



Instituto de Biologia
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**BIVÁLVIOS DO CRETÁCEO DA BACIA DE SÃO LUÍS:
TAXONOMIA E OBSERVAÇÕES PALEOECOLÓGICAS**

Ighor Dienes Mendes



Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biologia Evolutiva
Instituto de Biologia
Universidade Federal do Rio de Janeiro

BIVÁLVIOS DO CRETÁCEO DA BACIA DE SÃO LUÍS:
TAXONOMIA E OBSERVAÇÕES PALEOECOLÓGICAS

Ighor Dienes Mendes

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biologia Evolutiva, Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como requisito necessário à obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas (Biodiversidade e Biologia Evolutiva).

Orientador: Ismar de Souza Carvalho

Rio de Janeiro
Agosto de 2017

CIP - Catalogação na Publicação

DM538b Dienes Mendes, Ighor
b Biválvios do Cretáceo da Bacia de São Luís:
taxonomia e observações paleoecológicas / Ighor
Dienes Mendes. -- Rio de Janeiro, 2017.
xv + 136 f.

Orientador: Ismar de Souza Carvalho.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do
Rio de Janeiro, Instituto de Biologia, Programa de
Pós-Graduação em Biodiversidade e Biologia Evolutiva,
2017.

1. Moluscos. 2. Cretáceo Superior. 3. Formação
Alcântara. 4. Taxonomia. 5. Paleoambientes. I.
Carvalho, Ismar de Souza, orient. II. Título.

BIVÁLVIOS DO CRETÁCEO DA BACIA DE SÃO LUÍS: TAXONOMIA E
OBSERVAÇÕES PALEOECOLÓGICAS

Ighor Dienes Mendes

Orientador: Prof. Dr. Ismar de Souza Carvalho

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Biodiversidade e Biologia Evolutiva, Instituto de Biologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas.

Área de concentração: Biodiversidade e Biologia Evolutiva

Aprovada por:

Presidente, Prof. Dra. Cláudia Augusta de Moraes Russo

Profª. Dra. Rita de Cássia Tardin Cassab

Prof. Dr. Hermínio Ismael de Araújo Júnior

Prof. Dr. José Ricardo Miras Meermudes (*suplente*)

Prof. Dr. Sandro Marcelo Scheffler (*suplente*)

*À minha filha Halina Mendes,
quem encoraja e motiva minha
existência.*

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Ismar de Souza Carvalho, por todo o auxílio e dedicação como orientador, onde este é mais um dos resultados de uma colaboração estabelecida desde 2008; pela confiança no meu crescimento científico, intelectual e pessoal; compreensão, conselhos e oportunidades cedidas, principalmente em momentos em que muito precisei, no transcorrer deste curso.

Reitero nesta oportunidade, meus agradecimentos à CAPES pelo apoio financeiro que me foi dado para a realização deste curso.

Às instituições UFRJ, Museu Nacional, UFMA, e CPHNA-MA pela cessão de infraestrutura necessária e apoio logístico para o desenvolvimento desta pesquisa. Em particular, o Instituto de Geologia-UFRJ, Laboratório de Bioestratigrafia, Paleoecologia e Paleoclima e ao Laboratório de Geologia Sedimentar e suas extensões.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biologia Evolutiva, na pessoa de seus coordenadores Daniela Takiya (quando ingressei); à coordenadora Claudia A. M. Russo (atual coordenadora); e seu secretário Heber Araújo, pelo auxílio prestado durante a realização do curso. Em particular, aos professores doutores, que de forma direta e/ou indireta contribuíram com sugestões, revisões e/ou suporte bibliográfico: Antonio M. Solé Cava, Carlos Renato R. Ventura, Cássia M. Sakuragui, Fernanda C. Azevedo, José Ricardo M. Mermudes, Michele Klautau e Ricardo Moratelli M. da Rocha.

Aos professores Dr. Vladimir T. Araújo, Dr. Hermínio I. de Araújo Júnior e Dra. Cícera N. de Almeida, pelas sugestões, críticas, métodos e suporte bibliográfico em Paleontologia e Geologia.

Aos valiosos amigos Danilo de Alcântara, Carlos Alberto, Elis Pedroso Saldanha, Gleick S. M. Souza, Jorge Renato S. Silva (IFMA), Larissa Siqueira, prof. Dr. Manuel Alfredo A. Medeiros (UFMA), Nira, Pedro H. A. Serra, Robertônio F. B. Seixas, Stefan F. B. Bezerra e Taciane C. Silva, pelo auxílio oferecido durante coletas de campo.

Aos professores e amigos: Francisco J. Correa Martins (UFRRJ), pelas críticas, revisões, discussões e suporte bibliográfico; Dr. Patrick F. Führ Dal' Bó (UFRJ), pelas sugestões, delineamento de métodos e amizade; Dra. Maria Helena Henriques (Universidade de Coimbra) e Dra. Maria Luisa Canales (Universidad Complutense de Madrid), pelas sugestões dadas em campo e delineamento de métodos em Paleontologia

e Geologia; ao Dr. Christopher Robert Scotese (Northwestern University) pela cessão dos arquivos e dados paleogeográficos.

Expresso os meus sinceros agradecimentos à Dra. Rita de Cássia Tardin Cassab, sempre disponível, com valiosas sugestões, críticas textuais, suporte bibliográfico e facilidades proporcionadas das mais diversificadas formas.

Aos amigos de laboratório e/ou pós-graduação: Amanda G. Rodrigues, Bárbara R. Gomes, Bruno R. C. Santos, Fábio H. Cortes F., Fernando L. K. Salgado, João Paulo P. B., Kelly A. Vidal, Leonardo Cotts A. S. C., Lucas P. Marques, Maíra L. Brito, Marcelo A. P. Oliveira, Mauricius N. Menezes, Renata B. Schaan, Roberto L. M. Novaes e Vitor H. S. Coutinho, expresso os meus mais sinceros agradecimentos pelo o auxílio com sugestões, críticas, dicas, suporte com referências, trocas de experiências dentre outros, que ajudaram a construir este trabalho.

Por último, mas não menos importante, à minha família, que colaborou e incentivou incondicionalmente as minhas iniciativas de várias maneiras: meus pais, Joana M. e Francisco Gil C. Alencar; minha avó Ilvone M.; tios Genivaldo M. e Ribamar M.; tios Alexandre M. M. e Paula F. Estrela. F.M.; “manita” Gabriela M.C.; e minha noiva Roberta Cantalice F.C., por auxiliar com as planilhas de dados sempre fornecer encorajamento com palavras e gestos.

RESUMO

Biválvios do Cretáceo da Bacia de São Luís: taxonomia e observações paleoecológicas

Ighor Dienes Mendes

Orientador:

Ismar de Souza Carvalho

Resumo da Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biologia Evolutiva, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Biodiversidade e Biologia Evolutiva.

Este estudo apresenta investigações sobre a paleontologia de invertebrados em rochas associadas a ambientes transicionais do Cretáceo Superior da Bacia de São Luís, Maranhão, Nordeste do Brasil. Compreendendo a análise de moluscos fósseis, que inclui reavaliação, reconhecimento da composição, correlação, associação paleogeográfica e discussão sobre aspectos paleoecológicos e paleoambientais de assembleias que contêm bivalvíos fósseis. A diversidade de espécies rochas examinadas mostrou clara dominância por moluscos fósseis, em particular da classe Bivalvia. Há 11 ordens, 24 famílias, 31 gêneros e as espécies *Brachidontes eoexustus* Klein & Ferreira, 1979, *Ostrea* cf. *maroimensis* White, 1887, *Ostrea* cf. *maroimensis* White, 1887, *Lopha lombardi* Datevelle & Freneix, 1957, *Cameleolopha cameleo* Coquandi, 1859, *Neithea coquandi* Drouet, 1825 *Acesta maranhensis* Klein & Ferreira, 1979 e *Scabrotrigonia scabra* (Lamarck, 1819). A análise mostrou que há oito gêneros reportados em estudos anteriores, além de 23 novos gêneros já reportados na literatura pertinente sobre bivalvíos; foram classificados em uma lista taxonômica atualizada, incluindo a relação e breves comentários sobre todos os seus respectivos grupos irmãos (gêneros e espécies), distribuídos entre 24 famílias correspondentes que ocorrem no Cretáceo do Brasil. A comparação com as demais bacias cretáceas brasileiras, mostrou forte relação com a fauna de bivalvíos descrita para o Cenomaniano da Bacia de Sergipe. Baseada na relação de co-ocorrência é feita a correlação dos horizontes fossilíferos da Bacia de São Luís, em que ocorrem os táxons aqui descritos, como restritos ao Cenomaniano, com base no limite estratigráfico superior *N. coquandi* Drouet e o inferior de *S. scabra* (Lamarck). A análise paleoecológica mostra uma variedade de hábitos associados à vida bentônica, com 44% dos táxons ocorrendo no estrato semi e infaunal e 56% no estrato epifaunal. Duas estratégias de alimentação foram reconhecidas, onde táxons de bivalvíos suspensívoros são dominantes em relação ao modo de alimentação carnívora. A abordagem paleoecológica corrobora estudos anteriores, confirmando a presença de um ambiente deposicional estuarino em estratos do Cretáceo Superior da Bacia de São Luís.

Palavras-chave: Mollusca, Cenomaniano, Bacia de São Luís

ABSTRACT**Cretaceous Bivalvia from the São Luís Basin: taxonomy and palaeoecological remarks**

Ighor Diendes Mendes

Advisor:

Ismar de Souza Carvalho

Abstract of the Master thesis submitted to Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biologia Evolutiva, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, as part of the requirements to obtain the degree of the Master in Biodiversity and Evolutionary Biology.

This research presents the analysis on the invertebrate paleontology of the Upper Cretaceous of the São Luís Basin, Maranhão, Northeast Brazil. The study comprises the identification of fossil molluscs, including their review, classification, correlation, paleogeographic association and discussion on paleoecological and paleoenvironmental aspects of the assemblages. The specimens show clear dominance of fossil molluscs, specially of the Bivalvia class. Eleven orders, 24 families, 31 genera and the species *Brachidontes eoexustus* Klein & Ferreira, 1979, *Ostrea* cf. *maroimensis* White, 1887, *Lopha lombardi* Datevelle & Freneix, 1957, *Cameleolopha cameleo* Coquandi, 1859, *Neithea coquandi* Drouet, 1825 *Acesta maranhensis* Klein & Ferreira, 1979 and *Scabrotrigonia scabra* (Lamarck, 1819) were recognised. The analysis showed eight genera already reported in previous studies, besides of 23 new genera already described from others basins the fossil were, classified in an current taxonomic list, including and brief among 24 corresponding families that occur in the Cretaceous of Brazil. The comparison with Brazilian Cretaceous basins showed a strong relationship with the bivalves moluscs from the Cenomanian of the Sergipe Basin. This comparison allowed to verify the of strata as restricted to the Cenomanian, based of on upper stratigraphic boundary of *N. coquandi* Drouet and the lower one of *S. scabra* (Lamarck). The paleoecological analysis showed habits associated with benthic life, with 44% of the taxa as semi and infaunal strata and 56% in the epifaunal strata. Two feeding strategies were recognized, suspensivorous moluscs bivalves taxa are dominant in relation to the carnivorous feeding mode. The paleoecological approach corroborates previous studies that interpret an estuarine depositional environment during the Upper Cretaceous of the São Luís Basin.

Keywords: Mollusca, Cenomanian, São Luís Basin

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Mapa de localização da Bacia de São Luís. A área sombreada indica a amplitude da bacia (baseado em AGUIAR, 1971; CARVALHO & PEDRÃO, 1998; PEDRÃO et al., 2002; VASCONCELOS et al., 2003). 6
- FIGURA 2.** Mapa paleogeográfico do Cenomaniano, Cretáceo Superior (modificado de NÉRAUDEAU & MATHEY, 2000), mostrando a fragmentação do Gondwana e expansão da margem equatorial do Atlântico e sua relação com o posicionamento da Bacia de São Luís, em destaque. Assim como, a proximidade com a costa Oeste africana. As setas indicam as principais paleocorrentes, as simples, paleocorrentes de águas quentes, e as seccionadas, paleocorrentes de águas frias. 7
- FIGURA 3.** Estratigrafia do Cretáceo da Bacia de São Luís. À esquerda, cronoestratigrafia do Cretáceo da Bacia de São Luís (adaptado de ROSSETTI, 1997 e PEDRÃO et al., 2002), Ceno., Cenomaniano, Tur. Turoniano e U. Indifer., Unidade Indiferenciada. À direita, litoestratigrafia proposta em ROSSETTI, 1997, para o Grupo Itapecuru, destacando a Formação Alcântara e seu posicionamento em relação às demais unidades. 8
- FIGURA 4.** Mapa de localização das localidades que forneceram o material aqui estudado. 13
- FIGURA 5.** Localização e coluna estratigráfica levantada em uma falésia da Ilha de Guarapirã destacando o horizonte fossilífero e algumas das estruturas sedimentares mais evidentes no local. 14
- FIGURA 6.** Localização e perfil estratigráfico de uma seção da Falésia Ponta do Farol, destacando o horizonte fossilífero e as estruturas sedimentares mais evidentes no local. 18
- FIGURA 7.** Seção amostrada da Ponta do Farol, a agenda indica o nível fossilífero. 18
- FIGURA 8.** Seção amostrada da Falésia Ponta Leste. 19
- FIGURA 9.** Localização e coluna estratigráfica da seção amostrada na Falésia Ponta Leste, destacando os horizontes fossilíferos. 20
- FIGURA 10.** Corte representativo mostrando a sucessão sedimentar da Falésia do Sismito. 22
- FIGURA 11.** Localização e coluna estratigráfica da seção amostrada na Falésia do Sismito, destacando os horizontes fossilíferos. 24

FIGURA 12. Morfologia geral de bivalvíos da Formação Alcântara. 1, morfologia interna de ostreídeo; 2, morfologia externa de *Panopea* sp.; 3, morfologia externa de *Camptonectes* (*Camptochlamys*) sp.; morfologia externa de *Acanthocardia* sp. 27

FIGURA 13. Diagrama de Spindle mostrando a distribuição de bivalvíos do Cretáceo da Bacia de São Luís nas localidades amostradas neste estudo. Localidades: 1, Falésia do Sismito; 2, Falésia Ponta Leste; 3, Ponta do Farol; 4, Porto do Itaqui; e 5, Ilha de Guarapirã. Espessura lateral das barras indica abundância relativa do táxon em cada uma das localidades. 73

FIGURA 14. Proporção dos hábitos de vida de bivalvíos do Cenomaniano da Bacia de São Luís. Infauna: IP=infaunal Profundo, IS=infaunal superficial, IB=infaunal bissado; Epifauna: EC=epifaunal cimentado, EB=epifaunal bissado, EL=epifaunal de vida livre. 89

FIGURA 15. Amostra do conglomerado fossilífero da Falésia Ponta Leste. A seta interior indica um osso de vertebrado, provavelmente dinossauro, caracterizando a assembleia reelaborada; a seta superior mostra um gastrópodo fragmentado exibindo representando a assembleia ressedimentada em um nível de superfície erosiva com grande mistura temporal envolvida. 94

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Ocorrências de unidades palinoestratigráficas cretáceas de outras bacias brasileiras associadas com a Bacia de São Luís. Tabela construída a partir de dados consultados em PEDRÃO et al. (1993, 2002), ARAI (2001), PEDRÃO, (2002) e ARAÚJO et al. (2011). Cen., Cenomaniano, Sup., Superior, Méd., Médio e Inf., Inferior. 10
- TABELA 2.** Distribuição dos bivalvíos mais frequentes no Cenomaniano da Bacia de São Luís e suas respectivas abundâncias absolutas nas amostras examinadas neste estudo. 74
- TABELA 3.** Lista da fauna de bivalvíos do Cenomaniano da Formação Alcântara (as famílias são indicadas por um asterisco. Incluído os dados autoecológicos (hábitos de vida e modos de alimentação). Hábitos de vida: IS, infaunal superficial; IP, infaunal profundo; IB, (semi) infaunal bissado; EB, epifaunal bissado; EC, epifaunal cimentado; EL, epifaunal de vida livre. Modos de alimentação: S, suspensívoros; C, carnívoros. 90

SIGLAS

| | |
|--------------------|--|
| DNPM | Departamento Nacional de Produção Mineral |
| UFMA | Universidade Federal do Maranhão |
| UFRJ | Universidade Federal do Rio de Janeiro |
| CPNHAMA | Centro de Pesquisa de História Natural e Arqueologia do Maranhão |
| Ceno. | Cenomaniano |
| Tur. | Turoniano |
| U. Indifer. | Unidade Indiferenciada |
| EMAP | Empresa Maranhense de Administração Portuária |

SUMÁRIO

| | | |
|---------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 | OBJETIVOS | 5 |
| 3 | CENÁRIO GEOLÓGICO | 6 |
| 3.1 | BACIA DE SÃO LUÍS | 6 |
| 3.2 | BIOESTRATIGRAFIA | 9 |
| 4 | MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 4.1 | CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 12 |
| 4.1.1 | Ilha de Guarapirá | 13 |
| 4.1.2 | Porto do Itaqui | 15 |
| 4.1.3 | Ponta do Farol | 16 |
| 4.1.4 | Falésia Ponta Leste | 19 |
| 4.1.5 | Falésia do Sismito | 22 |
| 4.2 | COLETA E PROCEDIMENTOS CURADORIAIS | 24 |
| 4.2.1 | Coleta | 24 |
| 4.2.2 | Preparação | 25 |
| 4.3 | OBTENÇÃO DE DADOS MORFOLÓGICOS | 26 |
| 4.4 | PROCESSAMENTO DOS DADOS | 26 |
| 4.4.1 | Composição das assembleias de bivalvíos | 26 |
| 4.4.2 | Distribuição na Bacia de São Luís | 27 |
| 4.4.3 | Relação com outras bacias cretáceas | 28 |
| 4.4.4 | Paleoecologia | 28 |
| 5 | RESULTADOS | 30 |
| 5.1 | COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE BIVÁLVIOS | 30 |
| 5.1.1 | Classificação Taxonômica | 30 |
| 5.1.2 | Família Mytilidae Rafinesque, 1815 | 30 |
| 5.1.2.1 | <i>Brachidontes eoexustus</i> Klein & Ferreira, 1979 | 30 |
| 5.1.2.2 | <i>Lycettia</i> sp. | 32 |
| 5.1.3 | Família Crenelidae Gray, 1840 | 33 |
| 5.1.3.1 | <i>Musculus</i> sp. | 33 |
| 5.1.4 | Família Arcidae Lamarck, 1809 | 35 |
| 5.1.4.1 | <i>Acar?</i> sp. | 35 |
| 5.1.4.2 | <i>Barbatia</i> sp. | 36 |
| 5.1.4.3 | <i>Noetia (Incanopsis)</i> sp. | 37 |

| | | |
|----------|--|----|
| 5.1.5 | Família Glycymerididae Dall, 1908 | 39 |
| 5.1.5.1 | <i>Trigonarca</i> sp. | 39 |
| 5.1.6 | Família Paralleodontidae Dall, 1898 | 40 |
| 5.1.6.1 | <i>Nemodon</i> sp. | 40 |
| 5.1.7 | Família Inoceramidae Giebel, 1852 | 42 |
| 5.1.7.1 | <i>Mytiloides</i> sp. | 42 |
| 5.1.8 | Família Ostreidae Férussac, 1822 | 43 |
| 5.1.8.1 | <i>Ostrea</i> cf. <i>maroimensis</i> White, 1887 | 43 |
| 5.1.8.2 | <i>Lopha lombardi</i> Dartevelle & Freneix, 1957 | 45 |
| 5.1.8.3 | <i>Cameleolopha cameleo</i> (Coquandi, 1869) | 46 |
| 5.1.9 | Família Arctostreidae Vialov, 1983 | 47 |
| 5.1.9.1 | <i>Rastellum</i> sp. | 47 |
| 5.1.10 | Família Flemingostreidae Stenzel, 1971 | 48 |
| 5.1.10.1 | <i>Crassostrea</i> sp. | 48 |
| 5.1.11 | Família Gryphaeidae Vialov, 1936 | 49 |
| 5.1.11.1 | <i>Exogyra</i> (<i>Costagyra</i>) sp. | 49 |
| 5.1.11.2 | <i>Gryphaeostrea</i> sp. | 50 |
| 5.1.12 | Família Pectinidae Rafinesque, 1815 | 52 |
| 5.1.12.1 | <i>Camptonectes</i> (<i>Camptonectes</i>) sp. | 52 |
| 5.1.12.2 | <i>Chlamys</i> sp. | 53 |
| 5.1.13 | Família Neitheidae Sobetski, 1960 | 54 |
| 5.1.13.1 | <i>Neithea coquandi</i> (Peron, 1877) | 54 |
| 5.1.14 | Família Plicatulidae Gray, 1854 | 55 |
| 5.1.14.1 | <i>Plicatula</i> sp. | 55 |
| 5.1.14.2 | <i>Acesta maranhensis</i> Klein & Ferreira, 1979 | 56 |
| 5.1.15 | Família Pterotrioniidae Hoepen, 1929 | 57 |
| 5.1.15.1 | <i>Scabrotrigonia scabra</i> (Lamarck, 1819) | 58 |
| 5.1.16 | Família Crassatellidae Férussac, 1822 | 59 |
| 5.1.16.1 | <i>Crassatella</i> sp. | 59 |
| 5.1.17 | Família Cardiidae Lamarck, 1809 | 60 |
| 5.1.17.1 | <i>Protocardia</i> (<i>Brevicardium</i>) sp. | 60 |
| 5.1.17.2 | <i>Cardium</i> sp. | 61 |
| 5.1.17.3 | <i>Acanthocardia</i> sp. | 62 |
| 5.1.17.4 | <i>Trachycardium</i> sp. | 63 |
| 5.1.18 | Família Veniellidae Dall, 1895 | 64 |
| 5.1.18.1 | <i>Venilicardia</i> sp. | 64 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 5.1.19 | Família Mactridae Lamarck, 1809 | 65 |
| 5.1.19.1 | <i>Mulinoides</i> sp. | 65 |
| 5.1.20 | Família Veneridae Rafinesque, 1815 | 66 |
| 5.1.20.1 | <i>Aphrodina</i> (<i>Aphrodina</i>) sp. | 66 |
| 5.1.21 | Família Corbulidae Lamarck, 1818 | 67 |
| 5.1.21.1 | <i>Corbula</i> spp. | 68 |
| 5.1.22 | Família Cuspidariidae Dall, 1886 | 69 |
| 5.1.22.1 | <i>Cuspidaria</i> sp. | 69 |
| 5.1.23 | Família Hiatellidae Gray, 1824 | 70 |
| 5.1.23.1 | <i>Panopea</i> sp. | 70 |
| 5.2 | DISTRIBUIÇÃO NA BACIA DE SÃO LUÍS | 71 |
| 5.3 | DETERMINAÇÃO DA IDADE | 74 |
| 5.4 | DISTRIBUIÇÃO DAS FAMÍLIAS EM OUTRAS BACIAS CRETÁCEAS | 76 |
| 5.5 | PALEOECOLOGIA | 88 |
| 5.5.1 | Autoecologia da fauna de bivalvíos da Formação Alcântara | 88 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 96 |
| 7 | CONCLUSÕES | 100 |
| | REFERÊNCIAS | 101 |
| | APÊNDICE 1 | 115 |
| | APÊNDICE 2 | 125 |

1 INTRODUÇÃO

O Cretáceo foi um período em que a Terra experimentou mudanças dramáticas na sua superfície (SKELTON, 2003), a partir de forças internas que governam a dinâmica da tectônica global, dando origem a condições paleogeográficas características deste período (MORGAN, 1972; FORSYTH & UYEDA, 1975; ANDERSON, 2001; COLTICE et al., 2016).

As porções continentais evoluíram de forma relativamente rápida com o início do Cretáceo (ANDERSON, 1982; HAY et al., 1999; VEEVERS, 2004). O megacontinente Gondwana estava se rompendo, originando porções menores (ver DIETZ & HOLDEN, 1970; GURNIS, 1988; GUIRAUD & BOSWORTH, 1997) e conduzindo táxons continentais a processos com implicações macroevolutivas, como vicariância, extinções e especiação (ver ROMER, 1958; TIFFNEY & NIKLAS, 1990; LABANDEIRA & SEPKOSKI, 1993; STANDISH, 2002; SILVESTRO et al., 2016; JORDAN, 2016; MCLOUGHLIN, 2001).

Com as vicissitudes do interior da Terra sob a fase de superpluma cretácea (LARSON, 1991; VAUGHAN, 1995; TATSUMI et al., 1998; LARSON, 2005; ROMANOWICZ & GHUNG, 2002; KEAREY et al., 2014), intensa atividade vulcânica (SCHLANDGER et al., 1981; SKELTON, 2003), a atmosfera rica em CO₂ (LEE et al., 2012; MACKENZIE et al., 2016), temperaturas alcançando o último máximo termal no Cenomaniano (VEIZER et al., 2000; JOHNSON et al., 2002; WILSON et al., 2002; GODDÉRIS et al., 2014; HAQ & HUBER, 2016) e regiões polares sem sustentação de calotas de gelo (HERMAN & SPICER, 1996; TARDUNO et al., 1998; VANDERMARK et al., 2007; FORSTER et al., 2007; MORYIA et al., 2007), foram atributos que levaram a um arquétipo climático muito diferente do atual, que modelava a disponibilidade de recursos alimentares, distribuindo, assim, a vida em províncias e reinos peculiares.

Acompanhando a evolução paleogeográfica e paleoclimatológica, e também influenciando nesta última, a paleoceanografia também adotou particularidades muito diferentes das atuais durante o Cretáceo (HAY & FLOGEL, 2012), como alterações de correntes (HAY & FLOGEL, 2012; FRIEDRICH et al., 2008), rápida formação de mares e bacias oceânicas (DIETZ & HOLDEN, 1970; ROYER et al., 1992; HAY et al., 1999; HEINE et al., 2013; KEAREY et al., 2014), eventos de anoxia global (HAY, 2008), sucessivas ingressões marinhas (e.g. ARAI, 2014) e extensos mares epíricos (ver HAQ, 2014; HAY & FLOGEL, 2012).

A vida nos mares passava pela última uma fase da Revolução Marinha do Mesozoico (VERMEIJ, 1977). Baseada em bioeventos como migrações (NÉRAUDEAU & MATHEY, 2000), extinções e repovoamentos (ABDELHADY, 2008), contrações e expansões populacionais (e.g. NEUBAUER et al., 2015) e alta especiação responsável por formar a base da diversidade atual de muitos invertebrados marinhos (e.g. KAUFFMAN, 1978; MONDAL & HARRIES, 2016). O entendimento da estrutura de populações e hábitos de vida de invertebrados marinhos do Cretáceo (e.g. BRENCHLEY & HARPER, 1998; HESSEL & , 2005; EL QOT, 2006; HOOK & COBBAN, 2016; WILD & STILWELL, 2016; ROBIN et al., 2016; MOUSSAVOU, 2017), embora difícil, auxilia a reconstrução de antigos cenários de vida (HANNAA & FÜRSICH, 2011, 2012; PEREIRA et al., 2017), permite a compreensão da história natural (ver NEUBAUER et al., 2015) e fornece bases para os estudos da fauna moderna (MACCORD & VENTURA, 2004; OLIVER & HOLMES, 2006), objeto da paleobiologia da conservação (DIETL & FLESSA, 2011; HARNICK et al., 2012; KOSNICK & KOWALEWSKI, 2017).

As bacias sedimentares do Brasil exibem um rico legado da história geológica da Terra em seus estratos, que, em muitos casos, apresentam restos e/ou pistas deixadas por organismos (e.g. Paleozoico, RICHTER et al., 2017; Mesozoico, CARVALHO et al., 2017a; e Cenozoico, ARAÚJO-JÚNIOR et al., 2017). A Paleontologia do Mesozoico brasileiro vem sendo amplamente explorada e cada vez mais reconhecida mundialmente. Principalmente em função de descobertas de animais vastamente divulgados, e.g. dinossauros (CARVALHO et al., 2017b); ou por antigos ambientes de sedimentação que preservaram grande volume de organismos em excelente estado de preservação, e.g. Formação Santana, *Fossil-Lagerstätten* da Bacia do Araripe (CARVALHO & SANTOS, 2005; MALDANIS et al., 2016).

Os depósitos cretáceos das bacias sedimentares brasileiras apresentam um conteúdo fóssilífero muito diversificado, em particular na região Nordeste (HESSEL, 2014). Representados por várias sucessões de organismos que viveram em ambientes continentais, costeiros e marinhos (BENGTSON, 1983; MENDES & FEITOSA, 2011; LINDOSO et al., 2013; MEDEIROS et al., 2014).

Há mais de um século paleontólogos reportam e descrevem invertebrados marinhos no nordeste brasileiro, e.g. WHITE (1887), MAURY (1925, 1930, 1934, 1937), MAGALHÃES & MEZALLIRA (1953), BENGTSON (1983), SIMONE & MEZZALIRA (1994), CASSAB, (2003) ANDRADE (2005), SIQUEIRA (2005), MENDES et al. (2011a), PEREIRA et al. (2015), PEREIRA et al. (2017). Nestes estudos,

seus respectivos autores elegem moluscos como componentes importantes para o entendimento de antigos cenários de vida. E ainda, observa-se em SEELING & BENGTON (2002), CASSAB (2003) e PEREIRA et al. (2017), que a maioria dos táxons eram cosmopolitas ou amplilocados durante o Cretáceo, exibindo afinidades muito estreitas com as faunas características do Reino Tetiano.

A Bacia de Sergipe é considerada a mais fossilífera das bacias marginais brasileiras (AYOUB-HANNAA et al., 2015), contém uma das mais extensas sucessões marinhas do Mesocretáceo do norte do Atlântico Sul (KOUSOUKOS & BENGTON, 1993) e apresenta o maior volume de informações detalhadas sobre bivalvíos marinhos do Mesocretáceo do Brasil (e.g. WHITE, 1887; MAURY, 1937; BENGTON, 1983; HESSEL, 1988; SEELING & BENGTON, 1999; ANDRADE, 2005; AYOUB-HANNAA et al., 2015). Entretanto, alguns destes bivalvíos são compartilhados com outras bacias do Nordeste (e.g. Potiguar, Tucano Sul e São Luís), onde são mais raros e conseqüentemente menos explorados, talvez por não ocorrerem em camadas associadas a geração de petróleo, como acontece na Bacia de Sergipe (HESSEL, 2005a). Isso acaba gerando dificuldades em análises mais robustas que confrontam dados distribuídos por estas bacias, e.g. o gênero *Neithea* Drouet, 1824, descrito para as bacias de São Luís, Tucano Sul e Sergipe, que ANDRADE et al. (2004), comprovam que pertencem à uma única espécie, *Neithea coquandi* (Peron, 1877).

O estudo sobre bivalvíos da Formação Alcântara, unidade cretácea da Bacia de São Luís, emergiu na década de 1970 (KLEIN, 1975; KLEIN & FERREIRA, 1979), sendo alimentado por pequenas contribuições até o momento (FERREIRA et al., 1995; MENDES et al., 2010, 2011a, 2011b, 2013; MENDES & MENDES, 2013). Os componentes paleontológicos mais bem estudados no Cretáceo desta bacia, limitam-se a vertebrados da Formação Itapecuru/Alcântara, do Albiano superior (ver sumarização em MEDEIROS et al., 2014 e SOUSA et al., 2016). A macrofauna de bivalvíos amostrada inicialmente na Bacia de São Luís já sofreu revisões em estudos posteriores (HESSEL, 1984; ANDRADE et al., 2004) e serviu para inferir correlações prévias com afloramentos de localidades próximas (e.g. MENDES et al., 2011a, 2013) e até regionais/global (e.g. ANDRADE et al., 2004; MENDES et al., 2011a).

Contudo, faz-se necessário dar continuidade à exploração do potencial fossilífero dos estratos cretáceos da Bacia de São Luís, para conhecer a composição das assembleias de bivalvíos e, desse modo, preencher as lacunas referentes à taxonomia da classe Bivalvia desta bacia, como afirmou HESSEL (2014) em relação às outras bacias do

Nordeste brasileiro. Contudo, ressaltamos que o conhecimento a respeito dos bivalvíos em outras bacias brasileiras também é pouco explorado e esta classe permanece insuficientemente estudada e carente de revisões taxonômicas e novas investigações. De modo geral, esse é apenas um dos problemas da atual crise enfrentada pela Paleontologia de Invertebrados do Brasil, segundo SCHEFFLER & GHILARDI (2014).

Assim como os aspectos taxonômicos, abordagens em paleoecologia, que deriva de uma composição bem estabelecida da assembleia fóssil, inexistem para bivalvíos do Cretáceo da Bacia de São Luís em estudos anteriores (e.g. KLEIN, 1975; KLEIN & FERREIRA, 1979; FERREIRA et al., 1995; MENDES et al., 2010, 2011a, 2011b, 2013; MENDES & MENDES, 2013). Numerosos estudos de caso (e.g. SCOTT, 1970; FÜRSICH & KIRKLAND, 1986; ELDER, 1987; FÜRSICH, 1994; HESSEL & BARBOSA, 2005; BERNDT, 2002; LAZO, 2007; WILMSEN et al., 2007; ABDELHADY, 2008; LAZO & DAMBORENEA, 2011; HANNAA & FÜRSICH, 2012; KOMATSU, 2013; PEREIRA et al., 2017) apontam comunidades paleoecológicas, em que bivalvíos são utilizados como uma ferramenta sensível na reconstrução de antigos cenários de vida marinha no Cretáceo.

Neste estudo, apresentamos a primeira abordagem de aspectos paleoecológicos da assembleia de bivalvíos reconhecidos para o Cretáceo da Bacia de São Luís. Nossa hipótese, formulada a partir dos resultados dos estudos anteriores de KLEIN (1975), KLEIN & FERREIRA (1979), FERREIRA et al. (1995), MENDES et al. (2010), MENDES et al. (2011a, 2011b, 2013) e MENDES & MENDES (2013), confrontada com estudos de caso de comunidades paleontológicas (e.g. SCOTT, 1970; FÜRSICH & KIRKLAND, 1986; ELDER, 1987; FÜRSICH, 1994; HESSEL & BARBOSA, 2005; BERNDT, 2002; LAZO, 2007; WILMSEN et al., 2007; ABDELHADY, 2008; LAZO & DAMBORENEA, 2011; HANNAA & FÜRSICH, 2012; KOMATSU, 2013; PEREIRA et al., 2017), é que a assembleia de bivalvíos da Formação Alcântara constitui uma ferramenta útil para reconstrução de paleoambientes que existiram às margens do Atlântico equatorial, no início do Cretáceo Superior.

2 OBJETIVOS

O objetivo principal desta pesquisa é apresentar a composição taxonômica de bivalvíos do Cretáceo Superior da Bacia de São Luís discutindo aspectos paleoecológicos.

Para tanto, foram traçados os seguintes objetivos específicos:

- (i) Reavaliar os táxons de bivalvíos descritos em estudos anteriores;
- (ii) Reconhecer a composição da assembleia de bivalvíos da Formação Alcântara;
- (iii) Correlacionar as localidades amostradas onde ocorrem os bivalvíos;
- (iv) Contextualizar as ocorrências dos táxons com demais bacias cretáceas brasileiras;
- (v) Identificar os hábitos de vida e modos de alimentação de bivalvíos da Formação Alcântara;
- (vi) Discutir as condições paleoambientais locais com base em bivalvíos;

3 CENÁRIO GEOLÓGICO

3.1 BACIA DE SÃO LUÍS

A Bacia de São Luís está localizada sobre a porção norte da Bacia do Parnaíba, nordeste do Brasil, com seus principais afloramentos fossilíferos localizados às margens da Baía de São Marcos, região pertencente às reentrâncias do litoral do estado do Maranhão. Esta é uma das várias bacias mesozoicas marginais do tipo *rift* que ocorrem nas margens do Atlântico Sul, sua forma de gráben ovalado (MESNER & WOOLDRIDGE, 1964) é limitada a norte, pela Plataforma de Ilha de Santana e Alto de Gurupi e, a sul, pela Faixa Móvel do Gurupi, Plataforma de Sobradinho e Arco Ferrer Urbano Santos (PEDRÃO et al., 2002), sendo este último amplamente discutido como divisor de bacias em GÓES & ROSSETTI (2001) (Figura 1).



FIGURA 1. Mapa de localização da Bacia de São Luís. A área sombreada indica a amplitude da bacia (baseado em AGUIAR, 1971; CARVALHO & PEDRÃO, 1998; PEDRÃO et al., 2002; VASCONCELOS et al., 2003).

A espessura dos depósitos da Bacia de São Luís atinge cerca de 4.000 metros em seu depocentro (ROSSETTI, 2001; ZALAN, 2007). A sequência sedimentar do Cretáceo é a mais representativa da bacia e corresponde à fase de fragmentação do Gondwana, que

levou a separação das placas Sul-Americana e Africana, expandindo o assoalho oceânico que formou o Atlântico Equatorial (ARANHA, 1990; AZEVEDO, 1991; ZÁLAN, 2007; SOARES-JÚNIOR et al., 2008; SANTOS & CARVALHO, 2009; SOARES-JÚNIOR, et al., 2011) (Figura 2), que se desenvolveu sobre e as rochas gnáissicas, graníticas e metassedimentares da porção infrascrustal arqueana do Cráton de São Luís e da faixa móvel do Gurupi, esta última de idade neoproterozoica, bem como as sequências sedimentares paleozoicas da formações Bequimão (Ordoviciano) e Pimenteiras (Devoniano) (ROSSETTI, 2001; ZÁLAN, 2007).

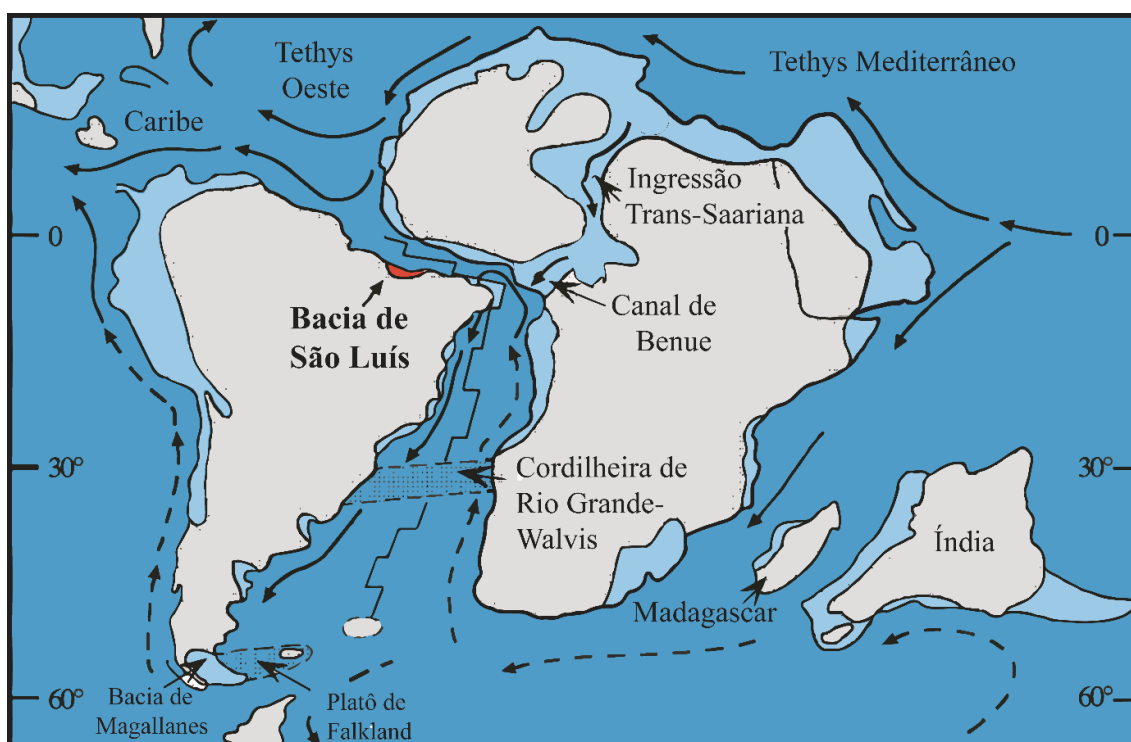


FIGURA 2. Mapa paleogeográfico do Cenomaniano, Cretáceo Superior (modificado de NÉRAUDEAU & MATHEY, 2000), mostrando a fragmentação do Gondwana e expansão da margem equatorial do Atlântico e sua relação com o posicionamento da Bacia de São Luís, em destaque. Assim como, a proximidade com a costa Oeste africana. As setas indicam as principais paleocorrentes, as simples, paleocorrentes de águas quentes, e as seccionadas, paleocorrentes de águas frias.

Tendo em vista as diferentes interpretações das sequências estratigráficas da Bacia de São Luís (LIMA & ARANHA, 1993; ROSSETTI & TRUCKENBRODT, 1999; ROSSETTI, 2001; PEDRÃO et al., 2002; ZALÁN, 2007), neste estudo, adota-se uma interpretação da sequência estratigráfica do Cretáceo da Bacia de São Luís baseada em

PEDRÃO et al. (2002), por levar em consideração a localidade Ponta do Farol, uma das principais localidades amostradas neste trabalho. Desta forma a Bacia de São Luís apresenta três partes: (i) uma parte marinha ocorrida no Aptiano superior; (ii) uma parte marinha com influência continental depositada no Albiano inferior; (iii) uma fase de deposição marinha em ambiente marginal com forte aporte terrígeno iniciada no Albiano médio alcançando o Cenomaniano inferior.

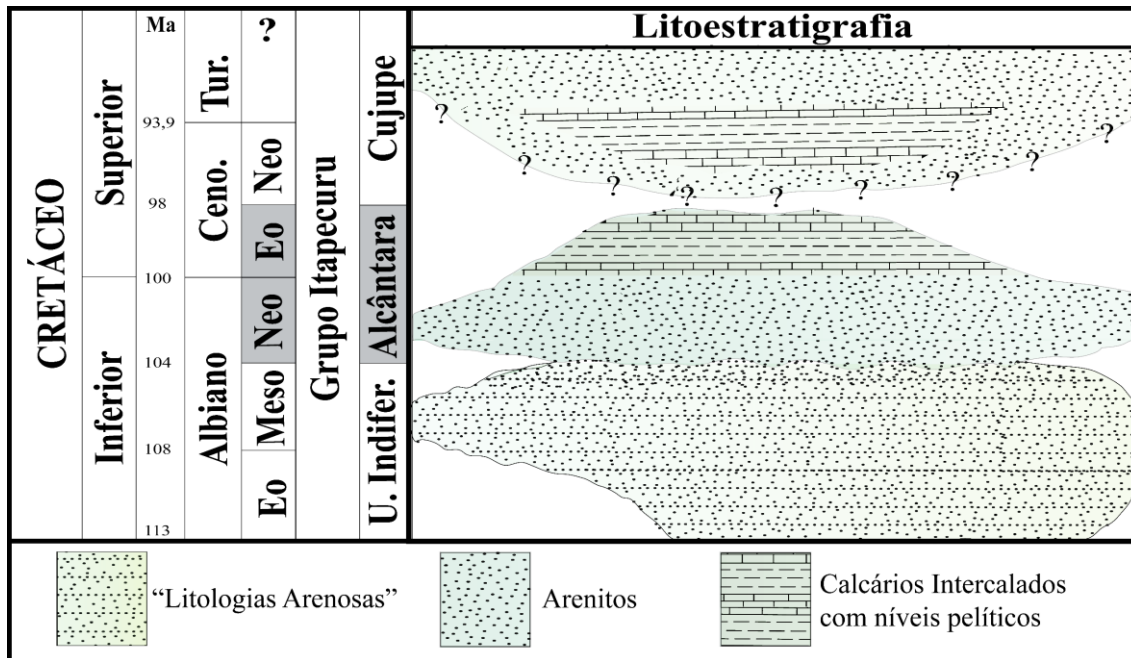


FIGURA 3. Estratigrafia do Cretáceo da Bacia de São Luís. À esquerda, cronoestratigrafia do Cretáceo da Bacia de São Luís (adaptado de ROSSETTI, 1997 e PEDRÃO et al., 2002), Ceno., Cenomaniano, Tur. Turoniano e U. Indifer., Unidade Indiferenciada. À direita, litoestratigrafia proposta em ROSSETTI, 1997, para o Grupo Itapecuru, destacando a Formação Alcântara e seu posicionamento em relação às demais unidades.

O regime marinho levou à deposição de pacotes de sequências calcárias, pelíticas, areníticas e conglomerados subordinados do Grupo Itapecuru: Unidade Indiferenciada, Formação Alcântara e Formação Cujupe (ROSSETTI & TRUCKENBRODT, 1999, 2001) (Figura 3). O limite Albiano – Cenomaniano inferior (Formação Alcântara) é formado principalmente por pelitos e arenitos, com 30-35m de espessura, oriundos de um possível estuário desenvolvido em um sistema de trato de mar alto favorecido pelo declínio na razão de elevação do nível do mar (ROSSETTI, 2001). Enquanto que as litofácies de argilitos cinza esverdeados do Cenomaniano inferior, Formação Alcântara,

se originaram em ambiente marinho raso com certa influência fluvial (PEDRÃO et al., 1993; PEDRÃO 1995; CARVALHO & PEDRÃO, 1998; ARAÚJO et al., 2011).

3.2 BIOESTRATIGRAFIA

GARDNER (1846) e HARTT (1870), fazem as primeiras alusões ao período Cretáceo na região da Ilha de São Luís, contudo não apresentam razões ou provas concludentes. PRICE (1947), a partir dos fósseis de dinossauros encontrados nos arenitos da Ilha do Livramento, baía de São Marcos, estabeleceu a idade mesozoica para aquelas rochas. OLIVEIRA (1958) determina o Cretáceo superior (Turoniano ou talvez Cenomaniano) para calcários expostos na ilha de São Luís, com base na descrição do gastrópodo *Nerinea pontagrossensis* Oliveira, 1958, e relaciona o calcário da baía de São Marcos com a base inferior do calcário Jandaíra do Grupo Apodi.

CUNHA (1968), com base em interpretações fotogeológicas sugere a Formação Alcântara como nova unidade formal para a Bacia de São Luís. FERREIRA (1970), cita a ocorrência de *N. pontagrossensis* Oliveira e do gênero *Neithea* Drouet para localidades dentro da região identificada por CUNHA (1968). Com base em análise palinológicas de “folhelhos” cinza-esverdeados na região de Alcântara, AGUIAR (1971) adota o termo Formação Alcântara, atribuindo-lhe idade cenomaniana, equivalente à Formação Bonfim, Cenomaniano da Bacia de Barreirinhas. Mais tarde a zona *Psilatricolpites papilioniformis* Regali e final da zona *Elaterosporites protensus* Jardiné confirmou a idade eocenomaniana para alguns estratos da Bacia de São Luís, relacionando os mesmos com demais bacias mesozoicas brasileiras (e.g. ARAI, 2001; PEDRÃO et al., 2002) (Tabela 1).

KLEIN & FERREIRA (1979) reforçam a idade cenomaniana para os pelitos e calcários da orla de São Marcos, ressaltando o gênero *Mulinoides* Olsson, 1944 e a ostra *L. lombardi* Dartevelle & Freneix, relacionando-os com outras formações cretáceas da América do Sul, oeste da África e América do Norte, incluindo os gêneros *Brachidontes* Swaison, 1840, *Neithea* Drouet, *Chlamys* Roding, 1798, *Plicatula* Lamarck, 1801, *Acesta* Adams & Adams, 1858 e “*Pterotrigoia* van Hoepen, 1929” em relações estreitas com a dispersão da fauna de Ammonites durante o Cenomaniano (REYMENT, 1969; REYMENT & TAIT, 1972; KENNEDY & COOPER, 1975).

TABELA 1. Ocorrências de unidades palinoestratigráficas cretáceas de outras bacias brasileiras associadas com a Bacia de São Luís. Tabela construída a partir de dados consultados em PEDRÃO et al. (1993, 2002), ARAI (2001), PEDRÃO, (2002) e ARAÚJO et al. (2011). Cen., Cenomaniano, Sup., Superior, Méd., Médio e Inf., Inferior.

| Bacia Andar | Acre | Solimões Amazonas | Marajó | Parnaíba | Barreirinhas | Bragança-Visu | São Luís | Bio-Horizontes |
|----------------|------------------|----------------------|--------|----------|--------------|---------------|--|--|
| | Turoniano | | | | | | | |
| Cen. | Sup. | | | | | | | <i>Gnetaceaepollenites simiLis</i> Regali |
| | Méd. | | | | | | | <i>Gnetaceaepollenites diversus</i> Stover |
| | Inf. | | | | | | | <i>Psilatricolpites papilioniformis</i> Regali |
| Albiano | Sup. | | | | | | | <i>Elaterosporites protensus</i> Jardiné |
| | | | | | | | | <i>Classopollis spinosus</i> |
| | | | | | | | | <i>Steevesipollenites alatiformis</i> Stover |
| | Méd. | | | | | | | <i>Elateropollenites jardineri</i> Hergreen |
| | | | | | | | | <i>Complicatisaccus cearensis</i> Regali |
| | | | | | | | | <i>Elateropollenites dissimilis</i> Hergreen |
| Inf. | | | | | | | <i>Pentapsis valdiviae</i> Lammons | |
| | | | | | | | <i>Elateropollenites praecursor</i> Hergreen | |

Na localidade Ponta do Farol, os bivalvíos coletados por KLEIN (1975) e KLEIN & FERREIRA (1979) e o conteúdo polínico constatado por PEDRÃO et al. (1993, 2002), PEDRÃO (1995) e ARAÚJO et al. (2011), sugerem que estes sedimentos foram depositados durante o Cenomaniano inferior (Tabela 1), nível estratigráfico onde ocorrem os gêneros *Mulinoides* Olsson e *Neithea* Druet. Embora este último táxon se distribua do Aptiano ao Cenomaniano, ANDRADE et al., (2004) reconhecem a ocorrência de *N. coquandi* (Peron) dentro da zona de Ammonites da Bacia de Sergipe *Graysonites lozoi* – *Hypoturrilites betaitraensis* estabelecidas em KOUTSOUKOS & BENGTON (1993), que está correlacionada à zona padrão de Ammonites do eocenomaniano *Manteliceras mantelli*. Considerando as propostas de PEDRÃO et al. (1993, 2002), ARAI (2001), PEDRÃO (1995) e ARAÚJO et al. (2011), é muito provável que as ocorrências de *Neithea* Druet na Bacia de São Luís e Bacia de Sergipe tenham sido contemporâneas.

PEDRÃO et al. (1993) destacam a localidade Ponta do Farol como uma das mais importantes do ponto de vista estratigráfico de caráter regional para a Bacia de São Luís.

Tendo em vista que esta foi a única localidade da Formação Alcântara que forneceu amostras de superfície com palinórfos do Cenomaniano inferior (e.g. PEDRÃO et al., 1993, 2002; CARVALHO & PEDRÃO, 1998), onde PEDRÃO et al. (1993) coletaram amostras contendo os bivalvíos *Mulinoides* sp. e *N. coquandi* (Peron). Quanto aos demais táxons identificados como cenomanianos na Bacia de São Luís, têm sua idade sujeita à maior margem de erro, por não possuírem relações estreitas com os estratos que apresentam a associação palinológica identificada em PEDRÃO et al. (2002), e por se tratarem de bioclastos transportados por processos de ressedimentação e/ou reelaboração, que conseqüentemente levam a algum grau de mistura temporal dificultando a interpretação estratigráfica (KIDWELL & JABLONSKI, 1983; KIDWELL, 1998; FERNANDÉZ-LOPEZ, 1999).

4 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi baseado em espécimes de bivalvíos depositados em acervos de museus e universidades. Alguns desses espécimes foram estudados anteriormente em KLEIN (1975), KLEIN & FERREIRA (1979), FERREIRA et al. (1995), MENDES et al. (2010, 2011a, 2011b e 2013), MENDES & FEITOSA (2011) e MENDES & MENDES (2013). Estes trabalhos não apresentaram esboços das secções estratigráficas estudadas, apenas descrições. Suprindo tal falha, este estudo apresenta os perfis das localidades amostradas.

Durante a obtenção dos dados estratigráficos, coletamos novas amostras de bivalvíos e incorporamos neste estudo, afim de uma maior robustez. Com isso, o desenvolvimento deste trabalho, dividiu-se em duas quatro etapas: (1) caracterização da área de estudo; (2) coleta e procedimentos curatoriais; (3) obtenção dos dados morfológicos; e (4) processamento dos dados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

As amostras deste estudo provêm de cinco localidades situadas às margens da Baía de São Marcos, Maranhão, Nordeste do Brasil (Figura 4). Onde são expostos estratos de subsuperfície e superfície da Formação Alcântara, em secção, as falésias, e em planta, os lajedos, ambos sob intemperismo constante da exposição aérea, durante a baixa-mar, e ação de ondas da maré, durante a preamar, este último é o principal fator que limita a estadia nos afloramentos e o principal agente expositor e erosivo de alguns destes sítios fossilíferos.

As falésias estudadas estão distribuídas entre dois municípios, São Luís e Alcântara, separados cerca de 13 km pela Baía de São Marcos. O material do município de São Luís é oriundo de três localidades, Ilha de Guarapirá, Porto do Itaqui e Ponta do Farol, borda direita da Baía de São Marcos. Do município de Alcântara foram amostradas duas falésias, Ponta Leste e Sismito, localizadas na Ilha do Cajual, borda direita da Baía de São Marcos. Abaixo segue a descrição de cada localidade, aspectos relevantes sobre o histórico das pesquisas em cada uma e as representações gráficas das secções onde foram coletados os bivalvíos da Formação Alcântara, os perfis foram construídos com o suporte oferecido pelo programa SedLog[©], versão 3.0 (<http://www.sedlog.com>) e o tratamento das imagens realizado com o auxílio do programa Adobe[®] Illustrator[®], versão 16.0.0.

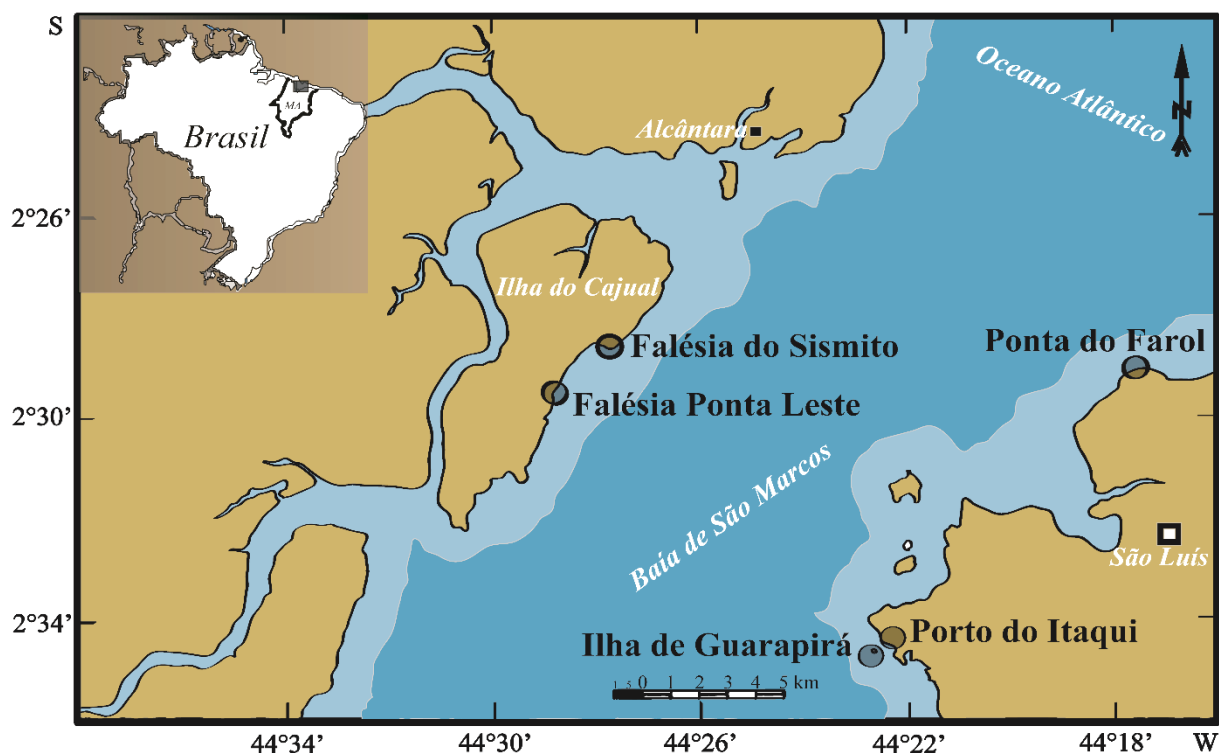


FIGURA 4. Mapa de localização das localidades que forneceram o material aqui estudado.

4.1.1 Ilha de Guarapirá

A Ilha de Guarapirá ($2^{\circ}34'41.7''S$ e $44^{\circ}22'26.0''W$ 1.2m; Figura 4), localizada na margem direita da Baía de São Marcos, cerca de 500m do Porto do Itaqui, exhibe afloramentos do Cretáceo, falésias e lajeados, pertencentes à Formação Alcântara, distribuídos em uma área de aproximadamente $10.000m^2$.

O conjunto litológico destes afloramentos é composto por sucessões de arenitos calcíferos, siltitos e argilitos de coloração avermelhada a esverdeada. Marcas de onda, *climbing ripples*, estruturas de carga e fluidização são encontradas frequentemente. FERREIRA et al. (1995), citam uma assembleia fossilífera composta por invertebrados e vertebrados. Dentre os invertebrados, os gastrópodos do gênero “*Nerinea* Deshayes, 1827” e bivalvíos dos gêneros *Brachidontes* Swaison, “*Chlamys* Rodindg”, *Neithea* Druet, *Plicatula* Lamarck, *Accesta* Adams & Adams, *Lopha* Roding, “*Pterotrigonia* Hoepen”, “*Mulinoides* Olsson” e “*Anomia* Conrad”. Já os vertebrados são compostos por restos como dentes, escamas e vértebras de peixes, dentes de crocodilos, terópodes e saurópodes.

de marcas de ondas e estruturas de laminação cruzada; em seguida o nível de energia decaiu mais ainda, pela presença de outro nível pelítico de matriz siltosa; um novo aumento de energia deposita outra camada conglomerática com, a presença de intraclastos e clastos de argila, seguida de diminuição de energia onde ocorre uma camada de arenito seguida de uma de siltito, que chega ao topo da sucessão, em contato com solo recente.

Atualmente a ilha encontra-se sob proteção da Capitania dos Portos do Maranhão, que administra o acesso à localidade junto com a EMAP e o Porto do Itaqui, os acessos recentes à esta localidade não foram possíveis em função da incompatibilidade entre tempo de resposta do órgão administrativo e a estadia em São Luís, durante a fase de coleta.

4.1.2 Porto do Itaqui

A região conhecida como Porto de São Luís ($2^{\circ}32'11.8''S$ e $44^{\circ}21'17.1''W$ 1.4m; Figura 4), onde os franceses se estabeleceram em 1612 (COSTA, 2004). Exibia uma rica assembleia fossilífera onde foram coletados diversos espécimes de bivalvíos na década de 1960 e depositados na coleção de Paleoinvertebrados do Museu Nacional (KLEIN, 1975; KLEIN & FERREIRA, 1979). No entanto, com a construção e regulamentação o Porto do Itaqui, que começou a realizar suas atividades em 1974 (MENDES et al., 2013c), a região passa a ser conhecida como Porto do Itaqui, os afloramentos foram destruídos, ao menos superficialmente, para a construção dos trechos de atracadouros.

As litologias descritas em KLEIN (1975) e KLEIN & FERREIRA (1979), indicam sucessões de “arenitos calco-argilosos semidecompostos” e “calcários dolomíticos cinza”. As amostras de alguns espécimes estão em uma matriz que corresponde à *wacke*, que se assemelham à litologia encontrada na interface arenito-siltito, presente na Ilha de Guarapirá. Tal semelhança litológica, proximidade entre as duas localidade e conteúdo fossilífero, sugerem que as duas localidades apresentem o mesmo ou um muito próximo sistema sinsedimentar. Como exposto acima, a confecção de um perfil sedimentar não foi realizada nesta localidade.

Em KLEIN & FERREIRA (1979), é mencionada a análise de amostras de bivalvíos cretáceos na localidade “Ilha da Madeira”, que provavelmente deve ser a atual Ponta da Madeira, onde, em 1986, o terminal marítimo da Companhia Vale do Rio Doce foi construído, isso pode ter levado à destruição de tais afloramentos. Mesmo assim, todas

as fichas catalográficas dos espécimes depositados nas coleções visitadas não apresentam “Ilha da Madeira” como localidade.

4.1.3 Ponta do Farol

A localidade Ponta do Farol está situada na borda da orla direita da Baía de São Marcos, nas proximidades do bairro Ponta d’Areia (Figura 4). Os afloramentos desta localidade consistem de falésias e lajedos, pertencentes às formações Alcântara e Barreiras (Terciário), que se distribuem ao longo da praia por uma extensão com cerca de 3.000m².

Os níveis pelíticos constituem a litologia predominante nesta localidade. No entanto, KLEIN & FERREIRA (1979) coletaram amostras de um “calcário dolomítico cinza” contendo bivalvíos. Ao que tudo indica, estes níveis calcários atualmente estão soterrados em algum ponto da praia ou simplesmente terem sido erodidos pela ação das marés, tendo em vista que todas as porções expostas foram verificadas pelo autor e colaboradores.

Analisando amostras desta localidade, nota-se que as superfícies, que estiveram expostas, apresentam forte abrasão e perda de arestas, indicando que as mesmas foram desprendidas de seus níveis originais e sofreram transporte. Embora exista táxons de bivalvíos tipicamente cretáceos presentes nestas amostras, e.g. *Neithea* Druet e *Mulinoides* Olsson, estas são reelaboradas e perderam, desta maneira, seu valor estratigráfico.

Segundo KLEIN (1975) e KLEIN & FERREIRA (1979), as amostras contendo os exemplares de bivalvíos identificados como “*Inoceramus*”, foram atribuídas à localidade do Porto do Itaqui, no entanto a ficha catalográfica indica que estes são provenientes da Ponta do Farol. Provavelmente estes exemplares são desta última localidade, uma vez que estes são idênticos às amostras que contêm outros bivalvíos desta localidade.

A presença do gastrópodo *Nerinea pontagrossensis* Oliveira, em calcários da Ponta do Farol é controversa. Na descrição original, Oliveira (1958) indica que a espécie ocorre em calcários na localidade de Ponta Grossa, porém não há detalhamento de tal localidade, imagens, coordenadas ou indicação em mapa. FERREIRA (1970) e KLEIN & FERREIRA (1979), afirmam que a localidade de Ponta Grossa equivale à Ponta do Farol, tal equívoco é justificado pela presença de uma localidade que dista cerca de 10km,

a leste da Ponta do Farol, seguindo pela praia de São Marcos, conhecida localmente como Ponta Grossa, onde ocorrem calcários amarelados que só afloram durante a baixa mar.

A Ponta do Farol é, até o momento, a única localidade com elementos extraídos de afloramentos que indicam a idade restrita ao Eocenomaniano. PEDRÃO et al. (1993) e PEDRÃO (1995) relatam a presença dos gêneros de bivalvíos *Neithea* Druet e *Mulinoides* Olsson, associados com gastrópodos, escamas e dentes de peixes, pólen e folhas de angiospermas no mesmo horizonte estratigráfico.

A sucessão amostrada neste estudo está representada no perfil que pode ser apreciado na Figura 6, localizado sob as coordenadas 2°29'15,77''S e 44°18'6,90''W, 1,5m. Em uma falésia com cerca de 30m de altura, que dá suporte ao Farol de São Marcos (Figura 7). As litologias pertencentes à Formação Alcântara ocupam apenas os três primeiros metros da falésia (amostrados neste estudo), sendo que as rochas existentes acima pertencem à Formação Barreiras.

As litologias ali encontradas são categorizadas em três conjuntos. Segue a descrição de forma ascendente: (i) base composta por níveis de siltitos intercalados por filmes de argila de coloração cinza, seguidos de um nível arenoso de granulometria fina; (ii) porção intermediária composta por camadas de siltitos de coloração cinza ou alaranjados, em que se destaca uma camada de argilito cinza esverdeado que apresenta moldes de bivalvíos (descritos em detalhes na seção resultados deste trabalho), gastrópodos do gênero *Trophon* Montfort, 1810 (Muricidae) e naticídeos, fragmentos de ossos muito pequenos, fragmentos de vegetais (caule e folhas com nervuras paralelas relacionadas a gimnospermas); (iii) a camada superior é composta essencialmente por arenitos finos de coloração amarelada com poucas intercalações de siltitos.

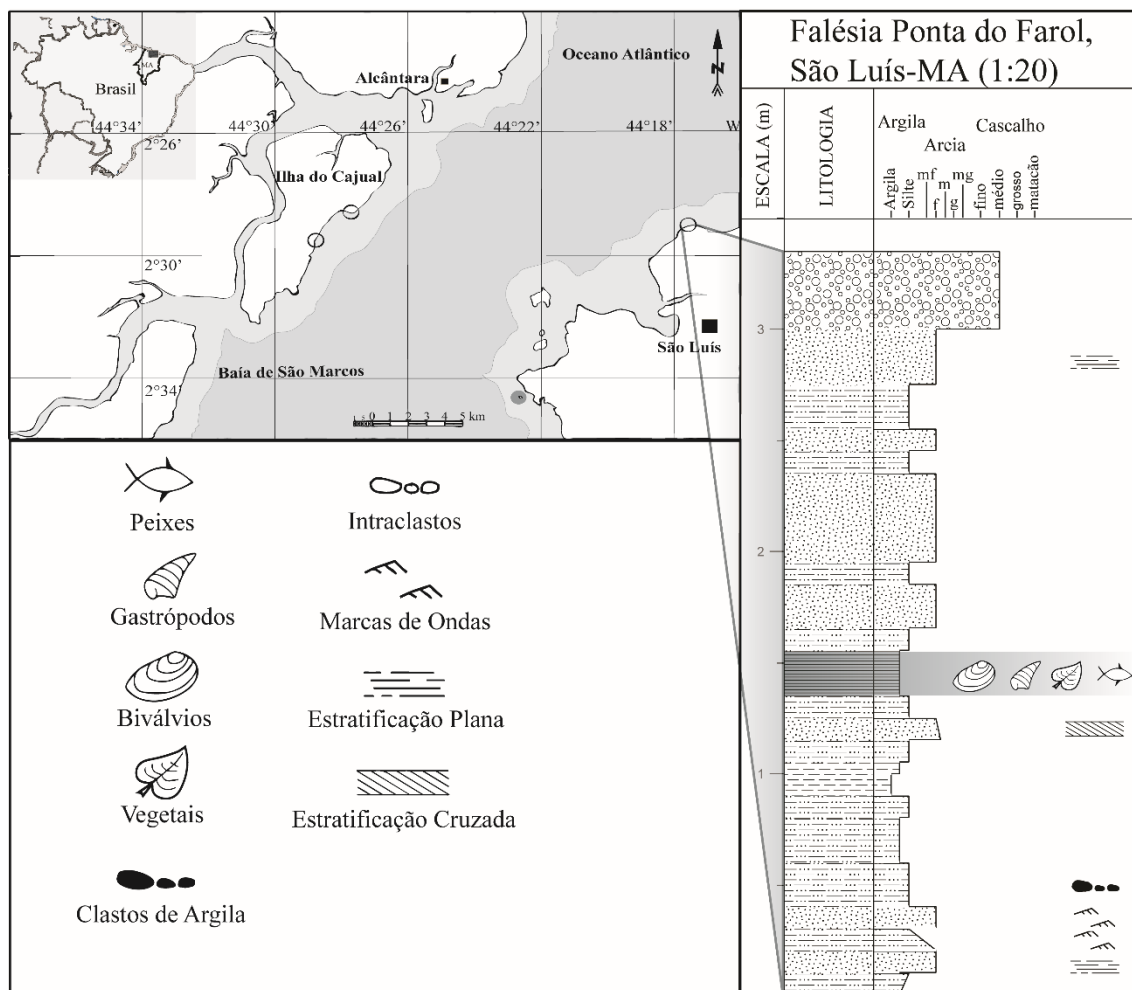


FIGURA 6. Localização e perfil estratigráfico de uma seção da Falésia Ponta do Farol, destacando o horizonte fossilífero e as estruturas sedimentares mais evidentes no local.



FIGURA 7. Seção amostrada da Ponta do Farol, a agenda indica o nível fossilífero.

4.1.4 Falésia Ponta Leste

Localizada na porção leste da Ilha do Cajual ($2^{\circ}29'50,85''S$ e $44^{\circ}28'50,64W$, 1.1m), 2km ao sul da Base de Pesquisas (Figura 4). Onde afloram um espesso pacote sedimentar de 13,5m de altura máxima e extensão de aproximadamente 200m (Figura 8). A sucessão litológica corresponde em grande parte à Formação Alcântara, ocorrendo, no topo, uma camada com cerca de 50cm correspondente à Formação Barreiras, compreendendo blocos grandes impregnados por ferro. Localmente a falésia é chamada de “Ponta do Encantado”, o termo Ponta Leste é melhor difundido na literatura pertinente sobre fósseis da Formação Alcântara.



FIGURA 8. Seção amostrada da Falésia Ponta Leste.

A assembleia fóssil desta localidade nunca foi descrita em detalhes. No entanto, sua diversidade é estimada a partir de outros afloramentos próximos como Laje do Coringa e Falésia do Sismo, por exemplo (MEDEIROS et al., 2014). A seção estudada neste trabalho pode ser apreciada no perfil esboçado na Figura 9, mostrando a predominância arenítica.

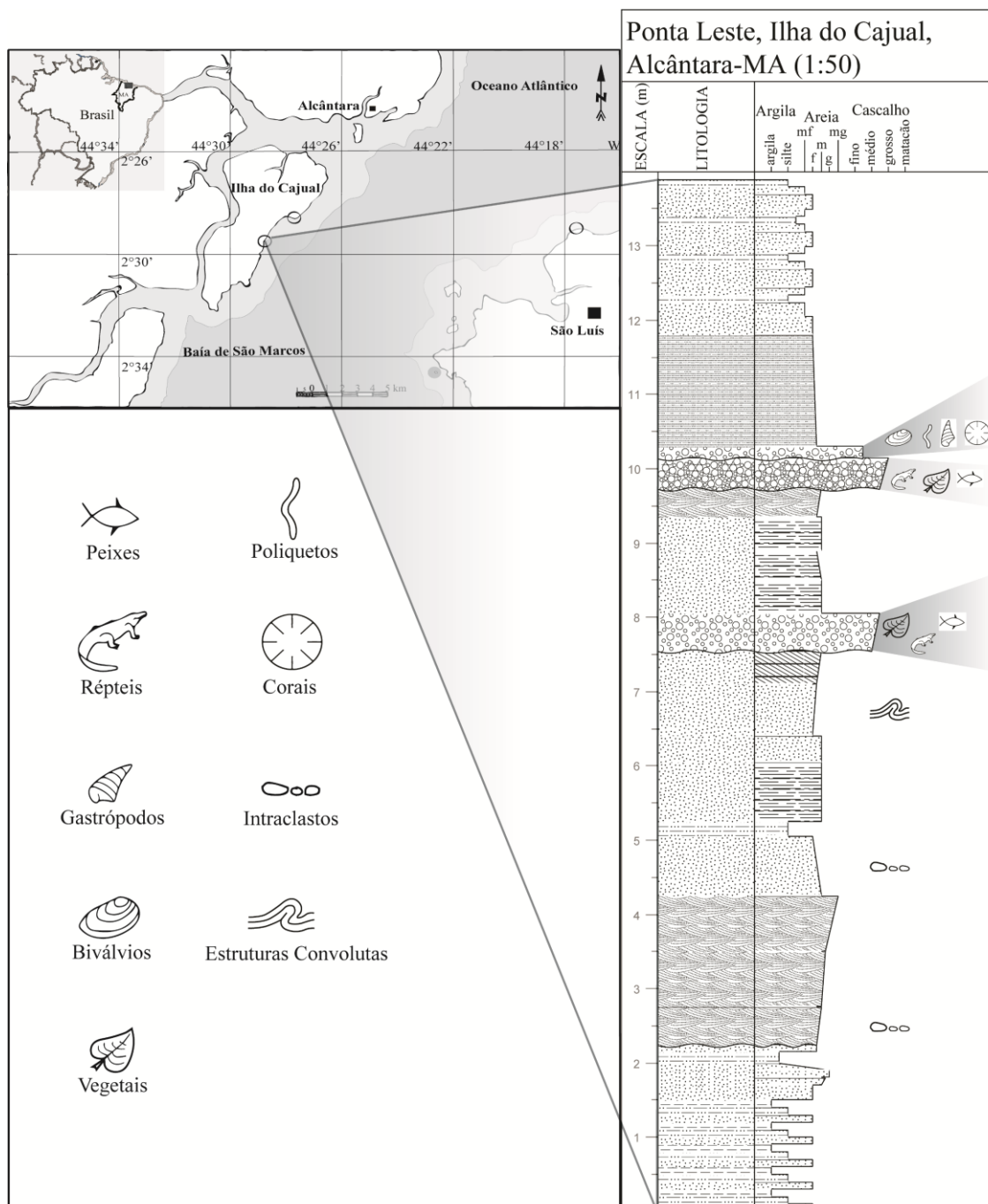


FIGURA 9. Localização e coluna estratigráfica da secção amostrada na Falésia Ponta Leste, destacando os horizontes fossilíferos.

A descrição das litologias exibidas na Ponta Leste, exibidas no perfil da Figura 9, dispõe-se da seguinte forma: (i) camadas basais de sedimentos finos com estratificação plano paralela, gradando de delgados filmes de argila (<1cm) com coloração acinzentada, siltitos com espessuras máximas de 2cm de coloração marrom e intervalos com arenitos finos de coloração amarelo/alaranjados; (ii) camadas intermediárias com sedimentos mais grossos praticamente compostos por arenitos finos a médios, maciços ou com

estratificações cruzadas, plano-paralelas gradando para laminação ondulante, com coloração amarelo/alaranjada, onde é comum a presença de intraclastos; (iii) nas camadas superiores ocorrem sedimentos grosseiros compondo um conglomerado arenítico, fossilífero, com clastos e bioclastos reelaborados e/ou ressedimentados de tamanhos que variam entre menos de 1 cm a no máximo 15 cm, não há presença de invertebrados, porém, dentre os bioclastos, ocorrem escamas, dentes, espinhos e vértebras de peixes, fragmentos de troncos de pteridófitas e gimnospermas, dentes e diversos outros elementos esqueléticos de crocodilos, terópodes, saurópodes e pterossauros, e icnofósseis, como coprólitos e bioturbações; (iv) camada de arenitos finos com estratificação plano paralela de coloração alaranjada; (v) conglomerado de descrição igual ao anterior, mas com um expressivo registro de macroinvertebrados marinhos que compreende fragmentos de corais coloniais da família Rizangiidae (Scleractinia), muitos tubos de serpulídeos, gastrópodos das famílias Acteonidae, Cerithiidae, Turritelidae, Naticidae e Neritidae e muitos bivalvíos (descritos no item resultados), encontrados sobre restos de vertebrados, escamas, dentes e elementos esqueléticos de peixes, crocodilos, terópodes, saurópodes e pterossauros; (vi) uma camada de *wacke* capeia o nível anterior, sendo seguida de sucessões de arenitos com granulometria cada vez mais finas com numerosas intercalações de siltitos à medida que se aproxima do topo da sucessão.

O acesso às falésias Ponta Leste e Sismito pode ser de várias maneiras, partindo dos municípios de São Luís ou Alcântara. De São Luís, o meio mais rápido e caro, cerca de uma hora, é por meio de embarcações fretadas, do tipo Catamarã, saindo da rampa Campos Melo (centro histórico de São Luís), na preamar, ou Cais da Ponta d'Areia (bairro Ponta d'Areia), na baixa-mar, desembarcando diretamente na praia da Ilha do Cajual, onde os afloramentos estão localizados; a forma mais demorada e barata (cerca de três horas) é utilizar a embarcação Ferry-Boat, partindo do cais da Ponta da Espera (bairro Itaqui) e desembarcando no Porto do Cujupe, onde é necessário fretar uma embarcação menor (canoas ou "bianas"), desembarcando na margem oeste da Ilha do Cajual e atravessando a "Praia do Cajual", margem leste, em uma caminhada mínima de uma hora até os afloramentos. Do município de Alcântara, a partida é pelo Cais de Alcântara (centro histórico) em canoas ou "bianas" fretadas, o desembarque na Ilha do Cajual pode ser na margem oeste, Porto do Jacaré, na preamar, ou na margem leste "Praia do Cajual", preamar ou baixa-mar.

4.1.5 Falésia do Sismito

Na porção leste da Ilha do Cajual ($2^{\circ}28'45,42''\text{S}$ e $44^{\circ}28'15,55''\text{W}$, 1.8m), 450m a nordeste da Base de Pesquisas (Figura 4), afloram pacotes sedimentares da Formação Alcântara distribuídos em uma extensão de 410m, pertencentes à Falésia do Sismito com altura máxima de 10m, localmente conhecida como “Barreira da Laje do Coringa”, uma secção representativa deste afloramento pode ser vista na Figura 10.



FIGURA 10. Corte representativo mostrando a sucessão sedimentar da Falésia do Sismito.

A litologia predominante na localidade é pelítica, porém há presença de pacotes espessos de arenito com influência de sedimentos finos (talvez *wacke*), com as principais

estruturas sedimentares compostas por estratificações cruzadas acanaladas, marcas de ondas *climbing-ripples* e frequentes estruturas sísmicas como dobras e falhas. Em níveis mais distais da secção perfilada neste estudo, ocorrem estruturas lenticulares preenchidas por um conglomerado arenítico muito selecionado e fossilífero, com uma assembleia reelaborada e/ou ressedimentada de restos de vertebrados como escamas, dentes, espinhos e elementos esqueléticos de peixes, quelônios, crocodilos, terópodes, saurópodes e pterossauros; vegetais como troncos permineralizados (óxidos de ferro) ou silicificados de pteridófitos, equissetales e araucárias; e icnofósseis, bioturbações e coprólitos.

A secção da Falésia do Sismo (Figura 10) onde ocorrem os horizontes amostrados neste estudo estão representados na coluna estratigráfica da Figura 11. E correspondem a uma sucessão sedimentar disposta da seguinte forma: (i) estratos inferiores compostos praticamente por argilitos arroxeados com intercalações de siltitos marrons, gradando para *wacke* com grãos de areia fina de coloração amarelada; (ii) camada de arenito de granulometria fina a média com coloração amarelo alaranjada, ocorrendo estratificações cruzadas e filmes de argila-silte, cuja frequência aumenta até o topo desse nível; (iii) um espesso nível pelítico composto por intercalações de silte-argila com coloração variável de amarelo a marrom achocolatado; (iv) uma camada de arenito de granulometria média com estratificação plano-paralela, apresentando eventuais seixos quartzosos de tamanho inferior a 50mm, que grada para uma camada de *wacke* no topo, onde são mais comuns os pequenos seixos quartzosos, associados com o aparecimento de moldes, impressões e conchas de bivalvíos (descritos na secção resultados), gastrópodes atribuídos aos gêneros *Pyrgulifera* Meek, 1877, *Natica* Scopoli, 1777, *Turritella* Lamarck, 1799 e *Cerithium* Bruguière, 1789, briozoários, tubos de poliquetos, dentes, escamas, ossos de peixes e fragmento de répteis; (v) em seguida ocorre um arenito de granulometria média, com cimentação calcária, contendo muitos clastos de argila de tamanhos que alcançam até 5cm, entre e sobre esses clastos ocorrem muitas impressões e moldes de bivalvíos; (vi) última sequência é composta por um nível pelítico espesso, laminado e com coloração marrom achocolatada.

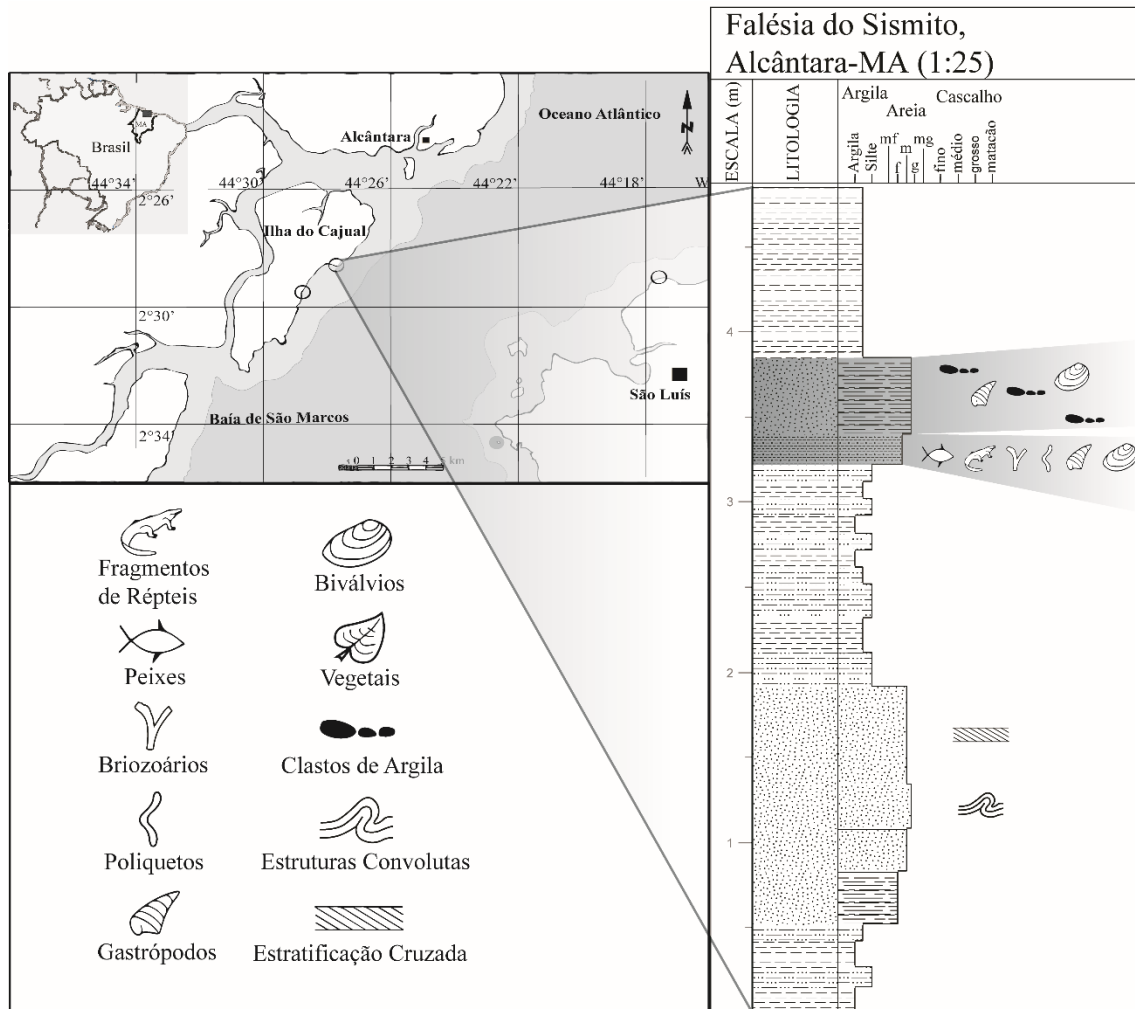


FIGURA 11. Localização e coluna estratigráfica da secção amostrada na Falésia do Sismito, destacando os horizontes fossilíferos.

4.2 COLETA E PROCEDIMENTOS CURADORIAIS

4.2.1 Coleta

Inicialmente foram realizadas prospecções em todos os afloramentos fossilíferos da Formação Alcântara, no entrono da Baía de São Marcos, excetuando à Ilha de Guarapirã e Porto do Itaqui. Na orla de São Luís foram visitados os afloramentos de Ponta Grossa, Ponta do Farol, Ilha de Tauá Mirim, Coqueiro e Cajueiro, apenas o afloramento da Ponta do Farol apresentou fósseis de bivalvíos. Enquanto que na orla de Alcântara, foram visitados os afloramentos das localidades Ponta de Itaaçu, Ponta de Itatinga, falésias da Praia da Baronesa, Ilha do Livramento, Ilha do Cajual e Cujupe, apenas os afloramentos da Ilha do Cajual já mencionados foram promissores.

A coleta de dados estratigráficos e espécimes de bivalvíos ocorreu entre os períodos janeiro-março e julho-setembro de 2016. Em campo, coleta seguiu a seguinte ordem: (i) seleção das secções a serem amostradas; (ii) levantamento da coluna estratigráfica em cada um dos afloramentos; (iii) obtenção das coordenadas geográficas com uso de GPS (Garmin Etrex30) e imageamento utilizando câmeras digitais Canon (SX280) e Nikon (D600); (iv) extração e etiquetagem de amostras contendo macroinvertebrados e possíveis microfósseis.

Após o campo as amostras foram transportadas para o laboratório de paleontologia do CPHNAMA, onde foram previamente selecionadas e acondicionadas em camadas de papel macio e algodão, envoltas por papel laminado e organizadas em sacos plásticos, para serem transportadas até a UFRJ. Ao dar entrada no laboratório de microfósseis (Instituto de Geociências-UFRJ), as amostras foram sendo desempacotadas à medida em que eram preparadas.

4.2.2 **Preparação**

O método seguiu os procedimentos clássicos de preparação para macro moluscos fósseis: mecânica e química, adaptada de GREEN (2013). No entanto, foi necessário a realização de testes prévios nas matrizes em que os fósseis estavam inseridos (em áreas sem espécimes). Os testes físicos foram feitos com o uso de um perfurador metálico manual e testes químicos, foram feitos com ácido acético (4%), peróxido de hidrogênio (10%) e hipoclorito de sódio com cloro ativo (2,5%) e água.

A preparação das amostras da Ponta do Farol foi apenas mecânica, uma vez que os espécimes de bivalvíos constam apenas de moldes e impressões imersos em uma matriz muito frágil. Para as amostras da Ilha do Cajual, a desagregação do sedimento com peróxido de hidrogênio foi neutra, o ácido acético mostrou-se muito corrosivo e a utilização do hipoclorito de sódio com cloro ativo foi a substância que desagregou as partículas sedimentares, de forma tão rápida quanto o ácido acético, mas sem danificar as estruturas morfológicas delicadas das valvas. Após a preparação os espécimes foram lavados e colocados de molho por até 24 horas, afim de neutralizar a ação do hipoclorito de sódio com cloro antes de adentrar à coleção.

Após a preparação todos os espécimes de bivalvíos provenientes dessas coletas foram identificados, tombados no livro de bivalvíos, etiquetados, lastreados,

acondicionados em caixas de papel, acrílico ou frascos de vidro e depositados em gavetas de armários metálicos da coleção de fósseis do Instituto de Geociências da UFRJ.

4.3 OBTENÇÃO DE DADOS MORFOLÓGICOS

Os espécimes de acervos são oriundos da coleção de fósseis do departamento de Biologia da UFMA, coleção paleontológica do Instituto de Geociências da UFRJ e coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional – UFRJ. Os espécimes destas coleções foram reavaliados, confrontando as descrições em estudos anteriores com a morfologia e dados das etiquetas dos espécimes.

Todas as dimensões dos espécimes foram aferidas com a utilização de um paquímetro manual. Exemplares de tamanho superior a 1cm foram fotografados com uma CPU Nikon D600, equipada com uma objetiva 60mm (AF Micro Nikkor, 1:2.8), espécimes menores foram fotografados em microscópio estereoscópico binocular, modelo NOVA OPTICAL, equipado com uma câmera, modelo NOVA UCMOS05 100KPA.

4.4 PROCESSAMENTO DOS DADOS

4.4.1 **Composição das assembleias de bivalvíos**

A classificação dos espécimes foi baseada na descrição morfológica interna e externa das valvas (Figura 12). Observando presença/ausência e/ou variações nos estados de caracteres como, por exemplo, área de ligamento (Figura 12.1), cicatrizes de músculos (Figura 12.1), linhas de crescimento (Figura 12.2), aurículas (Figura 12.3) costelas (Figura 12.4) e espinhos (Figura 12.4). As terminologias descritivas empregadas neste estudo seguiram aquelas apresentadas por COX et al. (1969), com exceção das ostras que seguiram o glossário proposto em STENZEL (1979).

A classificação taxonômica adotada neste estudo foi aquela apresentada em CARTER et al. (2011). Excetuando a Ordem Trigoniida Dall, 1889, que segue a classificação proposta por COOPER (2015a). Neste sentido, os morfotipos identificados foram categorizados em nível de espécie sempre que possível.

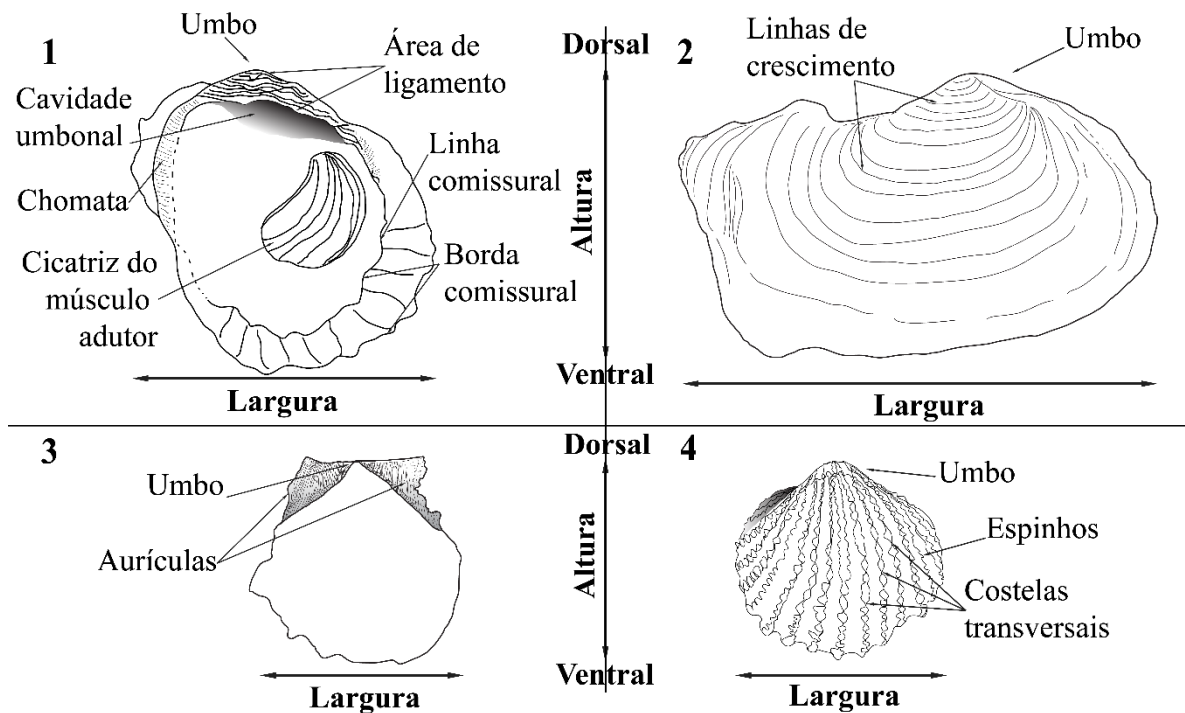


FIGURA 12. Morfologia geral de bivalvíos da Formação Alcântara. 1, morfologia interna de ostreídeo; 2, morfologia externa de *Panopea* sp.; 3, morfologia externa de *Camptonectes* (*Camptochlamys*) sp.; morfologia externa de *Acanthocardia* sp.

4.4.2 Distribuição na Bacia de São Luís

É possível determinar a amplitude espacial e temporal de camadas sedimentares através de alguns critérios como a litologia (texturas, estruturas sedimentares etc.), estabelecendo-se litofácies; tipo de conteúdo fóssilífero (composição taxonômica), estabelecendo-se biofácies; tipo e modo de preservação de fósseis (atributos tafonômicos), estabelecendo-se tafofácies (HOLZ, 2012).

Estudos de caso que aplicam bivalvíos como ferramentas sensíveis de correlação estratigráfica em camadas sedimentares do Cretáceo são relativamente comuns (e.g. KENNEDY et al., 2000; GALE et al., 2005; ANDRADE, 2005; JURKOWSKA, 2016). Essa correlação pode envolver escalas locais (afloramentos de uma bacia), regionais (entre bacias de uma região) e global.

Foram distintas biofácies em cada secção das localidades amostradas. Os táxons de cada biofácies foram agrupados e submetidos à uma análise de cluster (Simpson's),

para relacionar as localidades com base na presença/ausência de táxons. A relação táxon/biofácies foi plotada em uma matriz binária no programa PAST 3.15 (HAMMER et al., 2001), onde a análise foi realizada. Táxons representados por espécimes reelaborados não foram incluídos nesta análise.

4.4.3 **Relação com outras bacias cretáceas**

As famílias de bivalvíos que ocorrem no Cretáceo superior da Bacia de São Luís também têm sido registradas e bem documentadas em estudos de outras bacias brasileiras. O trabalho pioneiro de WHITE (1887), distribui as primeiras ocorrências de bivalvíos no Cretáceo superior do Brasil. Os estudos de MAURY (1925, 1927, 1930, 1937) e BEURLLEN (1964, 1967), assim como WHITE (1887), relacionam e figuram bem os bivalvíos de outras formações cretáceas do Nordeste brasileiro. Enquanto que MAGALHÃES & MEZZALIRA (1958) e SIMONE & MEZZALIRA (1993), sumarizam todos os registros de bivalvíos do Cenomaniano das bacias brasileiras. E, particularmente na Bacia de São Luís, SANTOS & CARVALHO (2010), agrupam todos os registros de bivalvíos do Cenomaniano da bacia.

As afinidades das famílias de bivalvíos que ocorrem no Cretáceo da Bacia de São Luís são feitas aqui com base na sumarização mais recente que figura moluscos fósseis do Brasil, apresentada em SIMONE & MEZZALIRA (1994). Embora esta seja a publicação mais recente, estudos centrados em grupos mais terminais já identificaram muitos táxons e ocorrências novas, que não estão presentes na listagem de SIMONE & MEZZALIRA (1994). Logo, a lista mais recente confeccionada não necessariamente reflete a situação atual da paleomalacofauna de bivalvíos do Brasil, que, por exemplo, carece de atualizações em termos de distribuição espacial e temporal das ocorrências e nomenclatura taxonômica. Neste sentido, as afinidades das famílias de bivalvíos do Cenomaniano da Bacia de São Luís estão também sob a égide de dados gerados por estudos mais recentes relacionados com a distribuição de táxons compartilhados por outras bacias do Cretáceo brasileiro.

4.4.4 **Paleoecologia**

Finalizada a classificação dos espécimes, a morfologia das valvas foi analisada afim de inferir qual a posição ocupada por cada grupo no substrato, tendo em vista que,

em uma análise prévia, mais de 95% dos táxons são de indivíduos que desenvolveram hábitos estritamente bentônicos. Dessa forma foi possível inferir o hábito de vida e o hábito alimentar dos bivalvíos do Cretáceo da Bacia de São Luís. Para fins interpretações ecomorfológicas das valvas, seguimos modelos que versam sobre ecomorfologia em vários níveis taxonômicos, desde o geral em *Treatise on Invertebrate Paleontology* (COX, 1969; STENZEL, 1979) até estudos mais restritos onde ocorrem os mesmos ou táxons relacionados aos encontrados no Cenomaniano da Formação Alcântara (e.g. STANLEY, 1970, 1977; SAVAZZI, 1981; FÜRSICH & KIRKLAND, 1986; SCOTT, 1970, 1986; ELDER, 1987; MASSE, 1992; FÜRSICH, 1994; KIRKLAND, 1996; SEELING & BENGTON, 1999; SEELING, 1999; EL HEDENY et al., 2001; BERDNT, 2002; ANDRADE et al., 2004; ANDRADE, 2005; CASADÍO et al., 2005; HESSEL & BARBOSA, 2005; EL HEDENY, 2006; EL QUOT, 2006; ABDELHADY, 2008; THOMSEN et al., 2009; LAZO & DAMBORENEA, 2011; GRIFFIN & VARELA, 2012; HANNAA & FÜRSICH, 2011, 2012; MORTON, 2012; KOMATSU, 2013; WILD & STILWELL, 2016; MOUSSAVOU, 2017; PEREIRA et al., 2017).

Os aspectos tafonômicos das assembleias foram observados de forma qualitativa neste estudo, tendo em vista o baixo número de espécimes de bivalvíos adquiridos em campo e algumas dificuldades, como explicitado para os casos da Ilha de Guarapirá e Porto do Itaquí, que levaram a uma amostra não significativa em termos estatísticos. Mesmo assim, foram levados em conta, taforegistros que indicam fidelidade do registro fóssil para reconstrução de antigos ambientes de vida. Tais como, transporte lateral, baixo, para as valvas não encontradas em posição de vida, e nulo, para valvas encontradas em posição de vida, e.g. articuladas em sedimento de textura similar ao hábito de vida do organismo ou desarticulada, mas aderidas em substrato original (organismos cimentadores); abrasão baixa, com camadas e estruturas delicadas preservadas, média, camadas e estruturas externas desgastadas, e alta, valvas com camadas internas expostas; fragmentação, classificada em baixa (valvas com mais de 90% da superfície preservada), média (valvas com 50 a 90% da superfície preservada) alta (valvas com menos de 50% da superfície preservada).

5 RESULTADOS

5.1 COMPOSIÇÃO DAS ASSEMBLEIAS DE BIVÁLVIOS

5.1.1 Classificação Taxonômica

Classe Bivalvia Linnaeus, 1758

Clado Eubivalvia Carter, 2011

Subclasse Autobranchia Grobben, 1894

Infraclasse Pteriomorphia Beurlen, 1944

Coorte Mytilomorphi Férussac, 1822

Ordem Mytilida Férussac, 1822

Superfamília Mytiloidea Rafinesque, 1815

5.1.2 Família Mytilidae Rafinesque, 1815

Tribo Mytilini Rafinesque, 1815

Gênero *Brachidontes* Swainson, 1840

Espécie-tipo: *Modiola sulcata* Lamarck, 1819

5.1.2.1 *Brachidontes eoexustus* Klein & Ferreira, 1979

Prancha 1, figuras 1,2,3 e 4.

1979 *Brachidontes eoexustus* Klein & Ferreira, p. 525, fig. 1a.

2009 *Brachidontes eoexustus* Klein & Ferreira, Santos & Carvalho, p. 130, fig. 15.4.1

Material: 18 exemplares desarticulados e dois bivalves, com variado estado de preservação, desde impressões a conchas recristalizadas depositado sob os números 229-Bi, 230-Bi, 404-Bi a, 404-Bi b, 404-Bi c, 404-Bi d, 445-Bi, 446-Bi, 447-Bi, 448-Bi, 476-Bi, 477-Bi, 478-Bi, 479-Bi da coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ; 3.10.136 da coleção de fósseis do departamento de biologia – UFMA; 5312-Ia, 5312-Ia e 5333-Id da coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional.

Localidades: Porto do Itaquí, Ilha de Guarapirá, Ponta do Farol e Ponta Leste.

Descrição: concha pequena, contorno subtriangular, moderadamente inflada, bico baixo, equivale, fortemente inequilateral e umbo subterminado fortemente prosógiro e situado um pouco para trás da margem anterior. A borda posterior é bastante expandida, enquanto que a borda anterior é abrupta e quase reta, com inclinações póstero-dorsais comprimidas. O dorso da concha, partindo do umbo até dois terços do comprimento total,

é bastante elevado por uma carena levemente sinuosa. A parte dorsal é ricamente ornamentada por finas costelas radiais (estrias) semi-arredondadas, com algumas bifurcando à medida que atingem a borda basal. Próximo a esta margem são observadas finas linhas concêntricas que cruzam as costelas radiais resultando em pequenas pontuações, formando grânulos algumas vezes pontiagudos. Os sulcos entre as costelas dão uma aparência denteada à linha de contorno das valvas, que, na margem pósterovertral até um quarto da margem anteroventral formam dentes mais espaçados e de três quartos da margem anterodorsal até o dorso formam dentes numerosos e pouco espaçados.

Discussão: os espécimes aqui analisados guardam semelhanças com *Modiolus maroimensis* (White, 1887), espécie descrita para o Membro Maruim (Albo-Cenomaniano) da Formação Riachuelo, Sergipe (WHITE, 1887; MAURY, 1936; MAGALHÃES & MEZZALIRA, 1958; SIMONE & MEZZALIRA, 1994), mas as com costelas e linhas radiais diferem muito de *B. eoexustus* Klein & Ferreira. Que possui costelas fortes, espessadas e bifurcadas que mais se assemelham com as da espécie atual *B. purpuratus* (e.g. ADAMI et al., 2013; GORDILLO & ARCHUBY, 2011), única espécie que se distribui desde águas temperadas-quentes a águas temperadas-frias (TROVANT et al., 2013). A forma geral das margens lembra o parátipo de *B. arlingtonanus* Stephenson, 1952 do Cenomaniano do Membro Lewisville, Texas (STEPHENSON, 1952), porém as finas e numerosas costelas e linhas concêntricas diferem das ornamentações dos espécimes da Formação Alcântara. Do Maastrichtiano-Daniano da Patagônia a espécie *Gregariella amara* Griffin, Parras & Casadío, 2008 (GRIFFIN, PARRAS & CASADÍO, 2008), *B. axistriatus* Beurlen, 1964 da Formação Açú (Turoniano do Rio Grande do Norte), *B. araripensis* da Formação Romualdo (Aptiano-Albiano do Pernambuco) e ainda *B. charmesi* (Peron, 1809), Santoniano da Tunísia e vários terrenos Cenomaniano-Santoniano de Bulu-Zambi, Baixo Congo (África Ocidental) (DARTEVELLE & FRENEIX, 1957), lembram em menores detalhes a morfologia externa de *B. eoexustus*, mas sempre com costelas finas e muito numerosas, característica que as difere dos espécimes da Formação Alcântara. As variações proporcionais observadas nos espécimes de *B. eoexustus*, devem-se às características plásticas dos sedimentos em que estes foram exumados ou simplesmente à variação fenotípica da espécie.

Distribuição geográfica e estratigráfica: a ocorrência do gênero foi pela primeira vez citada para a localidade do Porto do Itaqui, Baía de São Marcos, Maranhão

por KLEIN (1975). Posteriormente o mesmo exemplar é redescrito em KLEIN & FERREIRA (1979), utilizado para descrever a espécie em pauta. Até o momento, *B. eoexustus* Klein & Ferreira é exclusivo do Cenomaniano e endêmico da região da Baía de São Marcos, Nordeste do Brasil. Em contrapartida, *Brachidontes* Swainson é um gênero que surgiu por volta do Jurássico médio, alcançando grande dispersão e diversificação durante o Cretáceo (SOOT-RYEN, 1969). No Cretáceo do Brasil o gênero ocorre do Aptiano ao Turoniano, das bacias Araripe, Potiguar e São Luís.

Subfamília Xenomytilinae Squires e Saul, 2006

Gênero *Lycettia* Cox, 1937

Espécie-tipo: *Mytilus lunularis* Lycett, 1857

5.1.2.2 *Lycettia* sp.

Prancha 1, figura 7

Material: duas impressões de valvas, depositadas na coleção paleontológica da UFMA, sob o número de 3.10.137.

Localidades: Falésia do Sismito.

Descrição: Concha pequena, mitiliforme, ligeiramente mais alta que longa, moderadamente inflada, inequilateral, com bico terminal formando uma carena estendendo-se pela região postero-ventral da concha; umbo prosógiro com acentuada curvatura em direção à região do ligamento; a região anterior é fracamente côncava, formando uma curvatura na região ventral, enquanto que na margem posterior é subtruncada obliquamente, passando para uma margem ventral amplamente arqueada; a superfície é suave e não apresenta sinais de costelas ou linhas de crescimento.

Discussão: os espécimes aqui descritos encontram-se mal preservados. Isso impossibilitou a identificação específica dos exemplares, mas sua aparência geral, umbo e inequilateralidade, assemelha-se à espécie do cretáceo superior do Texas *L. tippiana* (Conrad) (STEPHENSON, 1941), porém a ausência de caracteres como detalhes internos (dentição, cicatrizes de músculos), ornamentações da superfície da valva e da região da charneira impossibilitou uma identificação mais precisa. Outros espécimes que guardam semelhanças com os descritos para a Ilha do Cajual são C2415a, C2415b, C2415c e C2452 (Arquivos do Bristol Museum) que pertencem a *L. lanceolata* Sowerby, 1959, Cenomaniano inferior da ilha Shishijima (Japão) e aqueles figurados e identificados em

TASHIRO (1976), como *Lycettia* sp, porém, assim como em *L. tippiana* (Conrad), a ausência de caracteres internos dificultam estabelecer maiores afinidades. Em termos do formato de foice (=falcate, inglês) e a carena adjacente à margem ventral, os exemplares da Formação Alcântara são similares ao mitilíneo do Permiano *Coxesia* Mendes (SOOT-RYEN, 1969), *Facimytilus* Cox do Jurássico (Soot-Ryen, 1969) e *Xenomytilus* Squires & Saul do Cretáceo (SQUIRES & SAUL, 2005).

Distribuição geográfica e estratigráfica: O gênero *Lycettia* Cox compreende xenomitilíneos que viveram no domínio Tetiano do Velho Mundo, surgiram no Jurássico Inferior (Toarciano) e se estenderam até o Cretáceo Superior (Campaniano) (TASHIRO, 1976). O gênero é encontrado no Jurássico Inferior da Espanha (GAHR, 2002), Jurássico médio (Aaleniano-Bajociano) da Inglaterra (NEWELL, 1969), Jurássico médio (Bathonian) da África Oriental (HALLAM, 1977), Jurássico Superior de Portugal (FÜRSICH & WERNER, 1987), Jurássico Superior (Oxfordiano-Kimmeridgiano) ao Cretáceo Inferior da China (YIN & FÜRSICH, 1991), Cretáceo Inferior (Berriasiano-Valanginiano) ao Cretáceo Superior (Campaniano) do Japão (TASHIRO, 1976). No Brasil não há registros da subfamília Xenomytilinae no Cretáceo, este consiste no primeiro registro do gênero para o Cenomaniano da Bacia de São Luís.

5.1.3 Família Crenelidae Gray, 1840

Subfamília Musculinae Iredale, 1939

Gênero *Musculus* Roding, 1758

Espécie-tipo: *Mytilus discors* Linnaeus, 1767

5.1.3.1 *Musculus* sp.

Prancha 1, figura 5 e 6

Material: um exemplar desarticulado sob o número 484-Bi da coleção de paleontológica do Instituto de Geociências-UFRJ.

Localidade: Ponta do Farol.

Descrição: concha muito pequena, moderadamente inflada, fortemente inequilateral. Umbo um pouco largo, prosógiro e subterminal. Na região umbonal posterior há uma pequena área triangular anteroventral ornamentada com costelas radiais, parcialmente bifurcadas. Póstero-dorsalmente essas costelas são ligeiramente curvas. As ornamentações da superfície da concha se dividem em três partes região anterior e

posterior com costelas estreitamente espaçadas, parcialmente bifurcadas, que são mais elevadas em direção à região central, que é ornamentada somente com lamelas co-marginais associadas a linhas de crescimento.

Discussão: esse gênero é registrado aqui pela primeira vez para o Cretáceo brasileiro. Embora a amostra se restrinja a apenas um espécime, o mesmo encontra-se muito bem preservado em forma de concha recristalizada. A morfologia de *Musculus* sp. da Falésia Ponta Leste lembra muito o mitilídeo *B. eoexustus* Klein & Ferreira, entretanto a distinção entre esses gêneros está presente na região umbonal, onde, em *Musculus* Roding, ocorre uma área triangular com costelas radiais parcialmente bifurcadas, que não é encontrada em *Brachidontes* Swainson. A morfologia do espécime analisado aqui guarda muitas semelhanças com *M. discors* (Linné, 1767), figurado em SCOTT-RYEN (1946), mas o espécime deste estudo apresenta uma valva inflada a partir da região mediana, enquanto que *M. discors* (Linné) é inflado desde a base da região umbonal, e ainda é possível notar sulcos concêntricos evidentes em *M. discors* (Linné) que estão ausentes no exemplar da Formação Alcântara. Do Cenomaniano da Jordânia, *Musculus* (*Musculus*) sp., registrado por BERDNT (2002), também se assemelha na morfologia geral da valva com o exemplar deste estudo, em particular o espécime da figura 18, pl. 14., diferindo apenas das costelas, que em *M. (Musculus)* sp. são numerosas e pouco espaçadas e no exemplar da Formação Alcântara, estas são menos numerosas e mais espaçadas entre si.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o gênero *Musculus* Roding, ocorre desde o Jurássico até os dias atuais (SCOTT-RYEN, 1946). No Jurássico o gênero foi amplamente distribuído nas regiões atuais da Etiópia, Alemanha, Groelândia, Jordânia, Somália, Tunísia e Estados Unidos, e no Cretáceo também se mostrou amplilocado: Valangiano e Berriasiano da União Soviética, Berriasiano e Albiano do Reino Unido, Cenomaniano da Jordânia, Campaniano da Califórnia e Maastrichiano da Argentina, Líbia, Tunísia (gênero *Musculus* Roding, em Paleobiology database: <http://paleodb.org>). Contudo o volume de informações na literatura pertinente sobre *Musculus* Roding ainda é muito incipiente no Cretáceo, assim como as descrições e as relações paleobiogeográficas.

Coorte Ostreomorphi Férussac, 1822

Subcoorte Arcioni J. Gray, 1854

Ordem Arcida J. Gray, 1854

Superfamília Arcoidea Lamarck, 1809

5.1.4 Família Arcidae Lamarck, 1809

Subfamília Arcinae Lamarck, 1809

Gênero *Acar* Gray, 1842

Espécie tipo: *Arca barbata* Linné, 1758

5.1.4.1 *Acar?* sp.

Prancha 1, figura 9

Material: **Material:** um exemplar desarticulado depositado sob o número 482-Bi da coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ.

Localidade: Falésia Ponta Leste.

Descrição: valva direita pequena com formato trapezoidal, espessa, fortemente inequilateral e alongada. As margens ventral e dorsal são subparalelas; as costelas são dominantes e as linhas comarginais são sobdominantes. Nas regiões posterior e anterior da valva, as costelas são mais proeminentes, espaçadas e com sulco profundo; ocorrendo tubérculos protuberantes e pontiagudos nos pontos em que se cruzam com as linhas comarginais. Na região dorso-ventral mediana, as linhas comarginais são mais evidentes, numerosas, finas e onduladas à medida que alcançam a porção ventral. O umbo é prosógiro, inflado e situado na região antero-posterior mediana da valva; a porção média-anterior do umbo é praticamente lisa, com uma fina e sutil trama de costelas e linhas de crescimento; na porção média posterior inicia-se uma carena que se estende até a margem pósterior ventral da valva, com nódulos pontiagudos.

Discussão: a morfologia do espécime aqui descrito guarda semelhanças muito fortes com o gênero *Barbatia* Gray, no entanto a dominância entre costelas e linhas comarginais é praticamente nula neste gênero, e, quando ocorre, as costelas dorsais são mais dominantes na região mediana da valva. Enquanto que em *Acar* Gray, as linhas comarginais são mais evidentes nessa região da valva. Outro critério que distingue os dois gêneros, antigamente considerados como subgêneros dentro de *Barbatia* Gray (NEWELL, 1969), é a presença de costelas muito desenvolvidas nas regiões anteriores e posteriores da concha, como observado no espécime da Formação Alcântara. Em *Eonavicula* Arkell, 1929, essa característica também é evidente, porém não ocorrem os tubérculos pontiagudos no espécime deste trabalho. Embora *Acar* Rodin, seja considerado

um dos gêneros mais fáceis de distinguir dentre arcídeos inquilaterais modernos FRANCISCO et al. (2012), para um diagnóstico mais específico, neste caso, seria necessário observar o tipo da dentição presente na forma que ocorre para o Cenomaniano da Bacia de São Luís, que neste caso, não é evidente e impossibilita demais comparações.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o registro mais antigo do gênero é para o Campaniano da Polônia (ABDEL-GAWAD, 1986). O aumento da distribuição do gênero ocorreu nos mares do Mioceno (o gênero *Acar* Roding, em Paleobiology database: <http://paleodb.org>) até os dias atuais. Ocorrências de *Acar* Roding no Cenomaniano inexistem, a ocorrência na Formação Alcântara pode ser o registro mais antigo já feito para o gênero, no entanto tal evidência é fraca, uma vez que caracteres de grande valor taxonômico se encontram indisponíveis no espécime aqui analisado.

Gênero *Barbatia* Gray, 1842

Espécie tipo: *Arca barbata* Linné, 1758

5.1.4.2 *Barbatia* sp.

Prancha 1, figura 11

Material: três exemplares desarticulados depositados sob os números 443-Bi, 444-Bi e 482-Bi da coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ.

Localidade: Falésia do Sismito e Ponta do Farol.

Descrição: uma valva direita pequena, moderadamente inflada, com formato geral ovado-trapezoidal, levemente inequilateral, com área cardinal baixa; a porção da borda anterior é relativamente mais curta que a porção distal posterior; as bordas anterior e posterior são convexas e a ventral é regularmente arredondada. Umbo pouco proeminente, com cavidade umbonal pouco desenvolvida e localizado entre a metade e um terço da porção anterior da valva. A superfície da valva é ornamentada por linhas de crescimento na maior parte subdominantes e densas costelas transversais.

Discussão: a morfologia do espécime aqui descrito mostra alguma semelhança com *Barbatia meridiana* (Woods, 1906) (Albiano-Cenomaniano do Marrocos, BENZAGGAGH, 2016; Senoniano do Congo, DARVELLE & FRENEIX, 1957) a disposição retlinea das costelas, assim com o formato geral da valva são muito concordantes, no entanto, as regiões anteriores das valvas diferem, pois em *B. meridiana*

Woods, há um prolongamento levemente pronunciado que acaba por refletir na posição do umbo, deslocando este para uma região mais próxima da região médio-dorsal. Outras espécies com morfologia similar são *B. aegyptiaca* (Fourtau, 1917), Cenoamaniano do Egito (EL-QUOT, 2006), *B. tramitensis* (Cragin, 1893), Cenomaniano da Formação Dakota, Utah (KIRKLAND, 1996) e os espécimes descritos como *B. (Barbatia)* sp. em BERDNDT (2002). De modo geral, o contorno e a ornamentação da externa são similares aos espécimes da Formação Alcântara, no entanto, assim como em *B. meridiana* Woods, o posicionamento do umbo é uma característica que difere dos exemplares da Formação Alcântara. Uma análise que pode permitir identificar se tais diferenças podem ser variações dentro de alguma dessas espécies comparadas ou se os morfotipos da Formação Alcântara constituem um possível táxon novo, seria a o reconhecimento de mais caracteres de importância taxonômica, como, por exemplo, a morfologia interna e o reconhecimento da dentição.

Distribuição geográfica e estratigráfica: os registros mais antigos do gênero datam do Triássico. A primeira grande dispersão do gênero ocorreu no Cretáceo, onde houve ocupação de diversas porções do globo, com maior parte dos registros pertencendo a locais do hemisfério norte. No mesocretáceo brasileiro, há ocorrências na Bacia de Sergipe (ANDRADE, 2005) e na Bacia Potiguar, onde ocorrem duas espécies, *B. mossoroensis* Maury e *B. camurupimensis* Maury, figuradas em MAURY (1934).

Subfamília Noetiinae Stewart, 1930

Tribo Noetiini Stewart, 1930

Gênero *Noetia* Gray, 1857

Subgênero *Incanopsis* Olsson, 1944

Espécie-tipo: *Incanopsis acariformis* Olsson, 1944

5.1.4.3 *Noetia (Incanopsis)* sp.

Prancha 1, figura 8 e 10

Material: uma impressão e um molde externo de valvas direitas, mal preservadas depositadas na coleção paleontológica da UFMA sob o número 3.10.135 e um molde externo sob o número 456-Bi da coleção paleontológica do Instituto de Geociências.

Localidade: Falésia do Sismito e Ponta do Farol.

Descrição: valvas regularmente infladas, alongadas anteroposteriormente, apresentando inequilateralidade; possui formato arredondado-quadrangular a ovóide; umbo proeminente prosogirado com sua região ornamentada por finas costelas radiais. A região posterior das costelas radiais é simples e com interespaços sem bifurcações; possui formato semi arredondado, com costelas que se alongam lateralmente à medida que se aproximam da borda ventral da concha, apresentando leve truncamento na margem posterior e uma carena diagonal, que se expande desde a região umbonal até a borda basal. A denticção não é visível. A margem anterior é ligeiramente convexa, a ventral está incompleta e a posterior é reta e levemente oblíqua.

Discussão: Devido à pouca quantidade de caracteres morfológicos preservados nos moldes não foi possível chegar ao nível específico. No entanto, estes poucos espécimes lembram muito *N. (Incanopsis) acariformis* Olsson, 1944, do Senoniano do Norte do Peru (NEWELL, 1969), levando em conta o formato geral da concha e a distribuição na estratigráfica. Porém, difere morfológicamente no espessamento que vai da região mediana à umbonal, assim como a continuidade das costelas no eixo dorso-ventral e a numerosidade das mesmas. Mas a espécie, que sem dúvida, se aproxima mais da aqui apresentada é *N. (I) palestina* (Whithfield) [= *Palestinarca palestina* Whithfield], que tem sido registrada para o Aptiano do Líbano por VOKES (1946), em que as medidas, formato geral e ornamentação das costelas anteriores são idênticas às dos morfotipos da Formação Alcântara, mas *N. (I) palestina* apresenta a carena muito mais elevada e destacada. Berdnt (2002), apresenta morfotipos atribuídos a *N. (Incanopsis)*, provenientes do Cenomaniano do Sul da Jordânia, muito mais similares à *N. (I) palestina* que estes da Formação Alcântara. De qualquer forma, os morfotipos deste trabalho, sem dúvida, pertencem ao subgênero *Incanopsis*, mas não podem ser atribuídos a alguma das três espécies que ocorrem no Cretáceo. Novos exemplares em melhores estados de preservação podem esclarecer melhor esta questão da presença do gênero *Noetia* para o Cenomaniano da Bacia de São Luís.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o gênero *Noetia* Gray apresenta seus primeiros registros no Aptiano do Líbano (VOKES, 1941), culminando no Mioceno, onde se torna cosmopolita, até os dias atuais (NEWELL, 1969). No Brasil, seus registros mais antigos datam do Oligoceno-Mioceno, da Formação Pirabas (SIMONE & MEZZALIRA, 1994) e do Pleistoceno médio (LOPES et al., 2013), assim, o registro do Cenomaniano da Bacia de São Luís consiste no mais antigo e primeiro registro no Cretáceo para o Brasil.

No Cretáceo, o gênero é registrado na América do Sul, Senoniano do Peru (Newell, 1969) e no Oriente Médio, Aptiano do Líbano (Vokes, 1946) e Jordânia (Berdnt, 2002).

5.1.5 Família Glycymerididae Dall, 1908

Subfamília Arcullaeinae Newell, 1969

Gênero *Trigonarca* Conrad, 1862

Espécie tipo: *Cucullaea macoensis* Conrad, 1860

5.1.5.1 *Trigonarca* sp.

Plate 2, figura 1

Material: um exemplar sob o número 425-Bi da coleção de paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ.

Localidade: Ponta do Farol.

Descrição: uma valva direita muito pequena (HL=0,75cm), com contorno subtrigonal, carenada, moderadamente inflada, alongada posteriormente e levemente inequilateral. A porção anterior é relativamente curta, com a margem reta na porção dorsal, se tornando arredondada a partir da margem média até a porção ventral; porção posterior é alongada e com a margem reta formando um ângulo na porção antero-ventral de 80°; a margem ventral é levemente arredondada. O umbo opistogirado situado na porção anterior da valva, possui uma carena na sua margem posterior que se estende até a margem ventral da valva. A ornamentação externa da valva é composta por numerosas linhas de crescimento concêntricas que se estendem continuamente da região anterior à posterior da valva, costelas transversais ausentes.

Discussão: pelo tamanho do espécime a valva pertencia a um indivíduo jovem. Contudo a morfologia externa preservada no molde da Ponta do Farol, permite identificá-lo como pertencente ao gênero *Trigonarca* Conrad. As morfologias externas exibidas por *T. macoensis* (Conrad) do Cretáceo Superior da Geórgia (NEWELL, 1969; NEVESSKAJA et al., 2013), *T. jessupae* Maury, 1930 do Campaniano da Paraíba (MAURY, 1930) e *T. diceras* (Seguenza, 1882) do Cenomaniano da Jordânia (BERDNT, 2002) concordam quase em totalidade com a aqui descrita. No entanto, como mostrado por NICOL (1950), além da morfologia externa, a área de ligamento, dentes, crenulações e caracteres da superfície interna da valva, são variações dentro de Glycymerididae Dall, de reconhecimento relevante para diferenciar táxons terminais. A morfologia do molde

de *Trigonarca* Conrad deste estudo está limitada à superfície externa da valva, impossibilitando demais afinidades e a delimitação dentro do espectro morfológico a nível de espécie.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o registro mais antigo de *Trigonarca* Roding data do final do Jurássico médio (IMLAY, 1962), no Cretáceo o gênero foi amplilocado onde alcançou seu apogeu e tendo seu registro mais recente datado do Paleógeno (MAURY, 1834). No Cenomaniano, *Trigonarca* Roding ocorre na Tunísia, Egito, Argélia, Jordânia, Itália, Sicília (BERDNT, 2002; EL QUOT, 2006; BENZAGGAGH, 2016), podendo ocorrer alocado como *Cucullaea (Idonearca)* Conrad, 1862. No Brasil o gênero é encontrado no Cenomaniano-Coniaciano da Bacia de Sergipe (BENGTSON, 1983), Campaniano-Maastrichtiano da Bacia do Paraíba (MAURY, 1936) e agora para o Cenomaniano da Bacia de São Luís (Ponta do Farol).

5.1.6 Família Paralleodontidae Dall, 1898

Subfamília Grammatodontinae L. Stephenson, 1941

Tribo Nemodontini L. Stephenson, 1941

Gênero *Nemodon* Conrad, 1869

Espécie tipo: *Arca eufalensis* Gabb, 1860

5.1.6.1 *Nemodon* sp.

Prancha 2, figura 2

Material: cinco exemplares sob os números 150-Bi a, 150-Bi b, 150-Bi c, 444-Bi b e 444-Bi c, depositados na coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ.

Localidade: Ponta do Farol.

Descrição: impressões e moldes de valvas muito pequenas, com formato geral trapezoidal, alongada lateralmente, fortemente inequilaterais; as margens dorsal e ventral são subparalelas; a margem da região anterior é levemente arredondada, côncava e relativamente curta, enquanto que a região posterior é muito mais alongada, apresenta uma depressão dorsal a partir da linha da carena e sua margem é levemente convexa; umbo recurvado, inflado, situado a um terço do comprimento total da valva, próximo à região anterior; dentes não visíveis nos espécimes examinados. A borda dorsal é reta enquanto que a ventral apresenta convexidade pouco pronunciada. A superfície externa é

ornamentada por numerosas costelas radiais que são mais pronunciadas e espaçadas na região da depressão pós-carenal; linhas comarginais são subdominantes em relação às costelas.

Discussão: *Nemodon* Conrad é um gênero que apresenta muitas discussões com respeito à sua morfologia, pois em muitos aspectos é possível notar sobreposições em *Barbatia* Gray, *Arca* Gray e *Cucullaria* Conrad, por exemplo (MAURY, 1934; STEPHENSON, 1941). Entretanto a morfologia aqui descrita para os espécimes da Formação Alcântara, difere destes táxons e apresenta maior similaridade com *N. eufalensis* (Gabb) figurado em NEVESSKAJA et al. (2013). Os caracteres externos são muito concordantes com *N. eufalensis* (Gabb), isso talvez fosse suficiente para alocar os espécimes da Ponta do Farol no subgênero *N. (Nemodon)* Conrad, no entanto a região umbonal de *N. eufalensis* (Gabb), tipo do subgênero *N. (Nemodon)* Conrad, exibe um sulco raso na região umbonal que está ausente nos exemplares aqui examinados. O outro subgênero *N. (Pleurogrammatodon)* Ichikawa & Maeda, 1958 (NEWELL, 1969), já não apresenta tal característica, porém o formato ovoide e região dorsal côncava, são características não compartilhadas com os espécimes da Formação Alcântara. BERDNT (2002), identifica exemplares Cenomaniano superior da Jordânia como *Nemodon* sp., tais exemplares guardam muitas afinidades como os examinados aqui, incluindo a ausência do sulco na região umbonal de *N. (Nemodon)* Conrad, contudo, BERDNT (2002) não conseguiu observar a morfologia da dentição e limitou a classificação de seus exemplares a nível de gênero. *N. breweriana* (Gabb) (ANDERSON, 1938), Albiano superior da Califórnia, não apresenta sulco umbonal e o formato das margens são similares ao espécime da Formação Alcântara, contudo a ornamentação externa difere dos exemplares deste estudo. Embora o estado de preservação de nossos exemplares não possibilite avançar muito mais na classificação, a presença de *Nemodon* Roding é válida para o Cenomaniano da Bacia de São Luís.

Distribuição geográfica e estratigráfica: *Nemodon* Roding é registrado desde o Jurássico (YAMANI, 1976) até o Paleoceno. No Cretáceo o gênero apresentou grande dispersão através dos mares do Reino Tetiano, em especial no Oeste de Tethys. Com a principal área de ocorrência os mares da atual região da América do Norte e Central (e.g. ANDERSON, 1938). Com raras ocorrências para outras regiões mais afastadas, e.g. Jordânia, Madagascar (BERDNT, 2002) e Japão (TASHIRO & MATSUDA, 1986). O gênero *Nemodon* Roding, não tem sido registrado para a porção oeste do Atlântico Sul até agora.

Subcoorte Ostreioni Férussac, 1822
 Megaordem Myalinata H. Paul, 1939
 Ordem Myalinida H. Paul, 1939
 Superfamília Inoceramoidea C. Giebel, 1852

5.1.7 Família Inoceramidae Giebel, 1852

Família Inoceramidae Giebel, 1852
 Subfamília Inoceraminae C. Giebel, 1852

Gênero *Mytiloides* Brongniart, 1822

Espécie tipo: *Ostracites labiatus* Schlotheim, 1813

5.1.7.1 *Mytiloides* sp.

Prancha 5, figura 12

Material: um depositado na coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob o número 455-Bi.

Localidade: Ponta do Farol.

Descrição: valva direita mitiliforme muito pequena, obliquamente alongada, extremamente inequilateral; levemente inflada com o máximo da inflação observada na porção dorso-anterior. Linha da charneira relativamente curta; umbo projetado sobre a linha da charneira, situado na porção anterior, ligeiramente encurvado. Aurícula posterior muito curta, junta com a superfície, mas em uma declividade sutil na porção dorso-anterior. Margem anterior curta e amplamente arredondada até a margem ventral, margem posterior quase reta. A superfície é ornada com linhas de crescimento concêntricas, baixas, arredondadas e espaçadas de irregular.

Discussão: o exemplar da Ponta do Farol provavelmente corresponde à valva de um indivíduo juvenil, em função do tamanho muito reduzido do exemplar. DOCHEV (2015), afirma que a morfologia de juvenis do gênero *Mytiloides* Brongniart é muito diferente da forma adulta. Tal inferência dificulta análise do espécime, uma vez que são raros os estudos que figuram e descrevem bem as formas juvenis de espécies de *Mytiloides* Brongniart. Indivíduos adultos são amplamente amostrados em estudos (e.g. STEPHENSON, 1941, 1952; JONES & GRIC, 1960; HESSEL, 1988; SEELING, 1999; ANDRADE, 2005; AYOUB-HANNAA, 2011; DOCHEV, 2015) e consistem na ferramenta disponível de melhor aplicabilidade e que foi utilizada para identificação do

indivíduo deste estudo. Embora nosso único espécime esteja pobremente preservado sob a condição de molde externo, a morfologia aqui descrita é suficiente para delimitá-lo dentro do espectro morfológico de *Mytiloides* Brongniart, uma vez que a linha geral da valva, espaçamento irregular entre as linhas de crescimento e posicionamento do umbo na porção anterior da valva, são características compartilhadas com *Mytiloides labiatus* (Schlotheim, 1813), espécie tipo do gênero, que ocorre do Cenomaniano superior até o Coniaciano médio, que foi uma espécie amplilocada neste intervalo, em especial no Turoniano inferior da Alemanha, Inglaterra, República Tcheca, Polônia, Madagascar, Estados Unidos e Bacia de Sergipe (MAURY, 1937; JONES & GRIC, 1960; BENGTON, 1983; HESSEL, 1988; ANDRADE, 2005; DOCHEV, 2015).

Megaordem Ostreata Férussac, 1822

Superordem Ostreiformii Férussac, 1822

Ordem Ostreida Férussac, 1822

Subordem Ostreidina Férussac, 1822

Superfamília Ostreoidea Rafinesque, 1815

5.1.8 Família Ostreidae Férussac, 1822

Subfamília Ostreinae Rafinesque, 1815

Tribo Ostreini Rafinesque, 1815

Gênero *Ostrea* Linnaeus, 1758

Espécie-Tipo: *Ostrea maroimensis* White, 1887

5.1.8.1 *Ostrea maroimensis* White, 1887

Prancha 2, figura 3

1887 *Ostrea maroimensis* White, p. 27, pl. 2, figs. 3 e 4

1937 *Ostrea maroimensis* Maury, p. 152, pl. 7, figs. 12 e 13

1994 *Ostrea maroimensis* Simone e Mezzalana, p. 66, pl. 23, fig. 628

Material: um exemplar de valva esquerda depositada na coleção paleontológica da UFMA, sob o número 3.10.72.

Localidade: Falésia Ponta Leste.

Descrição: valva pequena, com contorno variando de sub-oval e umbo baixo; área de ligamento não visível no exemplar; ligeiramente convexa, formando um ângulo de 120° entre a margem ventral e a área de fixação. A morfologia externa consiste de costelas

angulosas, fortes, numerosas, irregulares e próximas, com a maioria simples (total de nove visíveis) e apenas uma bifurcada. As costelas começam a serem visualizadas a partir de cerca de um terço da margem lateral, partindo da área de fixação. Linhas de crescimento lamelares, numerosas e sutis cruzam as costelas. A borda da valva possui formato anguloso, em finção das plicas em ziguezague.

Discussão: os exemplares de *O. maroimensis* descritos por WHITE (1887), compartilham todas as características da morfologia externa do exemplar proveniente da Formação Alcântara. MAURY (1937), figura e descreve espécimes de *O. maroimensis*, mas assim como a diagnose original de WHITE (1887), faz uma descrição breve das valvas estudadas. Tendo em vista que a maioria das espécies de ostras possuem sulcos ou pústulas nas margens internas das valvas, que podem se estender sobre a margem anterior e posterior, e até mesmo até a margem ventral da valva (e.g. LAN & MORTON, 2004; SIMONE et al., 2015), na descrição original de *O. maroimensis*, não há menção destas estruturas que são de grande importância sistemática, tais estruturas são coletivamente designadas por STENZEL (1979) como “chomata”. Dentre os espécimes de WHITE (1887), na valva esquerda de *O. maroimensis* não há chomata, no entanto, a região interna da valva esquerda apresenta uma chomata limitada à margem próxima da carneira. A coleta de futuros espécimes de valvas direitas, com a morfologia interna bem preservada, provenientes da Formação Alcântara, poderão elucidar a presença deste táxon.

As afinidades com outras espécies de ostreídeos não é apresentada em WHITE (1887) ou MAURY (1937). WHITE (1887), menciona que a espécie nova se justifica por diferir de todos os seus congêneres depositados na coleção de invertebrados fósseis do Museu Nacional. De fato, *O. maroimensis* não apresenta afinidades com outros representantes do gênero reconhecidos para o Cretáceo. Ainda assim, o formato geral da concha exhibe similitudes com o gênero *Turkostrea* Vialov (GRIFFIN et al., 2005; NEVERSSKAJA et al., 2013) (= *Ostrea (Turkostrea)* Vialov, em STENZEL, 1979). Em particular, caracteres como a convexidade, umbo baixo, chomata restrita à região dorsal e as finas e numerosas costelas radiais, que embora *Turkostrea* apresente grande variação, mostram que a morfologia deste gênero é a que mais se aproxima de *O. maroimensis* (e.g. *T. strictiplicata* Raulin & Delbos, pg. N1142, Fig. J114 em STENZEL, 1979; pg. 454, Fig.13, d, h, i, j, k em EL-SHAZLY et al., 2016). Tais afinidades não permitem considerar, no momento, que *O. maroimensis* pertença a *Turkostrea* Vialov, uma vez que a Tribo Turkostreini Malchus, é amplamente estudada e está reconhecida apenas dentro do limite Maastrichtiano superior – Mioceno (ver GRIFFIN et al., 2005). Uma explicação,

ainda que prematura, que poderia ser de grande valor heurístico ao lidar com outros táxons da fauna marinha das bacias cretáceas do nordeste brasileiro, adotar a hipótese de que na história evolutiva de *O. maroimensis*, pressões experimentadas por sua população ancestral, similares à *T. strictiplicata*, por exemplo, teriam dado origem à sua morfologia que apresenta moderada convergência com a que *Turkostrea* Vialov exhibe.

Distribuição estratigráfica e geográfica: *O. maroimensis* White foi originalmente descrita para a localidade de Coqueiro, Bacia de Sergipe. Em estratos identificados por MAURY (1937) como de idade Albiano médio. CASSAB et al. (1994), aumentam a amplitude de *O. maroimensis* para todo o Albiano e Simone & MEZZALIRA (1994), alocam os limites Albiano-Cenomaniano. Na Bacia de São Luís, por associação com demais componentes da fauna de bivalvíos, o registro de *O. maroimensis* é aqui feito, para a porção superior da Formação Alcântara, correspondente ao Cenomaniano inferior. Neste trabalho, aceita-se que amplitude de *O. maroimensis* seja do Albiano médio até o Cenomaniano inferior, com distribuição restrita à costa oeste do Atlântico Sul.

Subfamília Lophinae Vialov, 1936

Tribo Lophini Vialov, 1936

Gênero *Lopha* Vialov, 1990

Espécie-tipo: *Lopha lombardi* Dartevelle & Freneix, 1957

5.1.8.2 *Lopha lombardi* Dartevelle & Freneix, 1957

Prancha 2, figuras 4, 5, 6, 7, 8 e 9

1957 *Lopha lombardi* Dartevelle & Freneix, p. 108-111, pl. XV figs. 7a-b, 8; pl. XVI, XVII, XVIII; pl. XIX, figs. 1, 2a-b, 3a-b.

1979 *Lopha lombardi* Klein & Ferreira, p. 528, fig. 7, 7a, 7b e 7c.

Material: sete exemplares sob o número 5317-I (a-g) e 15 exemplares sob o número 5336-I (a-o) da coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional; dois exemplares sob o número 3.10.074, da coleção de fósseis do Departamento de Biologia da UFMA; e um exemplar sob o número 487-Bi, da coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ.

Localidade: Porto do Itaqui, Ponta do Farol, falésias Ponta Leste e Sismito.

Descrição: concha pequena média, alongada a sub arredondada, moderadamente a fortemente convexa. Apresenta estrutura xenomórfica de forma aproximadamente circular, ocupando maior parte da concha até a área terminal do umbo. Possui apenas uma linha de crescimento, com margem fortemente plicada, dobrada em ziguezague, com pontas afiadas em forma triangular.

Discussão: a espécie guarda semelhanças com *L. siphax* (Coquand); *L. semiplana* (Sowerby) e *L. arcotensis* (Stoliczka). Segundo KLEIN & FERREIRA (1979) há ainda semelhança com *L. (A.) solitaria* (Sowerby). Foram encontrados indivíduos jovens devido à presença de apenas uma linha de crescimento, tamanho reduzido e ampla área xenomórfica. Na maioria dos espécimes é possível notar a marca da cicatriz do músculo adutor tal característica, somada à ornamentação externa, área de ligamento e margem das valvas, concorda fielmente com a descrição e espécimes figurados em DARTEVELLE & FRENEIX (1957). No entanto, alguns autores comentam que a semelhança entre *L. (A.) lombardi* Dartevelle & Freneix e *Oscilolopha [Lopha] siphax* (Coquandi) (SEELING & BENGTON, 1999) é suficiente para alocar os dois táxons no gênero *Oscilolopha* Malchus, 1990, porém não é feita discussão, comparação entre a morfologia desses táxons e nem se adota a posição sugerida. DHONDT & JAILLARD (2005), fazem menção a *L. (A.) lombardi* Dartevelle & Freneix como “*Hyotissa lombardi* (Freneix, 1957)”, o posicionamento dentro de *Hyotissa* Stenzel, 1979 não é adotado aqui, devido à clara dicotomia entre a morfologia os espécimes figurados em DARTEVELLE & FRENEIX (1957) e a descrição e representação exibida em STENZEL (1979). Embora *L. (A.) lombardi* Dartevelle & Freneix, possa parecer um táxon um tanto confuso como levantado em SEELING & BENGTON (1999), provavelmente devido ao grande espectro morfológico exibido em sua descrição original, aqui é adotado como válido, como ainda adotado atualmente (e.g MOUSSAVOU., 2017).

Distribuição estratigráfica e geográfica: está presente do Cenomaniano inferior da Bacia de São Luís (KLEIN & FERREIRA, 1979; MENDES et al., 2011) ao Santoniano-Campaniano inferior do Congo (DARTEVELLE & FRENEIX, 1957).

Gênero *Cameleolopha* Vialov, 1936

Espécie tipo: *Ostrea cameleo* Coquandi, 1869

5.1.8.3 *Cameleolopha cameleo* (Coquandi, 1869)

Prancha 2, figura 10

- 1869 *Ostrea cameleo* Coquandi, p. 149, pl. 55, figs. 1-17.
 1978 *Cameleolopha cameleo* Chiplonkar & Badve, p., 114, fig., 39.
 1979 *Cameleolopha cameleo* Stenzel, p. N1163, fig., J136.a, b, c, d.
 2011 *Cameleolopha cameleo* Mendes, Feitosa & Mendes, p., 236, fig., 3.g.

Material: dois exemplares da coleção paleontológica do departamento de biologia da UFMA, sob os números 3.10.066.

Localidade: falésias Ponta do Farol e Sismito.

Descrição: duas valvas direitas, com 39 mm de altura máxima e 14 mm de largura máxima, contorno em forma de espátula arredondada; sem aurículas; 14 cristas finas e angulares, que se tornam bífidas à medida que chegam na região mediana da concha, intercalam finas costelas radiais que continuam a comissura da concha.

Discussão: a preservação de características como costelas bífidas na região mediana da concha e tamanho alongado dorso ventralmente do espécime coletado seguiu fielmente às ilustrações e descrições de STENZEL (1971). As escassas informações desta espécie limitam as discussões a meras descrições taxonômicas com pouca informação a respeito da paleobiogeografia e paleobiologia para a espécie. No entanto, fez-se aqui comparações com *Ambigostrea villei* (Coquandi) *Ambigostrea tripolitana* (Krumb.), figurada em MALCHUS (1990), onde as características da morfologia externa lembram em alguns detalhes os espécimes da Ilha do Cajual, no entanto a região dorsal pouco inflada destes táxons, assim como intercostelas que surgem próximo à região da borda ventral, as distingue de *C. cameleo* (Coquandi).

Distribuição geográfica e estratigráfica: Cenomaniano do norte da África, Argélia (STENZEL, 1979) e Cenomaniano Inferior da Bacia de São Luís (MENDES et al., 2011).

5.1.9 Família Arctostreidae Vialov, 1983

Subfamília Palaeolophinae Malchus, 1990

Gênero *Rastellum* Faujas-St. Fond, 1799

5.1.9.1 *Rastellum* sp.

Prancha 2, figuras 12 e 13

Material: 12 exemplares depositados na coleção paleontológica do departamento de biologia da UFMA, sob os números 3.10.122, 3.10.123, 3.10.124, 3.10.125, 3.10.127, 3.10.128, 3.10.129, 3.10.130, 3.10.131, 3.10.132, 3.10.133 e 3.10.134.

Localidade: Falésia Ponta Leste.

Descrição: Tamanho médio, altura máxima 56 mm, largura máxima 59 mm; concha com alongação oval para subarredondadas, moderadamente a fortemente convexa, inequivalve, maior convexidade na região anterior da valva, que é mais acentuada que a posterior. Concha espessa, área de ligação variável, mas bem desenvolvida e geralmente larga em alguns espécimes, ocorrendo em quase todas as valvas esquerdas. Valvas recobertas por nervuras fortes e altas, número e distância das nervuras variáveis; margens afiadas, fortemente picadas, dobradas em linha “zig-zag”. Ligamento triangular, impressão do músculo adutor oval a reniforme, moderadamente largo, situado na parte dorsal-posterior.

Discussão: é notória em alguns espécimes a ocorrência de bioincrustação ocasionada por tubos cilíndricos de serpulídeos. Os espécimes foram comparados àquelas encontradas na Bacia de Sergipe, segundo SEELING & BENGSTON (1999). No entanto, carece de reconhecimento morfologia da microestrutura da região umbonal para se fazer uma classificação mais precisa dos espécimes da Ilha do Cajual.

Distribuição geográfica e estratigráfica: os registros mais antigos de *Rastellum* Faujas são do Jurássico da Índia, México e Japão se estendendo até o Cretáceo superior. No entanto muitas espécies foram cosmopolitas, em especial durante o Cenomaniano (EL QUOT, 2006).

5.1.10 Família Flemingostreidae Stenzel, 1971

Subfamília Crassostreinae Scarlato e Starobogatov, 1979

Tribo Crassostreini Scarlato e Starobogatov, 1979

Gênero *Crassostrea* Sacco, 1897

Espécie tipo: *Ostrea virginica* Gmelin, 1928

5.1.10.1 *Crassostrea* sp.

Prancha 3, figura 1

Material: dois exemplares depositados na coleção paleontológica da UFMA sob os números 3.10.72 e 3.10.75; e dois da coleção paleontológica do Instituto de Geologia – UFRJ, sob os números 233-Bi e 234-Bi.

Localidade: Falésia Ponta Leste.

Descrição: Valvas largas e abauladas com contorno subtriangular, com bordas arredondadas; na parte externa, sua superfície apresenta projeções laminares, dispostas radialmente; e lisa internamente. Bordas irregulares situadas em um mesmo plano levemente ondulado. O espécime tem forma côncava, indicando valva esquerda, e apresenta depressões internas em direção ao umbo; contém, ainda, cicatriz do músculo adutor posterior não orbicular, próxima da borda posterior e mais ainda da borda ventral, com linhas de crescimento visíveis.

Discussão: A espécie guarda semelhanças na superfície externa (projeções laminares, dispostas radialmente) e internas (proximidade do músculo adutor posterior da borda e com linhas de crescimento visíveis) com a *C. soleniscus* Meek, 1871 do Cenomaniano – Coniaciano, da Formação Woodbine, Texas (STEPHENSON, 1952). Porém, insuficientes para afirmar que seria co-específica. De acordo com LAWRENCE (1995), alguns caracteres podem ser controlados por estímulos ambientais, comprometendo a identificação. O gênero ocorre desde o Cretáceo até os dias atuais e, segundo STENZEL (1979), foi cosmopolita neste período.

5.1.11 Família Gryphaeidae Vialov, 1936

Subfamília Exogyrinae Vialov, 1936

Tribo Exogyrini Vialov, 1936

Gênero *Exogyra* Say, 1920

Subgênero *Exogyra (Costagyra)* Vialov, 1936

Espécie tipo: *Exogyra olisiponensis* Sharpe, 1850

5.1.11.1 *Exogyra (Costagyra)* sp.

Prancha 3, figura 2

Material: 15 exemplares sob os números 3.10.106, 3.10.107, 3.10.108, 3.10.109, 3.10.110, 3.10.111, 3.10.112, 3.10.113, 3.10.114, 3.10.115, 3.10.116, 3.10.117, 3.10.118, 3.10.119, 3.10.120 e 3.10.122 da coleção paleontológica do departamento de biologia da UFMA.

Localidade: Falésia Ponta Leste.

Descrição: Tamanho médio, altura máxima: 85 mm, oval para subarredondada, inequivalve. A valva esquerda é fortemente convexa e volumosa; a valva direita é apenas levemente convexa; conchas espessas; umbo com torção helicoidal e proporcionalmente

pequeno, passando perto da linha comissural; área de fixação varia; a valva esquerda possui lamelas escamosas de crescimento com plano transversal de 6-12 costelas radiais com variação no espaçamento; costelas levemente tuberculadas com fragmentos de espinhos; valva direita achatada com leve convexidade, com fortes lamelas escamosas, parcialmente atravessada por curtas costelas radiais; ligamento pequeno e elevado; área infraligamental alargada; cicatriz do músculo adutor proporcionalmente grande.

Discussão: *E. (C.) olisiponensis* Sharpe, 1850 apresenta estruturas típicas que não são encontrados em outras espécies do gênero (chomata reta, que circunda toda a valva, costelas fortes, falsas-costelas) (STEPHENSON, 1952; DARTEVELLE & FRENEIX, 1957; SEELING & BENGTON, 1999; AHMAD et al., 2015). Alguns *Amphidonte* (*Ceratostreon*) apresentam essas características, porém este subgênero é distinguido por um umbo retorcido e com tamanho muito reduzido (MALCHUS, 1990). Tais características permitem identificar os espécimes da Ilha do Cajual dentro do espectro morfológico de *Exogyra* Say, onde, sem dúvida a espécie que mais se tem afinidades é *E. (C.) olisiponensis* Sharpe. EL QUOT (2006) e AYOUB-HANNAA (2011), têm elevado a nível de gênero o subgênero *E. (Costagyra)* Vialov, tal classificação não é adotada neste estudo.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o gênero *Exogyra* Say é registrado do Jurássico ao Mioceno. No entanto, a distribuição do subgênero *E. (Costagyra)* Vialov é restrita ao intervalo Cenomaniano-Turoniano (STENZEL, 1979), onde foi amplilocado e muito comum no Tethys Mediterrâneo e.g. Jordânia, Europa incluindo e.g Portugal e África e.g. Egito, Marrocos, Saara, Tunísia, Angola e Nigéria (AHMAD et al., 2015). No Brasil, ocorre no Cenomaniano superior da Bacia de Sergipe (SEELING & BENGTON, 1999) e Cenomaniano da Bacia de São Luís (MENDES et al., 2011) e no Norte da América do Sul (DHONDT & JAILLARD, 2005). Na América do Norte est[a restrita ao Cenomaniano superior da Formação Dakota e do Novo México (KIRKLAND, 1996).

Tribo Amphidonteini Vialov, 1983

Subfamília Gryphaeostreinae Stenzel, 1971

Gênero *Gryphaeostrea* Vialov, 1936

Espécie tipo: *Gryphaea eversa* Melleville, 1843

5.1.11.2 *Gryphaeostrea* sp.

Prancha 3, figura 3

Material: dois exemplares sob o número 3.10.060 da coleção paleontológica do departamento de biologia da UFMA.

Localidade: Falésia do Sismoito.

Descrição: concha pequena, altura 11 mm de altura por 7 mm de largura, subovalada com pequena depressão demarcando a área de fixação da valva, na região posterodorsal. Lamelas de crescimento distribuídas após a área de fixação, exibindo curvatura triangular a irregular e afastando-se bruscamente umas das outras. O lobo posterodorsal é largo com numerosas linhas de crescimento em formas de lamelas direcionadas à área do ligamento. O umbo opistogirato, com formato espiralado, e prodissoconcha com forma triangular. Não foi possível identificar a ausência ou presença de chomata.

Discussão: os espécimes em questão compartilham muitas características com as descritas por STENZEL (1971) e PUGACZEWSKA (1977), para a espécie *Gryphaeostrea vomer* (Morton, 1828). O número de exemplares e as condições de preservação impossibilitam uma identificação certa para nossas amostras, mas indicam estreitas afinidades com esta espécie. As afinidades com outras espécies do gênero são muito discretas. PUGACZEWSKA (1977) destaca que o polimorfismo dentro deste grupo é grande, mesmo assim *G. vomer* (Morton), é registrada para o Maastrichtiano, levando em consideração as taxas de especiação e extinção foram bem marcadas em ostras do Cretáceo Superior (e.g. MALCHUS, 1990; SEELING & BENGTON, 1999; AHMAD et al., 2015), provavelmente o morfotipo deste estudo pertença a outro táxon muito similar, tendo em vista a duração temporal muito vasta para uma espécie (e.g. BENTON, 2009).

Distribuição geográfica e estratigráfica: *Gryphaeostrea Conrad* tem seus registros mais antigos nos depósitos do Cretáceo Inferior (Aptiano) e se estendeu até o Mioceno (STENZEL, 1979). Apresentou grande distribuição durante o Cretáceo, em especial no fim deste período PUGACZEWSKA (1977). No Brasil, ocorre em depósitos do Cenomaniano da Bacia de São Luís (MENDES et al., 2011), Santoniano-Maastrichtiano de Sergipe (SIMONE & MEZZALIRA, 1994) e Paleoceno de Pernambuco (White, 1887).

Ordem Pectinida J. Gray, 1854

Subordem Pectinidina J. Gray, 1854

Superfamília Pectinoidea Rafinesque, 1815

Epifamília Pectinoidea Rafinesque, 1815

5.1.12 Família Pectinidae Rafinesque, 1815

Subfamília Camptonectinae Habe, 1977

Gênero *Camptonectes* Agassiz, 1864

Subgênero *Camptonectes* Agassiz, 1864

Espécie tipo: *Pecten lens* Sowerby, 1818

5.1.12.1 *Camptonectes* (*Camptonectes*) sp.

Prancha 3, figuras 4 e 5

Material: oito espécimes exemplares depositados na coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números de tombo 236-Bi a, 457-Bi, 458-Bi, 459-Bi, 460-Bi, 461-Bi, 462-Bi a e 462-Bi b.

Localidade: Ponta do Farol.

Descrição: valvas muito pequenas, muito pouco infladas, levemente inequilateral, com contorno subcircular; largura maior que altura; umbo baixo localizado na região mediana da largura total da valva; aurículas muito bem demarcadas e de tamanhos diferentes, ornadas com finas estrias transversais que se estendem do dorso da valva, passando pela depressão da aurícula até as bordas das carenas; carenas surgem na região umbonal (ângulo entre 90° e 145°) alcançando a porção média da altura da valva. A margem dorsal é reta. A superfície da valva geralmente lisa, exceto em alguns exemplares que apresentam linhas de crescimento comarginais muito finas e pouco espaçadas.

Discussão: o gênero tem sido registrado para o Albiano-Cenomaniano da Bacia de Sergipe por *C. placidus* White, 1887. O contorno geral da valva dos exemplares da Ponta do Farol, lembram muito à da Bacia de Sergipe, inclusive a disposição e as delicadas linhas de crescimento, no entanto a desigualdade no tamanho das aurículas de é muito maior em *C. placidus* White. Os espécimes identificados como *C. (Camptonectes)* sp. figurados e descritos por BERDNT (2002), para o Cenomaniano da Jordânia, lembram muito os exemplares aqui descritos, incluindo as proporções das aurículas. As formas descritas como “*Pecten (Camptonectes)* sp.” [= *C. (Camptonectes)* sp.], para o Cenomaniano de Nova Jersey e *C. (C.) cavanus* (Stephenson, 1952), do Cenomaniano do Texas (STEPHENSON, 1952, 1954), são as que mais se assemelham aos exemplares da Formação Alcântara. No entanto, as espécies conhecidas do subgênero,

para o Cenomaniano, apresentam ornamentações bem visíveis, embora que delicadas, os morfotipos de reconhecidos para a Ponta do farol, dotados da maior parte da superfície da valva desprovida de ornamentações, em especial a ausência de costelas transversais, com aurículas de tamanhos quase iguais, podem indicar uma nova espécie.

Distribuição geográfica e estratigráfica: segundo a base de dados paleontológicos (<https://paleobiodb.org>), o subgênero tem uma amplitude que data do Triássico do Japão até o Mioceno (Bulgária, Hungria, Israel, Itália e Turquia), no entanto CASADÍO et al. (2005), apontam que registros do Daniano, não tem sido bem confirmados e adotam que o subgênero tem sua amplitude superior até o Maastrichtiano. De qualquer forma, o subgênero foi amplilocada entre o Jurássico Inferior e Cretáceo Superior (COX & HERTLEIN, 1969).

Subfamily Pedinae Bronn, 1862

Tribe Chlamydini Teppner, 1922

Gênero *Chlamys* Roding, 1798

Espécie tipo: *Pecten islandicus* Muller, 1776

5.1.12.2 *Chlamys* sp.

Prancha 3, figura 6 e 7

Material: três impressões depositadas na coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional, sob os números 5330-Ia, 5330-Ib e 5330-Ic. E um exemplar depositado na coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob o número 236-Bi b.

Localidade: Porto do Itaqui e Ponta do Farol.

Descrição: valvas esquerdas inequilaterais, pouco infladas, com formato arredondado, com aurículas proporcionalmente desiguais, sendo que a anterior é mais longa. O entalhe do bissal e *ctenolium* são pouco visíveis. A superfície externa é ornada com cerca de 25 costelas retas e subarredondadas, que são mais largas que seus intervalos, cobertas por finas lamelas concêntricas, correspondentes às linhas de crescimento e, próximo à região ventral, essas linhas, comarginais, tornam-se mais evidentes.

Discussão: sem dúvida *Pecten colapsus* White, do Albo-Cenomaniano da Formação Riachuelo, é a espécie com a morfologia que mais se aproxima dos exemplares da Formação Alcântara. No entanto, na região anterior da valva de *P. colapsus* White,

ocorrem costelas levemente onduladas à medida em que estas alcançam o bordo ventral da valva.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o gênero ocorre do Permiano aos dias atuais. Apresentando sua primeira principal radiação no Jurássico e se tornando cosmopolita durante o Cretáceo, com um acentuado declínio no fim deste período, mas com grande expansão do Eoceno aos dias atuais (COX, 1969; BERROCAL-CASERO, 2013).

Epifamília Neitheoidae Sobetski, 1960

5.1.13 Família Neitheidae Sobetski, 1960

Gênero *Neithea* Drouet, 1825

Espécie tipo: *Pecten equicostatus* Lamarck, 1819

5.1.13.1 *Neithea coquandi* (Peron, 1877)

Prancha 3, figuras 8, 9 e 10

Material: 19 espécimes coletados na Falésia Ponta do Farol, depositados na coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números de tombo: 150-Bi a, 150-Bi b, 150-Bi c, 150-Bi d, 150-Bi e, 150-Bi f, 231-Bi, 232-Bi, 423-Bi, 424-Bi, 425-Bi, 426-Bi, 427-Bi, 428-Bi, 429-Bi, 430-Bi, 431-Bi, 432-Bi, 433-Bi; e seis exemplares da coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional, sob os números de tombo: 5314-I, 5331-Ia, 5331-Ib, 5331-Ic, 5331-Id e 5331-Ie.

Localidade: Ponta do Farol.

Descrição: conchas finas, equilaterais, fortemente inequivalves; valva esquerda plana, ornada com fortes costelas primárias, delicadas costelas secundárias, aurículas subiguais e retas na região dorsal; valva direita muito inflada apresenta costelas primárias muito proeminentes, geralmente em número de seis e costelas secundárias intercalares com número variado entre três e quatro. Todas as costelas são contínuas e simples da região umbonal à ventral. Nas regiões anterior e posterior ocorrem pequenas depressões onde são vistas finas linhas de crescimento. As aurículas são ornadas com finas linhas que partem da região umbonal para a extremidade da aurícula. A região umbonal é ornada com finas linhas comarginais associadas a linhas de crescimento.

Discussão: *N. coquandi* (Peron) é um dos bivalvíos mais abundantes dos siltitos Ponta do Farol. Moderada variedade individual foi identificada nos exemplares; alguns

aspectos morfológicos geralmente não são apontados em descrições de *N. coquanadi* (Peron), como as ornamentações presentes nas aurículas e linhas de crescimento na região umbonal. Os espécimes colecionados no Museu Nacional, são provenientes de outro estrato fossilífero (calcário) de difícil posicionamento estratigráfico, com espécimes pessimamente preservados que foram utilizados por KLEIN & FERREIRA (1979), para criarem a espécie “*Neithea (Neitheops) nana*”, que posteriormente foi sinonimizada com *Neithea coquandi* (Peron) por ANDRADE et al. (2004).

Distribuição geográfica e estratigráfica: *N. coquandi* (Peron) é a espécie de neiteídeo com o registro mais antigo do Cretáceo brasileiro, registrada desde o Aptiano até o Cenomaniano médio nas bacias de Sergipe, Potiguar, Camamu e São Luís. Fora do Brasil é bem distribuída no Albiano-Santoniano da porção sul da Europa, leste, norte e oeste africano (Áustria, França, Espanha, Argélia, Egito, Iraque, Israel, Líbano, Somália e Angola) (ANDRADE et al., 2004).

Subordem Anomiidina J. Gray, 1854

Hipordem Anomioidei J. Gray, 1854

Minordem Dimyoitei Ridewood, 1903

Superfamília Plicatuloidea J. Gray, 1854

5.1.14 Família Plicatulidae Gray, 1854

Gênero *Plicatula* Lamarck, 1801

Espécie tipo: *Spondylus plicatus* Linné, 1758

5.1.14.1 *Plicatula* sp.

Prancha 3, figura 11 e 12

Material: sete exemplares depositados na coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional, sob os números: 5315-Ia, 5315-Ib, 5315-Ic, 5315-Id, 5315-Ie, 5315-If e 5315-Ig; um exemplar depositado na coleção paleontológica do Instituto de Geociências-UFRJ, sob o número 409-Bi.

Localidade: Porto do Itaqui e Falésia do Sismito.

Descrição: impressões e moldes de conchas de tamanho médio, achatadas, de contorno oblíquo-ovalado. Geralmente constando 10 costelas muito fortes, que se alaram à medida em que alcançam a região ventral da valva; as costelas apresentam pequenos

espinhos e tubérculos, que são imbricados por sulcos referentes às linhas de crescimento. Em alguns espécimes nota-se a presença da marca da impressão do músculo adutor.

Discussão: as condições de preservação do material são péssimas e não foi possível estabelecer muitas afinidades com outros grupos irmãos. No entanto essas poucas características lembram *P. ferryi* var. *dejardinsi* Coquand, Santoniano do Gabão (DARTEVELLE & FRENEIX, 1979), onde a disposição da ornamentação externa se assemelha com alguns exemplares; *P. goldeana* Stephenson, do Cenomaniano de Nova do Texas (STEPHENSON, 1952), possui costelas que se bifurcam, assim visto em alguns exemplares da Formação Alcântara, porém a impressão do músculo é relativamente baixa em *P. goldeana* Stephenson. De qualquer forma, ambas as espécies possuem costelas finas e pouco espaçadas entre si, o oposto do que ocorre nos exemplares da Formação Alcântara.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o gênero ocorre do Triássico aos dias atuais ocorrendo sempre de forma amplilocada (COX, 1969). A grande irradiação sofrida pelo gênero no Cretáceo se reflete no Brasil, registros de plicatulídeos em bacias cretáceas como, Sergipe, Potiguar, Paraíba e São Luís.

Hipordem Limoidei R. Moore, 1952
 Superfamília Limoidea Rafinesque, 1815
 Família Limidae Rafinèsque, 1825
 Subfamília Liminae Rafinesque, 1815
 Gênero *Acesta* Adams e Adams, 1858
 Espécie tipo: *Ostrea excavata* Fabricius, 1779

5.1.14.2 *Acesta maranhensis* Klein & Ferreira, 1979

Prancha 4, figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7

Material: 32 espécimes depositados na coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional sob os números 5315-Ia, 5315-Ib, 5315-Ic, 5315-Id, 5315-Ie, 5315-If, 5315-Ig, 5316-Ia, 5316-Ib, 5332-Ia, 5332-Ib, 5332-Ic, 5332-Id, 5332-Ie, 5332-If, 5332-Ig, 5332-Ih, 5332-Ii, 5332-Ij, 5332-Ik, 5332-Il, 5332-Im, 5332-In, 5332-Io, 5332-Ip, 5332-Iq, 5332-Ir, 5332-Is, 5332-It, 5332-Iu, 5332-Iv, 5332-Iw; dez espécimes da coleção paleontológica do departamento de biologia da UFMA sob o lote de número 3.10.139;

três exemplares da coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números de tombo 227-Bi, 155-Bi a e 155-Bi b.

Localidade: Ilha de Guarapir, Porto do Itaqui, Falésia Ponta Leste e Falésia do Sismito.

Descrio: Concha grande, obliquamente alongada, oval, pouco convexa, pequena aurícula posterior com atrofia da aurícula anterior. Ornada na superfície externa com grande número de costelas radiais muito finas (acima de 70) cruzadas por finas estrias concêntricas bem visíveis nas margens das conchas, formando pequenas pontuaes sobre as costelas. Nota-se em alguns espécimes, fortes linhas comarginais provavelmente correspondentes aos estágios iniciais de desenvolvimento da concha. Em espécies da Ponta Leste, nota-se finas linhas de crescimento lamelares nos espaços entre as costelas e pequenas pontuaes pontiagudas que lembram espinhos muito delgados.

Discussão: considerado em KLEIN & FERREIRA (1979) como o bivlvio mais comum dos estuários cretáceos da região da Baia de São Marcos, *A. maranhensis* Klein & Ferreira, esteve presente em todas as localidades amostradas, exceto na Ponta do Farol, no Porto do Itaqui e Ilha de Guarapir, os fósseis de *A. maranhensis* Klein & Ferreira, ocorrem sob a forma de moldes e impressões de valvas; na Falésia do Sismito, ocorrem sob a forma de impressões e moldes, porém em uma matriz carbonática muito dura; e na falésia da Ponta Leste, ocorrem conchas recristalizadas, geralmente fragmentadas em funo da forte circulao daquele ambiente.

Distribuio geográfica e estratigráfica: o registro mais antigo do gênero data do Jurássico, no Cretáceo foi um gênero ampliclocado. *A. maranhensis* Klein & Ferreira é registrada apenas para o Cenomaniano da Bacia de São Luís.

Infraclasse Heteroconchia Hertwig, 1895

Coorte Uniomorphi J. Gray, 1854

Megaordem Unionata J. Gray, 1854

Ordem Trigoniida Dall, 1889

Superfamília Megatrigonioidea Van Hoepen, 1929

5.1.15 Família Pterotrigoniidae Hoepen, 1929

Subfamília Scabrotrigoniinae Cooper, 1989

Gênero *Scabrotrigonia* Dietrich, 1933

Espécie tipo: *Trigonia scabra* Lamarck, 1819

5.1.15.1 *Scabrotrigonia scabra* (Lamarck, 1819)

Prancha 4, figuras 8, 9, 10 e 11

- 1819 *Trigonia scabra* Lamarck, p. 63, no. 2.
 1819 *Trigonia crenulata* Lamarck, p. 63, no. 3.
 1844 *Trigonia limbata* D'Orbigny, p. 156, pl. 298, figs. 1-4.
 1912 *Trigonia scabra* Pervinquière, p. 220, pl. 15, figs. 1-3.
 1916 *Trigonia orientalis* Douvillè, p.168, pl. 21, figs. 13-15.
 1962 *Trigonia scabra* Abbass, p. 89, pl. 15, figs. 1-3, 5, 7.
 1962 *Trigonia limbata* Abbass, p. 91, pl. 15, figs. 4, 6.
 1969 *Pterotrighonia (Scabrotrighonia) scabra* Cox, p. N487, fig. D73/1.
 1979 *Pterotrighonia (Scabrotrighonia)* sp. Klein & Ferreira, pg. 528, fig.6.8.
 1993 *Pterotrighonia (Scabrotrighonia) scabra* Dhondt & Dieni, 222 (com sinónímia extensa).
 2006 *Pterotrighonia (Scabrotrighonia) scabra* El-Hedeny, p. 711, pls. 1-2.
 2006 *Pterotrighonia (Scabrotrighonia) scabra* EL-QOT, p. 65, pl. 13, figs. 3-5.
 2011 *Pterotrighonia (Scabrotrighonia) scabra* Ayoub-Hannaa, p. 112, pl. 10, fig. 2.
 2015 *Scabrotrighonia scabra* Cooper, p. 26, fig., 6. I-J.

Material: nove espécimes da coleção de paleoinvertebrados do Museu Maioral sob os números: 5318-Ia, 5318-Ib, 5318-Ic, 5318-Id, 5318-Ie, 5318-If, 5318-Ig, 5318-Ih e 5318-Ii; oito espécimes da coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números 227 Bi, 226 Bi, 155 Bi a, 155 Bi b, 155 Bi c, 399-bi, 481-bi, 480-Bi; e três espécimes depositados na coleção paleontológica do departamento de biologia da UFMA, sob o lote de número 3.10.140.

Localidade: Ilha de Guarapirá, Porto do Itaqui e Falésia do Sismo.

Descrição: Concha de tamanho médio, gibosa, subtrigonal em forma crescente, inequilateral, umbo opistogirato com crista umbonal bem definida, delimitando a região anteroposterior da concha. As ornamentações são compostas por costelas radiais (cerca de 18) fortemente arqueadas, com algumas apresentando evidências de crenulações. Apresentam também um grande escudo que apresenta costelas ornamentando-o. E próximo à carena juntamente com as costelas dorsais formam um V (*Chevrons*).

Discussão: O subgênero já havia sido reportado para a baía de São Marcos por KLEIN & FERREIRA (1979), e fizeram associações com *P. (S.) coqueirensis* Maury, 1936, do Albiano médio de Sergipe. No entanto, esses novos exemplares foram comparados com *P. (S.) scabra* Lamarck, 1819, que possui grande distribuição durante o Cretáceo médio (África, Estados Unidos, Índia, Portugal, Nova Zelândia, França, Egito, Austria, Alemanha, Madagascar, Tunísia e Líbia). *P. (S.) scabra* apresentou muitas afinidades com o espécime da ilha do Cajual, como disposição das costelas radiais e

formato geral da concha. A comparação com os espécimes descritos e figurados em COOPER (2015), permitiu identificar com precisão os espécimes da Formação Alcântara.

Distribuição geográfica e estratigráfica: espécie pandêmica em províncias europeias e do meio leste, com distribuição restrita ao intervalo Cenomaniano – Santoniano (COOPER, 2015). No Brasil o gênero e espécie são registrados apenas para o Cenomaniano da Bacia de São Luís.

Coorte Cardiomorphi Férussac, 1822

Subcoorte Carditioni Dall, 1889

Ordem Carditida Dall, 1889

Superfamília Crassatelloidea Férussac, 1822

5.1.16 Família Crassatellidae Férussac, 1822

Subfamília Crassatellinae Férussac, 1822

Gênero *Crassatella* Gupy, 1874

Espécie tipo: *Mactra cygnaea* Lamarck, 1799

5.1.16.1 *Crassatella* sp.

Prancha 4, figuras 12, 13 e 14

Material: cinco espécimes depositados na coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números 438-Bi, 436-Bi, 437-Bi, 440-Bi a e 440-Bi b.

Localidade: Ponta do Farol.

Descrição: impressões de valvas esquerdas e direitas, desarticuladas, muito pequenas (maior espécime: L=2,26mm; H=1,85mm). Concha pouco inflada inequilateral, com a margem anterior ligeiramente convexa, enquanto que a margem posterior é côncava; margem ventral subarredondada e margem dorsal com uma região umbonal afunilada. A superfície da valva é ornada com linhas concêntricas muito elevadas que formam arcos regularmente interespaçados.

Discussão: comparações e identificações mais precisas não foram possíveis devido à região do ligamento e morfologia interna não estarem preservadas nestes moldes aqui estudados. No entanto, as características externas acima descritas apontam um táxon membro do gênero *Crassatella* Gupy, 1874, gênero com seus registros mais antigos datados do Cretáceo, onde foram muito abundantes e dispersos e começaram a bioturbar substratos bentônicos superficiais a profundos até os dias atuais. No Cretáceo brasileiro

Crassatella Guppy, ocorre somente no Albo-Cenomaniano da Bacia de Sergipe, representada por duas espécies com morfologia que lembram muito pouco os espécimes da Formação Alcântara.

Subcoorte Cardioni Férussac, 1822

Infra-subcoorte Cardiidia Férussac, 1822

Megaordem Cardiata Férussac, 1822

Superordem Cardiiformii Férussac, 1822

Ordem Cardiida Férussac, 1822

Subordem Cardiidina Férussac, 1822

Superfamília Cardioidea Lamarck, 1809

5.1.17 Família Cardiidae Lamarck, 1809

Subfamília Protocardiinae Reuss, 1846

Gênero *Protocardia* Beyrich, 1845

Subgênero *Brevicardium* Stephenson, 1941

Espécie tipo: *Brevicardium fragile* Stephenson, 1941

5.1.17.1 *Protocardia (Brevicardium)* sp.

Prancha 4, figura 15

Material: oito espécimes depositados na coleção paleontológica do instituto de geociências – UFRJ, sob os números 236-Bi, 467-Bi, 464-Bia, 465-Bi, 466-Bi, 464-Bi b e 464-Bi c.

Localidade: Ponta do Farol e Falésia Ponta Leste.

Descrição: valvas de tamanho médios a pequenos (maior espécime H=1,01 e L=1,4cm), contorno subcircular, moderadamente infladas, inequilateral. Bicos moderadamente proeminentes, fortemente encurvados, levemente prosogiros. Margens posterior, anterior e ventral regularmente convexas. Superfície ornada com finas linhas comarginais dominantes, crispadas por costelas transversais subdominantes na porção anterior até o limite da região do flanco; na região do flanco as costelas tornam-se dominantes, enquanto que as linhas concêntricas passam a subdominantes.

Discussão: espécimes da Ponta do Farol compostos por moldes e impressões enquanto que o da Ponta Leste, consiste de um exemplar com concha recristalizada incompleta. Os espécimes aqui descritos guardam muitas afinidades com o gênero

Protocardia, especialmente aqueles exemplares descritos por STEPHENSON (1941), utilizados para descrever o subgênero *Brevicardium*. A disposição da ornamentação externa é típica de *Protocardia* lembrando em alguns poucos detalhes o gênero *Nemocardium* Meek.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o gênero surge no Triássico Superior e continua até o Cretáceo Superior (COX et al., 1969), enquanto que o subgênero *Brevicardium* Stephenson, ocorre somente para o Cretáceo Superior, da América do Norte.

Clado Eucardiids J. Schneider, 1995
 Subfamília Cardiinae Lamarck, 1809
 Tribo Cardiini Lamarck, 1809
 Gênero *Cardium* Linnaeus, 1758
 Espécie tipo: *Cardium costatum* Linné, 1758

5.1.17.2 *Cardium* sp.

Prancha 5, figura 1

Material: sete espécimes da coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números 408-Bi, 407-Bi, 401-Bi, 473-Bi, 472-Bi, 475-Bi e 474-Bi; 23 exemplares da coleção paleontológica do departamento de biologia da UFMA, sob o lote de número 3.10.141.

Localidade: Ponta do Farol, Sismito e Ponta Leste.

Descrição: impressões de pequenas valvas, com contorno subarredondado a elíptico e umbo prosógiro. Apresentam inequilateralidade, sendo a borda posterior levemente ampliada. Do dorso da concha até a região mediana ocorre uma acentuada elevação que diminui à medida que se aproxima da borda ventral, resultando numa alta convexidade. A parte dorsal da concha é ricamente ornamentada com costelas que nunca se bifurcam, intercaladas por covas, que, à medida que se distanciam desta região em direção à ventral, adquirem certo distanciamento alcançando a margem ventral. Notam-se fileiras de pequenos nódulos organizadas em linhas concêntricas que cruzam as costelas.

Discussão: os espécimes aqui descritos, guardam algumas semelhanças com *A. (I.) melissa* do Cretáceo Superior do Peru, quanto ao formato geral da concha,

espaçamento entre as costelas. Entretanto, as maiores afinidades são com *C. tinninense* Stephenson, do Cenomaniano do Texas (STEPHENSON, 1952). Porém a qualidade dos espécimes não permite incluí-los em uma designação mais específica, tendo em vista a grande plasticidade morfológica inter e intraespecíficas notadas no registro fóssil.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o gênero tem seus registros mais antigos datados de camadas do Ordoviciano da Estônia, tornando-se um grupo amplilocado no Cretáceo, com progressiva expansão até os dias atuais.

Gênero *Acanthocardia* Gray, 1851

Espécie tipo: *Cardium aculeatum* Linné, 1758

5.1.17.3 *Acanthocardia* sp.

Prancha 5, figura 2

Material: 15 exemplares da coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números 418-Bi, 449-Bi, 450-Bi, 451-Bi, 452-Bi, 486-Bi E 402-Bi; e oito exemplares da coleção paleontológica do departamento de Biologia da UFMA, sob lote de número 3.10.142.

Localidade: Ponta do Farol, falésias Ponta Leste e Sismito.

Descrição: Conchas de tamanho médio, infladas, com formato subcircular, entre a margem ventral antero-posterior, com região dorsal pouco elevada. Umbo ortogirato, apresentando uma sutil curvatura em direção à linha de comissura. Costelas aparentemente sem ornamentações secundárias, mas algumas têm impressões de nódulos de espinhos; interespaços mais estreitos que as costelas contendo finas linhas de crescimento que cruzam as costelas transversais. Dentição heterodonte, com dois dentes bem visíveis. Margem da borda ventral denteada.

Discussão: a morfologia aqui descrita lembra em muitos aspectos *Acanthocardia aculeata* Linné, no entanto, as costelas dos nossos exemplares são mais numerosas e consequentemente, menos espaçadas. Sem dúvida o táxon que guarda maiores afinidades com o morfotipo da Formação Alcântara é a espécie moderna *A. echinata* (Linné, 1758). *A. denticulata* (Baily, 1855) do Cretáceo Superior da Polônia, Madagascar e Níger, e *A. tumida* (Kossmat, 1893) do Turoniano do Gabão figuradas em DARTEVELLE & FRENEIX (1957), lembram muito o formato geral e a ornamentação dos espécimes deste estudo, no entanto diferem na dentição. O gênero é representado no Cretáceo brasileiro

por *A. riachuelense* (Maury), para o Albiano-Cenomaniano da Bacia de Sergipe (MAURY, 1934), no entanto a morfologia é claramente dicotômica. Outros morfotipos relacionados são em relação às espécies do gênero *Fragum* Roding, 1758, porém, em vez de espinhos, este gênero apresenta geralmente nódulos na superfície externa que podem ser ligeiramente assemelhados aos espinhos quebrados dos espécimes da Falésia Ponta Leste, que apresentam taforegistros ocasionados pelo transporte lateral, que ocasionou a perda de espinhos e visível arredondamento das extremidades, além disso a dentição dos nossos espécimes difere de *Fragum* Roding. A morfologia aqui apresentada sugere um possível novo morfotipo para o gênero *Acanthocardia* Gray.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o registro mais antigo do gênero data do Albiano-Cenomaniano, *A. riachuelense* (Maury) da Bacia de Sergipe (MAURY, 1934). Os registros no Cretáceo Superior são extremamente raros; o gênero alcança grande distribuição entre o Mioceno e o Plioceno; atualmente é comum na região do Mar Mediterrâneo e Atlântico Norte.

Gênero *Trachycardium* Morch, 1853

Espécie tipo: *Cardium isocardium* Linné, 1758

5.1.17.4 *Trachycardium* sp.

Prancha 5, figura 3

Material: cinco espécimes da coleção paleontológica do Instituto de Geologia – UFRJ, sob os números 410-Bi a, 410-Bi b, 410-Bi c, 410-Bi d e 410-Bi e.

Localidade: Falésia Ponta Leste.

Descrição: valvas e uma concha bivalve de tamanho médio (410-Bi a, maior espécime H=1,08 e L=1,92), com formato subelíptico, inequilateral. Umbo baixo, localizado a um terço da porção anterior, partindo da margem da concha. Na área posterior é visível uma leve carena um pouco comprimida, que parte da região umbonal até a margem posterior da valva. A superfície é completamente ornada de finas costelas transversais, numerosas e pouco espaçadas. Linhas de crescimento comarginais, inter cruzam as costelas e formam pequenos nódulos angulados, melhor visíveis em direção à margem ventral da valva, nota-se, que os poucos nódulos bem conservados são ocos.

Discussão: dentre os exemplares, o de número 410-Bi a, apresenta a morfologia melhor preservada. Os nódulos dotados de câmaras ocas estão presentes gênero

Trachycardium Morch, como visto em *T. kansaense* (Meek) do Albiano do Kansas (Scott, 1970). Tal espécie apresenta formato circular e um umbo bem pronunciado, diferindo dos espécimes da Formação Alcântara. A espécie que mais se aproxima dos aqui descritos é *T. riograndensis* (Maury, 1925), Turoniano da Bacia Potiguar (MAURY, 1925; SIMONE & MEZZALIRA, 1994). No entanto, as costelas transversais diferem de nossos exemplares, muito espessas à medida que alcançam a margem ventral da concha e relativamente menos numerosas. Os morfotipos aqui descritos guardam características singulares que podem estar associadas à um novo táxon.

Distribuição geográfica e estratigráfica: os registros mais antigos do gênero datam do Cretáceo médio, Albiano do Kansas (SCOTT, 1970), após esse registro, o gênero é reconhecido para o Turoniano da Bacia Potiguar (MAURY, 1925) e à medida que finda o período o gênero mostra-se cada vez mais amplilocado, com registros de grande amplitude espacial no Mioceno até os dias atuais.

Hipordem Veneroidei J. Gray, 1854

Minordem Veneroitei J. Gray, 1854

Superfamília Arcticoidea R. Newton, 1891

5.1.18 Família Veniellidae Dall, 1895

Gênero *Venilicardia* Stoliczka, 1870

Espécie tipo: *Cyprina bifida* Zittel, 1865

5.1.18.1 *Venilicardia* sp.

Prancha 5, figura 4 e 5

Material: um espécime da coleção de paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob o número 428-Bi.

Localidade: Ponta do Farol.

Descrição: valva moderadamente inflada, obliquamente ovalada, inequilateral, ligeiramente alongada; umbo proeminente, ortogirato, situado na porção mediana. Margens convexas, margem ventral fortemente convexa. Superfície ornada com numerosas costelas comarginais irregulares. Dentição não visível.

Discussão: o único espécime encontrado no nível silto-argiloso da falésia da Ponta Farol está pobremente preservado. A ornamentação da região mediana a umbonal está praticamente com sua superfície desgastada exibindo a porção do molde que preenche o

interior da valva. Mesmo assim, as poucas características exibidas pelo exemplar, são compartilhadas com o exemplar descrito e figurado em NIEUBUHR et al. (2014), que atribui alguns moldes de valvas do Turoniano ao gênero *Venilicardia* Stolizk. *V. leonhardi* DarTEVELLE & FRENEIX, 1957, do Santoniano-Campaniano do Congo (DARTEVELLE & FRENEIX, 1957), se assemelham em termos de ornamentação, mas assim como *V. cf. cordiformis* (D'Orbigny, 1843), do Cenomaniano da Jordânia, o formato subcircular difere muito do espécime deste estudo. Detalhamentos maiores e comparações, são insuficientes com base na morfologia aqui apresentada.

Distribuição geográfica e estratigráfica: não há registros do gênero para as bacias cretáceas brasileiras, apenas dois registros de um grupo irmão, *Veniella* Stoliczka 1870. O gênero é restrito ao Cretáceo, ocorrendo na Europa, África, Ásia e América do Sul (DARTEVELLE & FRENEIX, 1957; COX, 1969; BERDNT, 2002).

Superfamília Mactroidea Lamarck, 1809

5.1.19 Família Mactridae Lamarck, 1809

Subfamília Mactrinae Lamarck, 1809

Gênero *Mulinoides* Olsson, 1944

Espécie tipo: *Mulinoides chilca* Olsson, 1944

5.1.19.1 *Mulinoides* sp.

Prancha 5, figura 6

Material: 13 espécimes depositados na coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional, sob os números 5319-Ia, 5319-Ib, 5319-Ic, 5319-Id, 5333-Ia, 5333-Ib, 5333-Ic,, 5333-Ie, 5333-If, 5333-Ig; 5334-Ia, 5334-Ib e 5334-Ic; e quatro espécimes depositados na coleção paleontologia do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números 439-Bi, 440-Bi, 441-Bi e 442-Bi.

Localidade: Ponta do Farol e Porto do Itaqui.

Descrição: concha de tamanho pequeno a médio, subtriangular a subarredondada, muito convexa; área pósterodorsal delimitada por uma carena bem marcante. Lúnula relativamente grande em relação ao tamanho da valva, onde podem ser vistas estrias muito finas. A superfície da valva é ornada com linhas comarginais bem demarcadas da porção mediana da valva em direção à margem ventral. A morfologia da charneira não está bem visível nos exemplares examinados.

Discussão: os exemplares da coleção no Museu Nacional foram coletados de níveis calcários provavelmente reelaborados na localidade da Ponta do Farol; exemplares colecionados na coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, são provenientes da assembleia presente nos níveis silto-argilosos da falésia da Ponta do Farol. A morfologia dos exemplares é muito similar, em termos de ornamentação externa, à espécie tipo *Mulinoides chica* Olsson, 1944, Cretáceo Superior do Peru (COX et al., 1969). Assim como *M. olbrechtsi* DarTEVELLE & FRENEIX, 1957, do Cenomaniano-Campaniano da Bacia do Congo, África (DARTEVELLE & FRENEIX, 1957). No entanto a morfologia interna, não expressa nos moldes coletados da Formação Alcântara, não permite uma identificação mais específica dos espécimes examinados. Como levantado por COX et al. (1969) e DARTEVELLE & FRENEIX (1957) para os espécimes do Peru e costa oeste africana, os morfotipos da Formação Alcântara compartilham a maior parte da morfologia externa com o gênero *Cymbophora* Gabb, 1869 e tais distinções são mais claras analisando o tipo da dentição. Mesmo assim, as valvas de *Mulinoides* Olsson, diferem por serem proporcionalmente menos espessas que as de *Cymbophora* Gabb. Dessa forma, aqui é feita com segurança a alocação dos morfotipos da Formação Alcântara dentro do espectro morfológico de *Mulinoides* Olsson.

Distribuição geográfica e estratigráfica: o gênero apresenta apenas duas ocorrências no Cretáceo Superior, região de Paita, Peru, oeste da América do Sul (COX et al., 1969) e costa do Gabão, oeste da África (DARTEVELLE & FRENEIX, 1957). E agora, com segurança, para o Cenomaniano inferior da Formação Alcântara, costa leste da América do Sul.

Superfamília Veneroidea Rafinesque, 1815

5.1.20 Família Veneridae Rafinesque, 1815

Gênero *Aphrodina* Conrad, 1869

Subgênero *Aphrodina* Conrad, 1869

Espécie tipo: *Meretrix tippiana* Conrad, 1858

5.1.20.1 *Aphrodina* (*Aphrodina*) sp.

Prancha 5, figura 7

Material: três espécimes da coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números 150-Bi, 435-Bi e 437-Bi.

Localidade: Ponta do Farol.

Descrição: valva muito pequena (maior espécime, 150-Bi, H=7,03 e L=8.09 mm), inequilateral, moderadamente inflada e formato ovalado. Umbo prosogiro, ligeiramente proeminente, localizado a cerca de um terço do comprimento da concha, posicionado na porção anterior da valva. Margem antero-dorsal com um pequeno entalhe côncavo e o restante da valva é inteiramente convexa; notando-se que a região póstero-dorsal é levemente reta, encurvando em direção à região anterior à medida que se aproxima do bico. A superfície da valva é ornada somente com finas, regulares e numerosas linhas de crescimento. Detalhes da dentição não visíveis moldes examinados.

Discussão: *A. (Aphrodina)* sp. é um dos bivalvíos relativamente mais abundantes o afloramento da Ponta do Farol, no entanto a remoção dos espécimes da rocha matriz é muito dificultada devido à grande fragilidade das estruturas morfológicas dos moldes. Mesmo assim, as características, acima descritas, permitem alocar os poucos espécimes deste estudo, dentro do subgênero *Aphrodina* Conrad, com base no confronto e sobreposição da morfologia externa das espécies *A. tippiana* (Conrad), *A. (A.) angustosinuosa* Riedel e *A. (A.) dugtruguei* Coquand (STEPHENSON, 1941; DARTEVELLE & FRENEIX, 1957; COX, 1969; BERDNT, 2002; AHMAD, 2005). Os espécimes da Ponta do farol estão estreitamente relacionados aos espectros morfológicos exibidos pela morfologia externa destes táxons, no entanto, uma delimitação mais precisa é dificultada pela ausência da morfologia da dentição.

Distribuição geográfica e estratigráfica: *Aphrodina* Conrad, foi um táxon de bivalvío com ampla dispersão durante o Cretáceo, com seus primeiros registros datando do Cretáceo Inferior, com acentuada expansão a partir do Albiano superior até o Masstrichiano, chegando até o Eoceno Superior (e.g. STEPHENSON, 1941; DARTEVELLE & FRENEIX, 1957; COX, 1969; BERDNT, 2002; AHMAD, 2005).

Superordem Pholadiformii J. Gray, 1854

Ordem Pholadida J. Gray, 1854

Superfamília Myoidea Lamarck, 1809

5.1.21 Família Corbulidae Lamarck, 1818

Subfamília Corbulinae Lamarck, 1818

Gênero *Corbula* Brugière, 1789

Espécie tipo: *Corbula sulcata* Lamarck, 1801

5.1.21.1 *Corbula* spp.

Prancha 5, figura 8

Material: dois espécimes da coleção de paleoinvertebrados do Museu Nacional, sob os números 5335-Ia e 5335-Ib; quatro espécimes da coleção paleontológica do departamento de Biologia da UFMA, sob o lote de número 3.10.143; e quatro espécimes da coleção paleontologia do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números 150-Bi, 405-Bi, 431-Bi e 433-Bi.

Localidade: Porto do Itaqui, Ponta do Farol e Falésia do Sismo.

Descrição: Conchas pequenas, robustas, fortemente inequilaterais, inequivalves, com umbo ortogirato, ovais a subtrigonais. Possui grande elevação na região dorsal, decaindo suavemente para a ventral. Espécimes da Ponta do Farol apresentam um rostrum na parte posterior, exibido em uma depressão com duas ondulações, provavelmente relacionadas aos sífões. As ornamentações de difíceis distinções, mas linhas de crescimento, lamelares e comarginais estão evidenciadas em alguns poucos espécimes da Ponta do Farol e Porto do Itaqui.

Discussão: a morfologia dos espécimes examinados é de difícil distinção por conta dos aspectos fossildiagnósticos que atuaram na preservação dos mesmos, moldes internos, externos e impressões que na maioria dos casos ainda que apresentam fragmentação média. É provável que mais de uma espécie esteja envolvida neste grupo de espécimes, em função da variável morfologia. Mesmo assim este agrupamento compartilha morfotipos idênticos entre as localidades Ponta do Farol, Ponta Leste e Porto do Itaqui. Os morfotipos aqui descritos são muito similares aos moldes internos de *Corbula maroimensis* White, 1887 (MAURY, 1937), no entanto tal comparação tem caráter muito superficial, uma vez que estruturas de maior valor taxonômico não estão preservadas em ambos os casos. Sem dúvida o espécime 150-Bi, apresenta grande afinidade com aqueles descritos para o Cenomaniano da Jordânia como *Corbula* sp. em BERDNT (2002), compartilhando a forma das linhas concêntricas e um rostrum, que embora seja relativamente mais curto que o presente em nossos espécimes, é similar.

Distribuição geográfica e estratigráfica: os registros mais antigos do gênero datam do Triássico da Itália e Estados Unidos. Foi um táxon muito comum nos estratos infaunais do Cretáceo (KIRKLAND, 1996), tornando-se um amplilocado neste período e com sucessiva expansão de suas postulações ao longo do Cenozoico até os dias atuais.

Megaordem Poromyata Ridewood, 1903

Ordem Poromyida Ridewood, 1903

Superfamília Cuspidarioidea Dall, 1886

5.1.22 Família Cuspidariidae Dall, 1886

Gênero *Cuspidaria* Nardo, 1840

Espécie tipo: *Cuspidaria typus* Nardo, 1840

5.1.22.1 *Cuspidaria* sp.

Prancha 5, figura 9

Material: três espécimes depositados na coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob os números 468-Bi, 471-Bi e 469-Bi.

Localidade: Ponta do Farol.

Descrição: valva pequena, convexa, ovalada com a margem anterior inclinando rapidamente em direção à região do umbo. A porção posterior é levemente comprimida e onde se projeta suavemente um bico alongado (rostro). A borda ventral é arredondada. Umbo ligeiramente recurvado para trás. A superfície da valva é ornada com várias costelas finas, concêntricas e mais evidentes na porção ventral da valva, estendendo-se até a região do posterior da valva (rostro). A morfologias interna e da dentição não estão visíveis nos espécimes examinados.

Discussão: de acordo com KEEN (1969), o gênero tem seus registros mais antigos datados do Cretáceo Superior e se estendem até os dias atuais. No entanto, HICKMAN (2014), explica que muitos dos cuspidariídeos registrados para o Mesozoico, se tratam de formas rostradas de corbulídeos, com base em reavaliações da morfologia e microestruturas das conchas e que a evidência inequívoca de cuspidariídeos, com base em tais estruturas, é correta para o Maastrichtiano. Porém, CALZADA & MORRIS (2013), afirmam que caracteres como ultraestrutura, cicatrizes de músculos e dentição, são caracteres importantes para delimitar táxons, mas geralmente não estão evidentes em fósseis. A partir dessas proposições, o registro de *Cuspidaria* sp. para a Formação Alcântara é feito neste trabalho, porém com certa cautela. No Brasil, o registro mais antigo de Cuspidariidae se deve a *C. scolopaciceps* (White, 1887), para o Paleoceno de Pernambuco (SIMONE & MEZZALIRA, 1994). Dessa forma, o registro de *Cuspidaria* Nardo mais antigo e o primeiro para o Cretáceo brasileiro é feito aqui. O espécime

reportado para o Turoniano como *Cuspidaria* sp., em NIELBUHR et al. (2014), para o Turoniano, consiste no morfotipos com maior similaridade com os aqui descritos.

Megaordem Solenata Dall, 1889

Ordem Hiatellida Carter, 2011

Superfamília Hiatelloidea J. Gray, 1824

5.1.23 Família Hiatellidae Gray, 1824

Subfamília Panopeinae Bronn, 1862

Gênero *Panopea* Menard, 1807

Espécie tipo: *Panopea faujasi* Menard, 1807 [= *Mya glycymeris* Born, 1778]

5.1.23.1 *Panopea* sp.

Prancha 5, figuras 10 e 11

Material: um exemplar da coleção paleontológica do Instituto de Geociências – UFRJ, sob o número 485-Bi.

Localidade: Falésia Ponta Leste.

Descrição: concha bivalve pequena (H=1,13/L=2,19/IF=0,65), formato subretangular, alongada, inequilateral, pouco inflada; umbos pequenos, localizados na porção média da região anterior da concha; porção posterior levemente expandida e estreitamente arredondada; margem anterior quase reta, ventral convexa alongada e anterior convexa e proporcionalmente menos expandida que a posterior. Superfície ornada com finas linhas de crescimento concêntricas e irregularmente espaçadas.

Discussão: o espécime articulado é representado por uma concha substituída, inserida em uma matriz muito rígida, que não foi possível remover algumas partes, afim de preservar os caracteres morfológicos já visíveis. Caracteres internos não estão visíveis. Há poucas afinidades com as espécies de *Panopea* Menard reportadas e figuradas para o Cretáceo brasileiro. *P. aramaeensis* (Etheridge, 1892) do Cretáceo Inferior da Austrália, exibe um formato e aspectos da morfologia externa, similares ao espécime deste estudo, porém é relativamente mais inflada (SKWARKO, 1966); *P. gurgitis* (Brongniart, 1822) do Albiano do Egito (ELA et al., 1991) e Turoniano da Alemanha (NIEBUHR et al., 2014), exibe ornamentação e bicos muito similares, no entanto o formato das margens anterior e posterior diferem por serem claramente arredondados. Os caracteres do espécime aqui examinado sugerem um novo morfotipo, no entanto, mais exemplares são

importantes para se reconhecer melhor a variação de caracteres dentro de tal morfotipos, assim como as estruturas internas não preservadas em nosso exemplar.

O aspecto geral se assemelha com a espécie moderna de *Anomalodesmata Laternula creccina* (Reeve, 1860) (HARPER et al, 2006), no entanto *Laternulidae* Hedley, 1918 não apresenta morfotipos do Cretáceo com morfologia compartilhada com os espécimes da Formação Alcântara, apresentando, geralmente espécies dotadas de rostro, e.g. *L. virgata* Stephenson, 1941 (STEPHENSON, 1941).

Distribuição geográfica e estratigráfica: *Panopea* Menard, tem seus primeiros registros para as camadas triássicas do México e Rússia, reportagens para o Jurássico foram muito pontuais, enquanto que no Cretáceo a primeira grande expansão do gênero ocorre, tornando-o muito bem distribuído nos substratos infaunais de porções da Europa, América do Norte, América do Sul, África, Pacífico Sul e Austrália (e.g. STEPHENSON, 1941; SKWARKO, 1966; COX, 1969; ELA et al., 1991; NIEBUHR et al., 2014)

5.2 DISTRIBUIÇÃO NA BACIA DE SÃO LUÍS

Seguindo uma ordem crescente da quantidade de táxons identificados por localidade, tem-se a Ilha de Guarapirá com três espécies identificadas: *Brachidontes eoexustus* Klein & Ferreira, *Acesta maranhensis* Klein & Ferreira e *Scabrotrigonia scabra* (Lamarck); o Porto do Itaqui com oito gêneros e quatro espécies: *B. eoexustus* Klein & Ferreira, *Lopha lombardi*, *Chlamys* sp., *Plicatula* sp., *A. maranhensis* Klein & Ferreira e *S. scabra* (Lamarck), *Mulinoides* sp. e *Corbula* sp.; Falédia do Sismoito, com 11 gêneros e quatro espécies: *Lycettia* sp., *Noetia (Incanopsis)* sp., *L. lombardi*, *Cameleolopha cameleo* Coquandi, *Gryphaeostrea* sp., *Plicatula* sp., *A. maranhensis* Klein & Ferreira e *S. scabra* (Lamarck), *Cardium* sp., *Acanthocardia* sp. e *Corbula* sp.; Falésia Ponta Leste, com 16 gêneros e cinco espécies, *B. eoexustus* Klein & Ferreira, *Musculus (Musculus)* sp., *Barbatia (Acar)?*, *Ostrea* cf. *maroimensis* White, sp., *L. lombardi*, *C. cameleo* Coquandi, *Rastellum* sp., *Crassostrea* sp., *Exogyra* sp., *A. maranhensis* Klein & Ferreira, *Nemocardium* sp., *Protocardia (Brevicardium)* sp., *Cardium* sp., *Acanthocardia* sp., *Trachycardium* sp. e *Panopea* sp.; por fim, a Ponta do Farol, onde foram reconhecidos 18 gêneros e três espécies: *B. eoexustus* Klein & Ferreira, *Barbatia (Barbatia)?* sp., *Noetia (Incanopsis)* sp., *Trigonarca* sp., *Nemodon* sp., *Mytiloides* sp., *Lopha lombardi*, *Camptonectes (Camptochlamys)* sp., *Neithea coquandi* Drouet, *Crassinella* sp., *Protocardia (Brevicardium)* sp., *Cardium* sp., *Acanthocardia*

sp., *Venilicardia* sp., *Mulinoides* sp., *Aphrodina* (*Aphrodina*) sp., *Corbula* sp. e *Cuspidaria* sp. Embora existam mais de 300 espécimes de bivalvíos disponíveis, extraídos das localidades amostradas, apenas 233 foram passíveis de identificação taxonômica em nível de gênero ou espécie, destes, em uma ordem crescente por localidade, tem-se: Ilha de Gaurapirá, com dez espécimes; Falésia do Sismito, com 31 espécimes; Falésia Ponta Leste com 53 espécimes; Ponta do Farol com 60 espécimes; e Porto do Itaqui, com 77 espécimes. A distribuição dos táxons por localidade amostrada, assim como a abundância relativa de espécimes identificados por localidade, é mostrada na Figura 14.

A frequência dos táxons observada na Figura 13 mostra que existem oscilações da distribuição entre as localidades. Ressaltando os táxons mais frequentes, tem-se *B. eoexustus* Klein & Ferreira, *L. lombardi* e *A. maranhensis* Klein & Ferreira, alcançando o nível de frequência 4; *S. scabra* (Lamarck), *Cardium* sp., *Acanthocardia* sp. e *Corbula* sp. alcançando o nível de frequência 3; e *Noetia* sp., *C. cameleo* Coquandi, *Plicatula* sp., *Protocardia* sp. e *Mulinoides* sp., alcançando a frequência de nível 2 nas localidades. Os demais táxons apresentam frequência 1, que corresponde a registros em apenas uma localidade. Táxons com frequência 5 não foram registrados (Tabela 2).

Estas oscilações de frequências observadas em bivalvíos da Formação Alcântara, devem-se às variações laterais de fácies. Pois, como evidenciado nas colunas estratigráficas de cada localidade, há diferenças entre as texturas litológicas, em função da atuação de processos deposicionais diferentes. Como observado em populações modernas de bivalvíos, variações sutis no substrato, são fatores que influenciam fortemente na distribuição em pequenas escalas espaciais (metros), levando à presença ou ausência de táxons. Que é uma tendência de fácil observação quando se tem em mente a grande variabilidade ecomorfológica exibida pela classe Bivalvia, isto permite distinguir táxons com grande e baixa dependência de fácies.

Dessa forma, a explicação para bivalvíos com grande distribuição espacial, em escala local, segue duas vertentes. A primeira, o tipo de ambiente deposicional e suas condições (e.g. energia, salinidade, profundidade, turbidez) possui uma espacial ampla, logo, as espécies adaptadas a de tal ambiente e suas condições restritas, adquirem maior distribuição; a outra vertente que influencia na distribuição de caráter local é a versatilidade ambiental que um táxon pode ter adquirido ao longo da sua história evolutiva, onde o tipo de ambiente e suas condições não constituem um fator limitante para a ocupação do hábitat.

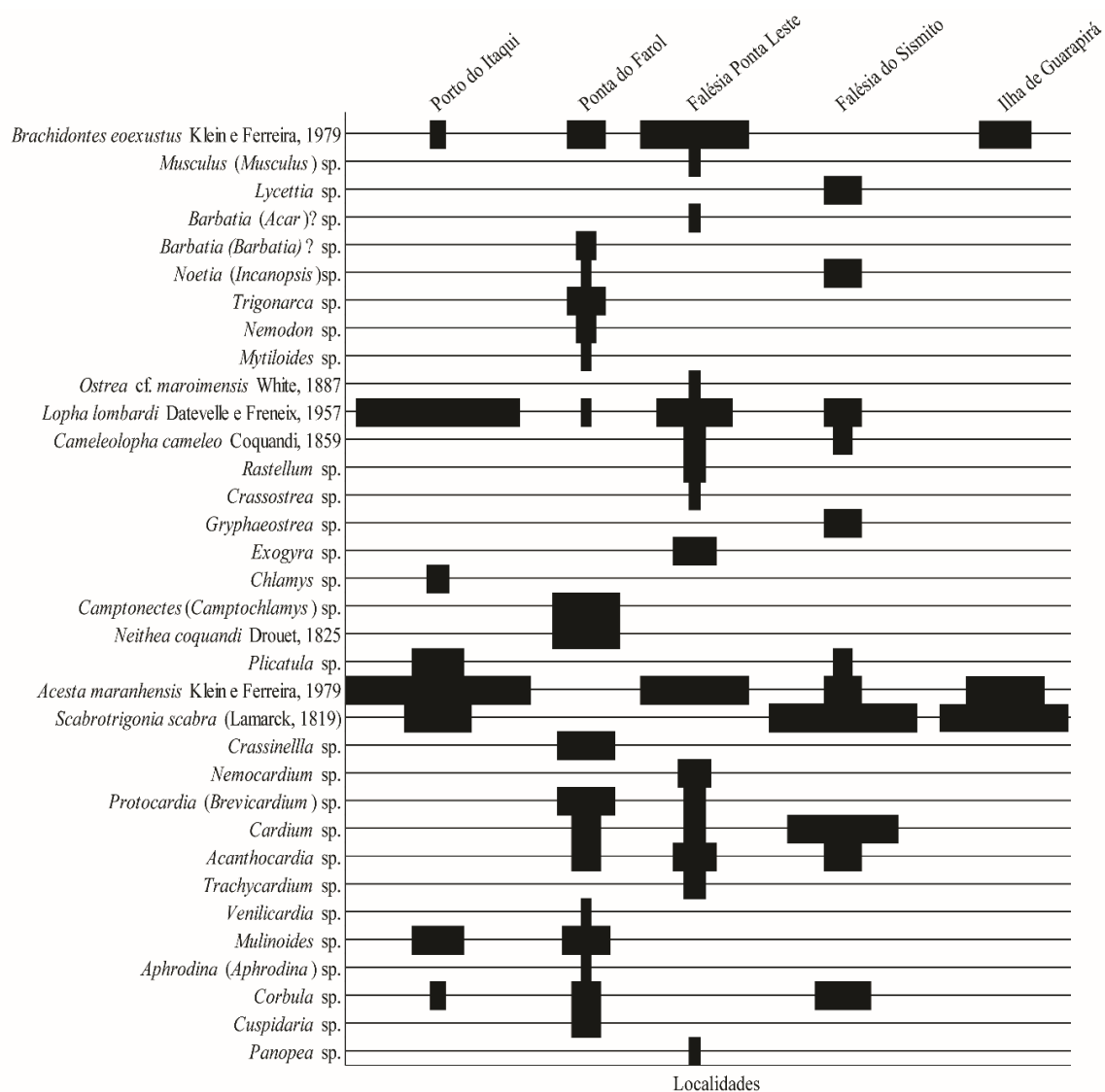


FIGURA 13. Diagrama de Spindle mostrando a distribuição de bivalvíos do Cretáceo da Bacia de São Luís nas localidades amostradas neste estudo. Localidades: 1, Falésia do Sismito; 2, Falésia Ponta Leste; 3, Ponta do Farol; 4, Porto do Itaqui; e 5, Ilha de Guarapirã. Espessura lateral das barras indica abundância relativa do táxon em cada uma das localidades.

Nos bivalvíos acima listados, são distinguidos grupos ecológicos classificados nestas duas vertentes sugeridas para ocupação de habitats. Em outras palavras, o hábito de vida foi o principal fator que regeu a distribuição destes organismos durante o Cenomaniano da Bacia de São Luís. Tendo em vista que a presença/ausência de cada táxon por localidade amostrada é decorrente de fatores do tipo de habitat ou do hábito generalista que estes táxons tiveram.

TABELA 2. Distribuição dos bivalvíos mais frequentes no Cenomaniano da Bacia de São Luís e suas respectivas abundâncias absolutas nas amostras examinadas neste estudo.

| Táxons | | Localidade | | | | | Frequência |
|--------------------------------|--|-------------------|-----------------|----------------|---------------------|--------------------|------------|
| | | Ilha de Guarapirã | Porto do Itaqui | Ponta do Farol | Falésia Ponta Leste | Falésia do Sismito | |
| Táxons com maior Co-ocorrência | <i>Brachidontes eoexustus</i> Klein & Ferreira | 2 | 2 | 4 | 10 | 0 | 4 |
| | <i>Lopha lombardi</i> Datevelle & Freneix | 0 | 22 | 1 | 7 | 2 | 4 |
| | <i>Acesta maranhensis</i> Klein & Ferreira | 3 | 25 | 0 | 10 | 2 | 4 |
| | <i>Scabrotrigonia scabra</i> (Lamarck) | 5 | 9 | 0 | 0 | 10 | 3 |
| | <i>Cardium</i> sp. | 0 | 0 | 3 | 2 | 6 | 3 |
| | <i>Acanthocardia</i> sp. | 0 | 0 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| | <i>Corbula</i> sp. | 0 | 2 | 3 | 0 | 3 | 3 |
| | <i>Noetia (Incanopsis)</i> sp. | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 |
| | <i>Cameleolopha cameleo</i> Coquandi | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 2 |
| | <i>Plicatula</i> sp. | 0 | 7 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| | <i>Protocardia (Brevicardium)</i> sp. | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 2 |
| | <i>Mulinoides</i> sp. | 0 | 7 | 5 | 0 | 0 | 2 |

5.3 DETERMINAÇÃO DA IDADE

Com base na frequência (presença/ausência) de táxons de bivalvíos, nos afloramentos da Formação Alcântara, expostos na Baía de São Marcos, é possível determinar uma faixa temporal limitada ao Cenomaniano Inferior. Com base nos seguintes argumentos:

Datação palinológica: a presença de palinórfos nos níveis silto-argilosos do afloramento Ponta do Farol, indicam a presença do intervalo Albiano – Cenomaniano (PEDRÃO et al., 1993, 2002; PEDRÃO, 1995; ARAÚJO et al., 2011). Exatamente nestes horizontes, ocorrem alguns dos bivalvíos mais frequentes: *Brachidontes eoexustus* Klein & Ferreira, *Lopha lombardi* Datevelle & Freneix, *Cardium* sp., *Acanthocardia* sp., *Corbula* sp., *Protocardia (Brevicardium)* sp. e *Mulinoides* sp. Destes os morfotipos *B. eoexustus* Klein & Ferreira e *L. lombardi* Datevelle & Freneix, são destacados como alguns dos mais importantes, por apresentarem frequências de nível 4. Isto é,

possibilitando ampliar esse intervalo de tempo para outros horizontes estratigráficos, onde estes morfotipos ocorrem de forma acumulada ou ressedimentada.

Co-ocorrência de bivalvíos: além dos dois táxons terminais citados acima, *S. scabra* (Lamarck), *A. mararenthesis* Klein & Ferreira são importantes para a correlação entre os demais horizontes amostrados (Ilha de Guarapirá, Porto do Itaqui e falésias Sismito e Ponta Leste), a co-ocorrência destes com *B. eoexustus* Klein & Ferreira e *L. lombardi* Datevelle & Freneix, indicam que o limite temporal em áreas onde, ao menos 75% desses táxons ocorram juntos e em ausência de formas reelaboradas, são, de fato, Albiano-Cenomaniano, isto a partir da idade fornecida pelos estudos palinológicos da Ponta do Farol (PEDRÃO et al., 1993, 2002; PEDRÃO, 1995; ARAÚJO et al., 2011).

Amplitude temporal de bivalvíos: analisando a distribuição estratigráfica dos táxons examinados neste estudo, foi constatada a seguinte sobreposição: *Neithea coquandi* (Peron), tem sua distribuição temporal encerrada entre o Aptiano e o início do Cenomaniano superior, na Bacia de Sergipe (ANDRADE et al., 2004); e *S. scabra* (Lamarck) tem sua distribuição estratigráfica restrita ao limite Cenomaniano – Santoniano, em uma ampla e detalhada revisão feita por COOPER (2015). Dessa forma, aceita-se a idade cenomaniana para os horizontes em que ocorre a fauna de bivalvíos frequentes da Formação Alcântara, corroborando as proposições feitas em OLIVEIRA (1958), KLEIN (1975), KLEIN & FERREIRA (1979), PEDRÃO et al. (1993, 2002), PEDRÃO (1995) e ARAÚJO (2011). No entanto, com base, na distribuição e ocorrência estratigráfica geral de nossos exemplares, rejeita-se a presença de estratos Albianos nos níveis amostrados neste estudo.

O Albiano superior pode estar indicado pelos horizontes em que ocorre a fauna de vertebrados terrestres, ao longo da Baía de São Marcos. Onde talvez pertençam à Formação Itapecuru ou Unidade Indiferenciada (alternativa proposta em ROSSETTI & TRUCKENBRODT, 1997, para depósitos continentais ou ambientes de transição, que ainda carecem de estudos detalhados), uma vez que tais horizontes foram originados por condições deposicionais muito diferentes das que ocorrem nos estratos com os bivalvíos aqui examinados. É importante ressaltar, que a posição e tafofácies em que ocorrem os “típicos vertebrados e a flora da Formação Alcântara” não são os mesmos em que ocorre a macrofauna bentônica aqui estudada; e que as inferências paleoambientais levantadas neste estudo, são válidas para os horizontes associados à esta fauna com espécimes que sofreram reelaboração.

5.4 DISTRIBUIÇÃO DAS FAMÍLIAS EM OUTRAS BACIAS CRETÁCEAS

Os bivalvíos descritos ou registrados para outras bacias cretáceas brasileiras, em geral, diferem em vários aspectos daqueles descritos para a Bacia de São Luís. Embora OLIVEIRA (1958), baseado na paleogeografia e abundância do gênero *Nerinea*, associou a litologia dos calcários de Ponta Grossa, Formação Alcântara, aos níveis calcários da Formação Jandaíra. É notório que, dentre as bacias sedimentares, a Bacia de Sergipe é a que apresenta maior afinidade em termos de grupos taxonômicos compartilhados com o Cenomaniano da Bacia de São Luís, e.g. a espécie *N. coquandi*, os gêneros *Mityloides*, *Lopha*, *Rastellum*, *Exogyra*, *Camptonectes*, *Plicatula*, *Acesta*, *Crassatella*, *Protocardia*, *Nemocardium*, *Acanthocardia*, *Corbula* e *Panopea* e a família Pterotrigoniidae (Apêndice 1). De modo geral, o Cenomaniano é um andar que, mesmo registrado em boa parte das bacias brasileiras, exibe graus de similaridade discretos em termos de táxons, quer seja por diferenças nos fatores que controlavam o ambiente deposicional ou simplesmente pela ausência de táxons amplilocados. Mesmo assim, como destacado por KLEIN (1975) e KLEIN & FERREIRA (1979), há dissimilaridade entre os morfotipos de bivalvíos da Formação Alcântara (e.g., *A. maranhensis*, *Plicatula*, *L. lombardi*, e *Mulinoides*) e demais depósitos cronologicamente equivalentes do nordeste brasileiro. O registro das 25 famílias de bivalvíos e seus respectivos táxons terminais que ocorrem no Cenomaniano da Bacia de São Luís, ao serem agrupados com seus respectivos grupos irmãos, a nível de gênero, que ocorrem nas outras unidades cretáceas do Brasil, promove uma melhor apreciação do quão fragmentado é o registro, assim como a diversidade das famílias de bivalvíos que colonizaram a costa oeste equatorial/tropical do Proto-Atlântico Sul durante o Cretáceo. A lista com os dados disponíveis até o momento, apresentada no Apêndice 1, simplifica o contexto de afinidades entre os bivalvíos marinhos que ocuparam a região costeira do Brasil, com suas respectivas amplitudes temporal, espacial e formações do cretáceas do Brasil, classificados em uma abordagem atual de sistemática paleontológica (CARTER et al., 2011; e COOPER, 2015a).

Mytilidae

No Mesocretáceo brasileiro, a família Mytilidae Rafinèsque, distribui-se do Albiano ao Turoniano, onde o gênero *Modiolus* Lamarck, é bem representado no registro deste intervalo de tempo, com cinco espécies descritas para formações cretáceas do Nordeste brasileiro, Formação Açú: *M. cumurupinicus* Maury; Formação Riachuelo: *M.*

declivus (White), *M. maroimensis* (White) e *M. saharicus* Maury (SIMONE & MEZZALIRA, 1994) e uma ocorrência do gênero para o Turoniano da Bacia de Sergipe (ANDRADE, 2005). A espécie *Botula* cf. *plumosa* Stephenson, para o Turoniano da Bacia Potiguar (SIMONE & MEZZALIRA, alocado como “Crenellidae”, ver contextualização do gênero *Musculus* Roding, em Crenellidae). O gênero de maior interesse para Bacia de São Luís é *Brachidontes* Swaison, que possui quatro espécies descritas para o Cretáceo do Brasil: *B. axistriatus* Beurlen e *B. arvoredensis* para a Formação Açu, Turoniano da Bacia Potiguar (BEURLEN, 1964; SIMONE & MEZZALIRA, 1994; CASSAB, 2003); *B. eoexustus* Klein & Ferreira, para a Formação Alcântara, Cenomaniano da Bacia de São Luís (KLEIN, 1975; KLEIN & FERREIRA, 1979; CARVALHO et al., 1995); *B. araripensis* Pereira et al., para a Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe (PEREIRA et al., 2015; PEREIRA et al., 2017). Outro mitilídeo que aqui é identificado para o Cenomaniano da Bacia de São Luís é *Lycettia* Cox. Por fim, o gênero *Mytilus* Linné, que apresenta uma ocorrência no Turoniano da Formação Cotinguiba, Bacia de Sergipe (BENGTSON, 1983), e, na Formação Açu, Albiano-Cenomaniano da Bacia Potiguar, é representado pela espécie *M. rosadoi* Oliveira, enquanto que na Formação Beberibe, Turoniano da Bacia de Pernambuco ocorre *M. typicus* (Forbes) (SIMONE & MEZZALIRA, 1994).

Crenellidae

A sistemática clássica da superfamília “Mytillacea Rafinesque” (equivalente à Mytiloidea, Rafinesque), elaborada por SOOT-RYEN (1969), é alvo de muitas discussões (e.g. SCARLATO & STAROBOGATOV; BOSS, 1982; AMLER, 1999; COAN et al., 2000; BIELER & MIKKELSEN, 2006; BIELER et al., 2010; CARTER et al., 2011; e MORTON, 2015). Embora AMLER (1999) tenha utilizado grupos fósseis para estabelecer o ordenamento supragenérico da superfamília Mytiloidea, a sistemática paleontológica adotada aqui é a de CARTER et al. (2011), onde família Crenellidae está composta pelas subfamílias Crenellinae Gray e Musculinae Iredale. Tal contexto é abordado, pois o gênero *Musculus* Röding, seria alocado na família Mytilidae Rafinesque, segundo a classificação de SOOT-RYEN (1969) ou na de AMLER (1999), por exemplo. Contrastando com a ocorrência de crenelídeos no Cretáceo das bacias sedimentares brasileiras, a única ocorrência seria para o Turoniano da Bacia Potiguar, como o gênero *Botula* Mörch, que na classificação de CARTER et al. (2011), encontra-se dentro da tribo Botulini Scarlato & Starobogatov, Litophaginae Adams & Adams– Mytilidae. Sob a

égide da sistemática de CARTER et al. (2011), os exemplares do Cenomaniano da Bacia de São Luís identificados como pertencentes ao gênero *Musculus* Röding, consistem nos registros mais antigos do gênero para o Atlântico Sul e o primeiro para família Crenellidae no Cretáceo brasileiro.

Arcidae

O gênero *Barbatia* Gray, representa Arcidae Lamarck, no Cretáceo do Brasil, a família tem seus registros mais antigos nos depósitos do Triássico, culminando no Jurássico e Cretáceo (ver NEWELL, 1969). As duas espécies do Cretáceo brasileiro ocorrem na Formação Jandaíra, Turoniano-Maastrichtiano da Bacia Potiguar, *B. camuripimensis* (Maury) e *B. mossoroensis* (Maury) (MAURY, 1934; SIMONE & MEZZALIRA, 1994). ANDRADE (2005), também registra a ocorrência do gênero para a Formação Cotinguiba, Turoniano da Bacia de Sergipe. Neste trabalho são reportadas duas formas para o Cenomaniano da Bacia de São Luís, pertencentes aos subgêneros *B. (Barbatia)* Gray, 1842 e *Acar* Gray, 1847, constituindo as ocorrências mais ao norte do gênero para o Cretáceo da América do Sul. Em adição, o gênero *Noetia* Gray é reportado também para os mesmos estratos da Bacia de São Luís.

Glicimerididae

No Mesozoico da América do Sul a família Glycymerididae Dall é representada pelo gênero *Trigonarca* Conrad, que ocorre no Cretáceo superior da Bacia de Sergipe (Cenomaniano-Coniaciano), com as espécies *T. aff furoni* Darteville & Freneix e *T. aff thevestensis* (Coquandi) (BENGTSON, 1983); e *T. jessupae* do Campaniano-Maastrichtiano da Bacia do Paraíba (SIMONE & MEZZALIRA, 1994). Alguns exemplares da Bacia de São Luís são aqui identificados como *Trigonarca* Conrad, nos estratos do Cenomaniano inferior da porção superior da Formação Alcântara.

Parallelodontidae

A família Parallelodontidae Dall, apresenta grande distribuição temporal do Ordoviciano inferior ao Holoceno (NEVESSKAJA et al., 2013), porém não há registro em bacias cretáceas brasileiras. No Brasil, os registros estão restritos ao Pensilvaniano das bacias do Amazonas, Formação Itaituba (SIMONE & MEZZALIRA, 1994) e Bacia do Parnaíba, Formação Piauí (ANELLI et al., 2006). Os espécimes da Formação Alcântara reconhecidos como *Nemodon* Conrad, gênero com ampla dispersão cretácea pelo mar de Tethys, constituem o primeiro registro da família Parallelodontidae para o Cretáceo do Brasil.

Inoceramidae

Inoceramidae Giebel, é a família mais representativa de bivalvíos no Cretáceo do Brasil, com 42 espécies distribuídas em cinco gêneros: (i) *Mytiloides* Brongniart, com 22 espécies reconhecidas do Cenomaniano ao Coniaciano nas bacias de Sergipe (ANDRADE, 2005), Pernambuco (SIMONE & MEZZALIRA, 1994) e Potiguar (CASSAB, 2003); (ii) *Rhysomytiloides* Hessel, com três espécies no Turoniano da Formação Cotinguiba, Bacia de Sergipe (ANDRADE, 2005); (iii) *Inoceramus* J. Sowerby, com 14 espécies reconhecidas do Albiano ao Santoniano das bacias de Sergipe (SIMONE & MEZZALIRA, 1994; ANDRADE, 2005), Paraíba (SIMONE & MEZZALIRA, 1994) e Potiguar (CASSAB, 2003); (iv) *Didymotis* Gerhardt, com uma espécie reconhecida do Cenomaniano ao Coniaciano da Formação Cotinguiba, Bacia de Sergipe (ANDRADE, 2005); e (v) *Cremnoceramus* Cox, com *C. waltersdorfensis* (Andert) no Turoniano das bacias de Sergipe (ANDRADE, 2005) e Potiguar (SIMONE & MEZZALIRA, 1994), e *C. rotundatus* (Fiege) no Coniaciano da Bacia de Sergipe (SIMONE & MEZZALIRA, 1994). A primeira ocorrência de inoceramídeos na Bacia de São Luís seria a de KLEIN & FERREIRA (1979), que associaram dois exemplares mal preservados ao gênero *Inoceramus* Sowerby, que posteriormente foi invalidada por HESSEL (1984), neste estudo, um novo exemplar em bom estado de preservação é atribuído ao gênero *Mytiloides* Brongniart, proveniente da porção superior da Formação Alcântara, eocenomaniano.

Ostreidae

A família Ostreidae Férussac, é reconhecida no cretáceo brasileiro por quatro gêneros: *Ostrea* Linnaeus, no Albiano-Cenomaniano da Bacia de Sergipe (SIMONE & MEZZALIRA, 1994), com as espécies *O. invalida* White e *O. maroimensis* White e no Turoniano da Bacia Potiguar com *O. jacobi* Beurlen (BARRETO et al., 2014); *Dendostrea* Swainson, Turoniano da Bacia Potiguar com as espécies *D. cf. mesenterica* (Morton) e *D. mossoroensis* (Beurlen) (SIMONE & MEZZALIRA, 1994; SENRA, 2000; CASSAB, 2003; BARRETO et al., 2014); *Lopha* Röding, com *L. aracajuensis* Muniz (Santoniano-Maastrichtiano, Bacia de Sergipe) (SIMONE & MEZZALIRA, 1994; BARRETO et al., 2014), *L. lombardi* Dartevelle & Freneix (Cenomaniano, Bacia de São Luís) (KLEIN & FERREIRA, 1979; MENDES et al., 2011), *L. cf. diluviana* (Linné) (Albiano-Cenomaniano, Bacia de Sergipe) (SIMONE & MEZZALIRA, 1994), *L. plicatuliformis* Beurlen (Turoniano, Bacia Potiguar) (CASSAB, 2003), *L. siphax*

(Coquandi) (Cenomaniano-Coniaciano, Bacia de Sergipe) (SIMONE & MEZZALIRA, 1994); *Cameleolopha* Vyalov, com *C. cameleo* (Coquand) no Cenomaniano da Bacia de São Luís (MENDES et al., 2011). Os exemplares de *L. lombardi* (Darteville & Freneix) e *C. cameleo* (Coquandi) foram reunidos e discutidos neste estudo.

Arctostreidae

A família Arctostreidae Vialov, está representada no Cenomaniano da Formação Cotinguiba, Bacia de Sergipe, por *Rastellum diluvianum* (Linné) (SEELING & BENGTON, 1999). No Cenomaniano da Formação Alcântara, MENDES et al. (2011), atribuíram espécimes à *R. diluvianum* (Linné), que aqui são revisadas. Estas são as únicas ocorrências para a família nos depósitos cretáceos do Brasil.

Flemingostreidae

Três gêneros de Flemingostreidae Stenzel, são reconhecidos para os depósitos do Cretáceo brasileiro, representados no Turoniano da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar, pelas espécies *Flemingostrea crenulata* (Beurlen), *Crassostrea lagoapiatensis* Maury e *C. pendenciana* Maury (SIMONE & MEZZALIRA, 1994; SENRA, 2000; CASSAB, 2003; BARRETO et al., 2014). No Cenomaniano da Bacia de Sergipe SEELING & BENGTON (1999), reconheceram *Curvostrea rouvillei* (Coquand) e *Ambigostrea* Malchus para Formação Cotinguiba, encerrando os quatro gêneros de Flemingostreidae Stenzel identificados no Cretáceo brasileiro. Na Bacia de São Luís, MENDES et al. (2011) atribuíram dois espécimes ao gênero *Crassostrea* Sacco, para o Cenomaniano, que estão agregados à análise realizada neste trabalho.

Gryphaeidae

A família Gryphaeidae Vialov apresenta a maior riqueza de Ostreoidea Rafinesque, no Mesozoico brasileiro. Dos oito gêneros reconhecidos no Cretáceo Superior do Brasil sete são oriundos da Bacia de Sergipe. SIMONE & MEZZALIRA (1994) listam *Gryphaeostrea duartei* (Oliveira), *G. euzebioi* (Oliveira), *Exogyra albertolofgreni* Lofgren e *E. truncata* Oliveira, Santoniano-Maastrichtiano da Formação Pirabuçu; *E. ganhamoroba* Maury, *Amphidonte reticulata* (Reuss) e *E. sergipensis* Maury, no Albiano-Cenomaniano da Formação Riachuelo. SEELING & BENGTON (1999) ao revisarem as espécies de WHITE (1887) e MAURY (1937), figuram e descrevem bem *E. olisiponensis* Sharpe, *Amphidonte flabellata* (Goldfuss), *Ilymatogyra africana* (Lamarck), *Rhynchostreon mermeti* (Coquand) e *R. obliquatum* Pulteney, para o Cenomaniano da Formação Cotinguiba. ANDRADE (2005), cita brevemente a

ocorrência de *Pycnodonte vesiculosa* (Sowerby), para o Turoniano da Formação Cotinguiba. Enquanto que na Bacia Potiguar BEURLEN (1967), SENRA (2000) e CASSAB (2003), identificam *Gyrostrea cascudo* (Beurlen, 1967) para o Turoniano e na Bacia do Paraíba BARRETO et al. (2014), figuram *Exogyra gramamensis* Muniz, para a Formação Gramame. Na Bacia de São Luís, MENDES et al. (2011) identificam “*Gryphaeostrea vomer* Morton” e *E. olisiponensis* Sharpe, para Cenomaniano da Formação Alcântara, ambas as espécies são aqui revisadas e discutidas quanto à sua distribuição estratigráfica.

Pectinidae

A família Pectinidae Rafinesque, é representada pelos gêneros *Pecten* Müller e *Camptonectes* Meek nas bacias cretáceas brasileiras. SIMONE & MEZZALIRA (1994) listam para a Bacia de Sergipe *P. colapsus* White e *C. placitus* White, 1887 no Cenomaniano da Formação Riachuelo. MAURY (1930) descreve *P. gramamensis*, para o Campaniano-Maastrichtiano e BARRETO et al. (2014) figuram *C. moderatus* Muniz do Cretáceo Superior, ambas as espécies para a Formação Gramame. No Santoniano-Maastrichtiano da Formação Pirabuçu, SIMONE & MEZZALIRA (1994) e CASADÍO et al. (2005), referenciam *Camptonectes nordestensis* (Oliveira), Bacia do Paraíba. Na Bacia de São Luís, KLEIN & FERREIRA (1979) e CARVALHO et al. (1995) reportam *Chlamys* Röding, com base em alguns espécimes do Cenomaniano da Formação Alcântara, este material é aqui revisado, discutido e figurado e, em adição para esta unidade, são reconhecidos exemplares do subgênero *C. (Camptonectes)* Agassiz, que sugerem um novo morfotipo.

Neitheidae

A família Neitheidae Sobetski, é representada no Brasil por *Neithea* Drouet, gênero genuinamente cretáceo que tem reconhecida importância por auxiliar a compreensão de relações paleobiogeográficas no Atlântico Sul (e.g. ANDRADE et al., 2004; MONTEIRO et al., 2010). No Brasil, o gênero se estende do Aptiano ao Campaniano representado por cinco espécies: *N. coquandi* (Peron), Cenomaniano da Bacia de São Luís (KLEIN & FERREIRA, 1979), Aptiano-Cenomaniano da Bacia de Sergipe (ANDRADE et al., 2004), Albiano da Bacia de Camamu (ANDRADE et al., 2004) e Turoniano da Bacia Potiguar (MONTEIRO et al., 2010); *N. alpina* (d’Orbigny), Albiano da Bacia de Camamu (ANDRADE et al., 2004); *N. (Neithea)* (d’Orbigny), Albiano-Turoniano da Bacia de Sergipe (ANDRADE, 2004; ANDRADE et al., 2005); *N. bexarensis* (Stephenson), Campaniano das bacias de Pernambuco e Paraíba (ANDRADE

et al., 2004); e *N. notabilis* (Munster in Goldfuss), Cenomaniano da Bacia de Sergipe (ANDRADE et al., 2004). Neste trabalho, novos espécimes coletados no sítio amostrado por KLEIN & FERREIRA (1979) são figurados, discutidos e adicionados à literatura de *N. coquandi* (Peron) da Formação Alcântara.

Plicatulidae

O principal período de desenvolvimento e evolução da família Plicatulidae Gray se deu no Mesozoico, com grande dispersão durante o Jurássico (HALLAM, 1977) e no Cretáceo, onde se tornaram elementos dominantes em muitas comunidades bentônicas (EL-HEDENY et al., 2001). Nas bacias cretáceas do Brasil, o gênero *Plicatula* Lamarck é encontrado em depósitos de idades compreendidas entre o Albiano e Maastrichtiano. WHITE (1887) descreve *P. modioloides* White, para o Albiano-Cenomaniano da Formação Riachuelo e *P. tenuirostrata* White, para o Cenomaniano da Formação Cotinguiba, unidades da Bacia de Sergipe. No intervalo Cenomaniano-Coniaciano, ANDRADE (2005) reporta a ocorrência de *P. auresensis* Coquandi, para a Formação Cotinguiba. No Turoniano da Bacia de Sergipe os plicatulídeos reconhecidos são *P. cedroensis* Maury (MAURY, 1937), *P. rennieri* (Cox) e *P. ferryi* Coquandi, as duas últimas reconhecidas por ANDRADE (2005). No Turoniano da Bacia Potiguar são reconhecidas as espécies *P. cf. mulicaensis* Weller (CASSAB, 2003) e *P. independenciae* Beurlen, (CASSAB, 2003; BARRETO et al., 2014). O registro mais recente da família no Cretáceo brasileiro é feito na Bacia do Paraíba (Campaniano-Maastrichtiano) por MAURY (1930), ao descrever *P. parahybensis* Maury. O registro mais antigo de plicatulídeos no Cretáceo do Brasil é feito para a Bacia do Araripe (Aptiano-Albiano) com o reconhecimento do gênero *Plicatula* Lamarck (PEREIRA et al., 2015; PEREIRA et al., 2017). No Cenomaniano da Bacia de São Luís KLEIN & FERREIRA (1979) e FERREIRA et al. (1995) registram a ocorrência do gênero *Plicatula* Lamarck, na porção superior da Formação Alcântara, neste trabalho os espécimes de KLEIN & FERREIRA (1979) são revisados e figurados.

Limidae

A família Limidae Rafinesque apresentou grande dispersão durante o Cretáceo (e.g. Dhondt, 1992). No Brasil, 12 espécies, distribuídas em três gêneros são reconhecidas para as bacias cretáceas do Nordeste. *Lima* Bruguière, com quatro espécies para o Albiano-Cenomaniano da Bacia de Sergipe, *L. algadoensis* Maury, para a Bacia de Camamu, Bahia (SIMONE & MEZZALIRA, 1994) e *L. fazendaestivica* (Maury) para o Coniaciano-Santoniano da Bacia de Pernambuco (SIMONE & MEZZALIRA, 1994).

Plagiostoma Sowerby, com *P. imbrica* (Maury, 1937) e *P. malaevissima* Beurlen, Albiano-Cenomaniano (SIMONE & MEZZALIRA, 1994; BARRETO et al., 2014), e *P. laevissima* Beurlen, do Turoniano da Bacia Potiguar (SIMONE & MEZZALIRA, 1994; e CASSAB, 2003). E, por fim, o gênero *Acesta* Adams e Adams, que ocorre em formações com idades entre o Albiano e Maastrichiano?, no Cretáceo do Brasil Brasil, com *A. apoidensis* (Beurlen), para o Turoniano da Bacia Potiguar (SIMONE & MEZZALIRA, 1994; CASSAB, 2003; BARRETO et al., 2014); *A. maranhensis* Klein & Ferreira, para o Cenomaniano da Bacia de São Luís (KLEIN & FERREIRA, 1979; SIMONE & MEZZALIRA, 1994); *A. paraibensis* Muniz, Cretáceo Superior da Bacia do Paraíba (BARRETO et al., 2014); e *A. praetexta* (White), para o Albiano da Bacia de Sergipe (MAGALHÃES & MEZZALIRA, 1953). Novos exemplares de *A. maranhensis* Klein e Ferreira, provenientes de novas localidades foram reconhecidos e figurados neste estudo. De acordo com a classificação de CARTER et al. (2011), o gênero *Pseudolimea* Arkell, com duas espécies reconhecidas para o Mesocretáceo da Bacia de Sergipe, que antes pertenciam à família Limidae Rafinesque (e.g. BEURLEN, 1964; SIMONE & MEZZALIRA, 1994; e ANDRADE, 2005), são agora alocadas na família Isolimaeidae Kasum-Zade, 2003.

Ordem Trigoniida

A classificação tradicional de Trigoniida Dall (COX et al., 1979) reconhece duas famílias principais: Myophoriidae Bronn (Neosiluriano – Neojurássico) e seus descendentes Trigoniidae Lamarck (Mesojurássico – Holoceno). Nesta concepção, os trigoniídeos são considerados os mais abundantes e diversos bivalvíos escavadores de águas rasas dos habitats costeiros entre o Jurássico e Eocretáceo (STANLEY, 1977). Entretanto, analisando essa grande radiação evolutiva, COOPER (1991) considera a classificação tradicional inapropriada e subdivide Trigoniida Dall em quatro superfamílias e 15 famílias. Estudos mais recentes elaboram novas proposições, como BIELER et al. (2010) que propõem a divisão de Trigoniida Dall em quatro superfamílias, diferentes das de COOPER (1991), e CARTER et al. (2011), utilizada aqui para os demais grupos de bivalvíos, que aloca cinco superfamílias para a ordem. A classificação de CARTER et al. (2011), difere da de COOPER (1991) em vários aspectos, entretanto, o ponto mais relevante para este estudo é a posição da epifamília “Megatrigonioidae Van Hoepen” de CARTER et al. (2011), que, em partes, equivale à superfamília “Megatrigoniacea Van Hoepen” de COOPER (1991). CARTER et al. (2011), ressalta Trigonioidoidea Cox como um agrupamento de difícil posicionamento, esta tendência

pode se refletir em outros níveis hierárquicos da ordem, exemplificado pelas muitas classificações sistemáticas propostas. Embora isto seja um problema ainda em resolução, COOPER (2015a; 2015b; 2015c) apresenta estudos mais detalhados sobre a superfamília Megatrigonioidea Van Hoepen, propondo uma versão bem elaborada e consistente da sua sistemática paleontológica, a qual é aceita neste estudo para a ordem Trigoniida Dall, onde quatro famílias são distinguidas: Iotrigoniidae Saveliev, Megatrigoniidae Van Hoepen, Pterotrigoniidae Van Hoepen e Rutirigoniidae Van Hoepen.

Em síntese, a superfamília Megatrigonioidea Van Hoepen, até o momento está representada por duas famílias que ocorrem em duas formações cretáceas do Brasil. A família Megatrigoniidae Van Hoepen, com o gênero “*Apiotrigonia* Cox”, Cenomaniano da Formação Alcântara, Bacia de São Luís (KLEIN, 1975), e *Anditrigonia britoi* Hessel, Albiano inferior da Formação Riachuelo, Bacia de Sergipe (HESSEL, 2005a). A família Pterotrigoniidae Van Hoepen, com a espécie *S. scabra* (Lamarck), aceita aqui para os exemplares de KLEIN & FERREIRA (1979) identificados como *Pterotrigonia* sp. e novos espécimes oriundos das ilhas do Cajual e Guarapirá, Cenomaniano da Formação Alcântara. Enquanto que na Formação Riachuelo, Albiano médio, os espécimes de pterotrigoniídeos são reconhecidos aqui como *P. coqueiroensis* (Maury), espécie muito debatida, originalmente descrita por WHITE (1887) como *Trigonia subcrenulata* d’Orbigny, baseado em dois exemplares, que foram redescritos como pertencentes à espécie nova *Trigonia coqueiroensis* Maury, por MAURY (1937), e realocada como *Pterotrigonia coqueiroensis* por SIMONE & MEZZALIRA (1994). HESSEL (2005c), estudando novos exemplares do Albiano Inferior da Bacia de Sergipe, identifica tais exemplares como pertencentes ao gênero *Myophorella* Bayle, redescrive os exemplares estudados por WHITE (1887), MAURY (1937) e SIMONE & MEZZALIRA (1994) e os inclui no gênero *Myophorella* Bayle, criando a espécie *Myophorella coqueiroensis* (Maury). No entanto, além de não figurar os espécimes, como ressaltado por COOPER (2015a), o acervo técnico onde os novos exemplares estão colecionados não é mencionado em HESSEL (2005c), e, como notado por COOPER (2015a), esses dados não permitem reconhecer se há mais de uma espécie envolvida. SIMONE & MEZZALIRA (1994), ao realocarem *T. coqueiroensis* como *P. coqueiroensis*, não fazem descrição alguma, mas COOPER (2015), afirma que o molde interno figurado por WHITE (1887) pertence à subfamília Pterotrigoniinae e que a largura do molde interno é característica de *Pterotrigonia* Van Hoepen. Embora a espécie seja aqui reconhecida como *P. coqueiroensis* (Maury), abordagens minuciosas que detalhem e figurem a

morfologia e tafonomia destes espécimes, fazem-se necessárias para a elucidação destes fatores.

Crassatellidae

Os crassatelídeos têm seus registros mais antigos nos depósitos do Siluriano da Argentina (SANCHEZ et al., 1991). A família sofreu grande dispersão e evolução nos mares do Cretáceo, ocorrendo na margem oeste do Atlântico Sul (MAURY, 1937; ANDRADE, 2005; LAZO & DAMBOREANA, 2011), leste do Atlântico Sul (DARTEVELLE & FRENEIX, 1957), leste do Atlântico Norte (FRENEIX, 1972), norte do Atlântico Norte (SCOTT, 1986; LUCAS, 1991), Mar do Egito (EL QOT, 2006), porção central do Mar de Tethys (DHONDT, 1986; DHONDT & DIENI, 1993) e oeste do Pacífico (KOMATSU & MAEDA, 2005). No Brasil, as espécies de crassatelídeos reconhecidas para o Cretáceo são *Crassatella ganguararica* (Maury, 1937) e *C. maroimensis* (White, 1887), ambas para o Albiano-Cenomaniano da Formação Riachuelo, Bacia de Sergipe. No Turoniano, CASSAB (2003) e ANDRADE (2005) atribuem exemplares ao gênero CRASSATELLA Lamarck, provenientes das bacias Potiguar e Sergipe respectivamente, da mesma forma, PEREIRA et al. (2015) e PEREIRA et al. (2017) reportam o gênero para estratos compreendidos entre o Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe. KLEIN (1975) menciona “possíveis representantes da família Astartidae”, para exemplares pobremente preservados, em estratos do Cretáceo aflorantes no entrono da Baía de São Marcos, tais exemplares não devem ter sido coletados, mas talvez fossem pertencentes ao gênero *Crassatella* Lamarck, que aqui é reconhecido, para estes mesmos estratos.

Cardiidae

Biválvios cardiídeos surgem no Triássico (COX, 1979) e sofrem sua primeira grande diversificação no Cretáceo onde se tornam cosmopolitas (HICKMAN, 2015). No Cretáceo do Brasil a família Cardiidae Lamarck é representada por 13 espécies distribuídas em oito gêneros que ocorrem do Albiano ao Coniaciano. As espécies reconhecidas entre o Albiano-Cenomaniano (SIMONE & MEZZALIRA, 1994) são *Cardium algodoensis* Maury, da Bacia do Camamu; *Acanthocardia riachuelense* (Maury), *Fragum branneri* (White), *F. coutinhoanum* (White), *F. praecisum* (White) e *Nemocardium brasiliense* (White), para a Bacia de Sergipe. As ocorrências restritas ao Cenomaniano são todas feitas neste trabalho para os depósitos da Formação Alcântara, KLEIN & FERREIRA (1979), citam sem muita convicção a apenas a ocorrência de cardiídeos no Cenomaniano, mas não identificam gêneros. Os gêneros reconhecidos para

a Bacia de São Luís, são *Cardium* Linnaeus, *Acanthocardia* Gray, *Trachycardium* Morch, *Nemocardium* Meek e *Protocardia* Beyrich. No Turoniano da Bacia Potiguar são reconhecidas em SIMONE & MEZZALIRA (1994) as espécies *C. endymionis* Maury, *C. itapassarocanum* Maury e *C. jenkinsi* Maury; CASSAB (2003) reconhece *Granocardium brasiliensis* (Beurlen) e *Vepricardium soperi* (Maury); e, na Bacia Potiguar, ANDRADE (2005) reconhece *Protocardia pauli* (Coquand). A ocorrência mais recente de cardiídeos nos depósitos cretáceos do Brasil, deve-se a *F. perobliquum* (von Koenen), que ocorre entre o Cenomaniano – Coniaciano (BENGTSON, 1983).

Veniellidae

A família Veniellidae Dall, 1895, surgiu no fim do Triássico, teve grande diversificação e dispersão do Jurássico até o Cretáceo e sofreu grande declínio com a extinção que ocorreu no final deste último período (COX, 1979). No Brasil, a família está representada por duas espécies, *Veniella brasiliensis* (Maury), que ocorre no Campaniano-Maastrichtiano da Bacia do Paraíba (MAURY, 1930; MAGALHÃES & MEZZALIRA, 1953; SIMONE & MEZZALIRA, 1994) e *Veniella erichseni* (Santos & Castro), Santoniano-Maastrichtiano da Bacia de Sergipe (SIMONE & MEZZALIRA, 1994). No Cenomaniano da Bacia de São Luís, um exemplar é aqui reconhecido como pertencente ao gênero *Venilicardia* Stoliczka.

Mactridae

A família Mactridae Lamarck, tem sua origem no Cretáceo inferior e ampla diversificação e dispersão, seguido de leve declínio após a extinção no final do período e nova radiação iniciada durante o Paleógeno (COX et al., 1979). No Cretáceo do Brasil, ocorre uma espécie de mactrídeo, *Cymbophora* cf. *scalpellum* Stephenson (SIMONE & MEZZALIRA, 1994), enquanto que na Formação Alcântara KLEIN & FERREIRA (1979) reconhecem o gênero *Mulinoides* Olsson, e, neste trabalho, novos exemplares de outras localidades são reconhecidos e figurados para o Cenomaniano da Bacia de São Luís.

Veneridae

Os primeiros representantes da família Veneridae Rafinesque apareceram durante o Cretáceo inferior (KEEN, 1969a; SKELTON & BENTON, 1993) e apresentam contínua radiação desde o Cretáceo superior, que segundo KOMATSU (2013), tal diversificação e dispersão pode estar ligada à revolução marinha do Mesozoico proposta por VERMEIJ (1977). No Cretáceo do Brasil ocorrem duas espécies e cinco gêneros de venerídeos. No Turoniano da Bacia Potiguar, MAURY (1934) descreve *Cyprimeria*

riograndensis Maury, e CASSAB (2003), cita a ocorrência para a localidade “Baixa do Leite”, Rio Grande do Norte; na Bacia de Sergipe, ANDRADE (2005) reconhece dois gêneros de venerídeos para o Turoniano *Cyclorisma* Dall e *Paraesa* Casey; a espécie *Legumen ellipticum* Conrad, apresenta uma ocorrência no Campaniano-Maastrichtiano da Bacia de Paraíba (SIMONE & MEZZALIRA, 1994) e no Albiano da Bacia do Araripe (SANTOS & MELO, 2009; ARAI, 2014); o gênero *Aphrodina* Conrad, com ampla dispersão no Cretáceo superior (KATTO & HATTORI, 1964), apresenta apenas uma ocorrência para o Cretáceo brasileiro, Cenomaniano da Bacia de Sergipe (SEELING, 1999), aqui é descrita a segunda ocorrência do gênero para o Cretáceo do Brasil e a primeira para os estratos da Formação Alcântara.

Corbulidae

Os registros mais antigos da família Corbulidae Lamarck, datam do final do Triássico (e.g. MCROBERTS et al., 1995; HAUTMANN, 2001). Alcançando grande dispersão pelo mar de Tethys ao longo do Jurássico e destacados como importantes elementos indicadores de mudanças paleoclimáticas (ANDERSON & ROOPNARINE, 2003). No Cretáceo do Brasil, os corbulídeos têm sua amplitude do Aptiano ao Turoniano das bacias do Nordeste. No Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe, PEREIRA et al. (2015) e PEREIRA et al. (2017) reconhecem o gênero *Corbula* Brugière, para a Formação Romualdo. No Albiano-Cenomaniano da Bacia de Camamu, MAURY (1925) descreve *Corbula bahiaensis* Maury, e, neste mesmo intervalo, porém, na Bacia de Sergipe, WHITE (1887) descreve *C. maroimensis* (White). No Turoniano da Bacia Potiguar ocorrem *C. mossoroensis* Beurlen e *Caestocorbula assuana* (Beurlen) (CASSAB, 2003). A presença de corbulídeos em sequências do Cenomaniano da Bacia de São Luís é citada em KLEIN & FERREIRA (1979), mas sem muita convicção, em função do estado de preservação ruim em que os exemplares foram encontrados. Neste estudo, exemplares oriundos da Formação Alcântara são figurados e identificados dentro do gênero *Corbula* Brugière.

Cuspidariidae

O hábito carnívoro desenvolvido por bivalvíos é um estilo de vida restrito a poucos táxons, e Cuspidarioidea Dall consiste em uma das superfamílias de Anomalodesmata que também compartilham tal comportamento (MORTON et al., 2015). Cuspidariídeos estão há muito tempo bioturbando os substratos, bentônicos que se formaram na história geológica dos mares, desde o Jurássico aos dias atuais (COX, 1979; FÜRSICH, 1993). O gênero *Cuspidaria* Nardo, possui esta mesma amplitude, que, por

mais que tal duração seja ampla, espécimes pré-cenozoicos nunca foram registrados para as bacias sedimentares do Brasil, o cuspidariídeo mais antigo do Brasil é *Cuspidaria scolopaciceps* (White), que ocorre no Paleoceno da Formação Maria Farinha, Bacia de Pernambuco (WHITE, 1887; SIMONE & MEZZALIRA, 1994). O gênero *Cuspidaria* Nardo, é reportado neste trabalho, com base em exemplares coletados em estratos do Cenomaniano inferior da Bacia de São Luís, consistindo no primeiro e mais antigo registro de Cuspidariidae Dall do Cretáceo brasileiro.

Hiatellidae

A sistemática clássica (COX et al., 1979) engloba muitos táxons dentro da família Hiatelliade Gray, refletindo em uma grande amplitude temporal que data do Permiano ao Holoceno. Um rearranjo supragenérico da família é feito por CARTER et al. (2011), onde a nova Ordem Hiatellida foi introduzida, abrangendo as superfamílias Hiatelloidea Gray & Edmondoidea King. SCHNEIDER & KAIM (2015), afirmam que o primeiro registro preciso de Hiatellidae Gray é da base do Jurássico inferior da França (Hettangiano), relacionando o bioevento de repovoamento de bivalvíos, que seguiu o evento de extinção que marca fim do Triássico. No entanto, algumas ocorrências de hiatelídeos no Triássico inferior da Rússia são feitas, mas não são figuradas ou detalhadas (KONSTANTINOV et al., 2007; e KONSTANTINOV et al., 2013). Dessa forma, há a possibilidade família ter surgido no Triássico, seguida de irradiação no Jurássico inferior com aumento de sua diversificação no Jurássico médio (e.g. *Panopea faujasi* Ménard, THOMSEN et al., 2009), culminando durante o Cretáceo e Paleógeno (MAURY, 1936). Nove gêneros incluídos por KEEN (1969b) são considerados válidos para Hiatellidae, destes, o gênero *Panopea* Ménard, que foi cosmopolita durante o Cretáceo (e.g. ABOUL ELA et al., 1991), está representado nos depósitos cretáceos do Brasil por suas espécies *P. brasiliensis* (White) e *P. rathbuni* (White), ambas referidas para o Albiano-Cenomaniano da Bacia de Sergipe (WHITE, 1887; MAURY 1936; SIMONE & MEZZALIRA, 1994). Neste trabalho, o gênero é pela primeira vez reportado para o Cenomaniano da Bacia de São Luís.

5.5 PALEOECOLOGIA

5.5.1 Autoecologia da fauna de bivalvíos da Formação Alcântara

Analisando os hábitos de vida dos bivalvíos da Formação Alcântara foram detectados seis tipos de adaptações à ocupação do substrato: infaunal superficial (35%), infaunal profundo (3%), (semi) infaunal bissado (6%), epifaunal bissado (24%), epifaunal cimentado (24%) e epifaunal de vida livre (9%) (Figura 16). Enquanto que a diversidade da dieta foi restrita a bivalvíos suspensívoros (filtradores) e carnívoros. Os hábitos de vida e modo de alimentação dos bivalvíos amostrados encontram-se integrados na Tabela 4.

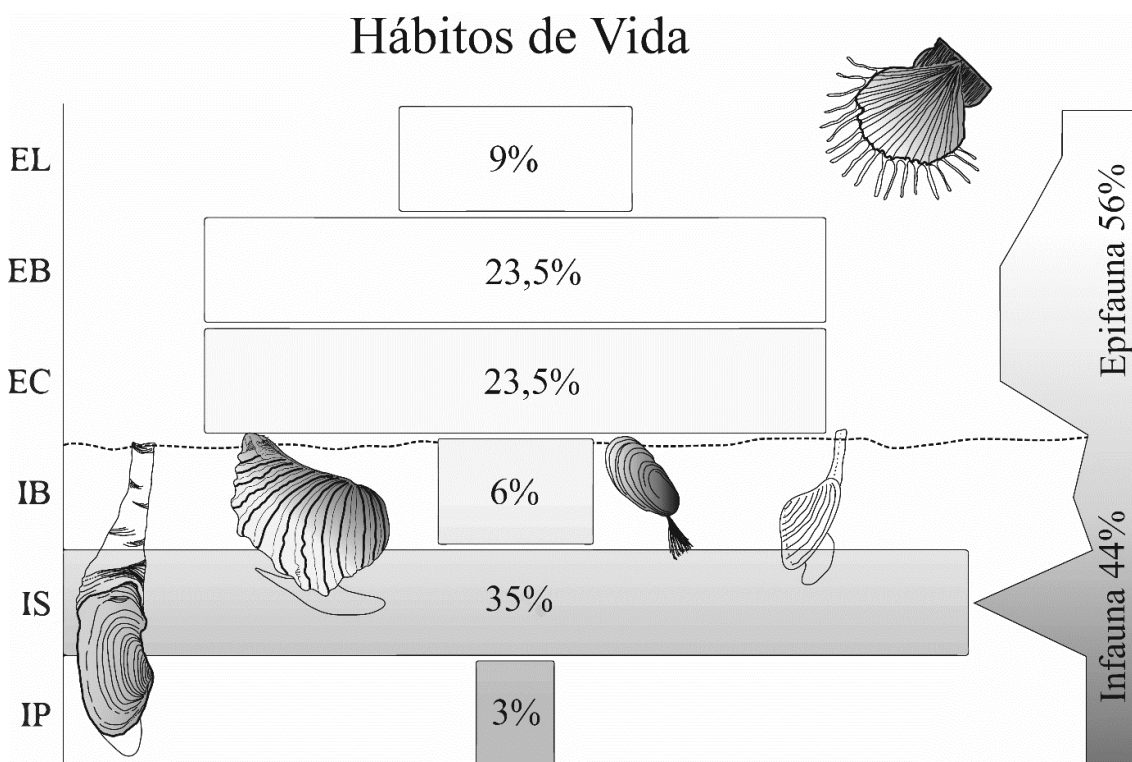


FIGURA 14. Proporção dos hábitos de vida de bivalvíos do Cenomaniano da Bacia de São Luís. Infauna: IP=infaunal Profundo, IS=infaunal superficial, IB=infaunal bissado; Epifauna: EC=epifaunal cimentado, EB=epifaunal bissado, EL=epifaunal de vida livre.

Na Ponta do Farol, a assembleia é constituída por táxons típicos de substratos não consolidados, em particular, lamosos a arenosos, com baixa energia e sem exposição do substrato à superfície aérea. A preservação naquele nível pelítico (silte-argila), é muito sugestivo para o ambiente ocupado por aqueles bivalvíos, enquanto vivos, e.g. *Crassatela*, *Cuspidaria*, *Corbula*, *Neithea*, *Camptonectes*. Com base nos hábitos de vida desta assembleia, é possível inferir que aquele ambiente correspondeu a um estrato costeiro mais afastado da borda continental, próximo ao mar aberto, porém em um contexto de mar raso, calmo, com salinidade normal.

Duas estratégias de alimentação foram reconhecidas com base nos táxons de bivalvíos deste estudo: suspensívora e carnívora. Excetuando *Cuspidaria* sp., a fauna de bivalvíos da Formação Alcântara é dominada por suspensívoros (Tabela 3). Essa dominância é reflexo do tipo da dinâmica sedimentar do ambiente, pois ambientes com grande quantidade de material particulado na coluna d'água, de origem orgânica ou mineral, a composição é dominada por organismos coletores de partículas decantadas (detritívoros). No caso dos paleoambientes da Formação Alcântara, a dominância de bivalvíos suspensívoros indica um ambiente com cargas sedimentares menos elevadas, pois, do contrário, esses táxons estariam ausentes ou menor proporção devido à colmatação do aparelho filtrador. Desse modo, um ambiente em conexão livre com o mar aberto, estuário inferior, é indicado de acordo com a dominância de bivalvíos adaptados a este tipo de ambiente, corroborando a hipótese de ambiente estuarino formulada em KLEIN & FERREIRA (1979).

TABELA 3. Lista da fauna de bivalvíos do Cenomaniano da Formação Alcântara (as famílias são indicadas por um asterisco. Incluído os dados autoecológicos (hábitos de vida e modos de alimentação). Hábitos de vida: IS, infaunal superficial; IP, infaunal profundo; IB, (semi) infaunal bissado; EB, epifaunal bissado; EC, epifaunal cimentado; EL, epifaunal de vida livre. Modos de alimentação: S, suspensívoros; C, carnívoros.

| Bivalvíos | Hábitos de Vida | Modo de Alimentação |
|---------------------------------|------------------------|----------------------------|
| *Mytilidae | | |
| <i>Brachidontes eoexustus</i> | EB | S |
| *Crenellidae | | |
| <i>Musculus (Musculus) sp.</i> | IB | S |
| <i>Lycettia sp.</i> | EB | S |
| *Arcidae | | |
| <i>Acar sp.</i> | EB | S |
| <i>Barbatia (Barbatia)? sp.</i> | EB | S |
| <i>Noetia (Incanopsis) sp.</i> | EB | S |

| Biválvios | Hábitos de Vida | Modo de Alimentação |
|---|-----------------|---------------------|
| *Glycymerididae | | |
| <i>Trigonarca</i> sp. | IS | S |
| *Parallelodontidae | | |
| <i>Nemodon</i> sp. | EB | S |
| *Inoceramidae | | |
| <i>Mytiloides</i> sp. | IB | S |
| *Ostreidae | | |
| <i>Ostrea</i> cf. <i>maroimensis</i> | EC | S |
| <i>Cameleolopha cameleo</i> | EC | S |
| *Arctostreidae | | |
| <i>Rastellum</i> sp. | EC | S |
| *Flemingostreidae | | |
| <i>Crassostrea</i> sp. | EC | S |
| *Gryphaeidae | | |
| <i>Gryphaeostrea</i> sp. | EC | S |
| <i>Exogyra</i> sp. | EC | S |
| *Pectinidae | | |
| <i>Chlamys</i> sp. | EL | S |
| <i>Camptonectes</i> (<i>Camptonectes</i>) sp. | EB | S |
| *Neitheidae | | |
| <i>Neithea coquandi</i> | EB | S |
| *Plicatulidae | | |

| Biválvios | Hábitos de Vida | Modo de Alimentação |
|---------------------------------------|-----------------|---------------------|
| <i>Plicatula</i> sp. | EC | S |
| *Limidae | | |
| <i>Acesta maranhensis</i> | EL | S |
| *Pterotrigoniidae | | |
| <i>Scabrotrigonia scabra</i> | IS | S |
| *Crassatellidae | | |
| <i>Crassatella</i> sp. | EL | S |
| <i>Protocardia (Brevicardium)</i> sp. | IS | S |
| <i>Cardium</i> sp. | IS | S |
| <i>Acanthocardia</i> sp. | IS | S |
| <i>Trachycardium</i> sp. | IS | S |
| *Arcticidae | | |
| <i>Venilicardia</i> sp. | IS | S |
| *Mactridae | | |
| <i>Mulinoides</i> sp. | IS | S |
| *Veneridae | | |
| <i>Aphrodina (Aphrodina)</i> sp. | IS | S |
| *Corbulidae | | |
| <i>Corbula</i> sp. | IS | S |
| *Cuspidariidae | | |
| <i>Cuspidaria</i> sp. | IS | C |

*Hiatellidae

Panopea sp.

IP

S

Nas Falésias Sismito e Ponta Leste, a fauna de bivalvíos é praticamente dominada por formas cimentadoras e típicas de ambientes arenosos. Tais ambientes já sugerem uma proximidade maior com a plataforma continental, da mesma forma que uma elevação no nível de energia do ambiente. Tais condições são refletidas na composição da fauna de bivalvíos identificadas para estas localidades. Os táxons de ostras identificados neste estudo, são indicadores típicos de ambientes mais energéticos e próximos ao litoral. A presença de um substrato consolidado é importante para espécies com hábitos de vida cimentadores, assentarem durante a sua fase de metamorfose, enquanto larvas. Da mesma forma, que alguns bissados epifaunais, e.g. *Brachidontes eoexustus*, *Barbatia*, *Noetia*.

A localização das falésias Ponta Leste e Sismito, são relativamente próximas e os muito dos elementos da fauna de bivalvíos é compartilhada. No entanto, tal semelhança deve-se puramente à proximidade. Pois as condições de energia dos habitats diferem entre si. Na falésia do Sismito, muitos cardiídeos são registrados, típicos de ambientes mais arenosos, assim como *Scabrotigonia scabra*, que é um dos componentes da infauna superficial desta localidade. Ostras que ocorrem nestes depósitos são todos desarticulados e fragmentados e.g. *Cameleolopha cameleo* e *Gryphaeostrea*, sugerindo o transporte lateral, enquanto que *Cardium* e *S. scabra* ocorrem bem preservados e sem sinais de transporte lateral em uma matriz de textura arenítica a *wacke*. Essa assembleia sugere um ambiente costeiro proximal, com águas limpas, com baixa a moderada energia, salinidade normal a média e um substrato com textura arenosa fina com influência de sedimentos finos, outro elemento que auxilia tal interpretação é a presença de briozoários coloniais.

A Falésia Ponta Leste exibe a segunda maior diversidade de bivalvíos amostrados neste estudo. Tal característica, sugere um ambiente com uma coluna d'água mais agitada e rasa. A presença de muitas valvas fragmentadas associadas a espécimes localizados ainda em posição de vida e.g. ostras *Brachidontes eoexustus* ou simplesmente articulados e.g. *Panopea* e *Trachycardium* conjeturam que a mistura de organismos com hábitos de vida diferentes e pouco transportados estavam coexistindo em subambientes próximos. Além de bivalvíos cimentadores e epifaunais bissados, a presença de gastrópodos que preferem substratos consolidados (e.g. *Natica* MENDES & FEITOSA), corais coloniais e serpulídeos, indicam a presença de uma plataforma rochosa.

Analisando a textura da camada adjacente à que ocorrem as ostras em posição de vida, nota-se um nível conglomerático com muitos elementos de vertebrados, e.g. ossos, dentes, escamas, típicos de ambientes continentais terrestres e aquáticos de água doce, que sofreram muito transporte lateral (Figura 15), evidenciado pelas características arredondadas dos bioclastos, com perda total de arestas e estruturas superficiais e possivelmente mistura temporal entre esses elementos (continentais terrestres e aquáticos). Há presença de óxidos de ferro e sedimentos finos consolidando a matriz deste conglomerado. Para a ocorrência dos macroinvertebrados bentônicos naquele local foi preciso uma consolidação anterior do substrato para uma posterior colonização.

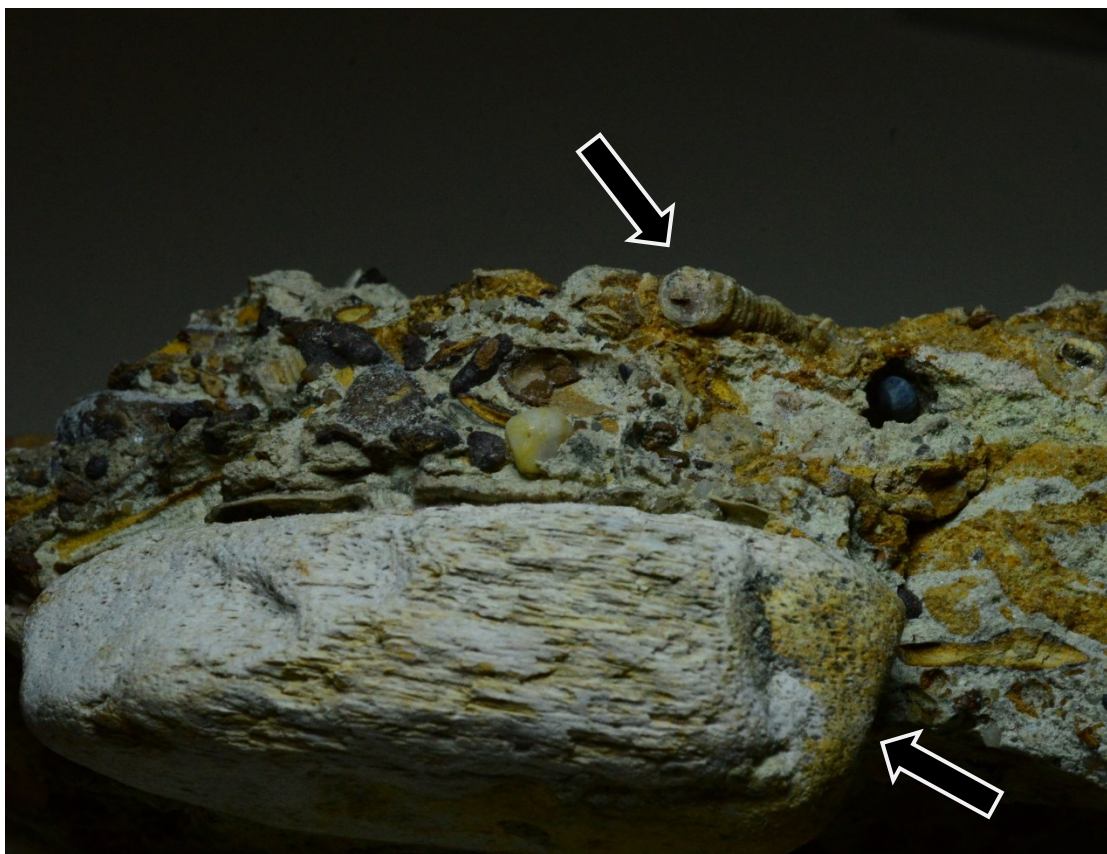


FIGURA 15. Amostra do conglomerado fossilífero da Falésia Ponta Leste. A seta interior indica um osso de vertebrado, provavelmente dinossauro, caracterizando a assembleia reelaborada; a seta superior mostra um gastrópodo fragmentado exibindo representando a assembleia ressedimentada em um nível de superfície erosiva com grande mistura temporal envolvida.

Sem o uso de uma análise criteriosa, é possível interpretar que a idade e ambiente em que estes elementos ocorrem, estejam em um mesmo contexto. O exposto acima,

relata que a mistura temporal foi grande no caso da Ponta Leste, mas que é possível distinguir a presença dos eventos. E reconhecer que os elementos continentais terrestres e aquáticos, presentes naquele estrato, são claramente reelaborados e, conseqüentemente formaram uma rocha, em período de idade indeterminada, provavelmente no Albiano, que serviu de substrato de habitação para bivalvíos durante o Cenomaniano inferior em um ambiente marinho costeiro.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As condições ambientais, que atuaram no período de subsidência durante o Cenomaniano na Bacia de São Luís, refletem-se significativamente no estado de preservação dos exemplares coletados nas localidades amostradas deste estudo. Em geral, as conchas demonstram poucos caracteres, pois estão preservadas principalmente como moldes internos e externos, o que torna difícil a identificação específica, interferindo na estimativa de diversidade de bivalvíos para a Formação Alcântara, que, provavelmente, apresenta uma diversidade de bivalves maior que a apresentada neste estudo.

Tentou-se reconhecer e descrever ao máximo os caracteres morfológicos externos e internos (quando presentes), necessários para a identificação específica. Os resultados indicaram seis espécies: *Brachidontes eoexustus* Klein & Ferreira, *Neithea coquandi* (Peron), *Acesta maranhensis* Klein & Ferreira, *Ostrea* cf. *maroimensis* White, *Lopha lombardi* Darteville & Freneix, *Cameleolopha cameleo* Coquandi e *Scabrotrigonia scabra* (Lamarck). Assim, dos 31 gêneros reconhecidos, 26 permanecem ainda com suas espécies ainda obscuras.

Os exemplares que não puderam ser identificados com precisão, ou que apresentam apenas referências a gêneros como, visto acima, necessitam de estudos complementares que possibilitem a colocação das formas em uma categoria mais específica, auxiliando assim em uma melhor interpretação e reconstrução dos paleoambientes.

O conjunto de características que são incorporadas às espécies durante sua história natural possuem finos mecanismos de ajustes das mesmas às circunstâncias do ambiente em que vivem (Skelton, 1990). A partir das variações desses padrões de ajustes é possível inferir certas condições para o ambiente em que estes organismos então viveram.

A presença abundante de ostreídeos preservados sobre as rochas conglomeráticas da falésia Ponta Leste, sugere um ambiente estuarino influenciado por ondas (alta energia); pouca profundidade e boa oxigenação, ou seja, um ambiente raso e aerado, localizado na zona litorânea. A presença de valvas articuladas de alguns exemplares de *Rastellum*, por exemplo, indicam ausência de transporte, porém ostreídeos são epifaunísticos cimentadores de substratos consolidados (diretamente relacionados à forma da concha), que vivem em ambientes de condições hostis, as vezes com severas exposições aéreas durante os períodos de entremarés. Além disso, indicam a presença de antigas superfícies elaboradas e consolidadas durante ingressões marinhas. Ainda que menos abundantes que ostreídeos, os mexilhões *Brachidontes eoexustus*, *Musculus* sp. e

Lycettia sp., que são táxons de bivalvíos também fixos, porém bissados, reforçam as condições ambientais representadas acima. Da mesma forma que as características tafonômicas de muitas dessas valvas, e.g. *Acesta maranehensis* (Figuras 2, 3 e 4, Prancha 4).

A família Pterotrioniidae, aqui representada por *Scabrotrigonia scabra*, compreende muitos gêneros e espécies, que têm ampla distribuição temporal, sem muitas modificações morfológicas. No entanto, durante o Cretáceo teve grande abundância, riqueza e distribuição geográfica (COOPER, 2015). A presença de *S. scabra* nos estratos fossilíferos da ilha do Cajual, também indica águas marinhas rasas com baixos níveis de salinidade, bem oxigenadas, possivelmente num ambiente estuarino. Assim, estes fósseis coadunam-se com hipótese de SEILACHER et al. (1985), de que trigonídeos meso-cenozóicos habitavam águas rasas com profundidades inferiores a 50 metros, fato também observado por HESSEL (2005). A família Pterotrioniidae também é indicadora de ambientes com altos níveis de turbidez de água (SEILACHER et al., 1985). Nesta associação também ocorrem outras formas epifaunais *Lycettia* sp. e escavadoras (e.g. *Noetia*, *Corbula*, *Cardium*, *Trachycardium*, *Acanthocardia*). Ainda que exemplares de ostreídeos suportem águas bem agitadas e pudessem subsistir em um ambiente transicional, isso não ocorre com estes gêneros, que são encontrados muito fragmentados, com ângulos e arestas desgastados e com pouca ornamentação. Tais observações supõem que algumas destas valvas tenham sido transportadas *post-mortem*, reforçando a hipótese de que aquele ambiente tinha condições de alta energia, influenciado por correntes marinhas e ondas, que fragmentavam os elementos presentes na coluna d'água.

Esses aspectos paleoambientais corroboram as propostas de KLEIN & FERREIRA (1979), PEDRÃO et al. (1993; 2002) e PEDRÃO (1995) acerca da existência de um ambiente marinho/estuarino de alta energia, raso, em fácies de praia, com influência fluvial. Interpretações paleoambientais semelhantes são as de ROSSETI & TRUCKENBRODT (1997), sumarizadas em ROSSETI (2001), que identificaram processos de maré com associações de correntes litorâneas a partir de interpretações dos tipos estratigráficos encontrados na Formação Alcântara.

De acordo com KLEIN & FERREIRA (1979), as faunas bentônicas de invertebrados marinhos indicam correlações com as faunas da margem leste do Brasil e da costa ocidental da África durante o Cenomaniano, com gêneros do Domínio Tetiano, mas que já se diferenciavam em associações características do Atlântico Sul. Em contrapartida, os táxons da Baía de São Marcos guardam estreitas afinidades com espécies

descritas para outras formações cretáceas do hemisfério norte e sul, inclusive para outras formações do nordeste brasileiro, em particular a Bacia de Sergipe (Apêndice 1).

Os morfotipos delimitados como *Musculus* sp., *Acar?* sp., *Barbatia* sp., *Trigonarca* sp., *Nemodon* sp., *Mytiloides* sp., *Ostrea* cf. *maroimensis* White, *Camptonectes* (*Camptonectes*) sp., *Crassinella* sp., *Protocardia* sp., *Trachycardium* sp., *Venilicardia* sp., *Aphrodina* sp., *Cuspidaria* sp. e *Panopea* sp., são aqui documentados pela primeira vez para os afloramentos, com representantes que constituem as novas ocorrências de moluscos para o limite ocidental da Formação Alcântara na baía de São Marcos.

As hipóteses argumentadas em KLEIN & FERREIRA (1979), relacionando bivalvíos da Formação Alcântara, em relação à fragmentação dos continentes Africano e Sul-americano, são aqui reforçadas devido à maioria dos gêneros e espécies aqui documentados estarem presentes em estratos cretáceos de ambos os continentes, uma vez que muitos desses grupos não apresentam vasta distribuição espacial em níveis taxonômicos mais terminais. Isso também se reflete na junção dos oceanos Atlântico Norte com o Atlântico Sul que abriu naturalmente o caminho de dispersão para muitas das espécies não somente de bivalvíos como de outros grupos de invertebrados e vertebrados marinhos, que sofreram grande diversificação durante este intervalo de tempo, em especial com o final da Revolução Marinha do Mesozoico (VERMEIJ, 1977). E ainda reforçam a comunicação entre as faunas tetianas com as do Atlântico, que provavelmente se dispersaram através do mar do Saara (e.g. NÉRAUDEAU & MATHEY, 2000; HANNAA & FURSICH, 2012).

Apesar de bivalvíos possuírem, em geral, pouca aplicação na bioestratigrafia, devido a sua dependência das fácies e sua lenta velocidade evolutiva, uma de suas aplicações está em zoneamentos bioestratigráficos locais, que podem ser úteis devido à abundância destes moluscos em fácies litorais ou próximas ao continente (e.g. CAMACHO et al., 2007).

A amostragem da fáunula de moluscos bivalvíos analisada, embora pequena, permite, na ausência de elementos mais precisos, tirar algumas conclusões sob o ponto de vista de uma cronologia relativa dos níveis amostrados neste estudo.

A primeira estimativa de datação, para as rochas inseridas atualmente na Formação Alcântara, se baseou em algumas impressões dos gêneros *Harpa*, *Pecten* e *Cardium* a atribuiu a idade terciária inferior, que corresponde à Formação Pirabas para o calcário amarelo, duro e fossilífero, que aflora na baixa mar em Ponta Grossa.

Posteriormente, OLIVEIRA (1958) atribuiu a idade Cretácea Superior, não alcançando o Maastrichtiano, para a mesma localidade, baseado em impressões e moldes de conchas de gastrópodos do gênero *Nerinea*. KLEIN & FERREIRA (1979), por meio de excelentes interpretações baseadas em muitos espécimes, mas com pouca diversidade taxonômica, atribuíram a idade cenomaniana para os mesmos níveis de calcário, incluindo níveis de arenitos calco-argilosos da Ponta do Farol, inclusive os arenitos calco-argilosos e calcários dolomíticos do Porto do Itaqui.

Os estudos com tentativas de datação que se basearam em interpretações das fáunulas de moluscos da Formação Alcântara, em rochas sedimentares da ilha de São Luís, foram confirmados por PEDRÃO et al. (1993; 2002) pela presença de uma variedade de palinórfos que indicaram a idade eocenomaniana para os mesmos níveis sedimentares das rochas aflorantes na Ponta do Farol, que apresentam o gênero *Mulinoides* Olsson.

A presença de *Neithea conquandi* (Peron), antes identificada como *Neithea nana* por KLEIN & FERREIRA (1979) e depois sinonimizada por ANDRADE et al. (2004), não pode ser utilizada sozinha para a datação devido à sua grande amplitude temporal - Neoaptiano ao Cenomaniano superior. Porém quando relacionada à sua co-ocorrência com *Scabrotrigonia scabra* (Lamarck), no caso da Formação Alcântara, a idade cenomaniana pode ser atribuída.

7 CONCLUSÕES

As litologias que afloram na Baía de São Marcos apresentam grande diversidade de bivalvíos fósseis, porém, a má preservação destes, limita significativamente o conhecimento da diversidade de espécies. Assim, é necessária a ampliação de estudos e coletas exaustivas que abranjam grande número de espécimes, para um melhor entendimento daquele paleobiótopo, assim como um refinamento paleoecológico com amostras de tamanhos estatisticamente significativos.

As interpretações dos ambientes em que viviam os táxons corroboram as interpretações paleoambientais para as sucessões sedimentares encontradas na literatura pertinente à Formação Alcântara, ou seja, ambiente costeiro marinho/estuarino de alta energia, raso, em fácies de praia com associações de correntes litorâneas e ação de ondas, com boa oxigenação e rica em nutrientes na coluna d'água.

As ocorrências dos táxons dos bivalvíos do Cretáceo da Bacia de São Luís sugerem a invasão de espécies do Domínio Tetiano pela abertura do Atlântico equatorial e mar do Saara, que só foram possíveis devido à abertura do oceano Atlântico Sul. Houve divergência de formas para aquele estreito oceano onde habitavam espécies da costa leste do Brasil compartilhadas com a porção oeste da África.

A co-ocorrência de *Neithea coquandi* (Peron) e *Scabrotrigonia scabra* (Lamarck) delimitam os horizontes da fauna macrobentônica da Formação Alcântara dentro do intervalo Cenomaniano.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-GAWAD, G.I. 1986. Maastrichtian non-cephalopod mollusks (Scaphopoda, Gastropoda and Bivalvia) of the Middle Vistula Valley, Central Poland. **Acta Geologica Polonica**. 36(1-3):69-224.
- ABDELHADY, A.A. 2008. Cenomanian/Turonian mass extinction of macroinvertebrates in the context of Paleocology; a case study from North Wadi Qena, Eastern Desert, Egypt, pp. 103–127. In: **Mass Extinction** (Elewa, A.M. ed.). Berlin, Heidelberg. Springer, Berlin Heidelberg.
- AGUIAR, G. A. 1971. Revisão geológica da Bacia Paleozóica do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., 1971, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBG. (1):113–122.
- ANDERSON, D.L. 1982. Hotspots, polar wander, Mesozoic convection and geoid. **Nature**. 297(3):391–393.
- ANDERSON, D.L. 2001. Top-Down Tectonics?. **Science**. 293:2016–2018.
- ANDERSON, F.M., 1938. Lower Cretaceous deposits in California and Oregon. **Geological Society of America**, Special Paper. 16:1–339.
- 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. Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg, Heidelberg, Naturwissenschaftlich-Mathematischen Gesamtfakultät. 189p.
- 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): 25–38.
- ARAI, M. 2001. Palinologia de depósitos cretáceos no Norte e Meio-Norte do Brasil: histórico e estado-de-arte. In: Rossetti, D.F., Góes, A.M., Truckenbrodt, W. (Eds.). **O Cretáceo na bacia de São Luís-Grajaú**. Museu Paraense Emilio Goeldi, p. 175–189.
- ARAI, M. 2014. Aptian/Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective. **Brazilian Journal of Geology**, 44(2): 339-350.
- ARANHA, L.G., LIMA, H.P.; SOUZA, J.M.P., MAKINO, R.K. 1990. Origem e evolução das bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova. In: Gabaglia, G. P. R.; Milani, E. J. (ed.) **Origem e Evolução de Bacias Sedimentares**, Rio de Janeiro, Petrobrás, p. 221–233.
- ARAÚJO, M.N., FERREIRA, E.P., CARVALHO, I.S., CARVALHO, M.A. 2011. Análise sedimentar e palinológica em afloramento da Formação Peraiá, Bacia de São Luís (Brasil). 2011. In: Carvalho, I. S.; Srivastava, N. K.; Stroschoen Jr., O.; Lana, C.C. (eds.) **Paleontologia: Cenários da Vida**, Rio de Janeiro. Interciência, p. 81–90.
- ARAÚJO-JÚNIOR, H.I., BARBOSA, F.H.S., SILVA, L.H.M. 2017. Overlapping paleoichnology, paleoecology and taphonomy: Analysis of tooth traces in a Late Pleistocene-early Holocene megafaunal assemblage of Brazil and description of a new

ichnotaxon in hard substrate. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. (468): 122–128.

AYOUB-HANNAA, W., FÜRSICH, F.T. 2011. Functional morphology and taphonomy of Cenomanian (Cretaceous) oysters from the eastern Sinai Peninsula, Egypt. **Palaeobiodiversity Palaeoenvironments**. 91:197–214.

AYOUB-HANNAA, W.S., BENGTON, P., FÜRSICH, F.T., ANDRADE, E.J. 2015. Cenomanian–Coniacian (Upper Cretaceous) bivalves of the Sergipe Basin, Brazil: Order Pholadomyida. **Revista Brasileira de Paleontologia**. 18(1): 31–70.

AZEVEDO, R.P. 1991. **Tectonic evolution of Brazilian Equatorial continental margin basins**. Tese de Doutorado (Geociências). London. Royal School of Mines Imperial College. 412p.

BENGTON, P. 1983. The Cenomanian–Coniacian of the Sergipe Basin, Brazil. **Fossils and Strata**, Oslo. 12:1–78.

BENTON, M.J. 2009. The Red Queen and the Court Jester: Species Diversity and the Role of Biotic and Abiotic Factors Through Time. **Science**. 323:728–732.

BENZAGGAGH, M. 2016. Bivalves crétacés de la Formation des Marnes et calcaires lumachelles à huîtres (Albien supérieur–Cénomanien inférieur) des Rides sud-rifaines (région de Moulay Idriss Zerhoun, nord Maroc). **Annales de Paléontologie**, 102:183–211.

BERNDT, R. 2002. **Palaeoecology and taxonomy of the macrobenthic fauna from the Upper Cretaceous Ajlun Group, southern Jordan**. Tese de Doutorado. Universidade de Würzburg, Alemanha. 221p.

BERROCAL-CASERO, M., BARROSO-BARCENILLA, F., CALLAPEZ, P., JORAL, F. G., SEGURA, M. 2013. Bioestratigrafía de macrofósiles del Cenomaniense superior–Turonense inferior en el área de Santamera y Riofrío del Llano (Guadalajara, España). **Revista de la Sociedad Geológica de España**, 26(2):87–106.

BRENCHLEY, P.J., HARPER, D.A.T. 1998. **Paleoecology: Ecosystems, Environments and Evolution**. Chapman e Hall. Londres. 402p.

CALZADA, S. MORRIS, N. 2013. A possible specimen of Cuspidaria in the Cretaceous of NE Spain. **Batalleria**, 19:3–5.

CAMACHO, H.H.; DAMBORENEA, S.E.; DEL RÍO, C. J. 2007. Bivalvia. In: Camacho, H. H. & Longobucco, M. I. (eds.) **Los invertebrados fósiles**, Universidad Maimónides, p. 397 – 439.

CARTER, J.G., ALTABA, C.R., ANDERSON, L.C., ARAUJO, R., BIAKOV, A.S., BOGAN, A.E., CAMPBELL, D.C., CAMPBELL, M., CHEN, J.H., COPE, J.C.W., DELVENE, G., DIJKSTRA, H.H., FANG, Z.J., GARDNER, R.N., GAVRILOVA, V.A., GONCHAROVA, I.A., HARRIES, P.J., HARTMAN, J.H., HAUTMANN, M., HOEH, W.R., HYLLEBERG, J., JIANG, B.Y., JOHNSTON, P., KIRKENDALE, L., KLEEMANN, K., KOPPKA, J., KŘÍŽ, J., MACHADO, D., MALCHUS, N., MÁRQUEZALIAGA, A., MASSE, J.-P., MCROBERTS, C.A., MIDDELFART, P.U.,

MITCHELL, S., NEVESSKAJA, L.A., ÖZER, S., POJETA, J.JR., POLUBOTKO, I.V., PONS, J.M., POPOV, S., SÁNCHEZ, T., SARTORI, A.F., SCOTT, R.W., SEY, I.I., SIGNORELLI, J.H., SILANTIEV, V.V., SKELTON, P.W., STEUBER, T., WATERHOUSE, J.B., WINGARD, G.L. e YANCEY, T. 2011. A synoptical classification of the Bivalvia (Mollusca). **Paleontological Contributions**, University of Kansas. (4) 1–47.

CARVALHO, I.S., BORGHI, L., FERNANDES, A.C.S. 2017b. Microbial mediation in invertebrate trace fossil preservation in Sousa Basin (Early Cretaceous), Brazil. **Cretaceous Research**. (69): 136–46.

CARVALHO, I.S., PEDRÃO, E. 1998. Brazilian Theropods from the Equatorial Atlantic Margin: Behavior and Environmental Setting. **Gaia**, Lisboa, (15): 369–378.

CARVALHO, I.S., SALGADO, L., LINDOSO, R.M., ARAÚJO-JÚNIOR, H.I., NOGUEIRA F.C.C., SOARES, J.E. 2017a. A new basal titanosaur (Dinosauria, Sauropoda) from the Lower Cretaceous of Brazil. **Journal of South American Earth Sciences**. 75:74–84.

CARVALHO, M.S.S., SANTOS, M.E.C.M. 2005. Histórico das Pesquisas Paleontológicas na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. 28(1):15–34.

CASSAB, R.C T. 2003. **Paleontologia da Formação Jandaíra, Cretáceo Superior da Bacia Potiguar, com ênfase na paleobiologia dos gastrópodos**. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, 186p.

COLTICEA, N., GÉRAULT, M., ULVROVÁA, M. 2016. A mantle convection perspective on global tectonics. **Earth-Science Reviews**. 165:120–150.

COOPER, M.R. 2015. On the Pterotrigoniidae (Bivalvia: Trigoniida); their biogeography, evolution, classification and relationships. **Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen**. 277 (1): 11-42.

COSTA, W.C. 2004. **História do Maranhão: novos estudos**. São Luís, Universidade Federal do Maranhão, EDUFMA, 299p.

COX, L.R., HERTLEIN, L.G., 1969. Superfamília Pinnacea. In: Moore, R.C. (Ed.), **Treatise on Invertebrate Paleontology**, Part N (1). Geological Society of America/University of Kansas Press, Boulder/Lawrence, pp. N281–N285.

CUNHA, M.F.B. 1968. **Fotointerpretação de aspectos geológicos da parte Setentrional da Ilha de São Luís e áreas adjacentes**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 98p.

DARTEVELLE, E., FRENEIX, S. 1957. Mollusques fossiles du Crétacé de la côte occidentale d’Afrique du Cameroun à l’Angola. II. Lamellibranches. **Annales du Musée Royal du Congo Belge, Série in-8°, Sciences Géologiques**. 20:1–271.

DIELT, G.P., FLESSA, K.W. 2010. Conservation paleobiology: putting the dead to work. **Trends in Ecology and Evolution**. 26(1):30–37.

- DIETZ, R.S., HOLDEN, J.C. 1970. Reconstruction of Pangaea: Breakup and Dispersion of Continents, Permian to Present. **Journal of Geophysical Research**. 15(26):4939–4956.
- EL QOT, G.M. 2006. Late Cretaceous macrofossils from Sinai, Egypt. **Beringeria** 36: 3–163.
- ELA, N.M.A., ABDEL-GAWAD, G.L., ALY, M.F. 1991. Albian fauna of Gabal Manzour, Maghara Area north Sinai, Egypt. **Journal of African Earth Sciences (and the Middle East)**, 13(2,):201–220.
- ELDER, W.P. 1987. The Paleocology of the Cenomanian–Turonian (Cretaceous) Stage boundary extinction at Black Mesa, Arizona. **Palaios**, 3:24–40.
- FERREIRA, C.S. 1970. Moluscos do Terciário marinho da Baía de São Marcos. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. 15:1–30.
- FERREIRA, C.S., VICALVI, M.A., CARVALHO, I.S. 1995. A Tafocenose da Ilha Guarapirá (Bacia de São Luís, Formação Itapecuru, Cretáceo Superior). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 67(3):381–382.
- FFERNANDÉZ-LOPEZ, S.R. 1999. Tafonomía y fosilización. In: Meléndez, B. (Ed.), **Tratado de Paleontología, tomo I**, Madrid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. p. 51-107.
- FORSTER, A., SCHOUTEN, S., BAAS, M., DAMSTÉ, J.S.S. 2007. Mid-Cretaceous (Albian-Santonian) sea surface temperature record of the tropical Atlantic Ocean. **Geology**. 35: 919–922.
- FORSYTH, D., UYEDA, S. 1975. On the Relative Importance of the Driving Forces of Plate Motion. **Geophysical Journal of the Royal Astronomical Society**. 43: 163–200.
- FRANCISCO, J.A., BARROS, J.C.N., LIMA, S.E.B. 2012. Five new species of Arcidae from Brazil with description of new genus: Paranadara (Mollusca: Bivalvia). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(5): 1139–1150.
- FRIEDRICH, O., ERBACHER, J., MORIYA, K., WILSON, P.A., KUHNERT, H. 2008. Warm saline intermediate waters in the Cretaceous tropical Atlantic Ocean. **Nature Geoscience**. 1: 453–457.
- FÜRSICH, F.T. 1994. Palaeoecology and evolution of Mesozoic salinity-controlled benthic macroinvertebrate associations. **Lethaia**. 26: 327–346.
- FÜRSICH, F.T., KIRKLAND, J.K. 1986. Biostratigraphy and Paleocology of a Cretaceous Brackish Lagoon. **Palaios**. 1: 543–560.
- GALE, A.S., KENNEDY, W.J., Voigt, S., Walaszczyk, I. 2005. Stratigraphy of the Upper Cenomanian–Lower Turonian Chalk succession at Eastbourne, Sussex, UK: ammonites, inoceramid bivalves and stable carbon isotopes. **Cretaceous Research**, 26:460–487.

- GARDNER, G., 1846. **Travels in the Interior of Brazil, Principally through the Northern Provinces and the Gold and Diamond Districts during the Years 1836-1841**. Reeve, Benham e Reeve, Londres, 562p. (Reimpresso AMS Press, Nova York, 1970).
- GODDÉRIS, Y., DONNADIEU, Y., LE HIR, G., LEFEBVRE, V., NARDIN, E. 2014. The role of palaeogeography in the Phanerozoic history of atmospheric CO₂ and climate. **Earth-Science Reviews**. 128:122–138.
- GÓES, A.M., ROSSETTI, D.F. 2001. Gênese da Bacia de São Luís-Grajaú. Meio Norte do Brasil. In: Rossetti, D.F., Góes, A.M., Truckenbrodt, W. (eds.). **O Cretáceo da Bacia de São Luís-Grajaú**, Belém. Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 15–29.
- GREEN, O.R. 2013. **A manual of practical laboratory and field techniques in paleobiology**. Springer Science & Business Media, 347p.
- GUIRAUD, R., BOSWORTH, W. 1997. Senonian basin inversion and rejuvenation of rifting in Africa and Arabia: Synthesis and implications to plate-scale tectonics. **Tectonophysics**. 282(1):39–82.
- GURNIS, M. 1988. Large-scale mantle convection and the aggregation and dispersal of supercontinentes. **Nature**. 332:695–699.
- HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, 4(1):1–9.
- HANNAA, W., FÜRSICH, F.T. 2012. Palaeoecology and environmental significance of benthic associations from the Cenomanian-Turonian of eastern Sinai, Egypt. **Beringeria**, 42:93–138.
- HAQ, B.U. 2014. Cretaceous eustasy revisited. **Global and Planetary Change**. 113: 44–58.
- HAQ, B.U., HUBER, B. 2016. Anatomy of a eustatic event during the Turonian (Late Cretaceous) hot greenhouse climate. **Science China Earth Sciences**. 1–10. doi: 10.1007/s11430-016-0166-y.
- HARNICK, P.G., LOTZE, H.K., ANDERSON, S.C., FINKEL, Z.V., FINNEGAN, S., LINDBERG, D.R., LIOW, L.H., LOCKWOOD, R., MCCLAIN, C.R., MCGUIRE, J.L., O’DEA, A., PANDOLFI, J.M., SIMPSON, C., TITTENSOR D.P. 2012. Extinctions in ancient and modern seas. **Trends in Ecology and Evolution**. 27(11): 608–617.
- HARPER, E.M., HERMANN, D., GERHARD, S. 2006. "Reconstructing the Anomalodesmata (Mollusca: Bivalvia): morphology and molecules." **Zoological Journal of the Linnean Society**. 148(3):395–420.
- HARTT, C.F. 1870. **Geology and physical geography of Brazil**. Boston, Boston, Fields, Osgood e Co. 620p.
- HAY, W.H. 2008. Evolving ideas about the Cretaceous climate and ocean circulation. **Cretaceous Research**. 29:725–753.

- HAY, W.W., DECONTO, R.M., WOLD, C.N., WILSON, K.M., VOIGT, S., SCHULZ, M., WOLD-ROSSBY, A., DULLO, W.C., RONO, A.B., BALUKHOVSKY, A.N., SÖDING, E. 1999. Alternative global Cretaceous paleogeography; In: Barrera, E., Johnson, C.C. (Eds.), 1999. **Evolution of the Cretaceous Ocean-Climate System**. 1999. Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper, p.1–47.
- HAY, W.W., FLOGEL, S. 2012. New thoughts about the Cretaceous climate and oceans. **Earth-Science Reviews**. 115: 262–272.
- HEINE, C., ZOETHOUT, J., MÜLLER, R.D. 2013. Kinematics of the South Atlantic rift. **Solid Earth Discussions**. 5:41–116.
- HERMAN, A., SPICER, R.A. 1996. Palaeobotanical evidence for a warm Cretaceous Arctic Ocean: Nature. **Nature**. 328: 330–333.
- HESSEL, M.H. 2005a. *Anditrigonia britoi* n. sp. (Bivalvia) eo-albiano de Sergipe, Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, 63(3): 437–450.
- HESSEL, M.H. 2014. Bacias interiores do Nordeste brasileiro e seus fósseis de invertebrados. In: Ghilardi, R.P., Scheffler, S.M. **Paleontologia de Invertebrados: o legado brasileiro**. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Paleontologia. 55–74.
- HESSEL, M.H., BARBOSA, J.A.B. 2005. Moluscos neocretácicos da região de Pedro Velho – Canguaretama (RN), Bacia Potiguar. **Estudos Geológicos**. 15: 128–139.
- HESSEL, M.H., MAIA, P.A.N. 2005. Modo de vida de *Neithea coquandi* Drouet, 1825 (Bivalvia), do Eo-Albiano em Sergipe. **Estudos Geológicos**. 15: 114–127.
- HESSEL, M.H.R. 1984. Inoceramídeos brasileiros: passado, presente e futuro. In: **Anais...** Congresso Brasileiro de Geologia, 33, Rio de Janeiro, p. 606-614.
- HESSEL, M.H.R. 1988. Lower Turonian inoceramids from Sergipe, Brazil: systematics, stratigraphy and palaeoecology. **Fossils and Strata**. 22:1–49.
- HICKMAN, C.S. 2014. Paleogene marine bivalves of the deep-water Keasey Formation in Oregon, part IV: The anomalodesmatans. **PaleoBios**, 31(3):1–20.
- HOLZ, M. 2012. **Estratigrafia de sequências: histórico, princípios e aplicações**. Rio de Janeiro, Interciência, 272p.
- HOOKE, S.C., COBBAN, W.A. 2016. The late Cenomanian oyster *Lopha staufferi* (Bergquist, 1944) – the oldest ribbed oyster in the Upper Cretaceous of the Western Interior of the United States. **Acta Geologica Polonica**. 66(4): 609–626.
- IMLAY, R.W. 1962. Jurassic (Bathonian or early Callovian) ammonites from Alaska and Montana. **Geological Survey Professional Paper**. 374-C, p. –32.
- JOHNSON, C.C., SANDRES, D., KAUFFMAN, E.G., HAY, WILLIAM. 2002. Patterns and processes influencing Upper Cretaceous reefs. In: Kiessling, W., Flügel, E., Golonka, J. **Phanerozoic Reef Patterns**. 2002. SEPM (Society for Sedimentary Geology), Special Publication. 72: 549–585.

- JORDAN, S.M.R., BARRACLOUGH, T.G., ROSINDELL, J. 2016 Quantifying the effects of the break up of Pangaea on global terrestrial diversification with neutral theory. **Philosophical Transactions Royal Society B**. 371:20150221.
- JURKOWSKA, A. 2016. Inoceramid stratigraphy and depositional architecture of the Campanian and Maastrichtian of the Miechów Synclinorium (southern Poland). **Acta Geologica Polonica**, 66(1):59–84.
- KAUFFMAN, E.G. 1978. Evolutionary rates and patterns among Cretaceous Bivalvia. **Philosophical Transactions Royal Society B**. 284: 277–304.
- KEAREY, P., KLEPEIS, K.A., VINE, F.J. 2014. **Tectônica Global**. 3ª Ed. Bookman Editora, Porto Alegre. 464 p.
- KENNEDY, W.J., COOPER, M. 1975. Cretaceous ammonite distributions and the opening of the South Atlantic. **Journal of the Geological Society**. 131(3):283–288.
- KENNEDY, W.J., WALASZCZYK, I., COBBAN, W.A. 2000. Pueblo, Colorado, USA, candidate Global Boundary Stratotype Section and Point for the base of the Turonian Stage of the Cretaceous, and for the base of the Middle Turonian Substage, with a revision of the Inoceramidae (Bivalvia). **Acta Geologica Polonica**, 50(3):295–334.
- KIDWELL S.M. 1998. Time-averaging in the marine fossil record: overview of strategies and uncertainties. **Geobios**. 30(7):977–995.
- KIDWELL, S.M., JABLONSKI, D. 1983. Taphonomic feedback ecological consequences of shell accumulation. In: Tevesz, M.J.S., McCall, P.L. (Eds.), **Biotic Interactions in Recent and Fossil Benthic Communities**. 1983. Nova York, Plenum Press, p. 195–248.
- KIRKLAND, J.I. 1996. **Paleontology of the Greenhorn cyclothem (Cretaceous: Late Cenomanian to middle Turonian) at Black Mesa, northeastern Arizona**. Bulletin 9. New Mexico Museum of Natural History and Science, 182p.
- KLEIN, V.C. 1975. **Paleontologia e Estratigrafia de uma fácies estuarina da Formação Itapecuru, Estado do Maranhão**. Dissertação de Mestrado (Geociências). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 45p.
- KLEIN, V.C., FERREIRA, C.S. 1979. Paleontologia e Estratigrafia de uma fácies estuarina da Formação Itapecuru, Estado do Maranhão. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 51(3):523–533.
- KOMATSU, T. 2013. Palaeoecology of the Mid-Cretaceous siphonate bivalve genus *Goshoraia* (Mollusca, Veneridae) from Japan. **Palaeontology**. 56(2). 381–397.
- KOSNICK, M.A., KOWALEWSKI, M. 2017. Understanding modern extinctions in marine ecosystems: the role of palaeoecological data. **Biology Letters**. 12: 20150951.
- KOUTSOUKOS, E.A.M. & BENGTON, P. 1993. Towards an integrated biostratigraphy of the Aptian–Maastrichtian of the Sergipe Basin, Brazil. **Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon**. (125): 241–262.

- KOUTSOUKOS, E.A.M., BENGTON, P. 1993. Towards an integrated biostratigraphy of the Aptian–Maastrichtian of the Sergipe Basin, Brazil. **Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon**. 125:241–262.
- LABANDEIRA, C.D., SEPKOSKI-JR, J.J. 1993. Insect diversity in the Fossil Record. **Science**. 261(5119): 310–315.
- LARSON, R.L. 1991. Geological consequences of superplumes. **Geology**. 19: 963–966.
- LARSON, R.L. 2005. The Mid-Cretaceous Superplume Episode. **Scientific American**. 272:66–70.
- LAWRENCE, D.R. 1995. Diagnosis of the genus *Crassostrea* Bivalvia, Ostreidae. **Malacologia**, 36(1-2):185–202.
- LAZO, D.G. 2007. Análisis de biofacies y cambios relativos del nivel del mar en el Miembro Pilmatué de la Formación Agrio, Cretácico Inferior de cuenca Neuquina, Argentina. **Ameghiniana**. 44(1):73–89.
- LAZO, D.G., DAMBORENEA, S.E. 2011. Barremian Bivalves from the Huitrín Formation, West-Central Argentina: Taxonomy and Paleocology of a Restricted Marine Association. **Journal of Paleontology**. 85(4):719–743.
- LEE, C.A., SHEN, B., SLOTNICK, B.S., LIAO, K., DICKENS, G.R.D., YOKOYAMA, Y., LENARDIC, A., DASGUPTA, R., JELLINEK, M., LACKEY, J.S., SCHNEIDER, T., TICE, M.M. 2012. Continental arc–island arc fluctuations, growth of crustal carbonates, and long-term climate change. **Geosphere**. 9(1):1–16.
- LIMA, H.P., ARANHA, L.G.F. 1993. Bacia de Bragança-Viseu, São Luís e Gráben de Ilha Nova: análise integrada, perspectivas e direcionamento exploratório. **Petrobras, DENOR**, Belém (Relatório Interno).
- LINDOSO, R.M., CARVALHO, I.S., MENDES, I.D. 2013. An isopod from the Codó Formation (Aptian of the Parnaíba Basin), Northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Geology**. 43(1):16–21.
- MACCORD, F.S., VENTURA, C.R.R. 2004. Reproductive cycle of the endemic cassiduloid *Cassidulus mitis* (Echinoidea: Cassiduloidea) on the Brazilian coast. **Marine Biology**. 145: 603–612.
- MACKENZIE, N.R., HORTON, B.K., LOOMIS, S.E., STOCKLI, D.F., PLANAVSKY, N.J., LEE, C.A. 2016. Continental arc volcanism as the principal driver of icehouse-greenhouse variability. **Science Translational Medicine**. 352(6284):444–447.
- MAGALHÃES, J. e S. MEZZALIRA, 1953. **Moluscos fósseis do Brasil**. Departamento de Imprensa Nacional, Rio de Janeiro. 273p.
- MALDANIS, L., CARVALHO, M., ALMEIDA, M.R., FREITAS, F.I., ANDRADE, J.A.F.G., NUNES, R.S., ROCHITTE, C.E., POPPI, R.J. FREITAS, R.O., RODRIGUES, F., SILJESTRÖM, S., LIMA, F.A., GALANTE, D., CARVALHO, I.S., PEREZ, C.A., CARVALHO, M.R., BETTINI, J., FERNANDEZ, F., XAVIER-NETO,

J. 2016. Heart fossilization is possible and informs the evolution of cardiac outflow tract in vertebrates. **eLife**. (5): e14698.

MAURY, C.J. 1925. Fósseis terciários do Brasil, com descrição de novas formas cretáceas. **Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Monographia**. 4:1–711.

MAURY, C.J. 1934. Fossil invertebrata from northeastern Brazil. **Bulletin of the American Museum of Natural History**. 67: 123–179.

MAURY, C.J. 1937. O Cretáceo de Sergipe, Brasil. **Monographia do Serviço Geológico e Mineralógico**, DNPM 11: 283p.

MAURY, C.J., 1930. O Cretáceo da Parahyba do Norte. **Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Monographia**, 8:1–305.

MCCLOUGHLIN, S. 2001. The breakup history of Gondwana and its impact on pre-Cenozoic floristic provincialismo. **Australian Journal of Botany**. 49:271–300.

MEDEIROS, M.A.A., LINDOSO, R.M., MENDES, I.D., CARVALHO, I.S. 2014. The Cretaceous (Cenomanian) continental record of the Laje do Coringa flagstone (Alcântara Formation), northeastern South America. **Journal of South American Earth Sciences**. 53: 50–58.

MENDES, I. D., FEITOSA, Y.O., MENDES, C. V. C. F. 2011a. Ostras do Cenomaniano da Bacia de São Luís (Maranhão, Brasil). 2011. In: Carvalho, I. S.; Srivastava, N. K.; Stroschoen Jr., O.; Lana, C.C. (eds.) **Paleontologia: Cenários da Vida**, Rio de Janeiro. Interciência, p. 233–242.

MENDES, I. D., MENDES, C.V.C.F., BRITO, G.A., SANTOS, B.R. (2011b). O presente como chave do passado: bancos de ostras do cretáceo da bacia costeira de São Luís. In: X CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2011, São Lourenço. **Sociedade de Ecologia do Brasil**, São Lourenço: 2011. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/xceb/resumos/1436.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

MENDES, I.D., FEITOSA, Y.O. (2011). Novas ocorrências de gastrópodes para o cenomaniano da Bacia Costeira de São Luís. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, XXII, 2011, Natal. **Atas...**, Natal, 2011. Complemento II, p. 803–807.

MENDES, I.D., MENDES, C.V.C.F. (2013). Moluscos da Formação Alcântara, Bacia de São Luís, Maranhão, Brasil. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 2013, Gramado. **Paleontologia em Destaque**, Gramado: 2013. p. 196.

MENDES, I.D., MENDES, C.V.C.F., LINDOSO, R.M. (2010). Moluscos fósseis da Ilha do Cajual (Formação Alcântara, Eocenomaniano, Bacia de São Luís, MA, Brasil). In: V JORNADA FLUMINENSE DE PALEONTOLOGIA, 2010, Rio de Janeiro. **Paleonotícias**, Rio de Janeiro: 2010. p. 41.

MENDES, I.D., MENDES, C.V.C.F., OLIVEIRA, F.F. (2013a). O Gênero *Pterotrigonia* como paleoindicador ambiental no cenomaniano da Bacia de São Luís, MA–Brasil. In: XI CEB e I CONGRESSO INTERNACIONAL DE ECOLOGIA, 2013,

Porto Seguro. **Anais do XI Congresso de Ecologia do Brasil e I Congresso Internacional de Ecologia**, CD.

MENDES, J.M.A., CUTRIM, S.S., ROBLES, L.T. 2013b. Análise Estratégica no Setor Portuário: aplicação da matriz SWOT no Porto do Itaquí. **SemeAd: Seminários em Administração**. 6: 1-15.

MESNER, J.C., WOOLDRIDGE, L.C.P. 1964. Maranhão Paleozoic Basin and Cretaceous coastal basins, North of Brazil. **The American Association of Petroleum Geologists Bulletin**. 48(59):1475-1512.

MONDAL, S., HARRIES, P. 2016. The Effect of Taxonomic Corrections on Phanerozoic Generic Richness Trends in Marine Bivalves with a Discussion on the Clade's Overall History. **Paleobiology**. 42(1):157–171.

MORGAN, W.J. 1972. Plate Motions and Deep Mantle Convection. **Geological Society of America Memoirs**. 132:7–22.

MORYIA, K., WILSON, P.A., FRIEDRICH, O., ERBACHER, J., KAWAHATA, H. 2007. Testing for ice sheets during the mid-Cretaceous greenhouse using glassy foraminiferal calcite from the mid-Cenomanian tropics on Demerara Rise. **Geology**. 35(7): 615–618.

MOUSSAVOU, B.M. 2017. Systematics, palaeoecology and taphonomy of Turonian oysters from the northern Gabon Coastal Basin. **Geodiversitas**. 39(2):213–224.

NÉRAUDEAU, D., MATHEY, B. 2000. Biogeography and diversity of South Atlantic Cretaceous echinoids: implications for circulation patterns. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. 156:71–88.

NEUBAUER, T.A., HARZHAUSER, M., MANDIC, O., GEORGOPOULOU, E., KROH, A. 2015. Paleobiogeography and historical biogeography of the non-marine caenogastropod family Melanopsidae. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. 444:124–143.

NEWELL, N.D. 1969. Superfamily Limopsacea Dall, 1895, families Limopsidae Dall, 1895, and Glycymerididae Newton, 1922. In Moore, R.C. (ed.). **Treatise on Invertebrate Paleontology**, Part N. Mollusca 6, Bivalvia, vol. 1–2. Geological Society of America & University of Kansas. Boulder & Lawrence. p. 264–269.

OLIVEIRA, P.E. 1958. Notas preliminares e estudos sobre a idade do calcário de Ponta Grossa, Estado do Maranhão. Rio de Janeiro, **Boletim**: Departamento Nacional da Produção Mineral/Divisão de Geologia e Mineralogia, 107:1–5.

OLIVER, P.G., HOLMES, A.M. 2006. The Arcoidea (Mollusca: Bivalvia): a review of the current phenetic-based systematics. **Zoological Journal of the Linnean Society**, 148:237–251.

PEDRÃO, E. 1995. **Palinoestratigrafia e evolução paleoambiental de rochas sedimentares aptianas-cenomanianas das bacias de Bragança-Viseu e São Luís (Margem Equatorial Brasileira)**. Dissertação de Mestrado (Geociências), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. p. 1–83.

- PEDRÃO, E., ARAI, M., CARVALHO, I.S., SANTOS, M.H.B. 1993. **Palinomorfos da Formação Itapecuru – análise palinológica de uma amostra de superfície da Ponta do Farol, São Luís - MA**. Rio de Janeiro, CENPES/PETROBRÁS, 10p.
- PEDRÃO, E., LIMA, H.P., MAKINO, R.K., BARRILARI, I.M.R. 2002. Palinoestratigrafia e evolução ambiental da seção cretácea das bacias de Bragança-Viseu e São Luís (margem equatorial brasileira). **Acta Geologica Leopoldensia**. 25(54):21-39.
- PEREIRA, P.A., CASSAB, R.C.T., ALMEIDA, J.A.F., BARRETO, A.M.F. 2015. Moluscos da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. **Boletim de Ciências Naturais do Museu Paraense Emílio Goeldi**, 10(2): 23–246.
- PEREIRA, P.A., CASSAB, R.C.T., ALMEIDA, J.A.F., BARRETO, A.M.F. 2017. Paleoecologia e Paleogeografia dos Moluscos e Equinóides da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ**. Vol. 40(2): 180–198.
- PRICE, L.I. 1947. Notas Preliminares e estudos dos sedimentos mesozóicos na Baía de São Marcos, Estado do Maranhão. Rio de Janeiro, **Boletim**: Departamento Nacional da Produção Mineral/Divisão de Geologia e Mineralogia, 40:1-9.
- REYMENT, R.A. 1969. Ammonite biostratigraphy, continental drift and oscillatory transgressions. **Nature**. 224:137–140.
- 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.
- RICHTER, M., BOSETTI, E.P., HORODYSKI, R.S. 2017. Early Devonian (Late Emsian) shark fin remains (Chondrichthyes) from the Paraná Basin, southern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 89(1): 103–118.
- ROBIN, N., CHARBONNIER, S., MERLE, D., SIMPSON, M.I., PETIT, G., FERNANDEZ, S. 2016. Bivalves on mecochirid lobsters from the Aptian of the Isle of Wight: Snapshot on an Early Cretaceous palaeosymbiosis. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**. 453:10–19.
- ROMANOWICZ, B., GHUNG, Y. 2002. Superplumes from the Core-Mantle Boundary to the Lithosphere: Implications for Heat Flux. **Science**. 296: 513–516.
- ROMER, A.S. 1958. Tetrapod limbs and early tetrapod life. **Evolution**. 12:365–369.
- ROSSETTI, D.F., TRUCKENBRODT, W. 1997. Nomenclatura estratigráfica de depósitos cretáceos expostos na Bacia de São Luís (MA). In: Dias-Brito, D., Castro, J.C., Rohn, R., **Simpósio Sobre o Cretáceo do Brasil**, Rio Claro, São Paulo. (5): p.485–495.
- ROSSETTI, D.F. 2001. Arquitetura deposicional da bacia de São Luís-Grajaú. In: Rossetti, D.F., Góes, A.M., Truckenbrodt, W. (Eds.). **O Cretáceo na bacia de São Luís-Grajaú**. Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 31–46.

- ROSSETTI, D.F., GÓES, A.M., TRUCKENBRODT, W. 2001. **O Cretáceo da Bacia de São Luís-Grajaú**. Belém: Ed. Museu Paraense Emílio Goeldi, 264p.
- ROYER, J.Y., SCLATER, J.G., SANDWEL, D.T., CANDE, S.C., SCHLICH, R., MUNSCHY, M., DYMENT, J., FISHER, R.L., MULER, R.D., COFFIN, M.F., PATRIAT, P., BERGH, H.W. 1992. Indian Ocean Plate Reconstructions Since the Late Jurassic. In Duncan, R.A., Rea, D.K., Kidd, R.B., von Rad, U., WEISSEL, J.K. (Eds.), **Geophysical Monograph**, Washington, American Geophysical Union. 70, p. 471–475.
- SANTOS, M.E.C.M. & CARVALHO, M.S.S. 2009. **Paleontologia das bacias do Parnaíba, Grajaú e São Luís**. Rio de Janeiro: CPRM Serviço Geológico do Brasil, 215p.
- SCHEFFLER, S.M. & GHILARDI, R.P. 2014. Um breve panorama da formação de paleontólogos no Brasil. In: Ghilardi, R.P. & Scheffler, S.M., **Paleontologia de Invertebrados: o legado brasileiro**. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Paleontologia, p. 15-22.
- SCHLANDGER, S.O., JENKYNS, H.C., PREMOLI-SILVA, I. 1981. Volcanism and vertical tectonics in the Pacific Basin related to global Cretaceous transgressions. **Earth and Planetary Science Letters**, 52(1981):435–449.
- SCOTT, R.W. 1970. Paleoecology and paleontology of the lower Cretaceous Kiowa Formation, Kansas. **The University of Kansas paleontological contributions**.52:1–94.
- SEELING, J., BENGSTON, P. 1999. Cenomanian oysters from the Sergipe Basin, Brasil. **Cretaceous Research**, 20: 747–765.
- SEELING, J., BENGSTON, P. 2002. Palaeobiogeography of the upper Cenomanian–lower Turonian macroinvertebrates of the Sergipe Basin, northeastern Brazil. In: M. Wagreich (ed.), **Aspects of Cretaceous Stratigraphy and Palaeobiogeography: Proceedings of the 6th International Cretaceous Symposium**, Vienna, 2000. Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 15: 151-168.
- SILVESTRO, D., ZIZKA, A., BACON, C.D., CASCALES-MINANA, B., SALAMIN, N., ANTONELLI, A. 2016. Fossil biogeography: a new model to infer dispersal, extinction and sampling from palaeontological data. **Philosophical Transactions Royal Society B**. 371: 20150225.
- SIMONE, L.R.L., MEZZALIRA, S. 1994. **Fossil Molluscs of Brazil**. São Paulo, Instituto Geológico, Boletim 11: 202p.
- SIQUEIRA, M.H.Z.R. 2005. **Amonóides da transição Aptiano–Albiano da Bacia de Sergipe, Brasil**. Tese de Doutorado (Geociências). Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia. 165p.
- SKELTON, P. 2003. **The Cretaceous World**. Cambridge University Press. Nova York. 359p.
- SKWARKO, S.K. 1966. **Cretaceous stratigraphy and palaeontology of the Northern Territory**. Bureau of Mineral Resources, Geology and geophysics, p.165.

- SOARES-JÚNIOR, A.V., COSTA, J.B.S., HASUI, Y. 2008. Evolução da margem atlântica equatorial do Brasil: três fases distensivas. **Geociências**, 27(4):427–437.
- SOARES-JÚNIOR, A.V., HASUI, Y., COSTA, J.B.S., MACHADO, F.B. 2011. Evolução do rifteamento e paleogeografia da margem atlântica equatorial do Brasil: Triássico ao Holoceno. **Geociências**, 30(4):669–692.
- SOUSA, P., MEDEIROS, M.A.A., TOLEDO, C.E.V., BERTINI, R.J., PEREIRA, A.A., LINDOSO, R.M. 2016. A new species of *Equinoxiodus* (Dipnoi: Neoceratodontidae) from the Late Cretaceous of Brazil. **Zootaxa**. 3905(3):397–406.
- STANDISH, R.K. 2002. Diversity Evolution. In Standish, R., Bedau, M.A., Hussein, A. (eds.), **Artificial Life VIII**. Cambridge, MA: MIT Press. p. 131–137.
- STEPHENSON, L. W. 1952. **Larger Invertebrate Fossils from the Woodbine Formation (Cenomanian) of Texas**. Washington, Geological Survey Professional Paper 242–226.
- STEPHENSON, L.W. 1941. The larger invertebrate fossils of the Navarro Group of Texas. The University of Texas Publication, 4101: p.641.
- TARDUNO, J.A., BRINKMAN, D.B., RENNE, P.R., COTRELL, R.D., SCHER, D., CASTILHO, P. 1998. Evidence for Extreme Climatic Warmth from Late Cretaceous Arctic Vertebrates. **Science**, 282:2241-2244.
- TASHIRO, M. 1976. Bivalves faunas of the Himenoura group in Kyushu. **Palaeontological Society of Japan**. 19:1–93.
- TASHIRO, M., MATSUDA, T. 1986. Lower Cretaceous bivalves from the Sakawa area, Shikoku. **Transactions and Proceedings of the Paleontological Society of Japan**, 142:366–392.
- TATSUMI, Y., SHINJOE, H., ISHIZUKA, H., SAGER, W.W., KLAUS, A. 1998. Geochemical evidence for a mid-Cretaceous superplume. **Geology**, 26(2)151–154.
- TIFFNEY, B. H., NIKLAS, K. J. 1990. Continental area, dispersion, latitudinal distribution and topographic variety: A test of correlation with terrestrial plant diversity, pp. 76–102. In: **Biotic and Abiotic Factors in Evolution** (Allmon, W., Norris, R. D., eds.) Chicago. University Chicago Press.
- VANDERMARK, D., TARDUNO, J.A., BRINKMAN, D.B. 2007. A fossil champsosaur population from the high Arctic: Implications for Late Cretaceous paleotemperatures. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, 248:49–59.
- VASCONCELOS, A.M., VEIGA-JÚNIOR, J., COLARES, J.Q.S., RIBEIRO, J.A.P., GOMES, I.P., MEDEIROS, M.F, FORGIARINI, I.I. 2004. Folha SA.23-São Luís. In: Schobbenhaus, C., Gonçalves, J.H., Santos, J.O.S., Abram, M.B., Leão Neto, R., Matos, G.M.M., Vidotti, R.M., Ramos, M.A.B., Jesus, J.D.A (Eds.). **Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas**. Programa Geologia do Brasil. CPRM, Brasília.
- VAUGHAN, A.P.M. 1995. Circum-Pacific mid-Cretaceous deformation and uplift: A superplume-related event? **Geology**, 23(6): 491–494.

- VEEVERS, J.J. 2004. Gondwanaland from 650–500 Ma assembly through 320 Ma merger in Pangea to 185–100 Ma breakup: supercontinental tectonics via stratigraphy and radiometric dating. **Earth-Science Reviews**. 68:1–132.
- VEIZER, J., GODDERIS, Y., FRANÇOIS, L.M. 2000. Evidence for decoupling of atmospheric CO₂ and global climate during the Phanerozoic eon. **Nature** 408: 698-701.
- VERMEIJ, G. 1977. The Mesozoic marine revolution: evidence from snails, predators and grazers. **Paleobiology**. 3(3):245–258.
- WHITE, C.A. 1887. Contribuições à paleontologia do Brazil. **Archivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, 7:1–273.
- WILD, T.J., & STILWELL, J.D. 2016. First Cretaceous (Albian) invertebrate fossil assemblage from Batavia Knoll, Perth Abyssal Plain, eastern Indian Ocean: taxonomy and paleoecological significance. **Journal of Paleontology**, 90(5):959–980.
- WILMSEN, M., NIEBUHR, B., WOOD, C.J., ZAWISCHA, D. 2007. Fauna and palaeoecology of the Middle Cenomanian Praeactinocamax primus Event at the type locality, Wunstorf quarry, northern Germany. **Cretaceous Research** 28:428–460.
- WILSON, P.A., NORRIS, R.D., COOPER, M.J. 2002. Testing the Cretaceous greenhouse hypothesis using glassy foraminiferal calcite from the core of the Turonian tropics on Demerara Rise. **Geology**. 30(7):607–610.
- YAMANI, S.A. 1976. Revision der Bivalvenfauna der Kelheimer Diceraskalke (Untertithon, Bayern). **Mitteilungen der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und Histor. Geologie**, 16:5-10.
- ZÁLAN, P.V. 2007. Bacias de Bragança-Viseu, São Luís e Ilha Nova. **Boletim de Geociências da Petrobras**, Rio de Janeiro, 15(2):341-345.

APÊNDICE 1

(Tabela)

Táxons, distribuição estratigráfica e geográfica de bivalvíos das bacias do Cretáceo relacionados às famílias que ocorrem no Cenomaniano da Bacia de São Luís (classificação taxonômica adota de Carter et al., 2011).

| Família/Táxons Terminais | Unidade Estratigráfica | Distribuição Estratigráfica | Bacias Cretáceas Brasileiras |
|--|------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Mytilidae Rafinesque, 1815 | | | |
| <i>Mytilus</i> sp. | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytilus rosadoi</i> Oliveira, 1962 | Formação Açú | Albiano - Cenomaniano | Potiguar |
| <i>Mytilus typicus</i> (Forbes, 1846) | Formação Beberibe | Turoniano | Pernambuco |
| <i>Brachidontes axistriatus</i> Beurlen, 1964 | Formação Açú, Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Brachidontes eoexustus</i> Klein e Ferreira, 1979 | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Brachidontes araripensis</i> Pereira et al., 2015 | Formação Romualdo | Aptiano - Albiano | Araripe |
| <i>Brachidontes arvoredensis</i> (Maury, 1934) | Formação Açú, Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Botula plumosa</i> Stephenson, 1952 | Formação Açú | Turoniano | Potiguar |
| <i>Modiolus</i> sp. | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Modiolus cumurupinicus</i> Maury, 1934 | Formação Açú | Turoniano | Potiguar |
| <i>Modiolus declivus</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Modiolus maroimensis</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Modiolus saharicus</i> Maury, 1937 | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Lycetia</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Crenellidae Gray, 1840 | | | |
| <i>Musculus</i> Roding, 1758 | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Arcidae Lamarck, 1809 | | | |
| <i>Barbatia camuripimensis</i> (Maury, 1934) | Formação Jandaíra | Turoniano - Maastrichtiano | Potiguar |
| <i>Babatia mossoroensis</i> (Maury, 1934) | Formação Jandaíra | Turoniano - Maastrichtiano | Potiguar |
| <i>Barbatia</i> sp. | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Barbatia (Acar)?</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Barbatia (Barbatia)?</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Noetia (Incanopsis)?</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Glycymerididae Dall, 1908 | | | |

| | | | |
|---|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| <i>Trigonarca</i> aff <i>furoni</i> Dartevelle e Freneix, 1957 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano - Coniaciano | Sergipe |
| <i>Trigonarca</i> aff <i>thevestensis</i> (Coquandi, 1862) | Formação Cotinguiba | Cenomaniano - Coniaciano | Sergipe |
| <i>Trigonarca</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Parallelodontidae Dall, 1898 | | | |
| <i>Nemodon</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Inoceramidae Giebel, 1852 | | | |
| <i>Mytiloides dresdensis</i> (Troger, 1967) | Formação Cotinguiba | Coniaciano | Sergipe |
| <i>Mytiloides fiegei</i> (Troger, 1967) | Formação Cotinguiba | Coniaciano | Sergipe |
| <i>Mytiloides lusatae</i> (Andert, 1911) | Formação Cotinguiba | Coniaciano | Sergipe |
| <i>Mytiloides puebloensis</i> Walaszczyk & Cobban, 2000 | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides</i> cf. <i>hattini</i> Elder, 1991 | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides kossmati</i> (Heinz, 1933) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides goppelnensis</i> (Badillet & Sornay, 1980) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides mytiloides</i> (Mantell, 1822) | Formação Cotinguiba e Jandaíra | Turoniano | Sergipe e Potiguar |
| <i>Mytiloides ganuzaensis</i> (López, 1992) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides labiatus</i> (Schlotheim, 1813) | Formação Cotinguiba, Açú e Beberibe | Cenomaniano-Turoniano | Sergipe, Pernambuco e Potiguar |
| <i>Mytiloides subhercynicus</i> (Seitz, 1935) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides</i> cf. <i>subhercynicus</i> (Seitz, 1935) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides hercynicus</i> (Petrascheck, 1903) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides hartti</i> (Hessel, 1988) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides</i> cf. <i>tourtenayensis</i> (Badillet & Sornay, 1980) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides striatoconcentricus</i> (Gümbel, 1868) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides incertus</i> (Jimbo, 1894) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides turonicus</i> Walaszczyk, 1992 | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides labiatoidiformis</i> (Tröger, 1967) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides herbichi</i> (Atabekjan, 1969) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides scupini</i> (Heinz, 1930) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |

| | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| <i>Mytiloides mytiloidiformis</i> (Tröger, 1967) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Mytiloides</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Rhyssomytiloides retirensis</i> Hessel, 1988 | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Rhyssomytiloides beurleni</i> Hessel, 1988 | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Rhyssomytiloides mauryae</i> (Hessel, 1986) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Inoceramus longealatus</i> Tröger, 1967 | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Inoceramus perplexus</i> Whitfield, 1877 | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Inoceramus apicalis</i> Woods, 1911 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano - Coniaciano | Sergipe |
| <i>Inoceramus brasiliensis</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Inoceramus calumbiensis</i> Oliveira, 1940 | Formação Pirabuçu | Santoniano - Maastrichtiano | Sergipe |
| <i>Inoceramus capulus</i> Shumard, 1860 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano - Coniaciano | Sergipe |
| <i>Inoceramus cuvieri</i> Sowerby, 1814 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano - Coniaciano | Sergipe |
| <i>Inoceramus dominguensis</i> Maury, 1930 | Formação Gramame | Coniaciano - Maastrichtiano | Paraíba |
| <i>Inoceramus remoratus</i> Santos, 1963 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano - Coniaciano | Sergipe |
| <i>Inoceramus tenuistriatus</i> Nagao e Matsumoto, 1939 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Inoceramus urubuensis</i> Maury, 1937 | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Inoceramus wanderleyi</i> Santos, 1963 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano - Coniaciano | Sergipe |
| <i>Inoceramus baixaverdensis</i> Maury, 1925 | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Inoceramus koeplitzi</i> Seitz, 1961 | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Didymotis posidonomyaformis</i> (Maury, 1925) | Formação Cotinguiba | Cenomaniano - Coniaciano | Sergipe |
| <i>Cremnoceramus waltersdorfensis</i> (Andert, 1911) | Formação Cotinguiba e Jandaíra | Turoniano | Sergipe e Potiguar |
| <i>Cremnoceramus rotundatus</i> (Fiege, 1930) | Formação Cotinguiba | Coniaciano | Sergipe |
| <i>Cremnoceramus deformis</i> (Meek) | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| Ostreidae Férussac, 1822 | | | |
| <i>Ostrea invalida</i> White, 1887 | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Ostrea jacobii</i> Beurlen, 1964 | Formação Açú | Turoniano | Potiguar |
| <i>Ostrea maroimensis</i> White, 1887 | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |

| | | | |
|--|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Dendostrea cf mesenterica</i> (Morton, 1941) | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Dendostrea mossoroensis</i> (Beurlen, 1964) | Formação Açú | Turoniano | Potiguar |
| <i>Dendostrea ramicola</i> (Beurlen, 1964) | Formação Açú e Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Lopha aracajuensis</i> Muniz, 1984 | Formação Pirabuçu | Santoniano - Maastrichtiano | Sergipe |
| <i>Lopha cf diluviana</i> (Linné, 1767) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Lopha lombardi</i> Darteville & Freneix, 1957 | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Lopha mutatoria</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Lopha plicatuliformis</i> Beurlen, 1967 | Formação Jandaíra | Turoniano | Sergipe |
| <i>Lopha syphax</i> (Coquandi, 1854) | Formação Cotinguiba | Cenomaniano-Coniaciano | Sergipe |
| <i>Cameleolopha cameleo</i> Coquandi, 1859 | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Arctostreidae Vialov, 1983 | | | |
| <i>Rastellum diluvianum</i> (Linné, 1767) | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Rastellum</i> Faujas-St. Fond, 1799 | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Flemingostreidae Stenzel, 1971 | | | |
| <i>Flemingostrea crenulata</i> (Beurlen, 1964) | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Ambigostrea</i> Malchus, 1990 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Curvostrea rouvillei</i> (Coquand, 1862) | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Crassostrea lagoapiatensis</i> Maury, 1934 | Formação Açú | Turoniano | Potiguar |
| <i>Crassostrea pendenciana</i> Maury, 1925 | Formação Açú e Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Crassostrea</i> Sacco, 1897 | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Gryphaeidae Vialov, 1936 | | | |
| <i>Exogyra olisiponensis</i> Sharpe, 1850 | Formação Cotinguiba, Beberibe | Cenomaniano - Turoniano | Sergipe, Pernambuco |
| <i>Exogyra albertolofgreni</i> Lofgren, 1943 | Formação Pirabuçu | Santoniano - Maastrichtiano | Sergipe |
| <i>Exogyra ganhamoroba</i> Maury, 1936 | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Exogyra sergipensis</i> Maury, 1937 | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Exogyra truncata</i> Oliveira, 1940 | Formação Pirabuçu | Santoniano - Maastrichtiano | Sergipe |
| <i>Exogyra gramamensis</i> Muniz, 1993 | Formação Gramame | Cretáceo Superior | Paraíba |

| | | | |
|---|--------------------------------|-----------------------------|----------|
| <i>Exogyra</i> Say, 1920 | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Gyrostrea cascudo</i> (Beurlen, 1967) | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Ilymatogyra africana</i> (Lamarck, 1801) | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Rhynchostreon mermeti</i> (Coquand, 1862) | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Rhynchostreon (Laevigyra)</i> sp. | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Rhynchostreon obliquatum</i> Pulteney, 1813 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Amphidonte flabellata</i> (Goldfuss, 1833) | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Amphidonte reticulata</i> (Reuss, 1846) | Formação Pirabuçu e Riachuelo | Albiano - Maastrichtiano | Sergipe |
| <i>Gryphaeostrea duartei</i> (Oliveira, 1940) | Formação Pirabuçu | Santoniano - Maastrichtiano | Sergipe |
| <i>Gryphaeostrea euzebioi</i> (Oliveira, 1940) | Formação Pirabuçu | Santoniano - Maastrichtiano | Sergipe |
| <i>Gryphaeostrea</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Pycnodonte vesiculosa</i> (Sowerby, 1929) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| Pectinidae Rafinesque, 1815 | | | |
| <i>Pecten colapsus</i> White, 1887 | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Pecten gramamensis</i> Maury, 1930 | Formação Gramame | Campaniano - Maastrichtiano | Paraíba |
| <i>Camptonectes nordestensis</i> (Oliveira, 1943) | Formação Pirabuçu | Santoniano - Maastrichtiano | Paraíba |
| <i>Camptonectes placitus</i> White, 1887 | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Camptonectes moderatus</i> Muniz, 1993 | Formação Gramame | Cretáceo Superior | Paraíba |
| <i>Camptonectes</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Chlamys</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Neitheidae Sobetski, 1960 | | | |
| <i>Neithea coquandi</i> (Peron, 1877) | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| | Formação Cotinguiba, Riachuelo | Aptiano - Cenomaniano | Sergipe |
| | Formação Algodões | Albiano | Camamu |
| | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Neithea alpina</i> (d'Orbigny, 1847) | Formação Algodões | Albiano | Camamu |

| | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| <i>Neithea hispanica</i> (d'Orbigny, 1850) | Formação Cotinguiba, Riachuelo | Albiano - Turoniano | Sergipe |
| <i>Neithea bexarensis</i> (Stephenson, 1941) | Formação Gramame | Campaniano | Pernambuco, Paraíba |
| <i>Neithea notabilis</i> (Munster in Goldfuss, 1833) | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| Plicatulidae Gray, 1854 | | | |
| <i>Plicatula auressensis</i> Coquandi, 1862 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano - Coniaciano | Sergipe |
| <i>Plicatula cedroensis</i> Maury, 1937 | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Plicatula independenciae</i> Beurlen, 1964 | Formação Açú e Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Plicatula modioloides</i> White, 1887 | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Plicatula cf mulicaensis</i> Weller, 1907 | Formação Açú e Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Plicatula parahybensis</i> Maury, 1930 | Formação Gramame | Campaniano - Maastrichtiano | Paraíba |
| <i>Plicatula tenuirostrata</i> White, 1887 | Formação Cotinguiba | Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Plicatula rennieri</i> (Cox) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Plicatula ferryi</i> Coquandi, 1862 | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Plicatula</i> sp. | Formação Romualdo | Aptiano-Albiano | Araripe |
| <i>Plicatula</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Limidae Rafinèsque, 1825 | | | |
| <i>Lima algodoensis</i> Maury, 1925 | Formação Algodões | Albiano - Cenomaniano | Camamu |
| <i>Lima sergipica</i> (Maury, 1934) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Lima turgidula</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Lima derbyi</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Lima fazendaestivica</i> (Maury, 1930) | Formação Estiva | Coniaciano - Santoniano | Pernambuco |
| <i>Acesta apodiensis</i> (Beurlen, 1964) | Formação Açú, Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Acesta maranhensis</i> Klein e Ferreira, 1979 | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Acesta paraibensis</i> Muniz, 1993 | Formação Gramame | Cretáceo Superior | Paraíba |
| <i>Acesta praetexta</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano | Sergipe |
| <i>Plagiostoma imbrica</i> (Maury, 1937) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |

| | | | |
|--|---------------------|--------------------------|----------|
| <i>Plagiostoma malaevissima</i> Beurlen, 1964 | Formação Apodi | Albiano - Cenomaniano | Potiguar |
| <i>Plagiostoma laevissima</i> Beurlen, 1964 | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| Pterotrioniidae Van Hoepen, 1929 | | | |
| <i>Pterotrionia coqueiroensis</i> (Maury, 1937) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Scabrotrionia scabra</i> (Lamarck) | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Crassatellidae Férussac, 1822 | | | |
| <i>Crassatella ganguararica</i> (Maury, 1937) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Crassatella maroimensis</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Crassatella</i> sp. | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Crassatella</i> sp. | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Crassatella</i> sp. | Formação Romualdo | Aptiano - Albiano | Araripe |
| <i>Crassatella</i> sp. Gupy, 1874 | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Cardiidae Lamarck, 1809 | | | |
| <i>Protocardia pauli</i> (Coquand, 1862) | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Protocardia (Brevicardium)</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Nemocardium brasiliense</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Cardium algodoensis</i> Maury, 1934 | Formação Algodões | Albiano - Cenomaniano | Camamu |
| <i>Cardium endymionis</i> Maury, 1934 | Formação Açú | Turoniano | Potiguar |
| <i>Cardium itapassarocanum</i> Maury, 1934 | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Cardium jenkinsi</i> Maury, 1934 | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Cardium</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Granocardium brasiliensis</i> (Beurlen, 1964) | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Acanthocardia riachuelense</i> (Maury, 1937) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Acanthocardia</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Trachycardium</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Vepricardium soperi</i> | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Fragum branneri</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Fragum coutinhoanum</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Fragum perobliquum</i> (von Koenen, 1897) | Formação Cotinguiba | Cenomaniano - Coniaciano | Sergipe |

| | | | |
|--|---------------------|-----------------------------|----------|
| <i>Fragum praecisum</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| Family Veniellidae Dall, 1895 | | | |
| <i>Veniella brasiliensis</i> (Maury, 1930) | Formação Gramame | Campaniano-Maastrichtiano | Paraíba |
| <i>Veniella erichseni</i> (Santos e Castro, 1970) | Formação Calumbi | Santoniano - Maastrichtiano | Sergipe |
| <i>Venilicardia</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Mactridae Lamarck, 1809 | | | |
| <i>Cymbophora</i> cf. <i>scalpellum</i> Stephenson, 1941 | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Mulinoides</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Mulinoides</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Veneridae Rafinesque, 1815 | | | |
| <i>Aphrodina</i> (<i>Aphrodina</i>) sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Paraesa</i> sp. | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| <i>Legumen ellipticum</i> Conrad, 1858 | Formação Santana | Albiano | Araripe |
| | Formação Gramame | Campaniano-Maastrichtiano | Paraíba |
| <i>Cyprimeria riograndensis</i> Maury, 1934 | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Cyclorisma</i> sp. | Formação Cotinguiba | Turoniano | Sergipe |
| Corbulidae Lamarck, 1818 | | | |
| <i>Corbula bahiaensis</i> Maury, 1925 | Formação Algodões | Albiano - Cenomaniano | Camamu |
| <i>Corbula maroimensis</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Corbula mossoroensis</i> Beurlen, 1964 | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| <i>Corbula</i> sp. | Formação Romualdo | Aptiano-Albiano | Araripe |
| <i>Corbula</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| <i>Caestocorbula assuana</i> (Beurlen, 1964) | Formação Jandaíra | Turoniano | Potiguar |
| Cuspidariidae Dall, 1886 | | | |
| <i>Cuspidaria</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |
| Hiatellidae Gray, 1824 | | | |
| <i>Panopea brasiliensis</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Panopea rathbuni</i> (White, 1887) | Formação Riachuelo | Albiano - Cenomaniano | Sergipe |
| <i>Panopea</i> sp. | Formação Alcântara | Cenomaniano | São Luís |

APÊNDICE 2

(PRANCHAS 1 – 5)

PRANCHA 1

(Legendas)

Figuras 1-4. *Brachidontes eoexustus* Klein & Ferreira

1. 5312-I, valva esquerda, localidade Porto do Itaqui, São Luís, holótipo da coleção do Museu Nacional, texto p. 30; escala 1cm.

2. 3.10.136, valva direita, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 30; escala 1cm.

3. 446-Bi, valva esquerda, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 30; escala 1cm.

4. 229-Bi, impressão de valva esquerda, localidade Ilha de Guarapirá, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 30; escala 1cm.

Figuras 5-6. *Musculus* sp.

5. 484-Bi, valva direita, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 33; escala 1cm.

6. 484-Bi, vista da região anterior da valva direita, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 32; escala 1cm.

Figura 7. *Lycettia* sp.

7. 1.10.137, valva esquerda, localidade Falésia do Sismito, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 32; escala 1cm.

Figura 8, 10. *Noetia* sp.

8. 3.10.135, valva direita, localidade Falésia do Sismito, Alcântara, coleção da UFMA, texto pg. 37; escala 1cm.

10. 456-Bi, valva direita, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto pg. 37; escala 0,5cm.

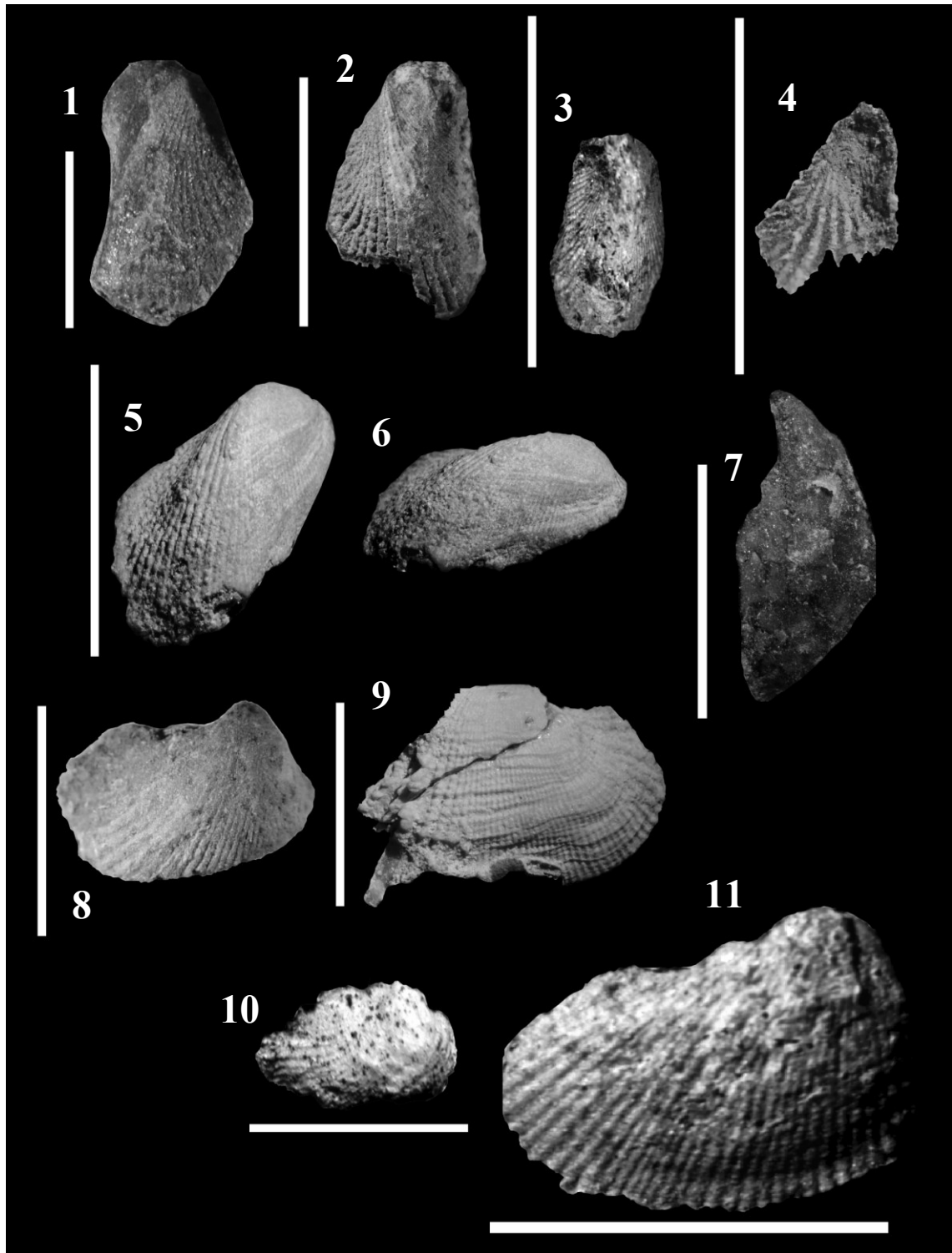
Figura 9. *Acar?* sp.

9. 432-Bi, valva direita, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto pg. 35; escala 1cm.

Figura 11. *Barbatia* sp.

11. 444-Bi, valva direita, localidade Ponta do Farol, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto, pg. 36; escala 0,5cm.

PRANCHA 1



PRANCHA 2

(Legendas)

Figura 1. *Trigonarca* sp.

1. 425-Bi, valva direita, localidade Ponta do Farol, Ilha de São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto pg. 39; escala 0,5cm.

Figura 2. *Nemodon* sp.

2. 444-Bi b, valva direita, localidade Ponta do Farol, Ilha de São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto pg. 40; escala 0,5cm.

Figura 3. *Ostrea* cf. *maroimensis* White

3. 3.10.72, valva esquerda, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 43; escala 1cm.

Figura 4.-9. *Lopha lombardi* Darteville & Freneneix

4. 3.10.074, valva esquerda, localidade Falésia do Sismito, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 45; escala 1cm.

5. 487-Bi, valva esquerda, localidade Falésia do Sismito, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 45; escala 1cm.

6. 5317-I, valva esquerda, localidade Porto do Itaqui, São Luís, coleção do Museu Nacional, texto p. 45; escala 1cm.

7. 5336-I, valva esquerda, localidade Porto do Itaqui, São Luís, coleção do Museu Nacional, texto p. 45; escala 1cm.

8. 5317-I, valva esquerda, localidade Porto do Itaqui, São Luís, coleção do Museu Nacional, texto p. 45; escala 1cm.

9. 487-Bi, valva esquerda, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 45; escala 1cm.

Figura 10. *Cameleolopha cameleo* (Coquandi)

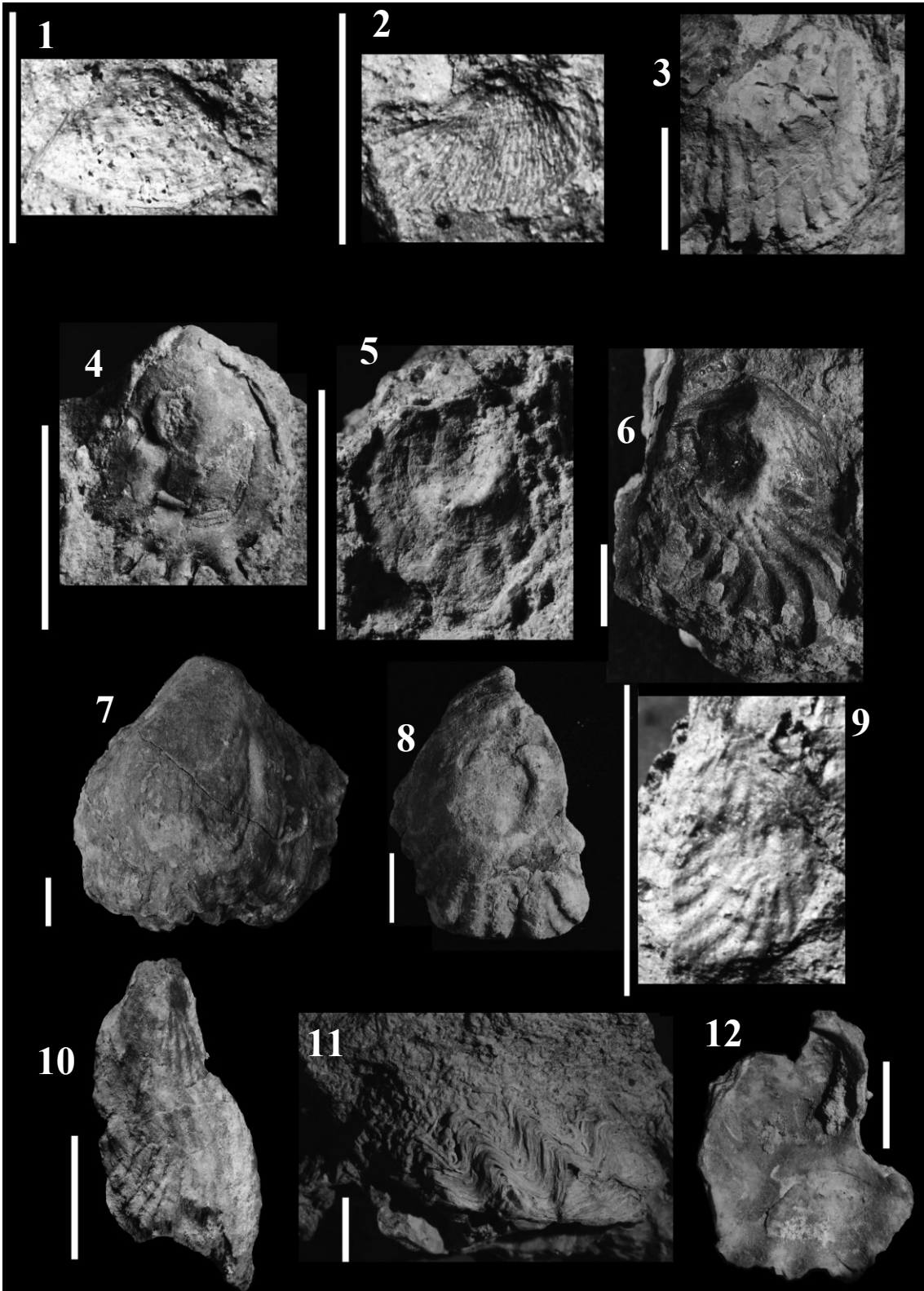
10. 3.10.066, valva direita, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 46; escala 1cm.

Figuras 11-12. *Rastellum* sp; escala 1cm.

12. 3.10.124, vista da margem em zigue-zague da valva, Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 47; escala 1cm.

13. 3.10.133, vista da morfologia interna, localidade, Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção da UUFMA, texto p. 47; escala 1cm.

PRANCHA 2



PRANCHA 3

(Legendas)

Figura 1. *Crassostrea* sp.

1. 3.10.75, vista da morfologia interna, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 48; escala 1cm.

Figura 2. *Exogyra (Costagyra)* sp.

2. 3.10.117, valva esquerda, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 49; escala 1cm.

Figura 3. *Gryphaeostrea* sp.

3. 3.10.060, molde interno de uma valva esquerda, localidade, Falésia do Sismito, Alcântara, texto p. 50; escala 1cm.

Figuras 4-5. *Camptonectes (Camptonecetes)* sp.

4. 458-Bi, valva esquerda do maior exemplar, localidade Ponta do Farol, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 52; escala 1cm.

5. 462-Bi b, valva esquerda mostrando detalhes de estrias auriculares, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 52; escala 1cm.

Figuras 6-7. *Chlamys* sp.

6. 5330-Ib, valva esquerda, localidade Porto do Itaqui, São Luís, coleção do Museu Nacional, texto p. 53; escala 1cm.

7. 5330-Ic, valva esquerda, localidade Porto do Itaqui, São Luís, coleção do Museu Nacional, texto p. 53; escala 1cm.

Figuras 8-10. *Neithea coquandi* (Peron)

8. 150-Bi c, valva esquerda, localidade Ponta do Farol, São Luís, localidade Ponta do Farol, coleção do Instituto de Geociências -UFRJ, texto p. 54; escala 1cm.

9. 426-Bi, valva direita, Ponta do Farol, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências -UFRJ, texto p. 54; escala 1cm.

10. 430-Bi, detalhe mostrando estrias auriculares de valva esquerda, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências -UFRJ, texto p. 54; escala 1mm.

PRANCHA 3

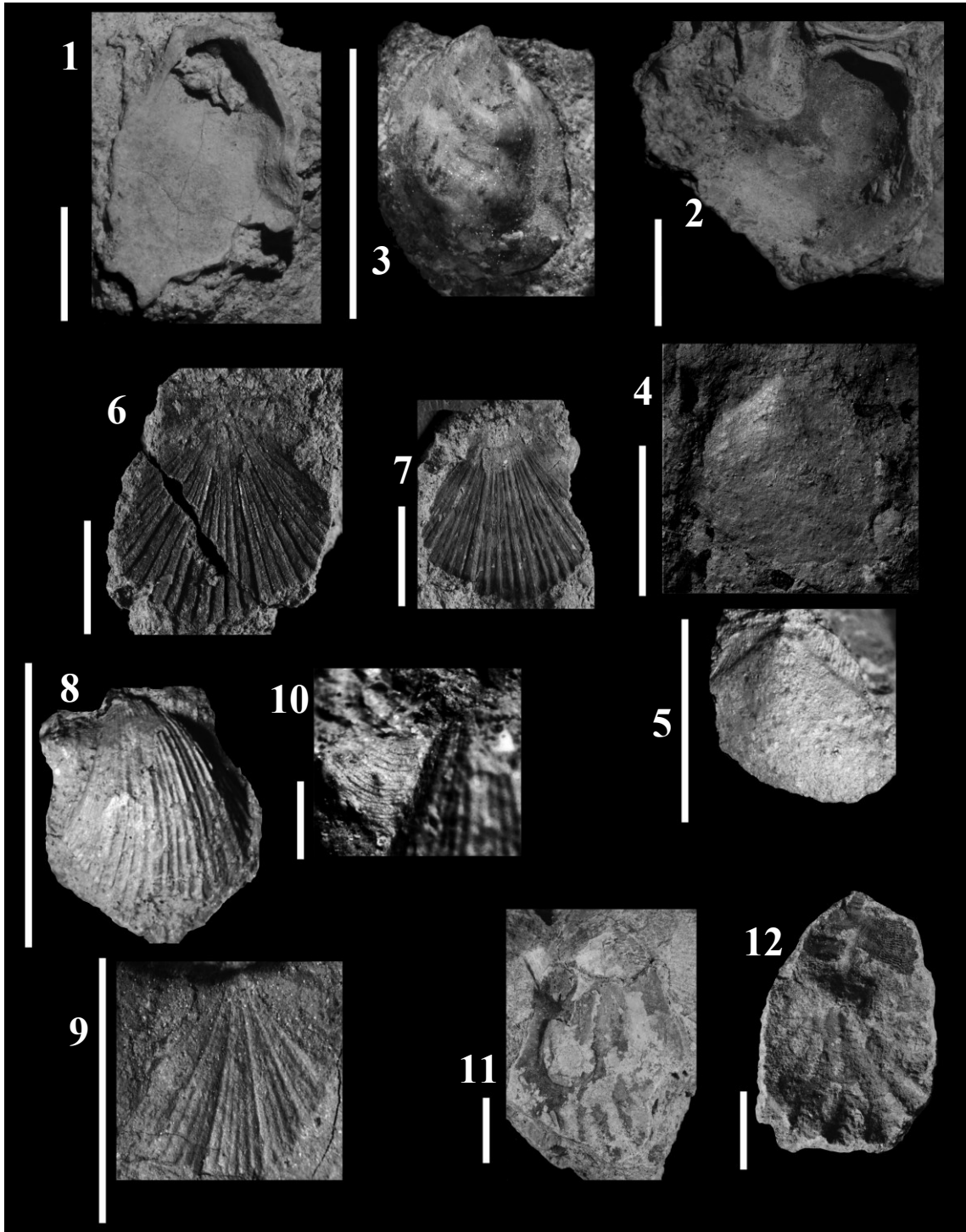
(Legendas, continuação)

Figuras 11-12. *Plicatula* sp.

11. 5315-I, molde interno mostrando a impressão do músculo adutor, localidade Porto do Itaqui, São Luís, coleção do Museu Nacional, texto p. 55; escala 1cm.

12. 5315-I, porção distal das costelas mostrando espaçamento, Porto do Itaqui, São Luís, coleção do Museu Nacional, texto p. 55; escala 1cm.

PRANCHA 3



PRANCHA 4

(Legendas)

Figura 1-7. *Acesta maranhensis* Klein & Ferreira

1. 3.10.139, valva esquerda de espécime juvenil, localidade Falésia do Sismito, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 57; escala 1cm.
2. 227-Bi a, fragmento de valva direita com detalhe da aurícula, Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 57; escala 1cm.
3. 227-Bi b, valva esquerda com serpulídeos na região dorsal da valva, Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 57; escala 1cm.
4. 227-Bi c, valva esquerda fragmentada com as esculturas da região anterior, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, Falésia Ponta Leste, Alcântara, texto p. 57; escala 1cm.
5. 5316-I, valva esquerda, localidade Porto do Itaqui, São Luís, holótipo da coleção do Museu Nacional, texto p. 57; escala 1cm.
6. 5332-I, valva esquerda, localidade Porto do Itaqui, São Luís, parátipo da coleção do Museu Nacional, texto p. 57; escala 1cm.
7. 5332-I d, fragmento de valva direita, localidade Porto do Itaqui, São Luís, parátipo da coleção do Museu Nacional, texto p. 57; escala 1cm.

Figura 8-11. *Scabrotrigonia scabra* (Lamarck)

8. 3.10.140, valva direita, localidade Falésia do Sismito, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 58; escala 1cm.
9. 480-Bi, valva esquerda, localidade Falésia do Sismito, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – URFJ, texto p. 58; escala 1cm.
10. 5318-I e, valva direita, localidade Porto do Itaqui, São Luís, coleção do Museu Nacional, texto, p. 58; escala 1cm.
11. 155-Bi c, impressão de valva esquerda, localidade Ilha de Guarapirá, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – URFJ, texto p. 58; escala 1cm.

PRANCHA 4

(Legendas, continuação)

Figuras 12-15. *Crassatella* sp.

12. 438-Bi, valva direita, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – URFJ, texto p. 59; escala 1mm.

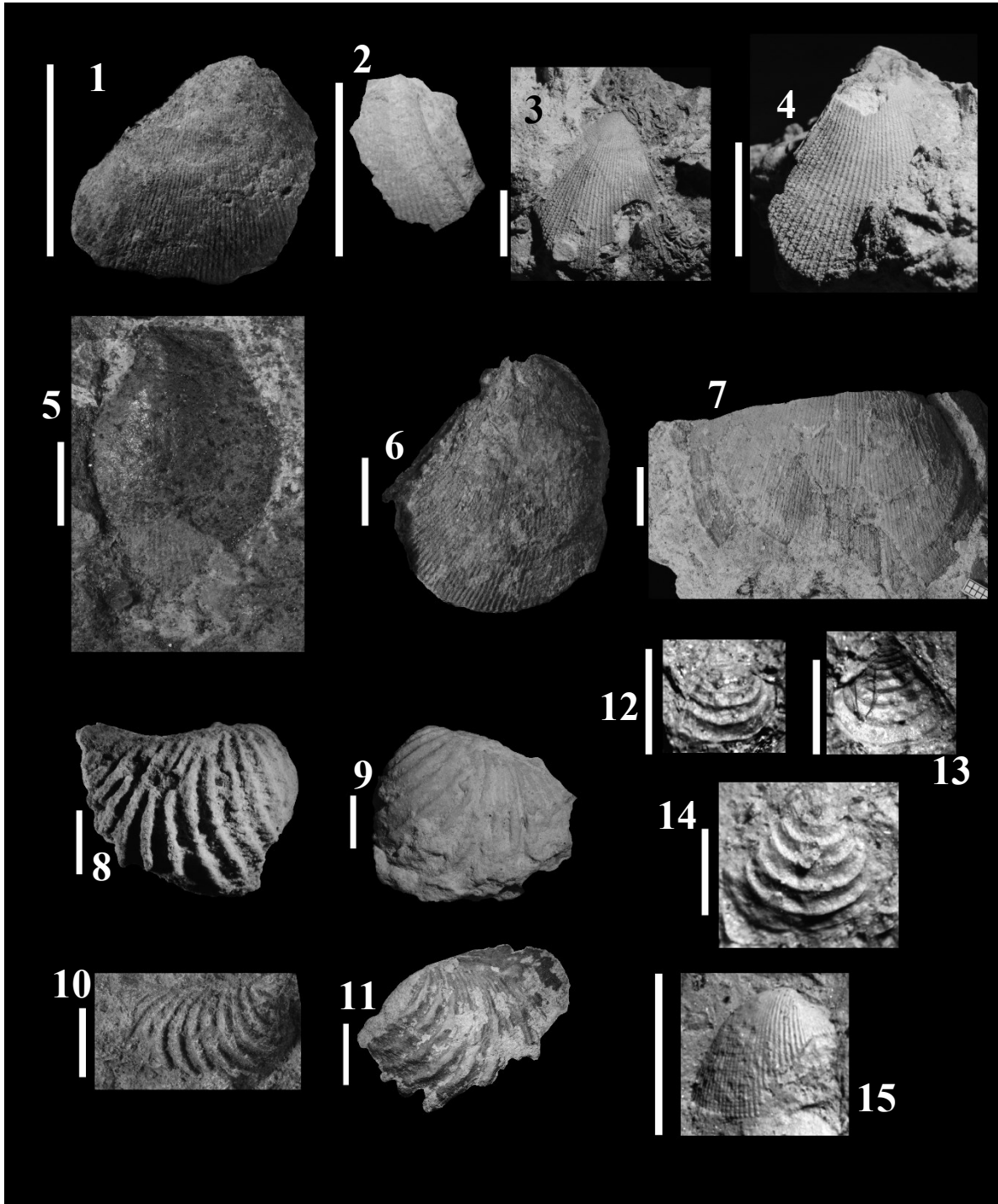
13. 437-Bi, valva esquerda, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – URFJ, texto p. 59; escala 1mm.

14. 440-Bi b, valva direita, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – URFJ, texto p. 59; escala 1mm.

Figuras 16. *Protocardia (Brevicardium)* sp.

16. 466-Bi, valva esquerda, localidade Ponta do Farol, coleção do Instituto de Geociências – URFJ, texto p. 60; escala 1cm.

PRANCHA 4



PRANCHA 5

(Legendas)

Figura 1. *Cardium* sp.

1. 401-Bi, impressão de valva direita, localidade Falésia do Sismito, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 61; escala 1cm.

Figura 2. *Acanthocardia* sp.

2. 3.10.142, valva direita, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção da UFMA, texto p. 62; escala 1cm.

Figura 3. *Trachycardium* sp.

3. 410-Bi a, vista direita de concha bivalve, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 63; escala 1cm.

Figuras 4-5. *Venilicardia* sp.

4. 428-Bi, vista lateral de valva direita, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 64; escala 1cm.

5. Vista posterior do exemplar 428-Bi, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 64; escala 1cm.

Figura 6. *Mulinoides* sp.

6. 442-Bi, valva direita, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 65; escala 1cm.

Figura 7. *Aphrodina* (*Aphrodina*) sp.

7. 435-Bi, valva direita, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 66; escala 1cm.

Figura 8. *Corbula* spp.

8. 433-Bi, valva esquerda, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 68; escala 1cm.

Figura 9. *Cuspidaria* sp.

9. 471-Bi, valva direita, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 69; escala 1cm.

Figura 10-11. *Panopea* sp.

10. 485-Bi, vista da valva esquerda de concha bivalve, Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 70; escala 1cm.

11. Vista dorsal de 485-Bi, localidade Falésia Ponta Leste, Alcântara, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 70; escala 1cm.

PRANCHA 5

(Legendas, continuação)

Figura 12. *Mytolooides* sp.

12. 455-Bi, valva direita, localidade Ponta do Farol, São Luís, coleção do Instituto de Geociências – UFRJ, texto p. 42; escala 1cm.

PRANCHA 5

