos sobre os elementos preservados a maior profundidade. Uma regra que parece ser geral é que os organismos necrófagos podem fragmentar, preferencialmente, as conchas com maior tamanho, na medida em que, a fragmentação mecânica em ambientes de alta turbulência causa maior proporção de fragmocones incompletos entre as conchas de menor tamanho (Fernández-López & Mouterde, 1994).

Durante a fossildiagênese, ao aumentar a profundidade de soterramento e a carga litostática, os fósseis podem ser comprimidos e até mesmo adquirir forma laminar se os efeitos da compressão não são amortecidos ou inibidos pelas estruturas internas ou pelos processos de sedimentação inicial. As conchas experimentam redução de volume e deformações contínuas se a dissolução dos seus componentes minerais ocorre antes da compactação dos sedimentos, assim gerando deformações contínuas, elementos comprimidos ou laminares, rugas, vincos e superfícies onduladas (Fernández-López & Meléndez, 1995).

Segundo Fernández-López (1995) é possível observar desarticulação em amonóides por meio da separação do apticus; observação do sifúnculo se está inteiro, em sua posição original ou se esta desarticulada, além da presença de superfícies de desarticulação em moldes internos concrecionais formados durante processo de desarticulação.

A presença de conchas com apticus na câmara de habitação é indicativa de soterramento rápido e outras circunstâncias, tais como alta taxa de acumulação de sedimentos

e escassez de oxigênio, que impedem a proliferação dos organismos bioturbadores e decompositores. Em contrapartida, os processos de desarticulação são intensos e duradouros em ambientes oxigenados e de menor taxa de sedimentação (Fernández-López, 1997).

III. 5. ASPECTOS PALEOECOLÓGICOS

Estudos mostram que é possível inferir aspectos paleoambientais observando os caracteres morfológicos dos amonóides Beurlen G. (1967), Lehman (1981), Landman et al. (1996), Rich et al. (1997), Ifrim & Stinnesbeck (2010). A análise paleoecológica aqui realizada, mais detalhada e tendo como base os amonóides é pioneira na Formação Riachuelo.

Existe um grande número de metodologias para reconstrução paleoambiental com base em organismos bentônicos, que fornecem informações precisas por estarem diretamente ligados ao substrato, assim sua presença-ausência é boa indicadora dos parâmetros ambientais. Trabalhos paleoecológicos foram realizados na Formação Riachuelo como: Manso (2003) que estudou os equinóides e Vieira et al. (2014) que analisaram os serpulídeos, ambos do Albiano inferior.

A presença de restos de amonóides nos sedimentos das plataformas epicontinentais é geralmente utilizada para identificar ambientes marinhos abertos de salinidade normal, por serem restos e/ou vestígios de organismos estenohalinos (Fernández-López, 1997). Quando vivas, a maioria das formas integrava o denominado necton, composto por organismos que nadam livremente na lâmina de água. Por esse motivo as interpretações paleoambientais com base em amonóides buscam estabelecer seu ambiente preferencial.

Praticamente todos os tipos de sedimentos de ambientes marinhos podem conter amonóides, tendo a sua maior abundância e variedade, em águas de 30-180 m de profundidade. No entanto, algumas exceções são conhecidas, como amonóides estreitos dos gêneros *Engonoceras* Hauer, 1858 e *Diplomoceras* DeFrance, 1816 que prosperaram em ambientes de recifes de coral e rudistas. Nestes ambientes, as águas são rasas e agitadas, estes atingiram um enorme número nos mares entre 10 a 50 m de profundidade (Rich et al., 1997). Os amonóides com morfótipo oxicone, também são interpretados como indicadores de ambientes costeiros, embora não habitassem as lagunas, córregos e baías de água salobra de deltas (Ifrim & Stinnesbeck, 2010).

A capacidade dos *Sphenodiscus* Tuomey, 1854 de variar sua sutura e forma da concha parece estar relacionada à sua capacidade de acomodar esses parâmetros para a profundidade

da água onde viviam. Este gênero ocorreu em águas rasas com profundidades em torno da base da onda, ou um pouco abaixo (Rich et al., 1997).

Na América do Norte, a ocorrência de *Sphenodiscus* Tuomey, 1854 é indicadora de ambientes próximos da costa. As espécies encontradas nessa área foram dispersas ou migraram do nordeste do México para o resto da América do Norte com a flutuação do nível do mar (Ifrim & Stinnesbeck, 2010).

Segundo Lehman (1981) as formas da subordem Ammonitina, principalmente da família Desmoceratidae, são típicas de zonas mais profundas (oceânicas). Enquanto que as formas com a ornamentação altamente desenvolvida da família Acanthoceratidae, são típicas da área infranerítica. Espécies das ordens Phyloceratina e Lytoceratina são características de áreas de maior profundidade (oceânicas), depositando-se próximas da borda da zona batial, a cerca de 200 m de profundidade. Os amonóides de concha reta também são limitados a situações de plataforma continental interna e de bacia marítima epicontinentais, podendo ser associado com níveis marinhos relativamente baixos. A ilustração dos ambientes preferenciais dos amonóides é mostrada a seguir (Fig. III. 9).

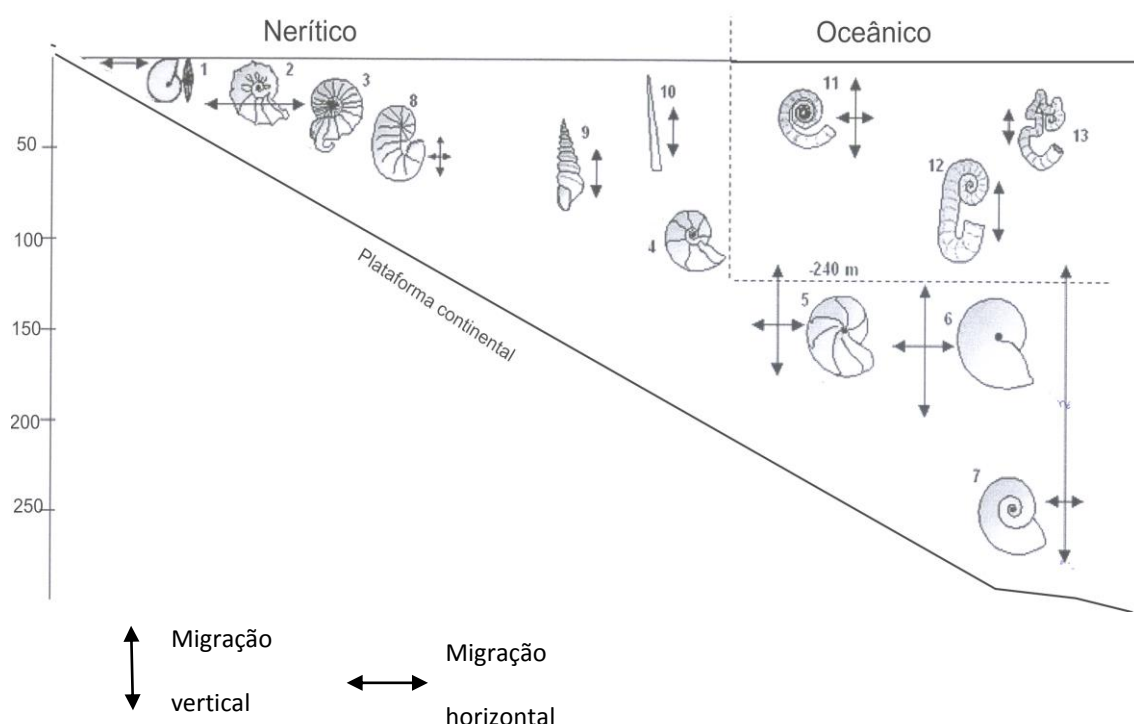


Fig. III. 9. Ambientes preferenciais dos amonóides de acordo com sua morfologia (Fonte: Landman et al., 1996).

1- oxicone, 2 e 3- ornamentação desenvolvidas, 4- inflada lisa, 5- lisa evoluta e com constrição, 6- lisa evoluta e inflada, 7- lisa evoluta e serpenticone, 8- escafone, 9- torticone elicoidal, 10- baculicone, 11- criocone, 12- ancilocone, 13- torticone irregular.

Beurlen G. (1967) já percebia que os amonóides, mesmo sendo nectônicos, não deixam de depender do meio ambiente, além do fato de serem estenoalinos, mostram que a presença ou ausência de certos gêneros ou espécies, em determinadas associações fósseis correlacionáveis, não está condicionada somente a eventuais barreiras geográficas que impedissem um intercâmbio entre uma ou mais bacias, mas podem ser devidas a questões paleoecológicas.

Conforme demonstrou experimentalmente Reyment (1958), e elucidou Beurlen G. (1967), as conchas de amonóides, depois da decomposição dos tecidos moles, podem emergir e flutuar como necroplâncton, acumulando-se localmente, sendo integradas como formas alóctones (formas flutuantes). Em determinadas associações litorâneas, podem também se depositar *in loco* (formas afundantes). Em ambos os casos sua distribuição horizontal pode ser bem ampla: no primeiro caso, com grande abundância em poucas localidades, em razão da causa de derivação a que estiveram sujeitas as conchas, no segundo, em muitas localidades, onde ocorrem mais isoladamente.

Segundo Beurlen G. (1967), o fato de a concha ser uma forma “flutuante” ou “afundante” depende, em primeiro lugar, do tamanho do fragmocone e da forma da concha; em segundo lugar, do processo de decomposição do corpo mole, porque, se nesse processo de decomposição a concha for danificada, deixando entrar água, uma forma normalmente “flutuante” pode-se transformar em “afundante”.

No registro sedimentar em ambientes onde a preservação da concha seria possível, como complexos recifais, calcários corálicos, calcários neríticos, os amonóides faltam ou são raros, enquanto que as zonas marginais de complexos recifais formam centros de atração para o grupo. Uma dependência de fácies reflete-se no crescimento da concha, onde formas grandes calcários, e formas pequenas são comuns em fácies argilosas. Tal princípio não é regra, mas parece provável, dentro de um quadro bastante generalizado (Beurlen G., 1967).

Na Fig. III. 10, à esquerda estão os morfótipos mais evolutos que apresentam baixa velocidade de navegação e manobrabilidade, seguindo à direita da figura estão os morfótipos involutos mais velozes e com maior manobrabilidade.

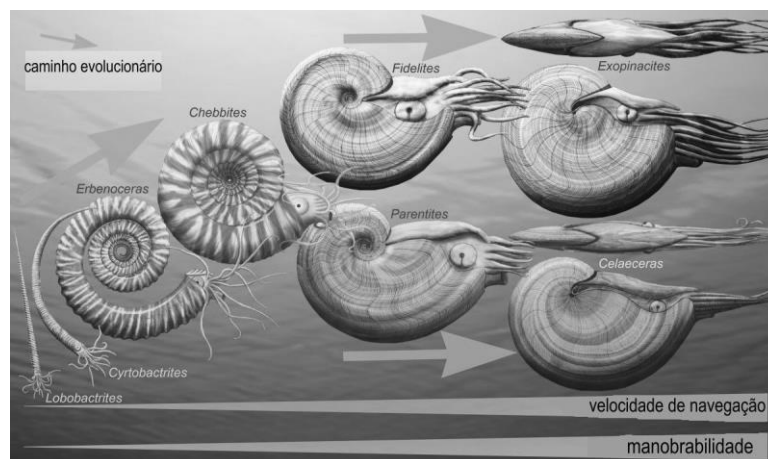


Fig. III. 10. Evolução da velocidade de natação dos amonóides e manobrabilidade (Fonte: Landman et al., 1996).

III. 6. PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS AMONÓIDES E INOCERAMÍDEOS

Antes de partir para as descrições taxonômicas segue uma revisão dos principais aspectos morfológicos dos táxons estudados.

A concha dos amonóides é univalve e dividida em três partes principais: a protoconcha ou câmara inicial, fragmocone uma longa câmara septada e a câmara de habitação ou câmara terminal onde ficava o corpo do animal (Fig. III. 11) (Arkell, 1957).

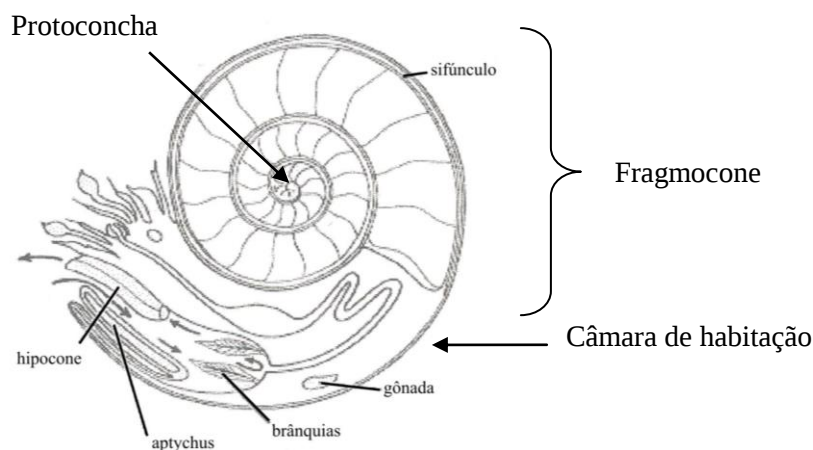


Fig. III. 11. Morfologia geral de um amonóide com indicação das principais estruturas (Fonte: Wrigth et al., 1996).

Todas as conchas de amonóides começam com a protoconcha, uma câmara embrionária globular com a forma de um barril, que é formando um ápice do cone sendo diferente de todas as câmaras subseqüentes. Seu eixo maior é normal ao plano de enrolamento e geralmente é mais largo que a câmara inicial da concha. Ele é separado da concha por um prosifão e dois

proseptos, que parecem ser contínuos com a parede da concha ao invés de cimentado, como são os verdadeiros septos (Arkell, 1957).

As conchas externas dos cefalópodes podem ser segundo Clarkson (1996) de três tipos: retas (ortocone), levemente encurvadas (cirticone) ou fortemente encurvadas (girocones). Quando o enrolamento é frouxo, recebe o nome de girocone, mas quando é muito extremado, conduz às conchas involutas (a última volta sempre recobre as anteriores) e evolutas (as voltas não recobrem as anteriores).

O fragmocone compreende o bulbo da concha do amonóide e dá a ela as características de câmara septada que era estendida em baixo do manto e que se movia periodicamente, conforme o crescimento da concha. Os septos tornam-se gradualmente mais amplos e espaçados até a maturidade, após o que tendem a tornarem-se mais densos. Este fato facilita o reconhecimento da maturidade da concha (Rich et al., 1997).

A câmara do corpo ou câmara de habitação é distinguida do resto da concha por não apresentar separações ou septos. Ela varia grandemente em extensão nos diferentes grupos de amonóides, desde menos da metade da volta a mais do que uma volta e meia. Devido ao fato de não haver septo para obstruir a passagem da argila para dentro da câmara do corpo após a decomposição do animal, freqüentemente a câmara do corpo é preservada sozinha em sua forma original, ao passo que o fragmocone, com suas câmaras ocas podem estar parcialmente preenchidas por cristais de calcita secundária. Em outras circunstâncias, especialmente em folhelhos, são piritizadas intactas, mas a câmara do corpo pode estar destruída. Muito raramente, moldes internos da câmara de habitação sofrem modificações na forma. O mais comum é a contração da volta da seção que começa geralmente no dorso. Todas essas características são evidências da maturidade da concha (Arkell, 1957).

A superfície apresenta em geral ornamentações (Fig. III. 12), mesmo os amonóides mais lisos são cobertos com linhas de crescimento, em muitas conchas estas linhas são acentuadas ou em relevo como lamelas, que podem ser onduladas ou aparecem como finas linhas radiais ou acompanhadas por elas. Normalmente a superfície é também coberta por costelas de relevo radial (Rich et al., 1997).

As costelas não são necessariamente paralelas às linhas de crescimento e comumente elas são independentes destas morfologicamente podem ser simples, ramificadas (biplicadas ou triplicadas), em forma de feixe (fasciculada), intimamente ligadas (densas), separadas (distantes), retas, curvas, flexionadas (sigmóides), curvada apenas em direção à periferia (projetada) e suas direções gerais podem ser radiais, inclinadas ou voltadas para trás, ver (Fig. III. 12) (Arkell, 1957).

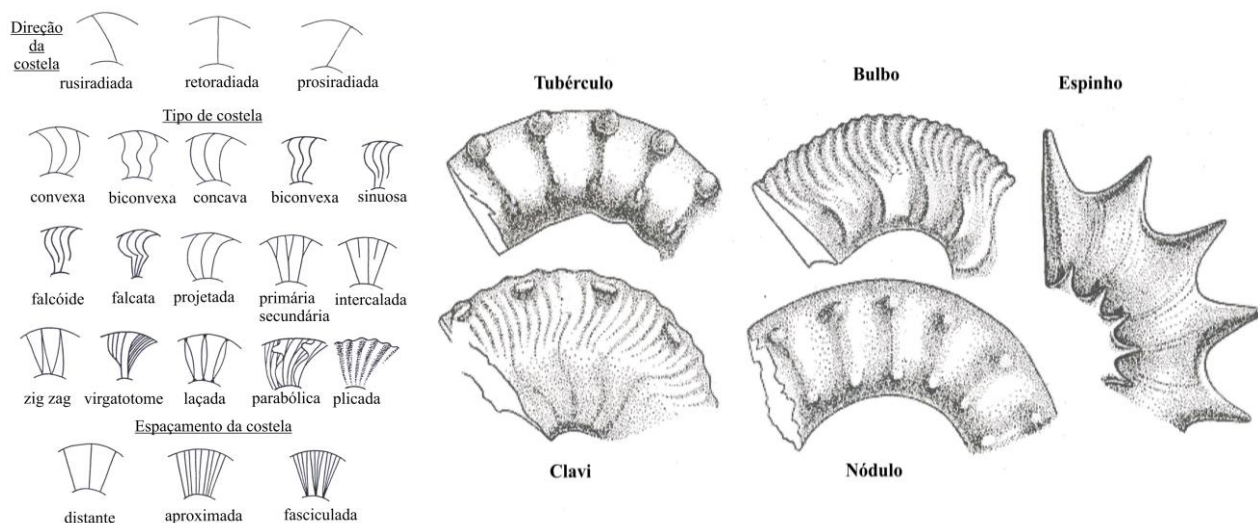


Fig. III. 12. Tipos de costelas e tipos de ornamentações nas conchas de amonóides (Fonte: Arkell, 1957).

A maioria dos amonóides são preservados como moldes internos e as junções entre septos e parede da concha mostram claramente como as linhas de sutura em amonóides são sempre mais complexas que nos nautilóides. Nos primeiros amonóides (Devoniano–Carbonífero) as suturas são de forma relativamente simples e sem crenulações acessórias, mas no Permiano alguns gêneros apresentam suturas mais complexas de um tipo que atingiu seu completo florescimento no Mesozóico (Clarkson, 1996).

Tipos particulares de suturas são características de distintas famílias de amonóides e são muito úteis na classificação e identificação destas (Fig. III. 13). Existem alguns termos amplos e gerais definindo grupos de amonóides, baseados na morfologia das suturas, que são frequentemente usados para caracterizar graus de organização. Os “goniatites” são amonóides do Paleozóico com suturas fortemente angulares e geralmente em zig-zag, sem nenhuma crenulação. Nem todos amonóides com tais suturas são “goniatites”, existem alguns gêneros do Mesozóico com suturas similares. Nos “ceratites” do Triássico os lobos são ornamentados, ainda que as selas sejam inteiras, com gêneros do Cretáceo (*Pseudoceratites*) apresentando estruturas similares. Todos amonóides do Mesozóico tem lobos complexos e finamente subdivididos, ainda que existam alguns amonóides do Permiano com suturas também deste tipo (Clarkson, 1996).

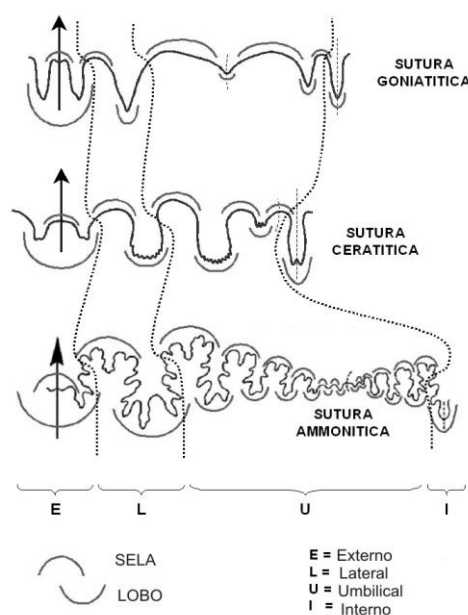


Fig. III. 13. Tipos de suturas nas conchas de amonóides (Fonte: Landman et al.,1996).

Em muitos amonóides do Paleozóico e Mesozóico a ontogenia da sutura foi descrita normalmente pela quebra das câmaras até a protoconcha e exposição das suturas e voltas internas. As primeiras suturas em todos os amonóides são menos complicadas que as últimas, e o conjunto da história do desenvolvimento de sutura madura pode ser traçada usando diagramas em série de sucessivas suturas. Talvez o maior valor da ontogenia sutural seja um desembaralhamento filogenético, especialmente nas formas do Paleozóico (Arkell, 1957).

Durante a ontogenia, em gêneros do Paleozóico e Mesozóico, os lobos primários e as selas aparecem primeiro, e normalmente a primeira e a segunda selas laterais são muito distintas. Ainda que estas persistam nas suturas adultas, lobos adventícios ou selas podem aparecer nas primeiras fases de crescimento, e eventualmente desenvolver-se tanto como os primários. O único meio para distinguir é remetê-los aos estágios iniciais (Clarkson, 1996).

As conchas dos moluscos bivalvíos são predominantemente de natureza calcária ou aragonítica. Possuem duas valvas com plano de simetria bilateral, aquelas com valvas iguais são ditas equivalves, ou seja, a taxa de adição do material é igual em todas as margens; quando as taxas são diferentes a forma varia sendo denominados inequivalves. Quando apresentam a região anterior e posterior com comprimentos semelhantes, são chamadas eqüiláteras e quando diferentes inequiláteras (Cox, 1969).

Externamente, a superfície valvar apresenta as linhas de crescimento sempre bem distinguíveis, (Fig. III. 14) que são linhas com posições subparalelas ao bordo da concha e que correspondem aos antigos bordos, os quais vão se tornando interiores, na medida do

crescimento da concha, pelo recobrimento de novas camadas de calcário. Pode-se observar o umbo, a parte saliente que cada valva apresenta na região dorsal e podem apresentar, externamente, ornamentações por: costelas, estrias, espinhos, nódulos entre outras (Cox, 1969).

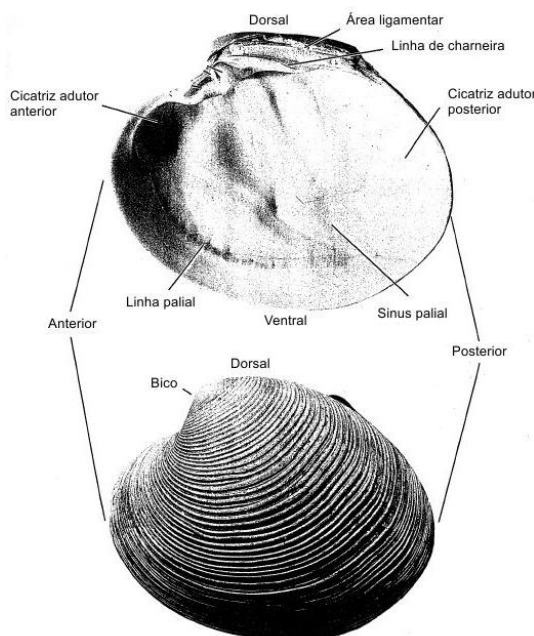


Fig. III. 14. Morfologia geral de um bivalvío com indicação das principais estruturas (Fonte: Cox, 1969).

A família de bivalvíos Inoceramidae, primeiramente evoluiu no Permiano e tornou-se extinta no fim do Mesozóico. Inoceramídeos transformaram-se em elementos dominantes de muitas comunidades do fundo marinho, e conseguiram a dispersão global durante o Jurássico e Cretáceo, especialmente durante intervalos de restrição bentônica do oxigênio. Muitos grupos parecem ter sido adaptados especificamente, em termos de anatomia e morfologia, e possivelmente através dos simbioses químicos, aos ambientes bentônicos quimicamente deteriorados (Harries et al., 1996).

Esta família apresenta também, uma ampla escala de formas em diferentes ambientes o que sugere tolerâncias ecológicas em nível de gênero e espécie. A maioria das espécies dos inoceramídeos teve uma distribuição intercontinental ou cosmopolita (Harries et al., 1996).

Além de sua ampla distribuição geográfica, os inoceramídeos evoluíram muito rapidamente, com espécie vivendo geralmente em intervalos de 0.2-0.5 M.a. Isto realça seu uso na bioestratigrafia, e contrasta-o às taxas evolucionárias normais dos demais bivalvíos que apresentam 2 milhões de anos ou mais (Cox, 1969).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

IV. 1. TAXONOMIA

Do material analisado da Formação Riachuelo, Bacia de Sergipe, Brasil foram identificados três gêneros e seis espécies da subordem Ammonitina e uma espécie da família de bivalvíos Inoceramidae. A organização taxonômica utilizada segue a sequência sugerida por White et al. (1996) para os amonóides e Cox (1969) para os bivalvíos. Para a indicação dos acervos foram utilizadas as siglas LPUFS para o Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Sergipe e DGEO-CTG-UFPE para o Departamento de Geologia da Universidade Federal de Pernambuco.

Filo MOLLUSCA Cuvier, 1758

Classe CEPHALOPODA Leach, 1817

Ordem AMMONOIDEA Von Zittel, 1884

Subordem AMMONITINA Hyatt, 1889

Superfamília ACANTHOCERATACEAE Grossouvre, 1894

Família BRANCO CERATIDAE Spath, 1934 (1900)

Subfamília MOJSISOVICZIINAE Hyatt, 1903

Gênero *Oxytropidoceras* Stieler, 1920

Espécie-tipo: *Ammonites roissyanus* Orbigny, 1841, p. 302

Diagnose: Voltas altas, moderadamente a muito comprimida; costelas únicas e ramificadas, estreitas e altas, arredondadas ou planas, com ou sem tubérculos; quilhas altas podem aparecer

bem antes das costelas; costelas podem desaparecer na parte posterior; sutura geralmente com inclinação oblíqua na primeira sela lateral (Wright et al., 1996).

Distribuição geográfica: Europa, Marrocos, Angola, África do Sul (Zuzuland), Madagascar, Paquistão, Estados Unidos (Califórnia e Texas), Peru, Colômbia, Venezuela, México e Brasil.

Distribuição temporal: Cretáceo Inferior (Albiano inferior – tardio)

Observações: As radiações sucessivas do gênero *Oxytropidoceras* entre os limites do Albiano médio inicial e superior inicial são bem restritas estratigraficamente, geograficamente e temporalmente (Cooper, 1982). Os subgêneros aceitos por Wright et al. (1996) são linhagens paralelas que evoluíram separadamente como *Manuaniceras* Spath, *Venezoliceras* Spath (com *Tarfayites* Collignon e *Benavidesites* Cooper como sinônimos), *Adkinsites* Spath, *Androiavites* Collignon, *Laraiceras* Renz, *Mirapelia* Cooper.

Oxytropidoceras buarquianum (White, 1887) Maury, 1936

Estampa I, figuras 1 e 2

- 1887 *Ammonites buarquianus* White, p. 222, est. 24, figs. 3-4.
- 1906 *Schloenbachia* cf. *roissyana* (d'Orbigny) Douvillé, p. 147, est. 4, fig. 3.
- 1906 *Schloenbachia* aff. *belknapi* (Marcou) Douvillé, p. 148, est. 2, fig. 4.
- 1921 *Schloenbachia* cf. *belknapi* (non Marcou) Douglas, p. 269, est. 17, figs. 1-2.
- 1921 *Schloenbachia* cf. *chihuahuensis* Bose, Douglas, p. 269, est. 17, fig. 3.
- 1936 *Oxytropidoceras buarquianum* (White) Maury, est. 19, figs. 2-3. 1943, Oliveira e Leonardos, est. 27, fig. 7. 1966, Young, p. 89, est. 38, figs. 1-3. 1970, Beurlen, p. 464, est. 5, figs. 1-2.
- 1936 *Oxytropidoceras colcanapi* Collignon, p. 182, est. 18, fig. 7.
- 1938 *Oxytropidoceras packardi* Anderson, p. 198, est. 50, fig. 1.
- 1947 *Oxytropidoceras douglasi* Knetchel, p. 106, est. 24, fig. 1-4.
- 1952 *Oxytropidoceras involutum* Beurlen, p. 162, fig. 3.
- 1970 *Oxytropidoceras* (*Manuaniceras*) *involutum* Beurlen, p. 465, est. 5, fig. 4.
- 1970 *Oxytropidoceras* sp. A, Beurlen, p. 464, est. 5, fig. 3.

Material estudado: Foram identificados ao todo 22 exemplares. São três espécimes da localidade Vassouras, números de tombamento LPUFS 1263, 1264, 1272; 19 exemplares da localidade Maruim, números de tombamento LPUFS 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1209, 1211, 1216, 1217, 1218, 1219 e DGEO-CTG-UFPE 128, 130, 131, 133, 134, 172, 1377, 1380.

Descrição: Concha involuta, diâmetro variando de 87-140 mm. Umbílico raso variando entre 0,23-0,29 mm, altura da última volta com média de 0,48 mm. Flancos pouco abaulados, flanco externo estreito, caracterizando-se por uma quilha em forma de lâmina fina com espessura igual da base ao topo que pode chegar a 10 mm de altura. Com 15 a 18 costelas por

meia-volta, moderadamente sigmoidais, assimétricas, com o flanco anterior íngreme e o posterior com declive suave, as costelas iniciam fracas na margem umbilical e se tornam reforçadas junto a quilha, espaços intercostelares da mesma largura que as costelas, morfometria especificada da tabela IV. 1.

Tabela IV. 1. Medidas (cm) de *Oxytropidoceras buarquianum* das localidades Vassouras e Maruim.

LPUFS	Diâmetro	Diâmetro umbilical	Altura da volta	Largura da volta
1263	--	--	4,5	2,0
1264	--	--	4,5	2,0
1272	Molde externo			
1201	--	--	4,0	2,0
1202	--	--	4,0	3,0
1203	--	--	3,6	2,0
1204	--	--	3,5	2,0
1205	11,0	2,5	4,5	2,3
1209	Coquina			
1211	--	--	4,0	2,8
1216	10,0	2,5	4,0	--
1217	Molde externo			
1218	Fragmento, volta externa			
1219	--	--	4,5	3,5
DGEO	--	--	4,0	1,5
128	--	--	4,0	2,0
130	--	--	4,0	1,0
131	--	--	4,0	1,0
133	11,0	2,5	4,5	1,8
134	--	--	2,0	1,0
172	--	--	4,5	2,0
1377	--	--	4,0	1,0
1380	--	--	4,0	1,0

Discussão: *Oxytropidoceras buarquianum* espécie ilustrada por White (1887) prancha 24, figura 3 e 4, identificada no Brasil e depositada na coleção de invertebrados fósseis do Museu Nacional do Rio de Janeiro. Apresenta como principais características, voltas altas e estreitas, umbílico expansível, costelas únicas, íngreme oral e aboral, alarga-se rapidamente na metade ventral do flanco. Diferencia das demais espécies do gênero, pois no decorrer das fases ontogênicas, as costelas de *O. buarquianum* e *O. bravoense* não são achatadas em qualquer fase, o que acontece no *O. packardi*. Já os espécimes de *O. douglasi* consistem de espécies com costelas de forma mais grosseira, as vezes achatada nas extremidades externas, o que diferencia de *O. buarquianum*. *O. paucibuterculatum* Collingnon não possui a flexão da

costela do meio do flanco ventral e *O. colcanapi* tem um achatamento das nervuras da metade ventral do flanco não presente em *O. buarquianum*.

Ocorrência: A espécie é registrada no Brasil (White, 1887; Maury, 1936); Texas, E.U.A. (Yong, K. 1966) e Benguela, Angola (Tavares et al., 2007).

Oxytropidoceras sergipensis White, 1887

Estampa I, figuras 3 e 4

- 1936 *Pervinqueria sergipensis* Maury, p. 294, 236, est. 24, figs. 3-4.
 1942 *Oxytropidoceras sergipensis* Haas, p. 122, fig. 1-4. 2007, Tavares, p. 16, fig. 1-4.
 1952 *Oxytropidoceras mauryae* Beurlen, p. 162, figs. 3.
 1966 *Dipoloceras sergipense* Young, p. 20, 22, 24.
 1968 *Oxytropidoceras (Venezoliceras) sergipense* Renz, p. 630.
 1970 *Oxytropidoceras (Androiavites) mauryae* Beurlen, p. 468, est. 6, fig. 1.

Material estudado: Foram identificados 17 exemplares. São 12 espécimes da localidade Vassouras, números de tombamento LPUFS 1256, 1257, 1259, 1260, 1262, 1266, 1267, 1269, 1270, 1271, 1274, 1275 e 5 espécimes da localidade Maruim, números de tombamento LPUFS 207, 1211, 1213, 1214, 1215.

Descrição: Concha involuta, vista transversal oval, umbílico em torno de 0,25 mm do diâmetro, espessura da volta média de 0,5 mm da altura, volta moderadamente inflada. Margem umbilical rasa com flancos abaulados, flanco externo apresenta quilha média alta e fina. Ornamentação pouco pronunciada apresenta 12 costelas prosirradiadas por meia-volta, simples e inteiras, que iniciam na margem umbilical, se reforçam nos flancos e desaparecem ventrolateralmente, morfometria tabela IV. 2.

Tabela IV. 2. Medidas (cm) de *Oxytropidoceras sergipensis* das localidades Vassouras e Maruim.

	Diâmetro	Diâmetro umbilical	Altura da volta	Largura da volta
Localidade Vassouras				
LPUFS 1256	Molde externo			
1257	--	--	4,5	--
1259	--	--	4,0	2,5
1260	6,0	2,5	2,0	1,0
1262	--	--	3,5	2,0
1266	--	--	2,5	--
1267	--	--	3,8	2,0
1269	--	--	2,5	1,0
1270	--	--	2,5	1,0
1271	--	--	2,5	1,2
1274	--	--	3,0	--
1275	--	--	--	--

Localidade Maruim				
LPUFS 1206	--	--	3,7	2,2
1207	--	--	2,0	4,0
1211	--	--	1,8	2,8
1213	--	--	5,5	2,5
1214	--	--	4,7	2,0
1215	--	--	3,0	2,0

Discussão: *Oxytropidoceras sergipensis* White apresenta costelas retorradiadas enquanto que seus contemporâneos *Oxytropidoceras buarquianum* White, apresenta costelas russirradiadas e *Oxytropidoceras packardi* White, apresenta costela falcóide. O espaço intercostelar em *O. sergipensis* é maior que a costela, enquanto que *O. buarquianum* tem a mesma largura e *O. packardi* o espaço intercostelar é inferior. A quilha em *O. sergipensis* é retangular, enquanto que em *O. buarquianum* é triangular e *O. packardi* oval.

Ocorrência: A espécie é registrada no Brasil (White, 1887; Maury, 1936); na Nigéria, Reyment (1955) e em Angola (Tavares et al., 2007).

Subfamília MORTONICERATINAE Douvillé, 1912

Gênero *Elobiceras* Spath, 1921

Espécie-tipo: *Schloenbachia elobensis* Szajnocha, 1885, p. 235

Diagnose: Bastante evoluta e comprimida, com numerosas clavi ou entalhe espiral nas costelas, costelas prossirradiadas com grande número de tubérculos espirais e uma quilha (Haas, 1942).

Distribuição geográfica: Angola, Índia, Nigéria e Estados Unidos.

Distribuição temporal: Albiano tardio.

Elobiceras lobitoense Spath, 1922

Estampa II, figuras 1 e 2

1942 *Elobiceras lobitoense* Haas, p. 120, fig. 3-4. 2007, Tavares, p. 15, fig. 1-3.

1955 *Schloenbachia elobensis*, Reyment, p. 235, est. 4, fig. 1.

1967 *Elobiceras* sp.A, Beurlen, p. 18, fig. 1-2.

Material estudado: Foram identificados 12 exemplares. São 8 espécimes da localidade Carapeba, número de tombamento LPUFS 1286, 1287, 1288, 1289, 1292, 1295, 1320, 1324 e 4 espécimes da localidade Maruim, número de tombamento LPUFS 1303, 1304, 1311, 1314.

Descrição: Concha involuta, seção transversal oval, espira de tamanho médio com diâmetro entre 110 a 120 mm, um fragmento mais completo, aproximadamente 116 mm. Umbílico moderadamente íngreme, com passagem gradativa para os flancos, pouco abaulados, variando de 0,35 a 0,40 mm diâmetro. Ornamentação com presença de quilha; tubérculos ventro-laterais; 17 a 18 costelas simples por meia volta, começam como ligeira ondulação na borda umbilical e se alargam e reforçam até atingirem a porção ventro-lateral, seguem orientação prossirradiada e ligeiramente sigmóides; os espaços intercostais têm as mesmas larguras das costelas; sobre cada costela existe cerca de 10 costelas espirais e equidistantes entre si, sendo as costelas umbilicais menores e as ventro-laterais maiores, morfometria tabela IV. 3.

Tabela IV. 3. Medidas (cm) do *Elobiceras lobitoense*, das localidades Maruim e Carapeba.

	Diâmetro	Diâmetro umbilical	Altura da volta	Largura da volta
Localidade Maruim				
LPUFS 1303	--	--	2,0	2,3
1304	--	--	3,5	2,5
1311	--	--	2,0	3,0
1314	9,0	3,0	2,0	3,5
Localidade Carapeba				
LPUFS 1286	--	--	3,5	3,0
1287	--	--	3,5	--
1288	9,5	3,4	3,8	3,0
1289	9,8	3,3	3,5	3,0
1292	--	--	3,5	2,5
1295	--	--	3,5	3,0
1320	Molde externo			
1324	Molde externo			

Discussão: Os exemplares aqui descritos estão de acordo com material publicado por Haas (1942) que identificou a espécie em Angola. Apresenta concha involuta, seção transversal oval, ornamentação com presença de quilha e tubérculos ventro-laterais. Beurlen G. (1967) citou a ocorrência de *Elobiceras* para a Bacia de Sergipe, mas não identificou a espécie denominando-as: *Elobiceras* sp. A e *Elobiceras* sp. B, o material aqui descrito é semelhante a *Elobiceras* sp. A. Tavares et al. (2007) registraram a ocorrência de *Elobiceras lobitoense* em um trabalho bioestratigráfico na Bacia de Benguela em Angola. *E. conditum* difere de *E. lobitoense* por não apresentar os tubérculos ventrais, a quilha ser quadrangular e a seção transversal circular.

Ocorrência: A espécie é registrada em Angola (Haas, 1942, Tavares et al., 2007) e Nigéria (Reyment, 1955).

Elobiceras raymondi Haas, 1942
Estampa II, figuras 3 e 4

1942 *Elobiceras raymondi* Haas, p. 123, fig. 1-4. 2007, Tavares, p. 15, fig. 4-6.
1967 *Elobiceras* sp. B, Beurlen, p. 18, fig. 3-4.

Material estudado: Foram identificados ao todo 14 exemplares. São 10 espécimes da localidade Carapeba, números de tombamento LPUFS 1291, 1293, 1294, 1300, 1317, 1320, 1321, 1322, 1323, 1324 e quatro espécimes da localidade Maruim, LPUFS 1301, 1302, 1309, 1313.

Descrição: Concha involuta, seção transversal oval com a maior espessura aproximadamente na metade do flanco; umbílico com diâmetro em torno de 0,25 mm, declive umbilical íngreme, passando gradativamente aos flancos muito pouco abaulados. Ornamentação constitui-se de costelas fortes, irregulares, simples, radiais ou ligeiramente prosirradiadas, às vezes com débil curvatura sigmóide, iniciam-se muito fracas na margem umbilical, nos flancos já são bem largas e altas, na região ventro-lateral terminam em um tubérculo bem destacado, com ornamentação levemente espiral, entre esse tubérculo ventro-lateral e a margem umbilical ocorre em cada costela pelo menos 11 tubérculos alongados em espiral, muito fracos; espaços intercostais iguais ou maiores que as costelas, morfometria na tabela IV. 4.

Tabela IV. 4. Medidas (cm) do *Elobiceras raymondi* das localidades Maruim e Carapeba.

	Diâmetro	Diâmetro umbilical	Altura da volta	Largura da volta
Localidade Maruim				
LPUFS 1301	--	--	4,5	2,0
1302	--	--	4,6	2,5
1309	--	--	4,5	2,0
1313	--	--	--	--
Localidade Carapeba				
LPUFS 1291	--	--	4,0	--
1293	--	--	5,0	--
1294	Molde externo			
1300	Molde externo			
1317	Fragmento volta externa			
1320	Molde externo			
1321	--	--	4,2	2,4
1322	--	--	4,1	2,5
1323	--	--	4,3	2,0

Discussão: Beurlen G. (1967) citou a ocorrência de *Elobiceras* para a Bacia de Sergipe, não identificou a espécie denominando-as: *Elobiceras* sp B, que é semelhante ao material aqui descrito. *E. lobitoense* difere de *E. raymondi* pelos seguintes caracteres: grau de involução mais pronunciado, menor número de costelas por volta, costelas mais retas e em disposição um pouco irregular, com os espaços intercostais às vezes bem maiores que as costelas, além disso as costelas são mais fortes e altas em *E. raymondi* e o nódulo ventro-lateral bem mais pronunciado. Nos espaços costais, em corte transversal apresenta forma retangular.

Ocorrência: A espécie é registrada em Angola (Haas, 1942, Tavares et al., 2007).

Gênero *Mortoniceras* Meek, 1876

Espécie-tipo: *Ammonites vespertinus* Morton, 1834

Diagnose: Mais ou menos evoluta, seção marginal da volta quadrada, reto-angular ou trapezoidal, costelas normalmente fortes, mas podem enfraquecer ou fortalecer na câmara corporal, com umbílico proeminente e normalmente com tubérculos ventro-laterais pelo menos em algum estágio de crescimento, um ou dois tubérculos laterais externo as vezes pode ocorrer, quilha alta ou baixa (Wright et al., 1996).

Distribuição geográfica: Europa, África, Índia, América do Norte, América do sul e Madagascar (Wright et al., 1996).

Distribuição temporal: Cretáceo superior.

Mortoniceras sergipensis White, 1887

Estampa III, figuras 1 e 2

1887 *Mortoniceras sergipensis* White, p. 221, est. 24, fig. 1,2. 2007, Tavares, p. 16, fig. 1-4.

1930 *Pervinquiera sergipensis* Maury, p. 294, est. 12, fig. 1-4.

1967 *Mortoniceras* sp A Beurlen, p. 242, est. 23, fig. 1-2.

Material estudado: Foram identificados 30 exemplares da localidade Varzinha, números de tombamento LPUFS 5534, 5535, 5536, 5537, 5538, 5539, 5540, 5541, 5576, 5577, 5578, 5579, 5580, 5581, 5582, 5583, 5584, 5585, 5586, 5587, 5588, 5589, 5590, 5591, 5592, 5593, 5594 e DGEO – CTG – UFPE 129, 1401, 1382.

Descrição: Concha pouco involuta, seção transversal retangular nos espaços costelares e retangular arredondado nos espaços intercostelares, tamanho médio com 120 mm de diâmetro, entre 50-75 mm para as voltas internas (Tabela IV. 5). Diâmetro do umbílico 0,40 mm,

espaços intercostais sem ângulo nos flancos sendo pouco abaulados, já na costela o ângulo é reto, pouco convergente para cima destacando-se o lado ventral muito bem dos flancos. Altura está entre 0,35 - 0,40 do diâmetro, a altura da volta ultrapassa a espessura, com valores entre 0,82 - 0,92. O lado externo é largo, com ligeira depressão nos espaços intercostais, na parte média há uma estreita e nítida quilha. Ornamentação consiste em 17 a 18 costelas quase radiais por meia volta em casos excepcionais ocorrem 20 ligeiramente protoradiadas e/ou sigmóides, as costelas começam sempre na margem umbilical, se intercalam com costelas bifurcadas que iniciam nos flancos; em cada costela, presença de nódulo no umbílico, no início do último terço da altura há um tubérculo lateral e na parte ventrolateral no qual terminam as costelas, morfometria tabela IV. 5.

Tabela IV. 5. Medidas (cm) de *Mortoniceras sergipensis* da localidade Varzinha.

	Diâmetro	Diâmetro umbilical	Altura da volta	Largura da volta
LPUFS 5534	--	--	3,0	2,5
LPUFS 5535	6,0	2,5	2,7	1,0
LPUFS 5536	5,0	2,0	3,0	2,3
LPUFS 5537	4,0	3,0	2,5	1,0
LPUFS 5538	6,0	2,5	3,0	2,5
LPUFS 5539	5,0	3,0	2,7	1,0
LPUFS 5540	4,0	2,0	3,0	1,6
LPUFS 5541	5,0	2,5	2,8	1,0
LPUFS 5576	4,0	3,0	3,0	2,5
LPUFS 5577	6,0	2,0	2,4	1,0
LPUFS 5578	6,0	2,5	3,0	2,7
LPUFS 5579	5,0	3,0	2,3	1,0
LPUFS 5580	5,0	2,0	3,0	1,5
LPUFS 5581	4,0	2,5	2,7	1,0
DGEO-CTG-UFPE 129	5,0	2,3	2,5	1,5
DGEO-CTG-UFPE 1401	5,0	2,6	2,4	1,8

Discussão: White (1887) identificou a espécie no Brasil. Beurlen G. (1967) realizou um trabalho taxonômico, no entanto, não teve elementos suficientes para identificação em nível de espécie, então denominou o fóssil como *Mortoniceras* sp. A. *Mortoniceras sergipensis* apresenta concha pouco involuta, seção transversal retangular nos espaços costelares e retangular arredondado nos espaços intercostelares diferem de *Mortoniceras rostratum* que apresentam maior número de costelas, são prossirradiadas e sigmoidais, tem maior espessura da volta, nitidamente abaixo da metade da altura, flancos planos e convergentes para o lado ventral, com corte transversal da volta trapezoidal.

Ocorrência: A espécie é registrada no Brasil, White (1887), Beurlen K. (1968) e Angola, Tavares et al. (2007).

Mortoniceras rostratum Sowerby, 1817

Estampa III, figura 3 e 4

1887 *Mortoniceras rostratum* White p. 221, est. 25, fig. 3-4. 1998 Kennedy, p. 9, fig. 1-4. 1998, Matsumoto, p. 9, fig. 1-2. 2007, Kennedy, p. 8, fig. 1-4. 2007, Tavares, p. 16, fig. 5-8.
1968 *Mortoniceras* sp. B, Beurlen p. 242, est. 23, fig. 3-5.
1997 *Mortoniceras rotundum* Gallemi, p. 10, est. 1, fig. 1-2.

Material estudado: Foram identificados 18 exemplares, 5289, 5290, 5291, 5292, 5293, 5294, 5295, 5296, 5297, 5298, 5299, 5300, 5301, 5302, 5303, 5304, 5305, 5306; localidade Usina Varzinha.

Descrição: Concha evoluta, com pequena sobreposição de voltas, largura do umbílico um pouco ampliado, flancos planos ligeiramente convergentes na região anterior. Ornamentação composta por 24 costelas por meia volta, todas primárias, surgem na parede umbilical alongada para dentro da bullae elevando-se na região umbilical, fortes, distantes, prossirradiada, levemente côncava nos flancos. Possuem bullae lateral forte e clavav ventrolaterais proeminentes, apresentam uma forte quilha sifonal, morfometria tabela IV. 6.

Tabela IV. 6. Medidas (cm) de *Mortoniceras rostratum* da localidade Varzinha.

	Diâmetro	Diâmetro umbilical	Altura da volta	Largura da volta
LPUFS 5289	--	--	1,5	1,0
LPUFS 5290	--	--	0,8	0,5
LPUFS 5291	1,5	1,0	1,2	1,2
LPUFS 5292	2,0	0,9	0,8	0,8
LPUFS 5293	1,8	0,8	1,4	1,0
LPUFS 5294	2,0	0,9	0,4	0,9
LPUFS 5295	1,9	0,8	1,4	1,0
LPUFS 5296	2,1	0,8	0,8	0,8
LPUFS 5297	2,2	1,0	1,5	1,0
LPUFS 5298	2,3	0,9	0,6	0,9
LPUFS 5299	1,9	1,0	1,5	1,0
LPUFS 5300	2,0	0,8	0,5	0,8
LPUFS 5301	1,8	1,2	1,5	1,0
LPUFS 5302	1,9	0,8	0,6	0,9
LPUFS 5303	2,0	1,0	1,5	1,0
LPUFS 5304	2,1	0,9	0,9	0,8

Discussão: *Mortoniceras rostratum* Sowerby 1817 difere de *Mortoniceras sergipensis* White 1887, pelo maior número de costelas, que são mais prossirradiadas e sigmoidais, apresentam maior espessura da volta, nitidamente abaixo da metade da altura, flancos planos e convergentes para o lado ventral, com corte transversal da volta trapezoidal, e pela evolução aparentemente um pouco mais acentuada. *Mortoniceras maroimense* Maury, 1936 apresenta a concha mais evoluta, com o umbílico com cerca de 0,51 mm do diâmetro, com menor número de costelas, ornamentação muito mais simples e mais discoide. *Mortononiceras arietiforme* Spath tem mesmo número de costelas, no entanto são bem prosocostadas e sigmoidais, com espaços intercostelares mais largos que as costelas, com espira relativamente involuta, quase discoide e corte transversal das voltas oval.

Ocorrência: A espécie é registrada na Espanha (Gallemi et al., 1997); Estados Unidos (Kennedy et al., 1999), Japão (Matsumoto et al., 1998), França (Kennedy & Latil, 2007), Angola (Tavares et al. 2007).

Classe BIVALVIA (Buonanni, 1681) Linné, 1758

Subclasse PTERIOMORPHA Beurlen, 1944

Ordem PTERIOIDA Newell, 1965

Superfamília PTERIACEA Gray, 1847 (1820)

Família INOCERAMIDAE Giebel, 1852

Gênero NEOCOMICERAMUS Pokhialainen, 1972

Espécie-tipo: *Inoceramus neocomiensis* – d'Orbigny, 1845, p. 503, pl. 403, figs. 1, 2. (apud Lazo, 2006).

Diagnose: Contorno subcircular a subquadrado, subequivalve a inequivalve, com válvula esquerda mais convexa do que valva direita; ligamento opistógiro multivincular ocupando a maior parte da área do ligamento, quase perpendicular à comissura, comprimento da concha mais curto que o total, espaços retangulares em número reduzido (10), interespaços estreitos e côncavos; musculatura desconhecida (Cox, 1969).

Distribuição geográfica: Cosmopolita (Cox, 1969).

Distribuição estratigráfica: Hauteriviano ao Albiano com uma possível extensão no Valanginiano (Pokhialainen, 1969).

Espécies: *N. curacoensis* Weaver, 1931, *N. anglicus* (Woods, 1911); *N. borealis* Glazunova, 1973, *N. gusselkaensis* Glazunova, 1973, *N. maedae* Hayami, 1960, *N. obtusus* Glazunova, 1973; *N. subneocomiensis* Glazunova, 1973 e *N. volgensis* Glazunova, 1973.

Neocomiceramus anglicus Woods, 1911

Estampa IV, figuras 1 e 2

- 1911 *Inoceramus anglicus* Woods, p. 264, fig. 29.
 1961 *Inoceramus anglicus* Woods, Imlay, p. 52, est. 9, figs. 4-6; est. 10, fig. 9.
 1965 *Inoceramus* cf. *anglicus* Woods, Pergmant, est. 3, fig. 2.
 1965 *Inoceramus* sp. aff. *anglicus* Woods, Pergment, est. 6, fig. 4.
 1973 *Inoceramus anglicus* Woods, Glazunova, p. 49, est. 19, fig. 4; est. 21, figs. 1-2.
 1985 *Inoceramus* sp. aff. *anglicus* Woods, Crame, est. 56, fig. 9.

Material estudado: Foram identificados nove exemplares. Sendo dois da localidade Vassouras, números de tombamento LPUFS 2524, 2693 e sete da localidade Maruim, números de tombamento 2694, 2695, 2696, 2697, 2698, 2699, 2700.

Descrição: Concha fina, inflada na região anterior, diminuindo gradativamente em direção a margem posterior, inequilateral, subcircular, convexidade moderada a alta. Umbo prosógiro, ornamentado por costelas concêntricas em alto relevo, presentes em toda a espessura da concha, separadas por intervalos que aumentam ventralmente. Charneira sem dentes e fossetas ligamentares bem desenvolvidas; área ligamentar plana, ligamento multivincular, margem ventral do ligamento crenulada, resilífero retangular e unisserial. Os exemplares, LPUFS 2696 e 2697 apresentam a região umbonal quebrada. Nove dos exemplares analisados possuem a concha preservada. A variação morfométrica é demonstrada na tabela IV. 7, à dimensão máxima do umbo até a extremidade ventral (H) está entre 43-86,5 mm; a espessura (T) de 19 a 23 mm; o tamanho da linha de articulação (HL) variou entre 15-43 mm; o comprimento (l) entre 39-77,8 mm e a altura (h) está entre 45 -72,5 mm. A variação ontogenética que é dada pela razão l/h variou entre 0,75% a 1,03%.

Tabela IV. 7. Medidas (cm) de *Neocomiceramus anglicus* das localidades Maruim e Vassouras.

Nºcoleção	α	β	H	T	HL	l	h	l/h
LPUFS 2524	110°	54,0°	86,5	23,7	42,0	75,2	72,8	1,03
LPUFS 2693	111,5°	60,0°	80,0	21,8	40,0	77,8	--	--
LPUFS 2694	137,0°	69,0°	61,0	21,0	43,0	60,0	65,0	0,92
LPUFS 2695	130,0°	68,0°	43,0	19,0	16,0	44,0	47,0	0,93
LPUFS 2696	--	--	40,4	10,32	16,5	44,4	--	--
LPUFS 2697	--	--	45,0	20,0	15,0	39,0	45,0	0,86
LPUFS 2698	--	52,0°	63,0	19,0	30,0	56,0	65,0	0,86
LPUFS 2699	80,0°	28,0°	80,0	21,8	40,0	77,8	--	--
LPUFS 2700a	--	--	55,0	22,0	35,0	54,0	70,0	0,77
LPUFS 2700b	--	--	60,0	22,0	35,0	53,0	70,0	0,75

α : ângulo entre a margem anterior e a linha de articulação; β : ângulo do umbo; δ : ângulo entre a margem posterior e a linha de articulação; **H**: dimensão máxima do umbo até a extremidade ventral; **T**: espessura; **HL**: linha de articulação; **l**: comprimento; **h**: altura.

Discussão: A maioria das espécies de inoceramídeos foram cosmopolitas durante este intervalo. De acordo com Kauffman (1975) essa grande dispersão se dá a partir das suas larvas que eram relativamente de vida longa, permitindo assim uma distribuição rápida e ampla. Woods (1911) descreve duas espécies precursoras do processo de evolução dos inoceramídeos que resultou em vários grupos que Crame (1985) redefiniu e Lazo (2006) fez nova classificação, uma delas o “*Inoceramus*” *anglicus* é a espécie tipo do que hoje é conhecido como *Neocomiceramus anglicus* que possui concha fina, subcircular, ornamentada por costelas concêntricas, umbo prosógiro, margem ventral do ligamento crenulada conforme descrição de Woods (1911), Matsumoto (1984), Crame (1985) e Lazo (2006). Os exemplares de *Neocomiceramus* da Bacia de Sergipe diferem dos demais gêneros de inoceramídeos do Cretáceo inferior nos seguintes aspectos: *Actinoceramus* é diferenciado porque tem escultura marginal, radial e/ou dobras oblíquas; *Anopaea* tem uma concha alongada, piriforme; *Coloniceramus* é caracterizado por possuir concha grossa e quase lisa, uma tabela comparativa entre os gêneros é ilustrada em Crame (1985). De acordo com Lazo (2006) o ligamento de *N. anglicus*, como figurado por Woods (1911, pl. 45, fig. 8b) é muito semelhante ao ligamento de *N. curacoensis*. No entanto tem o dobro em relação ao plano comissural, ocupa a maior parte da área do ligamento e tem resilífero retangular, embora tenha inter-espacos antero-posteriormente apertados e um número maior de espacos.

Ocorrência: A espécie é registrada na Inglaterra (Woods, 1911), Angola (Matsumoto, 1984), Antártica (Crame, 1985), Alemanha (Lehman et al., 2007) e Argentina (Olivero et al., 2009).

IV. 2. BIOESTRATIGRAFIA DA FORMAÇÃO RIACHUELO COM BASE EM AMONÓIDES

O zoneamento bioestratigráfico foi elaborado com base na fauna de amonóides presentes nas seções analisadas na sua região de ocorrência. Constatou-se uma sucessão de associações faunísticas típicas em função do surgimento e/ou desaparecimento das espécies. Esta sucessão se estabelece a partir de paleoeventos biológicos revelados por um conjunto de quatro seções estudadas. De acordo com Wright et al. (1996), os gêneros são distribuídos da seguinte maneira: *Oxytropidoceras* – Albiano inferior ao médio, *Elobiceras* – Albiano tardio, *Mortoniceras* – Albiano tardio.

No entanto é importante registrar a distribuição das espécies, nas diversas partes do mundo, pois estas fornecem uma maior precisão na distribuição temporal, como demonstra a tabela IV. 8.

Tabela IV. 8. Distribuição temporal das espécies da Formação Riachuelo no mundo.

Taxa		<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	<i>Elobiceras lobitoense</i>	<i>Elobiceras raymondi</i>	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	<i>Mortoniceras rostratum</i>
Autores		Nigéria, Reymont (1955) E.U.A., Yong (1966) Angola, Tavares et al. (2007)	Nigéria, Reymont (1955) Angola, Tavares et al. (2007)	Angola, Haas (1942) Nigéria, Reymont (1955) Angola, Tavares et al. (2007)	Angola, Haas (1942) Angola, Tavares et al. (2007)	Angola, Tavares et al. (2007)	Espanha, Gallelli et al. (1997) E.U.A., Kennedy et al. (1998) Japão, Matsumoto et al. (1998) França, Kennedy & Latil (2007) Angola, Tavares et al. (2007)
Albiano tardio	Final						
	Inicial						
Albiano médio	Final						
	Inicial						

IV. 2. 1. Albiano médio

***Oxytropidoceras* sp.**

O gênero *Oxytropidoceras* tem ampla distribuição geográfica e sua ocorrência temporal vai do Albiano inferior até o Albiano médio. Entretanto, sua presença no Brasil é dominada pela espécie *O. buarquianum*, a qual é restrita ao Albiano médio. As espécies desse gênero foram identificadas no Brasil pela primeira vez por White (1887).

Biozona *Oxytropidoceras buarquianum*

Espécie-índice: *Oxytropidoceras buarquianum* Maury, 1936

Tipo: Biozona de amplitude.

Seções de referência: Afloramentos Vassouras e Maruim inferior (Fig. IV. 1 e tabela IV.9).

Definição e subdivisões: A biozona é caracterizada pela ocorrência de *O. buarquianum* e *O. sergipensis*. A base está definida pela primeira ocorrência de *O. buarquianum*, no calcilutito do afloramento Vassouras, no intervalo entre o segundo e terceiro metro. O topo é marcado pelo desaparecimento da espécie no calcário oolítico do afloramento Maruim inferior no intervalo entre o primeiro e terceiro metro.

Limite de utilização do índice: Analisando a frequência das espécies nas localidades Vassouras e Maruim inferior é possível verificar que *O. buarquianum* é constante com 55% de ocorrência e *O. sergipensis* é comum com 45% de ocorrência, ausente nos demais afloramentos.

Potencial de correlação da espécie-índice: Bengtson (1979) designou a zona *Oxytropidoceras*. (*Mirapelia*) *buarquianum*, um zoneamento local para o Albiano médio do Brasil, embora ele não tenha citado qualquer informação da verdadeira extensão vertical das espécies índice, e nem os seus limites. Cooper (1982) considerou que a zona *Lyelli* usada para definir a base do Albiano médio esta representada na margem do centro-sul do Atlântico apenas pela fauna *O. (M.) buarquianum* e sua fauna associada. De acordo com Wright et al. (1996) as espécies identificadas nessas localidades são típicas do Albiano médio. Owen (1999) sugeriu a idade Albiano médio-final para a fauna *O. (M.) buarquianum*. Tavares et al. (2007) citaram a ocorrência de *O. buarquianum* como fóssil índice de uma subzona datada como Albiano médio na Bacia de Benguela, em Angola, considerando uma correlação confiável.

IV. 2. 2. Albiano tardio inicial

Zona *Elobiceras raymondi*

Espécie-índice: *Elobiceras raymondi* Haas, 1942

Tipo: Biozona de intervalo.

Seções de referência: Parte superior do afloramento Maruim e Pedreira Carapeba (Fig. IV. 1 e tabela IV. 9).

Definição e subdivisões: A biozona é caracterizada pela ocorrência de *Elobiceras raymondi* e *E. lobitoense*. A base é marcada pela primeira ocorrência de *E. raymondi* na parte superior do calcarenito da localidade Maruim, intervalo entre o terceiro e quarto metro. O topo é marcado pela última ocorrência desta mesma espécie no arenito da localidade Carapeba, entre o primeiro e terceiro metro.

Limite de utilização do índice: Analisando a frequência das espécies nas localidades Carapeba e Maruim superior é possível verificar que *E. raymondi* é constante com 53,8% de ocorrência e *E. lobitoense* é comum com 46,1% de ocorrência, estando ambos ausente nos demais afloramentos.

Potencial de correlação da espécie-índice: A idade atribuída é Albiano tardio inicial. Haas (1942) identificou *E. raymondi* para o Albiano de Angola, esta zona local observada na Formação Riachuelo, corresponde a zona *Mortoniceras (Mortoniceras) inflatum* proposta por Rawson et al. (1999) e Owen (1999) como padrão para a província Tetiana. Bem como se correlaciona com a subzona *E. conditum* proposta por Tavares et al. (2007) que reconheceram o referido horizonte na Bacia de Benguela, em Angola, como parte integrante da subzona *E. conditum* típico do Albiano tardio.

IV. 2. 3. Albiano tardio final

Zona *Mortoniceras rostratum*

Espécie-índice: *Mortoniceras rostratum* Sowerby, 1817

Tipo: Biozona de amplitude.

Seção de referência: Localidade Usina Varzinha (Fig. IV. 1 e tabela IV. 9).

Definição e subdivisões: A biozona é caracterizada pela ocorrência de *M. rostratum* e *M. sergipensis*. A base desta biozona é marcada pela primeira ocorrência de *M. rostratum* no

arenito entre o primeiro e segundo metro e o topo é marcado pelo desaparecimento da espécie a partir do segundo metro do mesmo afloramento.

Limite de utilização do índice: A idade atribuída é Albiano tardio inicial, analisando a frequência de ocorrência das espécies *M. sergipensis* apresenta-se constante com 62,5%, *M. rostratum* comum com 37,5% de amostragem.

Potencial de correlação da espécie: Pode ser correlacionado com a zona *Dipoloceras cristatum* a primeira zona do sistema de zoneamento da Bacia Anglo-Paris da Província Boreal. Segundo Reboulet et al. (2011) como o intervalo é marcado por uma renovação faunística, pode ser determinado nas demais províncias (Ártica e Tetiana) por *Mortoniceratinae* e *Stoliczkaeiinae*. Tavares et al. (2007) descreveram subzonas baseadas nos *Mortoniceratinae* para o Albiano tardio final da Bacia de Benguela, Angola.

Associação característica: Ocorrência de *M. sergipensis* e *M. rostratum*.

Analisando a rochas dos afloramentos percebe-se variação litológica, reflexo da variação do nível relativo do mar, nos 14 m analisados (Tabela IV. 9), sendo 5 m iniciais compostos por folhelhos, calcilutitos e dolomito representando depósitos de mar profundo, e os 7 m seguintes são compostos por arenitos ou arenito oolítico, representando depósito de mar raso em seguida nos 2 m finais presença de 2 m de calcilutito, voltando a depósitos de mar profundo.

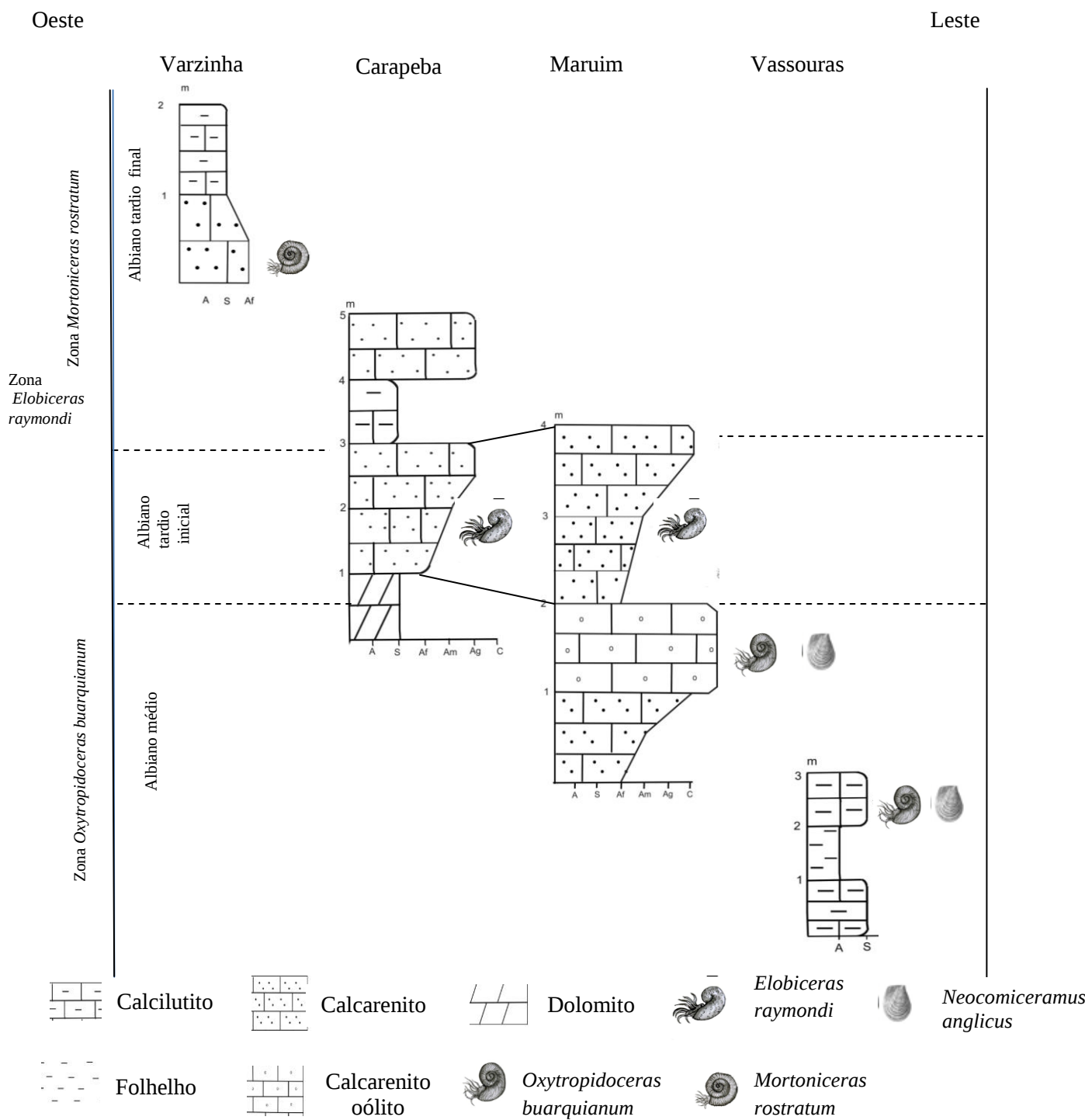
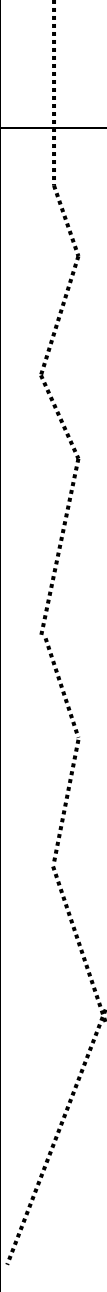
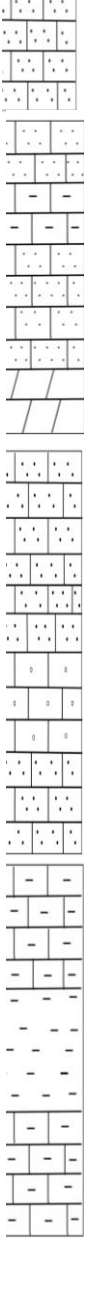


Fig. IV. 1. Biozoneamento da Formação Riachuelo com base em amonóides e inoceramídeo *N. anglicus*.

Tabela IV. 9. Zoneamento integrado mostrando idade, localidade, litologia e ocorrências das espécies de amonóides da Formação Riachuelo, Bacia de Sergipe.

ALBIANO					Idades	Amonóides		Bivalve
MÉDIO		TARDIO			Localidades	Variação do nível do mar	Litologia	
INICIAL	FINAL	INICIAL		FINAL				
VASSOURAS		MARUIM	CARAPEBA	VARZINHA				
					Baixo Alto			
								
							<i>O. buarquianum</i>	
							<i>O. sergipensis</i>	
							<i>E. lobitoense</i>	
							<i>E. raymondi</i>	
							<i>M. sergipensis</i>	
							<i>M. rostratum</i>	
<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>						<i>Mortonoceras rostratum</i>		
						<i>Elobiceras raymondi</i>		
							<i>Biozonas</i>	
							<i>N. anglicus</i>	

Sendo assim, com base na análise das seções estudadas foi possível estabelecer e caracterizar três biozonas: Zona *Oxytropidoceras buarquianum*, Albiano médio; Zona *Elobiceras raymondi*, Albiano tardio inicial e Zona *Mortoniceras sergipensis*, Albiano tardio final, como demonstrado na tabela IV. 10.

Tabela IV. 10. Proposta de biozoneamento para Formação Riachuelo com base em amonóides deste trabalho.

110.5 Ma	Idades	Biozonas	Espécies
	Albiano tardio	<i>Mortoniceras rostratum</i>	<i>Mortoniceras rostratum</i>
			<i>Mortoniceras sergipensis</i>
	Albiano Inicial	<i>Elobiceras raymondi</i>	<i>Elobiceras raymondi</i>
			<i>Elobiceras lobitoense</i>
	Albiano Médio	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>
113 M.a.			<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>

IV. 2.1. BIOESTRATIGRAFIA INTEGRADA: AMONÓIDES E INOCERAMÍDEOS

A presença do bivalvío *Neocomiceramus anglicus*, que possui importância bioestratigráfica, consolidou a idade Albiano médio atribuída às seções de referência estudadas na Formação Riachuelo. Trata-se da primeira ocorrência desta espécie para o Brasil e coincide com as camadas das biozonas estabelecidas para a Formação Riachuelo, ver tabela. IV. 11.

Tabela IV. 11. Distribuição temporal de *Neocomiceramus anglicus* no Brasil e em outros países.

Albiano			Andares	
Inferior	Médio	Superior		
			Brasil (Fm. Riachuelo)	Inoceramídeo
			Inglaterra (Woods, 1911)	
			Angola Matsumoto (1984)	
			Antartica Crame (1985)	
			Alemanha Lehman (2007)	
			Argentina Oliviero (2009)	

IV. 3. ASPECTOS TAFONÔMICOS E PALEOECOLÓGICOS DA FORMAÇÃO RIACHUELO

IV. 3.1. Tafonomia

Os principais aspectos tafonômicos e paleoecológicos, com base nos amonóides serão a seguir apresentados e contribuirão para a interpretação das assembleias fossilíferas do Albiano médio-final da Formação Riachuelo.

Na localidade Vassouras, idade Albiano médio inicial, foram analisados 10 exemplares, todos são moldes internos, apresentam fragmocones incompletos, ornamentação externa aparente, com leves alterações representadas por aplainamento de costelas (Fig. IV.2).

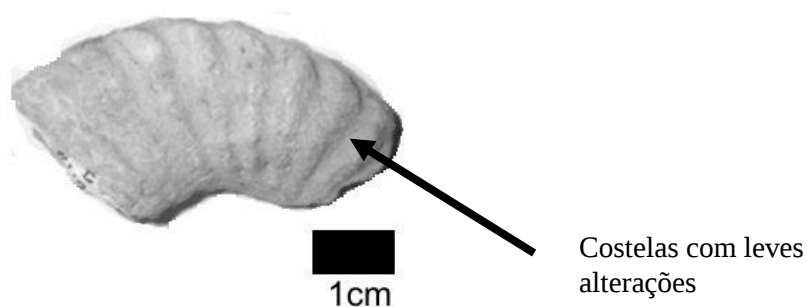


Fig. IV. 2. Exemplar LPUFS 1271, *Oxytropidoceras sergipensis*, Localidade Vassouras.

Na localidade Maruim inferior, Albiano médio tardio, foram analisados 20 exemplares, sendo 19 moldes internos e um externo, fragmocones incompletos, ornamentação externa aparente com alteração nas costelas, presença do sifúnculo com anéis conectivos no exemplar LPUFS 1213 (Fig. IV. 3) e compactação (aspecto diagenético) presente em sete exemplares.

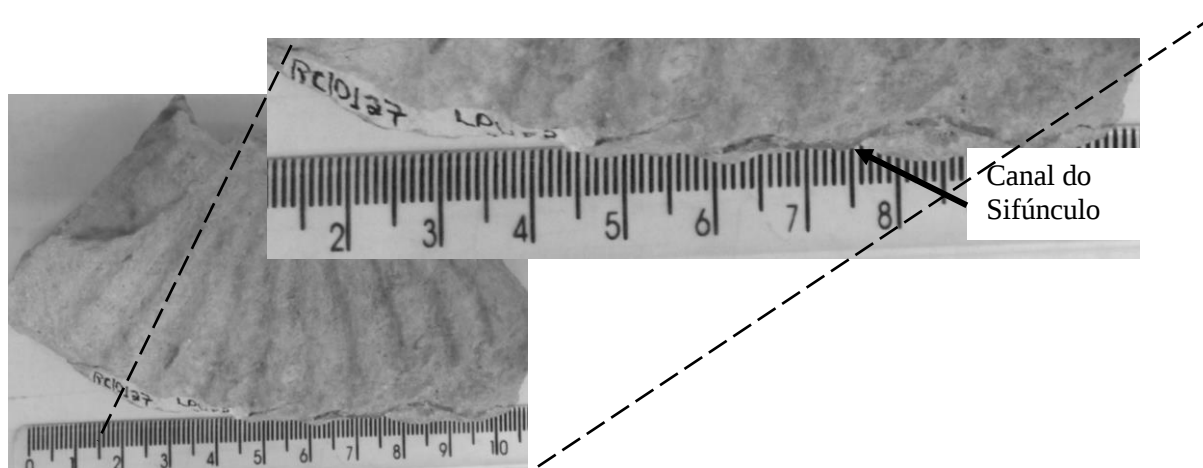


Fig. IV. 3. LPUFS 1213, *Oxytropidoceras* ilustrando canal do sifúnculo aparente.

Na Pedreira Carapeba, Albiano tardio inicial, foram analisados nove exemplares (moldes), um molde composto (Fig. IV. 4. a), com ornamentação externa e as suturas aparentes, seis fragmocones incompletos, e dois completos (Fig. IV. 4. b) com biválvios preservados na região umbilical, presença do sífúnculo sem os anéis conectivos em um exemplar.

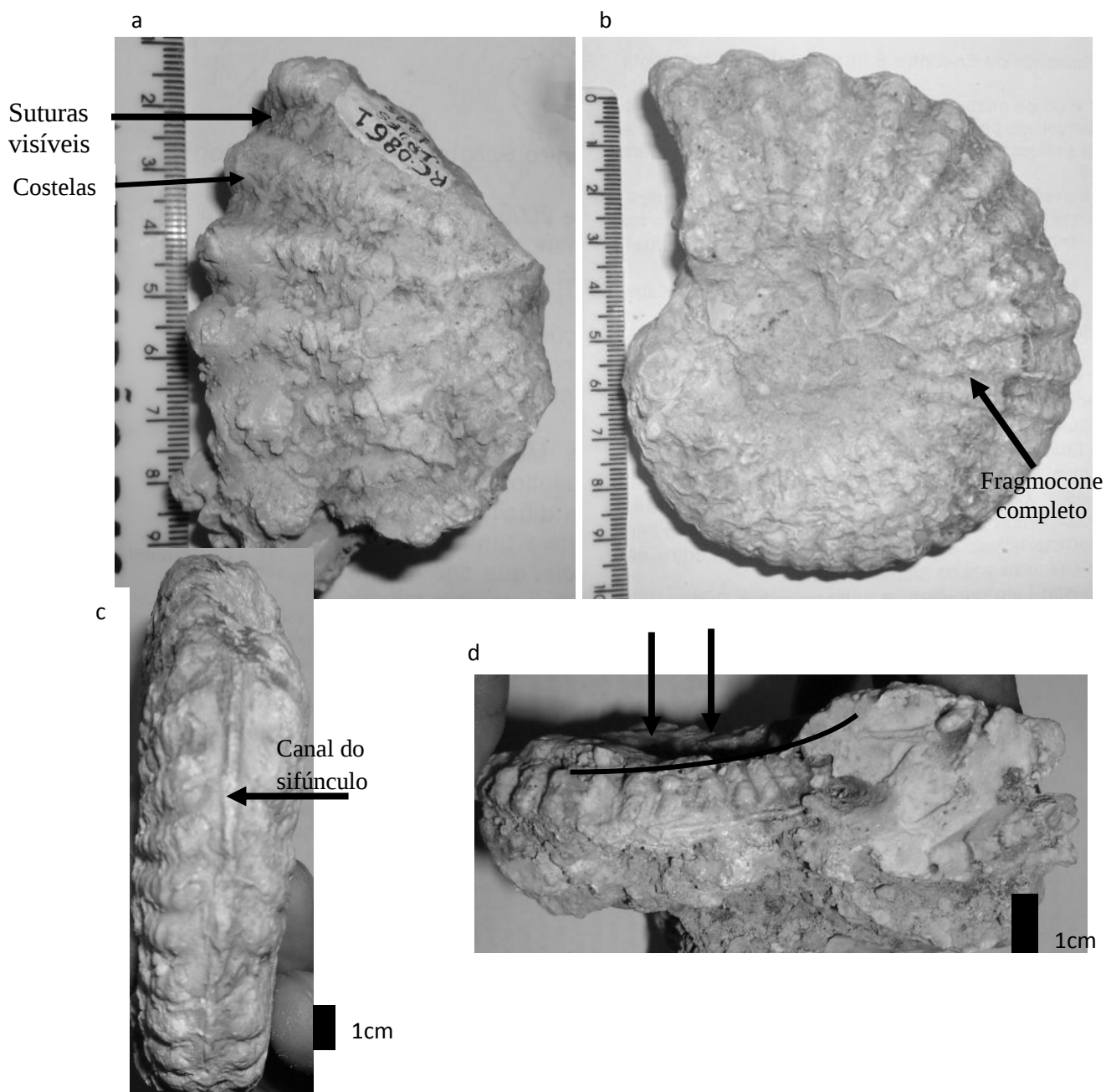


Fig. IV. 4. Exemplos da ação tafonômica na Pedreira Carapeba. a) LPUFS 1295 *Elobiceras*, molde composto, fragmocone incompleto. b) LPUFS 1288, *Elobiceras lobitoense*, fragmocone completo c) Seção transversal do exemplar LPUFS 1288, d) LPUFS 1289 *Elobiceras*, compactação do flanco esquerdo, seção transversal do exemplar.

Na localidade Varzinha, Albiano tardio final, foram analisados nove exemplares, todos moldes internos, com presença de fragmocones incompletos, com ornamentação externa aparente, sem alterações significativas, canal do sífúnculo aparente com anéis conectivos, compactação moderada no exemplar LPUFS 5577 (Fig. IV.5. b) uma vez que sua seção transversal se encontra alterada.

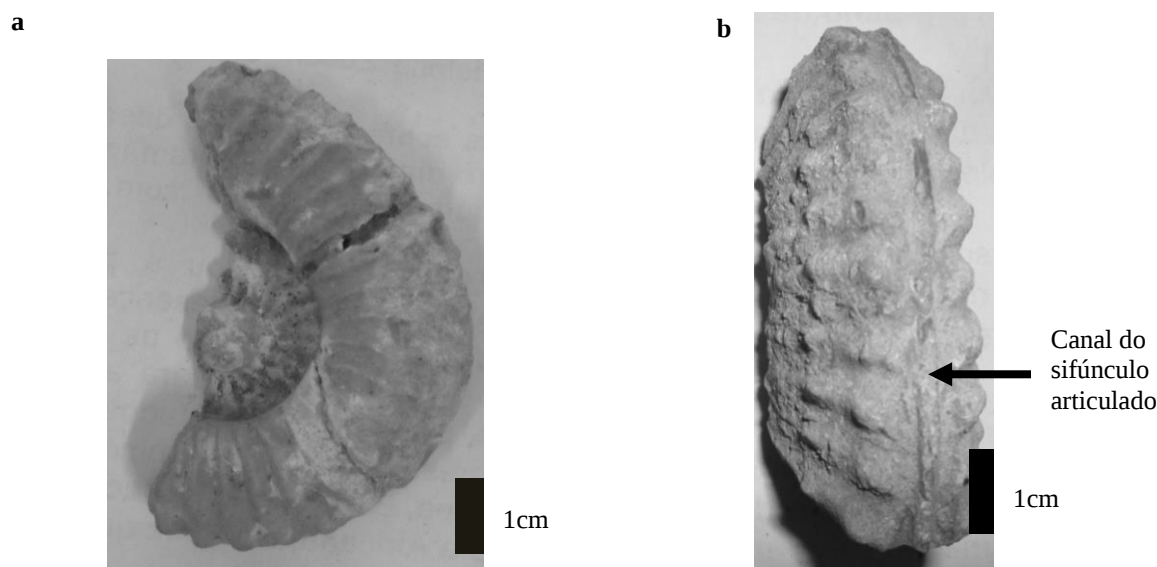


Fig. IV. 5. Exemplos da ação tafonômica na localidade Varzinha. a) LPUFS 5576 *Mortoniceras*, fragmocone incompleto. b) LPUFS 5577 *Mortoniceras* seção transversal, sífúnculo aparente.

O exemplar LPUFS 1289, proveniente da Pedreira Carapeba apresenta preenchimento da região umbilical por biválvio, tal preenchimento pode ter ocorrido após o soterramento. No entanto, a seção transversal da concha encontra-se irregular indicando sinais de compactação, e de exposição dessa área á interface água-sedimento (Fig. IV. 4. b).

Uma das evidências mais claras da atuação de correntes hidráulicas, desde a câmara de habitação até as câmaras mais internas é a presença de um canal sinuoso na superfície da vista ventral de moldes internos formados pela desarticulação dos anéis conectivos, que passa através dos septos e conecta as câmaras, (Fig. IV. 4. c) estrutura semelhante foi descrita por Fernández-López & Vega (1980).

Foram identificadas sete feições tafonômicas nos fósseis de amonóides da Formação Riachuelo, feições semelhantes foram reconhecidas por Fernández-López (1997) (Fig. IV. 6).

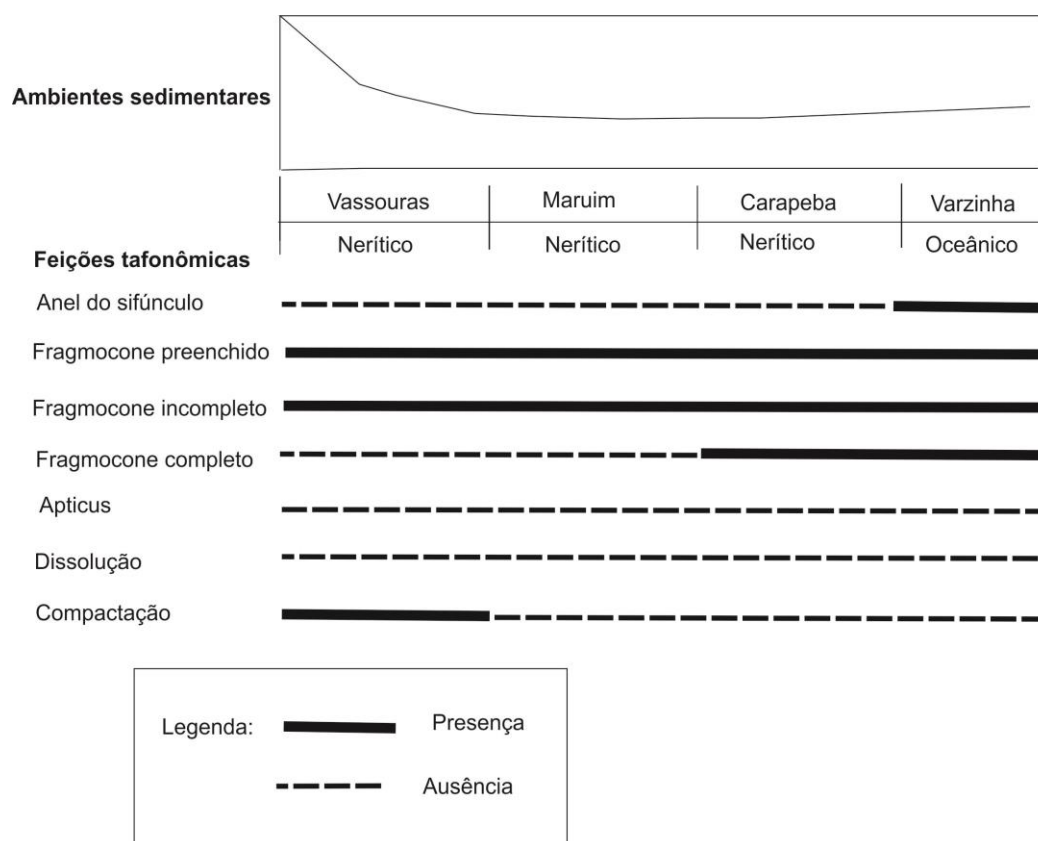


Fig. IV. 6. Principais feições tafonômicas observadas e suas inferências em relação aos paleoambientes sedimentares.

Analisando a conservação do sífunculo foram observados exemplares sem anéis conectivos, preenchidos por arenitos, indicando preenchimento sedimentar em ambiente turbulento, provenientes dos afloramentos Maruim e Pedreira Carapeba. Na localidade Varzinha, a presença do sífunculo com os anéis conectivos, preenchidos por calcilutitos, indica preservação em ambiente sedimentar mais calmo (Fig. IV. 5. b).

Avaliando o estado de preservação dos fragmacones, nas localidades Vassouras, Maruim inferior e superior constata-se a presença marcante de moldes incompletos, que indica ambiente mais turbulento. Nas localidades Carapeba e Varzinha, ocorrem misturas de fragmacones incompletos e completos, tais características indicam ambiente de menor turbulência.

Verificando a compactação, na localidade Varzinha, o exemplar LPUFS 5577 (Fig. IV. 5. b) apresenta o flanco direito menor que o esquerdo, resultado da ação gravitacional durante a fossilização, em consequência a concha apresenta alterações com seção transversal comprimida.

A ausência de apticus em todas as amostras indica que os processos de desarticulação-decomposição foram intensos e duradouros, típicos de ambientes oxigenados. Constata-se a

ausência de concha preservada em todas as amostras, pois a aragonita, que compõe as conchas de amonóides é um elemento químico menos estável que a calcita.

Foi possível observar nos depósitos da Formação Riachuelo: preenchimento sedimentar (fragmocones preenchidos), dissolução (ausência de conchas), desarticulação (ausência de apícus) e distorção tafonômica (estado de conservação do fragmocone e compactação).

Os fósseis são preenchidos, dissolvidos, desarticulados, no entanto, foram submetidos a distorções tafonômicas distintas. Os depósitos do Albiano médio, Vassouras e Maruim inferior apresentam fragmocones predominantemente incompletos, com alterações nas ornamentações que variam de médias a fortes. Do ponto de vista diagenético não apresentam compactação, indicando ambientes de maior energia.

Os depósitos do Albiano tardio, Carapeba e Varzinha apresentam mistura de fragmocones completos e incompletos, com leves desgastes na ornamentação, sífúnculo articulado em alguns exemplares e do ponto de vista diagenético encontram-se articulados, indicando um ambiente mais calmo. Tais características aproximam as assembleias a um ambiente sedimentar de plataforma continental.

De acordo com os mecanismos de alteração tafonômica foi reconhecido na Formação Riachuelo, nas localidades Vassouras, Maruim e Carapeba, aspectos típicos de ambiente nerítico, na localidade Varzinha verificou-se uma leve tendência a ambiente oceânico.

Conforme a classificação de concentração esqueletal, os depósitos da Formação Riachuelo foram gerados por fluxos de tempestades, uma vez que, os exemplares são moldes de fragmocones incompletos, apresentam abrasão leve e contém mistura de bioclastos bem preservados, embora raros.

Verificou-se nos afloramentos estudados, a abundância relativa de fósseis e a baixa diversidade específica, ocorrendo em localidades isoladas, o que de acordo com Beurlen G. (1967), permitem interpretar as assembleias como compostas por “formas flutuantes” que sofreram transporte, uma vez que, após a morte e decomposição da parte mole do animal flutuaram para o necroplâncton como formas alóctones.

IV. 3. 2. Paleoecologia

Quanto aos aspectos paleoecológicos dos amonóides na Formação Riachuelo foi possível diagnosticar os ambientes preferenciais dos mesmos com base na hidrodinâmica do organismo. As espécies *Oxytropidoceras buarquianum* e *Oxytropidoceras sergipensis*

apresentam seção transversal triangular, forma involuta e presença de ornamentação com costelas falcóides. *Elobiceras lobitoense* e *Elobiceras raymondi* se caracterizam por apresentar seção transversal retangular, vista lateral involuta e ornamentação com costela biconvexa. *Mortoniceras sergipensis* e *Mortoniceras rostratum* apresentam seção transversal arredondada, vista lateral evoluta e ornamentação com costelas sinuosas ver (Fig. IV. 7).

A forma oxicone presente em *Oxytropidoceras* e *Elobiceras* permite propulsão para migração horizontal, maior velocidade e manobrabilidade. Além disso, as conchas são mais espessas e ornamentadas, o que confere maior resistência ao material. Seus tamanhos variam de 5 a 10 cm, considerados de pequeno a médio porte, o que confere maior mobilidade. A forma evoluta presente em *Mortoniceras* permite migração vertical e horizontal.

Durante o Albiano médio e superior inicial as espécies apresentavam preferência hidrodinâmica para ambiente nerítico, mas durante o Albiano tardio ocorreu alteração e as espécies apresentavam preferência hidrodinâmica para ambiente oceânico, suportando maiores profundidades como demonstrado na Fig. IV. 8.

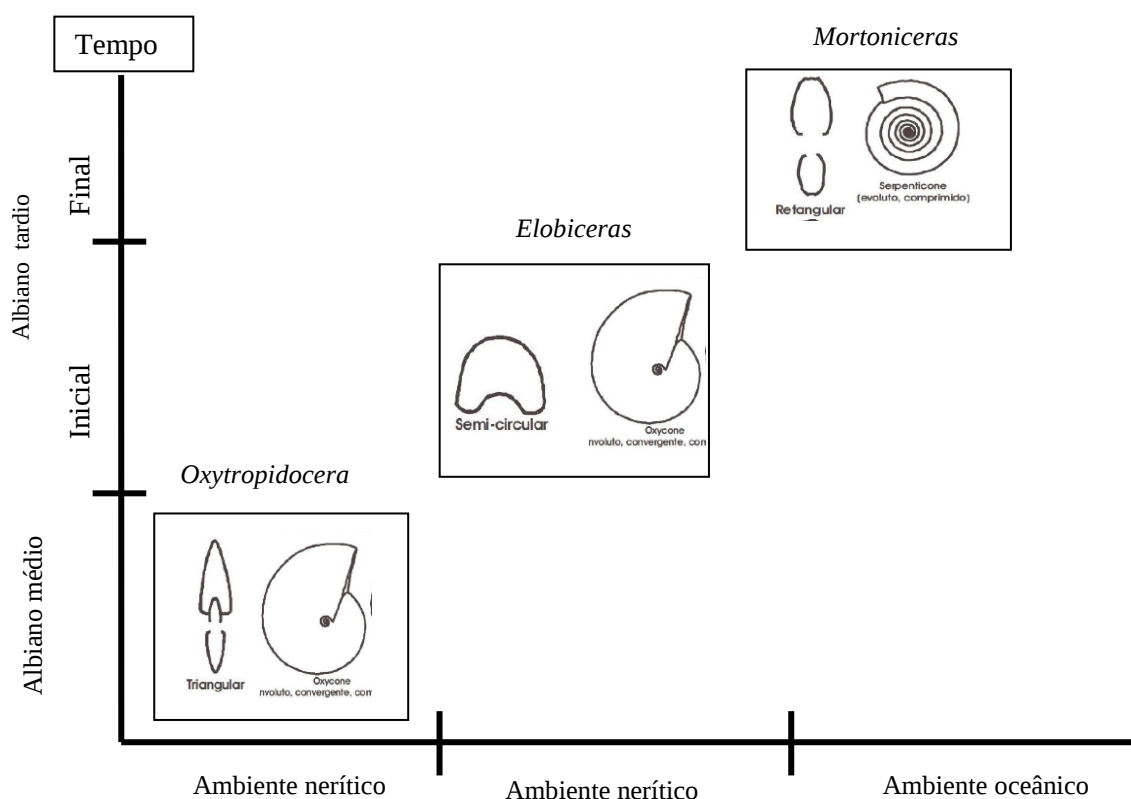


Fig. IV. 7. Morfologia verificada nos amonóides da Formação Riachuelo, seção transversal e vista lateral respectivamente.

Dos amonóides aqui estudados foi possível observar que as espécies *Oxytropidoceras buarquianum*, *O. sergipensis*, *Elobiceras raymondi* e *E. lobitoense* apresentam morfotipo oxicone e tem preferência para regiões em torno da zona da base de onda ou um pouco abaixo. As espécies *Mortoniceras sergipensis* e *M. rostratum* apresentam morfotipo evolutivo e ornamentação intensa, indicando que habitavam ambientes oceânicos.

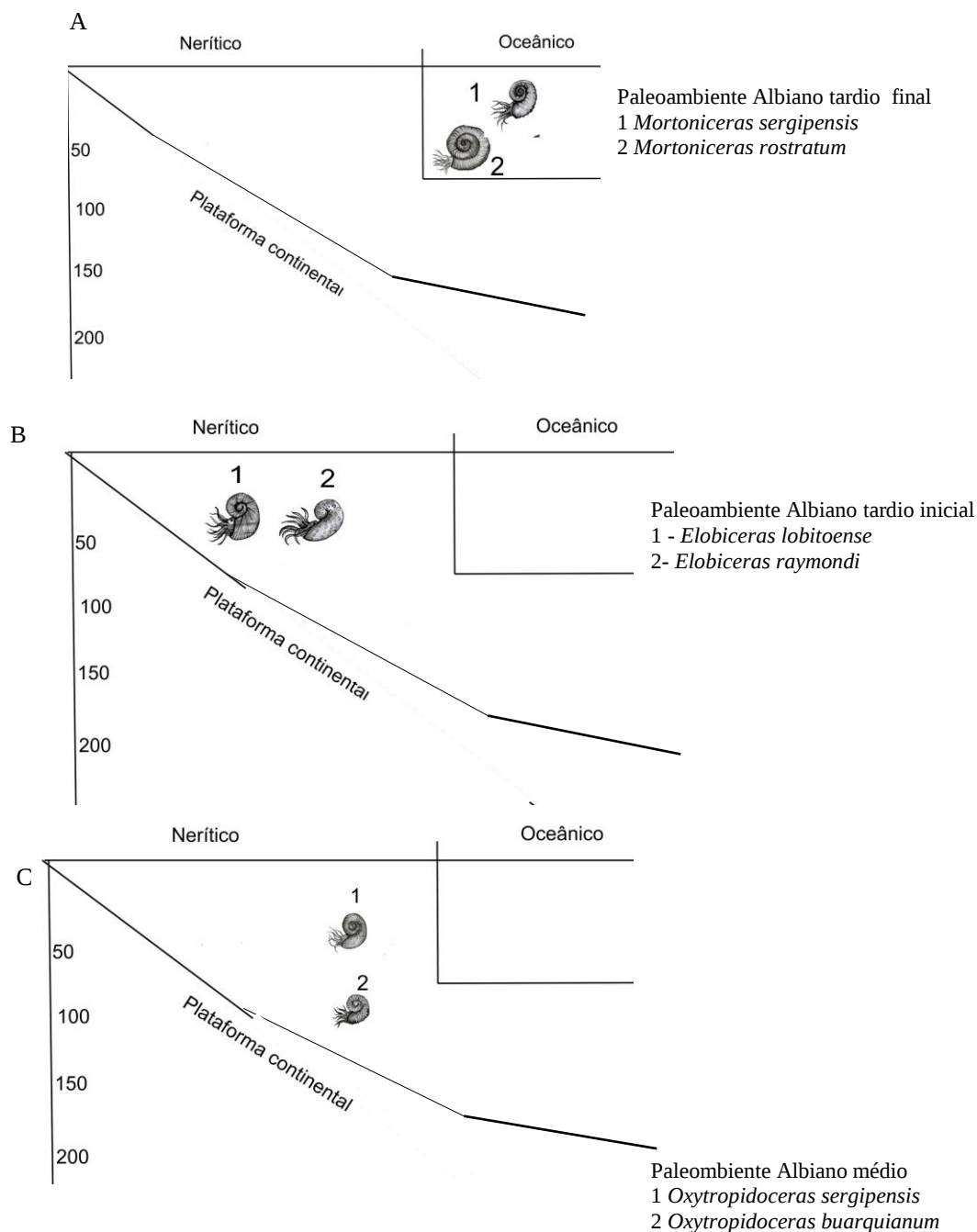


Fig. IV. 8. Reconstruções paleoecológicas exibindo ambiente preferencial dos amonóides da Formação Riachuelo.

CAPITULO V

CONCLUSÕES

- Foram registrados para o Albiano médio-final da Formação Riachuelo, três gêneros e seis espécies da subordem Ammonitina: 1. *Elobiceras lobitoense* Spath, 1922; 2. *Elobiceras raymondi* Haas, 1942; 3. *Oxytropidoceras buarquianum* Maury, 1936; 4. *Oxytropidoceras sergipensis* White, 1887; 5. *Mortoniceras sergipensis* White, 1887, 6. *Mortoniceras rostratum* Sowerby, 1817. e uma espécie da Família Inoceramidae *Neocomiceramus anglicus* Woods, 1911.
- A taxonomia dos exemplares de *Elobiceras* classificados por Beurlen (1967) foram revisadas, *Elobiceras* sp.A corresponde a *Elobiceras lobitoense* Spath, 1922 e *Elobiceras* sp. B corresponde a *Elobiceras raymondi* Haas, 1942. A distribuição de *Neocomiceramus anglicus* só era conhecida na Alemanha, Angola, Antartica, Argentina e Inglaterra, sendo sua primeira ocorrência no Brasil.
- A proposta final do trabalho caracteriza e apresenta três biozonas no intervalo Albiano médio-final. As biozonas estabelecidas são: Zona *Oxytropidoceras buarquianum* (Albiano médio); Zona *Elobiceras raymondi* (Albiano tardio inicial); Zona *Mortoniceras sergipensis* (Albiano tardio final), as idades são balizadas pela presença de *Neocomiceramus anglicus* (Albiano médio-tardio).
- Tafonomicamente os depósitos da Formação Riachuelo durante o Albiano médio apresentam aspectos típicos de plataforma proximal e no Albiano tardio apresentam tendência a plataforma distal. Foram gerados por fluxos de tempestades, uma vez que, os exemplares são moldes de fragmocones incompletos, apresentam abrasão leve e contém mistura de bioclastos bem preservados, embora raros.
- Paleoecologicamente, as assembleias são compostas por “formas flutuantes” que sofreram transporte, com preferência hidrodinâmica de ambiente nerítico no Albiano médio e ambiente oceânico no Albiano tardio. Sugerindo uma transgressão para o topo da sequência.

REFERÊNCIAS

- Amédéo, F. & Matignon, B. 2004. L'Aptien-Albien du bassin de Paris: un nouveau regard à l'aube du XXI^e siècle. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris* 41 (2): 323.
- Andrade, E. J. 2005. *Turonian inoceramids and biostratigraphy of the Sergipe Basin, northeastern Brazil: an integrated study of the Votorantim and Nassau quarries*. Tese de Doutorado, Geologisch-Paläontologisches Institut, Universität Heidelberg. 155 p.
- Andrade E. J. & Cassab, R. C. T. 2014. Biválvios inoceramídeos da Formação Jandaíra (Cretáceo Superior) da Bacia Potiguar. In: Simpósio Brasileiro de Paleoinvertebrados, 2, 2014. *Boletim de Resumos, Paleontologia em Destaque*, Ponta Grossa, p.104.
- Andrade, E. J. & Hessel, M. H. 2009. Biválvios inoceramídeos mais antigos do Brasil: In: Paleo 2008, Reunião Anual Regional da Sociedade Brasileira de Paleontologia, Resumos, Aracaju, p. 4.
- Andrade, E. J.; Seeling, J.; Bengtson, P. & Souza-Lima, W. 2004. The bivalve *Neithea* from the Cretaceous of Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 17 (1): 25-38.
- Andrade Ramos, J. R. 1959. Os *Pachydiscus* brasileiros. Notas preliminares e estudos. *Boletim DGM/DNPM*, 110: 1-25.
- Antunes, R. L. 1997. *Introdução ao estudo dos nanofósseis calcários*. Programa de Pós-Graduação em Geologia – IGEO – UFRJ, Tese de doutorado, 115p.
- Arai, M. 2007. *Sucessão das associações de dinoflagelados (Protista, Pyrrhophyta) ao longo das colunas estratigráficas do cretáceo das bacias da margem continental brasileira: uma análise sob ponto de vista paleoceanográfico e paleobiogeográfico*. Programa de Pós-graduação em Geociências – IGEO – UFRGS. Tese de Doutorado, 241p.
- Arkell, W. J. 1957. Introduction to Mesozoic Ammonoidea. In: Moore, R. C. *Treatise on Invertebrate Paleontology: Part L Mollusca 4 – Cephalopoda Ammonoidea*, /L81 – L129. Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder, Lawrence.
- Azevedo, R. L. M. 2004. Paleoceanografia e a Evolução do Atlântico Sul no Albiano. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 12 (2): 231-249.

- Baraboshkin, E. J.; Alekseev, A. S. & Kopaevich, L. F. 1999. Cretaceous Palaeogeography of the North-Eastern Peri-Tethys. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 30: 1-32.
- Barragán, R.; Campos-Madrigal, E.; Ferrusquía-Villafranca, I.; López-Palomino, I. & Tolson, G. 2010. Código estratigráfico norteamericano: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Geología, Boletín 117.
- Bengtson, P. 1979. A bioestratigrafia esquecida: avaliação dos métodos bioestratigráficos no Cretáceo médio do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 51 (3): 535-544.
- Bengtson, P. 1983. The Cenomanian - Coniacian of the Sergipe Basin, Brazil. *Fossils and Strata*, 12: 1-78.
- Bengtson, P. 1999. Research on Cretaceous ammonites of Brazil in the 20th century and the state of the art. In: Dias-Brito, D., de Castro, J.C. e Rohn R. (ed) *Boletim do 5º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 1er Simpósio sobre el Cretácico de América del Sur*. UNESP: 591-598
- Bengtson, P.; Koutsoukos, E. A. M.; Kakabadze, M. V. & Zucon, M. H. 2007. Ammonite and foraminiferal biogeography and the opening of the Equatorial Atlantic Gateway. In: *1st International Palaeobiogeography Symposium, Résumés/Abstracts*, Paris, Université Pierre et Marie Curie, p. 12.
- Berthou, P. Y.; Amédéo, F. & Brito, I. M. 1991. Révision bibliographique préliminaire à une étude des Ammonites de l'Albien (Fm. Riachuelo) du bassin de Sergipe (Nord Est du Brésil). *Geociências* 10: 183-190.
- Beurlen, G. 1967. Ammonoidea do complexo Riachuelo-Marum, Sergipe. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 16 (2): 79-106.
- Beurlen, G. 1969. A fauna do complexo Riachuelo/Marum: I. Ammonoidea. *Boletim Técnico da Petrobrás*, 11 (4): 437-482.
- Beurlen, K. 1952. A linha de sutura de *Oxytropidoceras* contribuição ao conhecimento da família Dipoloceratidae. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 24 (2): 159-169.
- Beurlen, K. 1961a. O Turoniano marinho do Nordeste do Brasil. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 16 (1): 43-54.
- Beurlen, K. 1961b. Observações geo-paleontológicas no Cretáceo do Rio Grande do Norte e Ceará, com descrição de amonóides. *Coleção Mossoroense, Série B*, 58: 12p.
- Beurlen, K. 1963. O termo formação na terminologia estratigráfica, ilustrado pelas formações Marum e Gramame (Cretáceo do Nordeste do Brasil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 35 (3): 327-338.
- Beurlen, K. 1964. Notas preliminares sobre a fauna da Formação Riachuelo: II. Lameribrânquios. A. Anisomyaria. Universidade do Recife, *Boletim de Geologia*, 4: 31-32.

- Beurlen, K. 1965. Cretáceos decápodes na Formação Riachuelo (Cretáceo-Sergipe). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 37(2): 267-272.
- Beurlen K. 1967. Estratigrafia da faixa Sedimentar costeira Recife-João Pessoa. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 16(1): 43-53.
- Beurlen, K. 1968. A posição estratigráfica da Formação Riachuelo – (Cretáceo, Sergipe), *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 17 (1): 85-88.
- Branner, J. C. 1890. The Cretaceous and Tertiary geology of the Sergipe-Alagoas Basin of Brazil. *Transactions of the American Philosophical Society, New Series*, 16(3): 369-434.
- Branner, J. C. 1902. Geology of the Northeast coast of Brazil. *Geological Society of America Bulletin*, 13: 41-98.
- Brito, I. M. 1970a. A distribuição dos amonitas no Cretáceo do Nordeste brasileiro. *Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Boletim de Geologia*, 5: 35-39.
- Brito, I. M. 1970b. Novas contribuições ao conhecimento dos amonitas albianos (Cretáceo) de Sergipe. *Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Boletim de Geologia* 5: 47-51.
- Brito, I. M. 1971. Contribuição ao conhecimento dos cefalópodos cretácicos do Estado de Sergipe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 43 (Suplemento): 423-432.
- Brito, I. M. 1976. História geológica das bacias sedimentares do Nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48(3): 463-474.
- Brito, I. M. 1979. *Bacias sedimentares e formações pós-paleozóicas do Brasil*. Ed. Interciência, Rio de Janeiro, 179 p.
- Brito, I. M., Rodrigues, M. A. 1967. Contribuição ao conhecimento dos amonitas albianos (Cretáceo) de Sergipe. *Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Boletim de Geologia* 1: 53-69.
- Burlamaqui. 1855. Notícia acerca dos animais de raças extintas descobertos em vários pontos do Brasil. *Trabalhos da Sociedade Vellosiana*, 20: 19p.
- Cainelli, C.; Babinski, N. A.; Santos, R.C.R. & Uesugui, N. 1987. Sedimentos albosantonianos da Bacia Sergipe-Alagoas: ambientes de sedimentação e perspectivas petrolíferas. *Revista Brasileira de Geociências*, 17 (2): 135-138.
- Camacho, D. G. F. 2009. *Aspectos petrográficos dos carbonatos da Formação Riachuelo-Albiano, Bacia de Sergipe*. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Dissertação de mestrado, 138p.

- Campos Neto, O. P. A.; Souza-Lima, W. & Cruz, F. E. G. 2007. Bacia de Sergipe-Alagoas. *Boletim de Geociências da PETROBRAS* 15 (2): 405-415.
- Cassab, R. C. T. 2003. *Paleontologia da formação Jandaíra, Cretáceo Superior da Bacia Potiguar, com ênfase na Paleobiologia dos Gastrópodos*. Programa de Pós-graduação em Geologia – UFRJ, Tese de doutorado, 184 p.
- Carvalho, M. A. 2001. *Paleoenvironmental reconstruction based on palynological and palynofaceis analyses of the Aptian – Albian succession in the Sergipe Basin, northeastern Brazil*. Geologisch-Paläontologisches Institut, Universität Heidelberg, Tese de doutorado, 192p.
- Carvalho, M. A. 2004. Palynological assemblage from Aptian/Albian of the Sergipe Basin: paleoenvironmental reconstruction. *Revista Brasileira de Paleontologia* 7(2): 159-168.
- Clarkson, E. N. K. 1996. *Invertebrate Palaeontology and Evolution*. 3rd Edition. Chapman and Hall, London, 434p.
- Cooper, M. R. 1982. Lower Cretaceous (middle Albian) ammonites from Dombe Grande, Angola. *Annals of the South African Museum*, 89 (5): 265-314.
- Cox, L. R. 1969. General Features of Bivalvia. In: MOORE, R. C. *Treatise on Invertebrate Paleontology: Pt. N Mollusca 6 –Mollusca Bivalvia*, N 2-N 489. Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder, Lawrence.
- Crame, J. A. 1985. Lower cretaceous Inoceramid bivalves from the Peninsula region. *Paleontology*, 28: 475-525.
- Cruz, L. R. 2008. Caracterização tectono-estratigráfica da sequência transicional na Sub-bacia de Sergipe. Tese de Doutorado, Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica - UFRN. 160 p.
- Dhondt, A. V. 1992. Cretaceous inoceramid biogeography: a review. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 92 (3-4): 217-232.
- Dias-Brito, D. 1995. The South Atlantic Albian carbonates: their organogenic content and paleoceanographic significance. In: 1^o Workshop sobre Paleocianografia com ênfase em Micropaleontologia e Estratigrafia, *Boletim de resumos*, p. 47-48.
- Dias-Brito, D. 2000. Global stratigraphy, palaeobiogeography and palaeoecology of Albian – Maastrichtian pithonellid calcispheres: impact on Tethys configuration. – *Cretaceous Res.*, 21, 315–349.
- Dias-Brito, D. 2001. Rovearinids (stemless crinoids) in the Albian carbonates of the offshore Santos Basin, southeastern Brazil: stratigraphic, palaeobiogeographic and palaeoceanographic significance. *Journal South American Earth Science*, 14(2): 203-218.
- Duarte, A. G. 1936. Petróleo e condições para sua ocorrência no Estado de Sergipe. *Mineração e Metallurgia* 1(3): 119-117.

- Figueiredo, F. J. & Silva Santos, R. 1991. Picnodontes da Formação Riachuelo, membro Taquari, Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 63: 369-379.
- Feijó, F. J. 1994. Bacias de Sergipe e Alagoas. *Boletim de Geociências da PETROBRAS*, 8 (1):149-153.
- Fernández-López, S. 1995. Taphonomie et interprétation des paléoenvironnements. In: Frist European Palaeontological Congress, Lyon, 1993 (Eds. M. Gayet e B. Courtinat. *Geobios*, M.S. 18, 137-154.
- Fernández-López, S. 1997. Ammonites, clinos tafonômicos y ambientes sedimentários. *Revista Española de Paleontología*, 12 (1): 102-128.
- Fernández-López, S. & Meléndez, G. 1994. Abrasion surfaces on internal moulds of ammonites as palaeobathymetric indicators. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 110: 29-42.
- Fernández-López, S. & Meléndez, G. 1995. Taphonomic gradients in Middle Jurassic ammonites of the Iberian Range (Spain). In: Frist European Palaeontological Congress, Lyon, 1993 (Eds. M. Gayet e B. Courtinat). *Geobios*, M.S. 18, 155-165.
- Fernández-López, S. & P Mouterde, R. 1994. L' Horizon à Gervillii (Bajocien inférieur) de Tendron (Cher, France). Taphonomie et populations d'ammonites. Preceedings 3rd International Meeting on Aalenian and Bajocian Stratigraphy. *Miscellanea del Servizio Geologico Nazionale*, 5, 117-159.
- Fernández-López, S. & Vega, S. L. C. 1980. Estudio bioestratigráfico (Ammonoidea) del Aalenense y Bajociense em Asturias. *Estudios Geológicos*, 35: 231-239.
- Françolin, J. B. L. & Szatmari, P. 1987. Mecanismo de rifteamento da porção oriental danmargem norte brasileira. *Revista Brasileira de Geociências*, (17) 2: 196-207.
- Fursich, F. & Oschmann, W. 1993. Shell beds as tools in basin analysis: the Jurassic Kachchh, western India. *Journal of the Geological Society of London*, 150: 169-185.
- Galleml, J.; López, G.; Martinez, R.; Munoz, J. & Pons, J. M. 1997. Distribution of some Campanian and Maastrichtian macrofaunas in southeast Spain. *Cretaceous Research*, 16: 257-271.
- Haas, 1942. The Vernay Collection of Cretaceous (Albian) ammonites from Angola. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 81, 1-224.
- Harries, P. J.; Kauffman, E. G. & Crampton, J. S. 1996. Lower Turonian Euramerican Inoceramidae: a morphologic, taxonomic, and biostratigraphic overview. In: C. Spaeth (Ed.): New developments in Cretaceous research topics. *Mitteilungen aus dem Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg*, 77: 641-671.

- Hartt, A. 1870. Report on the Cretaceous fossils from Maroim, province of Sergipe, Brazil, in the collection of Professor Hartt. In: Hartt, C. F. *Geology and Physical Geography of Brazil*, p. 385-393. Fields, Osgood e Co., Boston.
- Hessel, M. H. R. 1984. Inoceramídeos brasileiros: passado, presente e futuro. In: *Anais do 33. Congresso Brasileiro de Geologia*: p. 606-614. Sociedade Brasileira de Geologia, Rio de Janeiro.
- Hessel, M. H. R. 1986. Alguns inoceramídeos (Bivalvia) radialmente ondulados do Turoniano inferior de Sergipe: In: 8º *Congresso Brasileiro de Paleontologia, Departamento Nacional da Produção Mineral, Série Geologia*, 2: 227-237.
- Hessel, M. H. R. 1988. Lower Turonian inoceramids from Sergipe, Brazil: systematics, stratigraphy and palaeoecology. *Fossils and Strata*, 22, 1-49.
- Ifrim, C. & Stinnesbeck, W. 2010. Migration pathways of late Campanian and Maastrichtian shallow fácies ammonite *Sphenodiscus* in North America. *Palaeogeography*
- Kauffman, E. G., 1975. Dispersal and biostratigraphic potential of Cretaceous benthonic Bivalvia in the Western Interior. In: W.G.E. Caldwell (Editor), *The Cretaceous System in the Western Interior of North America*. Geol. Assoc. Can., Special Papers., 13:163-194.
- Kauffman, E. G. 1979. Cretaceous. In *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part 4. 418-487.
- Kauffman, E. G. & Bengtson, P. 1985. Mid – Cretaceous inoceramids from Sergipe, Brazil: a progress report. *Cretaceous Research*, 6: 311-315.
- Kegel, W. 1957. Novo membro fossilífero da Formação Itamaracá (Cretáceo Superior) de Pernambuco. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. 29 (3): 373-375.
- Kennedy, W. J.; Gale, A.S.; Hancock, J.M.; Crampton, J.S. & Cobban, W.A. 1999. Ammonites and inoceramid bivalves from close to the Middle-Upper Albian boundary around Fort Worth, Texas. *Journal of Paleontology*, 73 (6): 1101-1125.
- Kennedy, W. J.; Gale, A. S.; Hubber, B. T.; Petrizzo, M. R.; Bown, P.; Barchetta A. & Jenkyns, H. C. 2014. Integrated stratigraphy across the Aptian-Albian boundary at Col de Pré-Guittard (southeast France): A candidate Global Boundary Stratotype Section. *Cretaceous Research*, 51: 248-259.
- Kennedy, W.J. & Latil, J. L. 2007. The Upper Albian ammonite succession in the Montlaur section, Hautes-Alpes, France. *Acta Geologica Polonica*, 57 (4), 453-478.
- Koutsoukos, E. A. M. & Bengtson, P. 1993. Towards an integrated biostratigraphy of the upper Aptian-Maastrichtian of Sergipe, Brazil. *Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon*, 125: 241-268.

- Koutsoukos, E. A. M.; Mello, M. R.; Azambuja Filho, N. C.; Hart, M. B. & Maxwell, J. R. 1991. The upper Aptian – Albian sucession of the Sergipe Basin, Brasil: integrated paleoenvironmental assessment. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 73(3): 479-498.
- Koutsoukos, E. A. M.; Azambuja Filho N. C.; Spadini, A. R. & Destro, N. 1993. Upper Aptian – lower Coniacian carbonate sequences in the Sergipe Basin, northeastern Brazil. In: SIMO, T., SCOTT, R.W. & MASSE, J.P. eds. *Cretaceous Carbonate Platforms. AAPG Memoir*, 56: 127-143.
- Lazo, D. G. 2006. The occurrence of *Neocomiceramus curacoensis* (Weaver) in the Agrio Formation, Neuquén Basin, Argentina. *Journal of Paleontology*, 80 (6): 1113-1124.
- Landman, N. H.; Tanabe, K. & Davis, R. A. 1996. *Ammonoid Paleobiology*. Plenum Press: 100p.
- Lehman, U. 1981. *The ammonites: their life and their world*. Cambridge University Press: 120p.
- Lehman, L.; Friedrich, O.; Luppold, F. W.; Weiß, W. & Erbacher, J. 2007. Ammonites and associated macrofauna from around the Middle/Upper Albian boundary of the Hannover – Lahe core, northern Germany. *Cretaceous Research*, 28: 719 – 742.
- Manso, C. L. 2003. Paleoeecologia, Paleogeografia e Sistemática dos equinóides do Aptiano-Albiano (Cretáceo) no Brasil, Tese de Doutorado, Universidade Federal da Bahia. 196p.
- Matsumoto, T. 1984. Notes on *Inoceramus* Mesozoic bivalves from the southeastern Atlantic, DSDP sites 361 and 364, Leg 40. *Deep Sea Drilling Project Reports and Publications*, 40: 703 -707.
- Matsumoto, T.; Kawabe, F. & Kawashita, Y. 1998. Two ammonite species of *Mortoniceras* from the Yubari Mountais (Hokkaido) and their geological implications. *Paleontological Research*, 2 (3): 170-182.
- Maury, C. J. 1925: Fósseis terciários do Brasil, com descrição de novas formas cretáceas. *Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Monographia* 4 [para 1924], 1–665, 700–711.
- Maury, C. J. 1930. O Cretáceo da Parahyba do Norte. *Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Monographia* 8, 305 p.
- Maury, C. J. 1937. O Cretáceo de Sergipe. *Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Monographia* 11 [para 1936], 283 p.
- Mendes, J. M. C. 1994. *Análise estratigráfica da seção neo-aptiana/eocenomaniana (Fm. Riachuelo) na área do alto de Aracaju e adjacências – Bacia de Sergipe- Alagoas*. Dissertação de Mestrado. Pós – graduação em Geociências – UFRGS , 166 p.

- Muller, A. H. 1979. Fossilization (Taphonomy). In: *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part A, Introduction. (Eds. R. A. Robinson e C. Teichert). Geological Society of America and University of Kansas Press, Boulder, Colorado, A2- A78.
- Muniz, G. C. B. 1993. Novos moluscos da Formação Gramame, Cretáceo Superior dos Estados da Paraíba e de Pernambuco, Nordeste do Brasil. Departamento de Geologia – UFPE. Publicação Especial N° 1: 202 p.
- Muniz, G. C. B. & Bengtson, P. 1986. Amonóides Coniacianos da Bacia Potiguar, Brasil. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 58 (3): 445-455.
- Muniz, G. C. B., Diniz, R. F. & Oliveira, M. I. M. 1984. Um outro cefalópode procedente do Estado do Rio Grande do Norte, Formação Jandaíra, Cretáceo do Nordeste. *Estudos Pesquisas*, 6 (7): 57-60.
- Moraes Rego, L. F. 1929: Possibilidade de petróleo em Sergipe. *Minério, Combustível e Transporte* [Suplemento mensal da Revista das Estradas de Ferro] 2(15), 95-97.
- Ojeda, H. A. O. 1982. Structural framework, stratigraphy and evolution of Brazil marginal basins. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 66: 732-749.
- Ojeda, H. A. O. & Fugita, M. 1976. Bacia Sergipe-Alagoas: Geologia regional e perspectivas petrolíferas. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 8, *Anais*. Porto Alegre, p. 137-158.
- Oliveira, P. E. 1940. História da pesquisa de petróleo no Brasil. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, *Serviço Público Agrícola*, 15: 1-208.
- Oliveira, P. E. 1957. Invertebrados Cretácicos do Fosfato de Pernambuco. *Boletim. DGM/DNPM*, 172: 1-29.
- Oliveira, P. E. 1969. Novo amonóide do Cretáceo do Ceará. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, *Boletim de Geologia*, 4: 5-9.
- Oliveira, P. E. & Andrade Ramos, J. R. 1956. Geologia das quadrículas de Recife e Pontas de Pedra. *Boletim DGM/DNPM*, 151: 1-60.
- Oliveira, P. E. e Silva Santos, R. 1950. Fósseis Cretáceos da Ilhá de Itamaracá. Rio de Janeiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 22 (1): 107-112.
- Olivero, E. B.; Medina, F. A. & Lopes, M. I. 2009. The stratigraphy of Cretaceous mudstones in the eastern Fuegian Andes: New data from body and trace fossils. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 64 (1): 60-69.
- Owen, H. G. 1999. Correlation of the Albian European and Tethyan ammonite zonation and the boundaries of the Albian Stage and substage: some comments. *Scripta Geologica, Special Issue 3*: 129-149.
- Pedrosa, F. A. 2013. *Estudo bioestratigráfico com base em nanofósseis calcários do Cretáceo da Bacia de Sergipe, Nordeste do Brasil*. Programa de Pós graduação em Geociências, UFPE, Dissertação de Mestrado, 165 p.

- Pokhialainen, V. P. 1969. Neocomian inoceramids of the Anadyr-Koryak folded region. *Trudy Severo-Vostochnogo Kompleksnogo Nauchno Issledovatel'skogo Instituta (SVKNII)*, Magadan, 32: 124–162.
- Ponte, F. C. & Asmus, H. E. 1976. The Brazilian marginal basins: current state of knowledge. *In: International Symposium on continental margins of Atlantic type, Anais Academia Brasileira de Ciências*, São Paulo, p. 215-239.
- Rangel, C. V. G. T. 2002. *Estudo paleoambiental dos carbonatos do Albiano superior da Bacia de Sergipe – uma abordagem microfaciológica*. Pós-Graduação em análise de bacias e faixas móveis, UERJ, Dissertação de Mestrado, 133 p.
- Rawson, P. F.; Hoedemaeker, P. J.; Aguirre-Urreta, M. B.; Avram, E.; Ettachfini, M.; Kelly, S.R.A.; Klein, J.; Kotetishvili, E.; Owen, H. G.; Ropolo, P.; Thomson, M. R. A.; Wipplach M. & Vasicek, Z. 1999. Report on the 4th International Workshop of the Lower Cretaceous Cephalopod Team (IGCP-Project 362). *Scripta Geologica* 3: 3-13.
- Reboulet S.; Rawson, P. F.; Moreno-Bedmar, J. A.; Aguirre-Urreta, M. B.; Barragán, R.; Bogomolov, Y.; Company, M.; González-Arreola, C.; Stoyanova, V. I.; Lukeneder, A.; Matrimon, B.; Mitta, V.; Randrianaly, H.; Vasicek, Z.; Baraboshkin, E.J.; Bert, D.; Bersec, S.; Bogdanova, T. N.; Bulot, L. C.; Latil, J. L.; Mikhailova, I. A.; Ropolo, P. & Szives, O. 2011. Report on the 4th International Meeting of the Lower Cretaceous Ammonite Working Group, the “Kilian Group” (Dijon, France, 30th August 2010). *Cretaceous Research*, 32: 786-793.
- Regali, M. S. P. & Silva Santos, P. R. 1999. Palinoestratigrafia e Geocronologia dos sedimentos Albo-Aptianos das Bacias de Sergipe e de Alagoas – Brasil. *Boletim do 5º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*: 411-419.
- Reyment, R. A. 1955. The Cretaceous Ammonoidea of southern Nigeria and the southern Cameroons. *Geological Survey of Nigeria Bulletin* 25:1-112.
- Reyment, R. A. 1958. Some factors in the distribution of fossil Cephalopods. *Acta Univ. Stockholmsensis, Stockholm Contr. Geol.* 1 (6):97-184.
- Reyment, R. A. 1965. *Aspects of the geology of Nigéria*. Nigeria, Editora Ibadan University
- Reyment, R. A. & Tait, E. A. 1972. Biostratigraphical dating of the early history of the South Atlantic Ocean. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, B. Biological Sciences*, 264 (858): 55-95.
- Rich, V.; Rich, P. T. H.; Fenton, M. A. & Fenton, C. L. 1997. *The Fossil Book : A Record of Prehistoric Life*. Dover Publication, 760 p.
- Santos, M. E. C. M. 1963: *Inoceramus* do Calcário Sapucari, Estado de Sergipe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 35(3), 357–359.
- Schaller, H. 1970. Revisão estratigráfica da Bacia de Sergipe-Alagoas. *Boletim Técnico da PETROBRAS*, 12 (1): 21-86.

- Seeling, J. 1999. *Palaeontology and biostratigraphy of the Cenomanian-Turonian boundary beds of the Sergipe Basin, northeastern Brazil - with systematic descriptions of bivalves and echinoids*. Geologisch-Paläontologisches Institut, Universität Heidelberg, Tese de Doutorado, 163 p.
- Seilacher, A. 1963. Umlagerung und Rolltransport von Cephalopoden-Gehäusen. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 1: 18-27.
- Seilacher, A. 1971. Preservational history of ceratite shells. *Paleontology*, 14: 16-21.
- Seilacher, A., Reif, W. E., & Westphal, F. 1985. Sedimentological, ecological, ecological and temporal patterns of fossil Lagerstätten. *Philosophical Transactions Royal Society of London*, 311: 5-23.
- Silva Santos, R. 1985. A ictiofauna da Formação Riachuelo, Estado de Sergipe. In: Departamento Nacional da Produção Mineral. *Coletânea de Trabalhos Paleontológicos*. p. 141-145.
- Sobral, A. C. S. & Zucon, M. H. 2008. A presença de *Inoceramus anglicus* ex gr. na Formação Riachuelo, Sergipe, Brasil e sua importância bioestratigráfica. In: *Anais do 44. Congresso Brasileiro de Geologia*: p. 778.
- Sobral, A. C. S.; Zucon, M. H. & Barreto, A. M. F. 2010. Amonóides da Bacia de Pernambuco-Paraíba, NE, Brasil. *Estudos Geológicos* 20 (1): 27-46.
- Sobral, A. C. S.; Zucon, M. H. & Barreto, A. M. F. 2011. Amonóides da Formação Gramame, Bacia da Paraíba, NE do Brasil: aspectos cronoestratigráficos. In: Ismar de Souza Carvalho; Narendra Kumar Srivastava; Oscar Strohschoen Jr.; Cecília Cunha Lana. (Org.). *Paleontologia: Cenários da vida*. Rio de Janeiro: Interciência, v. 4, p. 133-148.
- Sobral, A. C. S.; Zucon, M. H. & Barreto, A. M. F. 2012. *Cataceramus balticus* (Bohm, 1907) (Bivalvia Inoceramidae), Bacia da Paraíba, Brasil. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 46, 2012, *Anais*, Santos, p. 25.
- Souza-Lima, W. 2001. *Macrofaunas campanianas e ambientes deposicionais da Formação Calumbi, bacia de Sergipe-Alagoas, Brasil*. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de Doutorado, 366 p.
- Souza-Lima, W. & Bengtson, P. 1999. O amonóide *Cleoniceras* no Albiano inferior da Bacia de Sergipe, Brasil. *Boletim do 5º Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil*: 583- 589.
- Souza-Lima, W. & Srivastava, N. K. 2006. Novos registros de amonóides da Formação Jandaíra, bacia Potiguar emersa (RN). In: Viana, M. S. S. & Souza-Lima, W. (coord.), *Paleo 2006*, Sobral, 2006. Fundação Paleontológica Phoenix, Universidade do Vale do Rio Acaraú, *Boletim de resumos*, Ceará, p. 19.
- Souza-Lima, W.; Andrade, E.J.; Bengtson, P. & Galm, P.C. 2002. A Bacia de Sergipe-Alagoas: evolução geológica, estratigráfica e conteúdo fóssil. *Fundação Paleontológica Phoenix, Edição especial* 1, 1-34.

- Souza-Lima, W.; Andrade, E. J. & Srivastava, N. K. 2007. A bioestratigrafia esquecida: amonóides da bacia Potiguar. *In*: Carvalho, I. de S.; Cassab, R. de C. T.; Schwanke, C.; Carvalho, M. de A.; Fernandes, A. C. S.; Rodrigues, M. A. da C.; Carvalho, M. S. S.;
- Spath, L. F. 1941. A monograph of the Ammonoidea of the Gault, part 14. *Monograph of the Palaeontographical Society*. London. p. 609-668.
- Tavares T.; Meister, C.; Duarte-Morais, M.L. & David, B. 2007. Albian ammonites of the Benguela Basin (Angola): a biostratigraphic framework. *South African Journal of Geology*, 110: 137-156.
- Vieira, F. S., Dantas, M. A. T., Sobral, A. C. S., Almeida, L. F. & Zucon, M. H. 2014. Serpulids (Annelida, Polychaeta) at early Cretaceous of Sergipe basin, Brazil. *Estudos Geológicos* 24 (2): 83-88.
- Viviers, M. C.; Koutsoukos, E. A. M.; Silva-Telles Jr, A. & Bengston, P. 2000. Stratigraphy and biogeographic affinities of the late Aptian-Campanian ostracods of the Potiguar and Sergipe basins, in northeastern Brazil. *Cretaceous Research*, 21: 407-455.
- Wanderley Filho, J. R. & Destro, N. 1994. Evolução das bacias de Jacuípe (BA), de Sergipe e Alagoas, e implicações no rifteamento da margem nordeste oriental brasileira durante o cretáceo. *In*: Simpósio Cretáceo Brasileiro, 3, 1994. *Anais*. Rio Claro, p.49-52.
- White, C. A. 1887. Contribuições á paleontologia do Brazil. *Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro*, 7: 1-273.
- Williamson. 1868. Geology of Parahyba and Pernambuco gold Regions. *Transactions Manchester Geological Society*, 6. 115p.
- Woods, H. 1911. A monograph of the Cretaceous Lamellibranchia of England. *Palaeontographical Society, Monographs*, 2 (7), 261-284
- Wright, C. W.; Callomon, J.H. & Howarth, M.K. 1996. Cretaceous Ammonoidea. *In* Kaesler, R. L. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L, Mollusca 4, revised*: i–xx, 1–362. University of Kansas e Geological Society of America, University of Kansas, 362 pág.
- Young, K. 1966. Texas Mojsisoviciinae (Ammonoidea) and the zonation of the Fredericksburg. *Memoir Geological Society of America*, 100 (8): 225.
- Zucon, M. H. 2005. *Amonóides do limite Aptiano–Albiano da Bacia de Sergipe, Brasil*. Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, *Tese de Doutorado*, 165 p.
- Zucon, M. H. & Teodósio, C. 2002. Formação Riachuelo, Bacia de Sergipe, Brasil. *In*: Congresso Latinoamericano de Paleontología, 5, 2002, *Resúmenes*, Santa Cruz de la Sierra, p. 2.

ESTAMPAS

ESTAMPA I

Oxytropidoceras buarquianum Maury, 1936

LPUFS 1216

Figura 1: Vista lateral mostrando ornamentação, costelas prossirradiadas e falcóides.

LPUFS 1264B

Figura 2: Vista do perfil ilustrando a presença da quilha.

Oxytropidoceras sergipensis White, 1887

LPUFS 1270

Figura 3: Vista lateral mostrando a ornamentação, costelas radiais e interespaços largos.

LPUFS 1206

Figura 4: Vista lateral mostrando a ornamentação.

ESTAMPA I

1



1cm

2



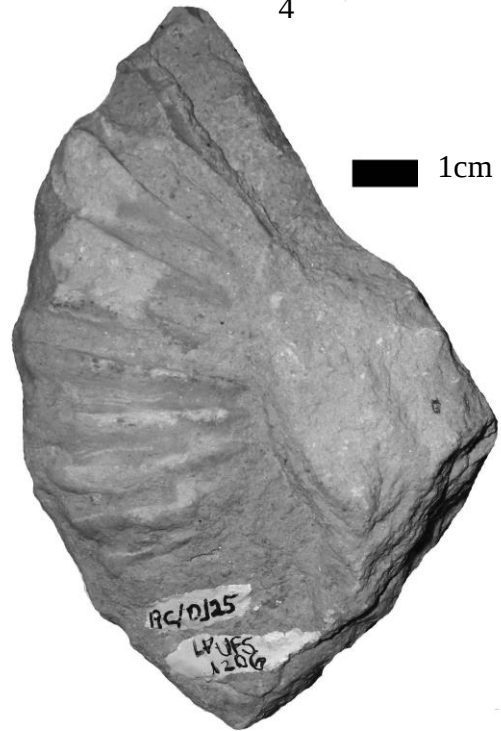
1cm

3



1cm

4



1cm

ESTAMPA II

Elobiceras lobitoense Spath, 1922

LPUFS 1288

Figura 1: Vista lateral mostrando as ornamentações.

Figura 2: Vista da seção transversal oval.

Elobiceras raymondi Haas, 1942

LPUFS 1291

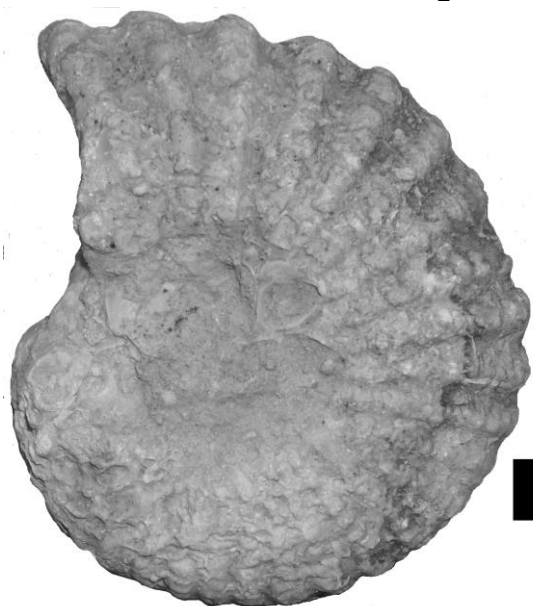
Figura 3: Vista lateral mostrando as ornamentações, costelas prossirradiadas e sinuosas.

LPUFS 1293

Figura 4: Vista lateral mostrando ornamentações.

ESTAMPA II

1



1cm

2



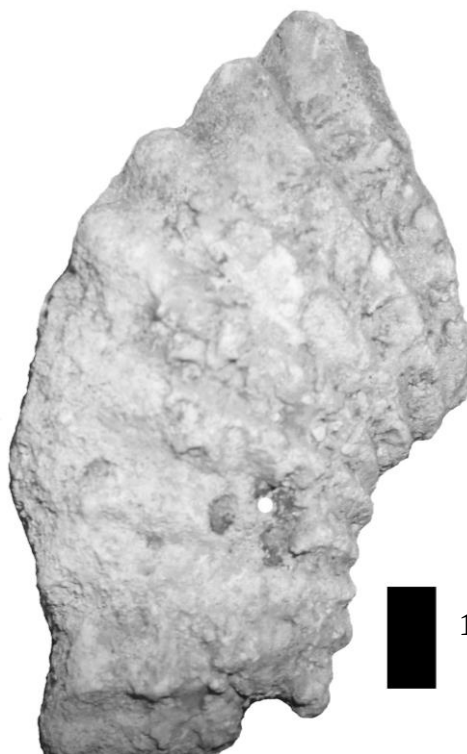
1cm

3



1cm

4



1cm

ESTAMPA III

Mortoniceras sergipensis White, 1887

LPUFS 5534

Figura 1 Vista lateral mostrando ornamentação.

LPUFS 414

Figura 2: Vista ventral ilustrando os quatro tubérculos laterais.

Mortoniceras rostratum Sowerby, 1817

LPUFS 5289

Figura 3: Vista lateral mostrando a ornamentação.

Figura 4: Vista ventral ilustrando dois tubérculos laterais.

ESTAMPA III

1



2



3



4



ESTAMPA IV

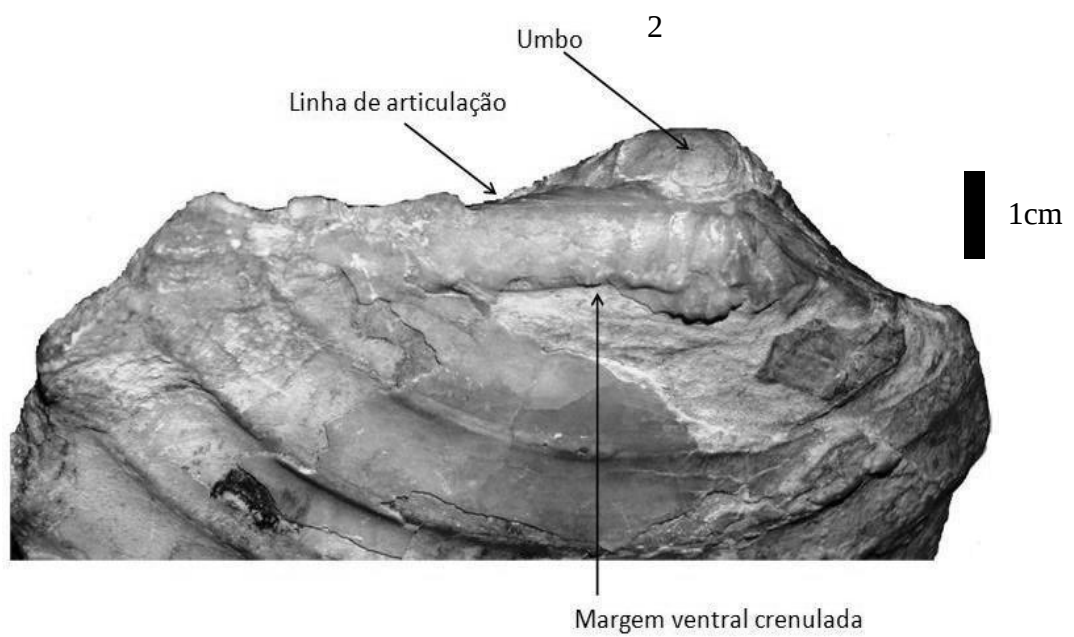
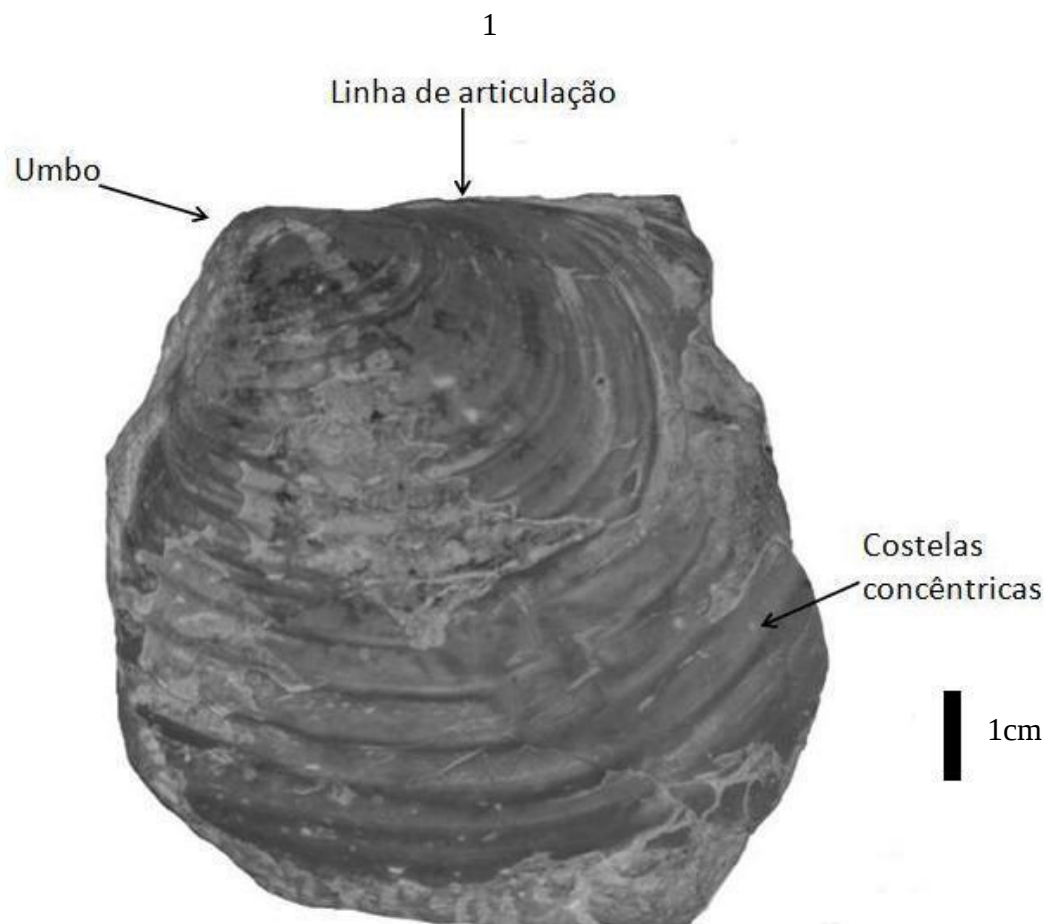
Neocomiceramus anglicus Woods, 1911

LPUFS 2524

Figura 1: Vista geral da concha mostrando a ornamentação.

Figura 2: Margem ventral mostrando detalhes anatômicos.

ESTAMPA IV



ANEXO

ANEXO A – Relação do material fóssil analisado no trabalho.

Nº	Tombamento	Identificação	Localidade de coleta
01	LPUFS 1263	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Vassouras 1
02	LPUFS 1264	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Vassouras 1
03	LPUFS 1272	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Vassouras 1
04	LPUFS 1201	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
05	LPUFS 1202	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
06	LPUFS 1203	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
07	LPUFS 1204	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
08	LPUFS 1205	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
09	LPUFS 1209	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
10	LPUFS 1211	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
11	LPUFS 1216	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
12	LPUFS 1217	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
13	LPUFS 1218	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
14	LPUFS 1219	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
15	LPUFS 1256	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
16	LPUFS 1257	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
17	LPUFS 1259	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
18	LPUFS 1260	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
19	LPUFS 1262	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
20	LPUFS 1266	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
21	LPUFS 1267	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
22	LPUFS 1269	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
23	LPUFS 1270	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
24	LPUFS 1271	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
25	LPUFS 1274	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
26	LPUFS 1275	<i>Oxytropidoceras sergipensis</i>	Vassouras 1
27	LPUFS 1286	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Carapeba
28	LPUFS 1287	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Carapeba
29	LPUFS 1288	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Carapeba
30	LPUFS 1289	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Carapeba
31	LPUFS 1292	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Carapeba
32	LPUFS 1295	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Carapeba
33	LPUFS 1320	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Carapeba
34	LPUFS 1324	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Carapeba
35	LPUFS 1303	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Maruim 1
36	LPUFS 1304	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Maruim 1
37	LPUFS 1311	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Maruim 1

38	LPUFS 1314	<i>Elobiceras lobitoense</i>	Maruim 1
39	LPUFS 1291	<i>Elobiceras raymondi</i>	Carapeba
40	LPUFS 1293	<i>Elobiceras raymondi</i>	Carapeba
41	LPUFS 1323	<i>Elobiceras raymondi</i>	Carapeba
42	LPUFS 5534	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
43	LPUFS 5535	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
44	LPUFS 5536	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
45	LPUFS 5537	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
46	LPUFS 5538	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
47	LPUFS 5539	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
48	LPUFS 5540	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
49	LPUFS 5541	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
50	LPUFS 5576	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
51	LPUFS 5577	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
52	LPUFS 5578	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
53	LPUFS 5579	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
54	LPUFS 5580	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
55	LPUFS 5581	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
56	LPUFS 5582	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
57	LPUFS 5583	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
58	LPUFS 5584	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
59	LPUFS 5585	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
60	LPUFS 5586	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
61	LPUFS 5587	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
62	LPUFS 5588	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
63	LPUFS 5589	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
64	LPUFS 5590	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
65	LPUFS 5591	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
66	LPUFS 5592	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
67	LPUFS 5593	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
68	LPUFS 5594	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
69	LPUFS 5289	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
70	LPUFS 5290	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
71	LPUFS 5291	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
72	LPUFS 5292	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
73	LPUFS 5293	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
74	LPUFS 5294	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
75	LPUFS 5295	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
76	LPUFS 5296	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
77	LPUFS 5297	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
78	LPUFS 5298	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
79	LPUFS 5299	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha

80	LPUFS 5300	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
81	LPUFS 5301	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
82	LPUFS 5302	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
83	LPUFS 5303	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
84	LPUFS 5304	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
85	LPUFS 5305	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
86	LPUFS 5306	<i>Mortoniceras rostratum</i>	Usina Varzinha
87	LPUFS 2524	<i>Neocomiceramus anglicus</i>	Maruim 1
88	LPUFS 2693	<i>Neocomiceramus anglicus</i>	Maruim 1
89	LPUFS 2694	<i>Neocomiceramus anglicus</i>	Vassouras 1
90	LPUFS 2695	<i>Neocomiceramus anglicus</i>	Vassouras 1
91	LPUFS 2696	<i>Neocomiceramus anglicus</i>	Vassouras 1
92	LPUFS 2697	<i>Neocomiceramus anglicus</i>	Vassouras 1
93	LPUFS 2698	<i>Neocomiceramus anglicus</i>	Vassouras 1
94	LPUFS 2699	<i>Neocomiceramus anglicus</i>	Vassouras 1
95	LPUFS 2700	<i>Neocomiceramus anglicus</i>	Vassouras 1
		DGEO CTG UFPE	
96	130	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
97	131	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
98	1401	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
99	1382	<i>Mortoniceras sergipensis</i>	Usina Varzinha
100	128	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
101	133	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
102	134	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
103	172	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
104	1377	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1
105	1380	<i>Oxytropidoceras buarquianum</i>	Maruim 1