



**As Famílias Veneridae, Trochidae, Akeridae e Acteonidae (Mollusca), na Formação Romualdo: Aspectos Paleocológicos e Paleobiogeográficos no Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, NE do Brasil**

The Families Veneridae, Trochidae, Akeridae and Acteonidae (Mollusca), in the Romualdo Formation: Paleocological and Paleobiogeographic Aspects in the Lower Cretaceous of the Araripe Basin, NE of Brazil

Priscilla Albuquerque Pereira<sup>1</sup>; Rita de Cassia Tardin Cassab<sup>2</sup> & Alcina Magnólia Franca Barreto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Geologia, Laboratório de Paleontologia, Av. Hélio Acadêmico Ramos, s/n, Cidade Universitária, 50740-533, Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, Avenida Athos da Silveira Ramos, 274, 21910-900, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, s/n, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil  
E-mail: palbuquerquep@hotmail.com; rcassab@gmail.com; alcinabarreto@gmail.com

Recebido em: 18/07/2018      Aprovado em: 21/09/2018

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2018\\_3\\_137\\_152](http://dx.doi.org/10.11137/2018_3_137_152)

## Resumo

Moluscos fósseis na Bacia Sedimentar do Araripe são relatados desde a década de 1960, com bivalvíos presentes nas formações Crato, Romualdo e gastrópodos, restritos a Formação Romualdo. A identificação e descrição desses moluscos tem auxiliado na reconstituição paleoambiental da Formação Romualdo (Aptiano-Albiano) e na interpretação da rota de incursão marinha que aponta para influência do mar de Tétis na bacia. Este trabalho, descreve e ilustra fósseis coletados nas localidades de Zé Gomes, Cedro/Tabuleiro e Santo Antônio município de Exu, Pernambuco, pontuando a paleoecologia e a distribuição paleogeográfica dos gêneros, além de observar as afinidades faunísticas entre as formações Romualdo e Riachuelo. Essa análise resultou na identificação de bivalvíos da Família Veneridae - *Eocallista* sp. e *Eocallista* sp. 2. e, gastrópodos, das famílias Trochidae - *Calliostoma* sp., Akeridae - *Akera* sp. e, Acteonidae - *Acteon* sp.. A distribuição paleogeográfica dos gêneros demonstrou congruência com o corredor tetiano, estando os espécimes dentro dos limites de influência do Mar de Tétis, reafirmando a presença deste mar na Bacia do Araripe. A paleoecologia demonstrou afinidade com os ambientes já identificados para a Formação Romualdo, no qual as associações se encontram dentro de um ambiente lagunar a marinho restrito. A presença desses gêneros amplia a afinidade faunística entre as bacias do Araripe (Formação Romualdo) e Sergipe (Formação Riachuelo), demonstrando que provavelmente devido às características eustáticas apresentadas no Albiano, existia uma ligação entre essas bacias, permitindo não só o intercâmbio de elementos tetianos, mas também de espécies relacionadas ao Atlântico Sul já dominante na Bacia de Sergipe.

**Palavras-chave:** Bacia de Sergipe; Mar de Tétis; Atlântico Sul

## Abstract

Fossil mollusks in the Araripe Sedimentary Basin have been reported since the 1960s, with bivalves present in the Crato and Romualdo formations and gastropods restricted to the latter. The identification and description of those mollusks have assisted in the paleoenvironmental reconstruction of the Romualdo Formation (Aptian-Albian) and in the interpretation of the marine incursion route that indicates the influence of the Tethy Sea on the basin. This paper describes and illustrates fossils collected in the locations of Zé Gomes, Cedro-Tabuleiro and Santo Antônio, municipality of Exu, Pernambuco, highlighting the paleoecology and geographic distribution of the genera, as well as observing the faunal affinities between the Romualdo and Riachuelo formations. This analysis resulted in the identification of bivalves of the Veneridae family - *Eocallista* sp. and *Eocallista* sp. 2., and gastropods of the Trochidae - *Calliostoma* sp., Akeridae - *Akera* sp. and Acteonidae - *Acteon* sp. families. The paleogeographic distribution of the genera demonstrated congruence with the Tethyan corridor, the specimens being within the limits of the Tethys Sea, confirming the presence of this sea in the Araripe Basin. The paleoecological association of the fauna has demonstrated affinity with a restricted marine lagoon environment already identified for the Romualdo formation. The presence of these genera of mollusks extends the faunal affinity between the Araripe (Romualdo Formation) and Sergipe (Riachuelo Formation) basins, demonstrating that probably due to the eustatic characteristics present in the Albian, there was a connection between those basins, allowing for the interchange not only of Tethyan elements, but also of species related to the South Atlantic already dominant in the Sergipe Basin.

**Keywords:** Sergipe Basin; Tethys Sea; South Atlantic

## 1 Introdução

Gastrópodos e bivalvíos do Grupo Santana são relatados desde a década de 1960 (Beurlen, 1962a, b, 1963, 1966; Albuquerque, 1963; Anjos, 1963; Costa, 1963; Leite, 1963) com registro de bivalvíos nas formações Crato, Romualdo e gastrópodos restritos a Formação Romualdo. Apenas duas espécies de gastrópodos foram descritas formalmente para a bacia, *Craginia araripensis* Beurlen, 1964 e *Gymnentome romualdoi* Beurlen, 1964, reclassificadas em *Paraglauconia (Diglauconia) araripensis* (Beurlen, 1964) e *Gymnentome (Gymnentome) romualdoi* (Beurlen, 1964), respectivamente. Muitas famílias de moluscos continuaram sendo citadas na Formação Romualdo, muitas vezes com dúvidas (Cavalcanti & Viana, 1990; Sales & Leal, 1996; Sales *et al.*, 1999; Bruno & Hessel, 2006), mas foi com Prado *et al.* (2015) e Pereira *et al.* (2015; 2016) que se iniciou a identificação formal desse táxon, uma vez que, as espécies foram descritas, ilustradas e inseridas em uma coleção científica.

Os taxa identificados apontaram para gastrópodos das famílias Cerithiidae, Cassiopidae e Naticidae e bivalvíos das famílias Bakevelliidae, Mytilidae e Corbulidae. Estes dados integrados as análises tafonômicas das assembleias, permitiram determinar relações paleoecológicas e paleogeográficas, alçando discussões sobre o paleoambiente que corroboraram com a influência de incursões marinhas durante o Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe. A distribuição de paleoinvertebrados sugere a existência de paleoambientes lagunares, estuarinos e marinhos na Formação Romualdo, sendo essa influência marinha caracterizada por gastrópodos (Cassiopidae e *Tylostoma*) e equinoides irregulares (*Pygurus (Echinopygus) tinocoi* e *Bothryopneustes araripensis*) que apontam para uma dispersão possivelmente Tetiana (Pereira *et al.*, 2017).

Este trabalho objetiva a identificação de gêneros de moluscos bivalvíos e gastrópodos da Formação Romualdo de origens não tetianas discutindo suas afinidades paleobiogeográficas e paleoecológicas, pontuando possíveis bioeventos ocorridos entre as bacias do Araripe e Sergipe no Aptiano-Albiano, período que retrata a fase inicial da abertura do Oceano Atlântico Sul.

## 2 Área de Estudo

A área de estudo situa-se na porção oeste da Bacia do Araripe, estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil. As coletas de fósseis foram realizadas na Formação Romualdo (sensu Neumann & Cabrera, 1999; Assine *et al.*, 2014), nas localidades de Zé Gomes, Santo Antônio e Cedro/Tabuleiro, no município de Exu, PE (Figura 1).

Ponte & Appi (1990) e Assine (2007) subdividiram a Bacia Sedimentar do Araripe em três tectono-sequências: pré-rifte e rifte, pós-rifte I e pós-rifte II, incluindo o Grupo Santana na sequência pós-rifte. Neumann & Cabrera (1999) e Assine *et al.* (2014) elevaram a categoria da Formação Santana para Grupo Santana (Aptiano-Albiano), composto pelas formações Crato, Ipubi e Romualdo.

A Formação Romualdo é caracterizada por calcarenitos estratificados na base, gradando para argilitos e folhelhos, contendo concreções calcárias com peixes e outros vertebrados. Para o topo da unidade, o empilhamento é transgressivo (Assine, 2007), com a porção superior da formação, acima do nível das concreções, apresentando calcarenitos coquinoídeos, com geralmente entre 0,5 – 3,0 metros de espessura. Algumas dessas concentrações apresentam equinoides, além de moluscos, caracterizando a influência marinha na bacia (Beurlen, 1963; Silva, 1988; Sales & Simões, 2000; Prado *et al.* 2014; 2015; Pereira *et al.* 2015; 2016; 2017), que também é embasada na presença de microfósseis como ostracodes (Mabesoone & Tinoco, 1973), dinoflagelados (*Subtilisphaera*, Arai, 2009; 2014) e foraminíferos bentônicos e planctônicos (Araripe, 2017) (Figura 2).

Na localidade de Zé Gomes, os invertebrados são vistos em uma camada superior de arenito calcífero com 40 cm de espessura, aflorante na superfície, com fósseis milimétricos a centimétricos, preservados por calcitização (Figura 3). A assembleia é composta por bivalvíos (*Brachidontes* sp., *Eocallista* sp., *Eocallista* sp. 2. e corbulídeos) e gastrópodos (raros cassiopídeos, *Tylostoma* sp. e outros não identificados).

Na localidade de Cedro/Tabuleiro, a Fm. Romualdo também aflora na superfície, dos quais os fósseis estão presentes na camada superior de are-

As Famílias Veneridae, Trochidae, Akeridae e Acteonidae (Mollusca), na Formação Romualdo: Aspectos Paleocológicos e Paleobiogeográficos no Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, NE do Brasil  
Priscilla Albuquerque Pereira; Rita de Cassia Tardin Cassab & Alcina Magnólia Franca Barreto

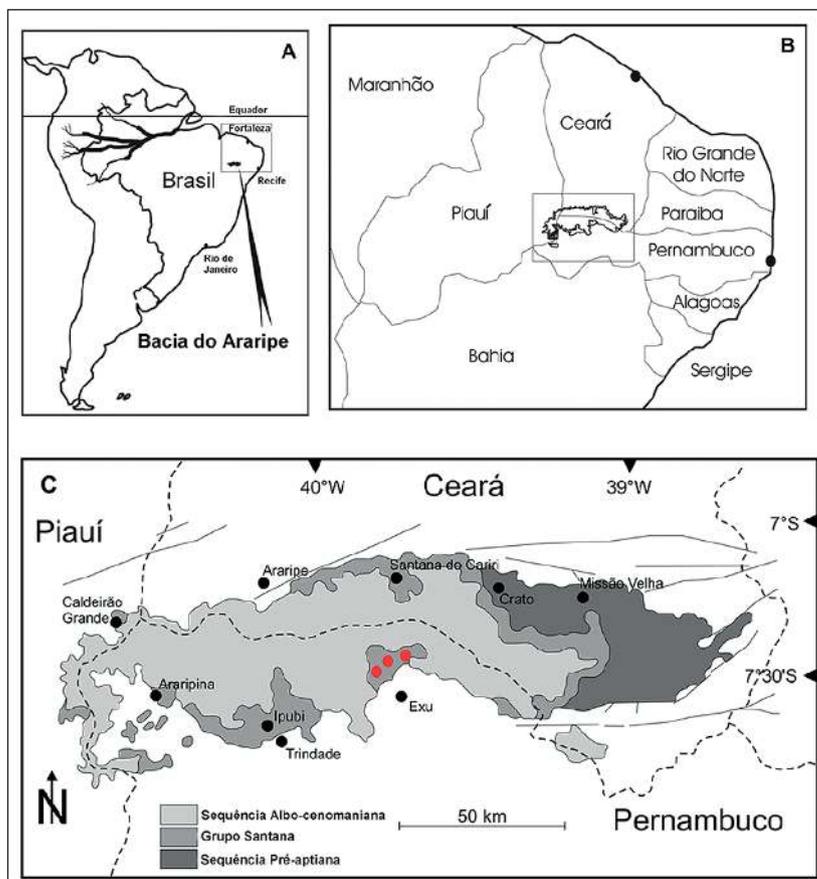


Figura 1 A. Localização da Bacia do Araripe; B. chapada do Araripe no Brasil, presente nos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí; C. localidades onde foram coletados os fósseis, destacadas em vermelho (modificado de Neumann & Cabrera, 1999).

nito calcífero com espessura média de 50 cm e está em contato inferior e lateral com rochas graníticas do embasamento pré-cambriano da bacia (Figura 3). Esse nível estratigráfico está relacionado à borda da bacia e próximo a uma zona de falha, sujeita a percolação de soluções ricas em sílica, que provavelmente influenciou o processo de fossilização dos invertebrados, com a substituição das conchas de composição carbonática por sílica. Nesta camada são encontrados muitos bivalvíos (*Eocallista* sp. e *Eocallista* sp. 2.) e gastrópodos (raros *Tylostoma* e outros não identificados).

Na localidade Santo Antônio, as camadas que apresentam fósseis correspondem a intercalações de camadas de 20 cm de arenito calcífero a finas camadas de folhelho (Figura 3). O conteúdo fóssilífero apresenta estratos com concentração de gastrópodos (*Cerithium* sp., e pequenos cassiopídeos) e poucos bivalvíos intercalados com estratos compostos basicamente *Brachidontes araripensis* e corbulídeos.

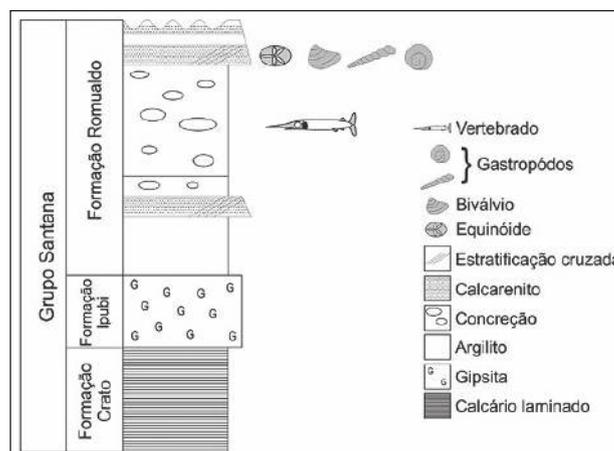


Figura 2 Modelo esquemático do Grupo Santana, Bacia do Araripe, e a localização de deposição dos invertebrados na sequência estratigráfica.

## Material e Métodos

O material analisado no estudo está depositado na Coleção Paleontológica do Departamento de Geologia, do Centro de Tecnologia e Geociências,

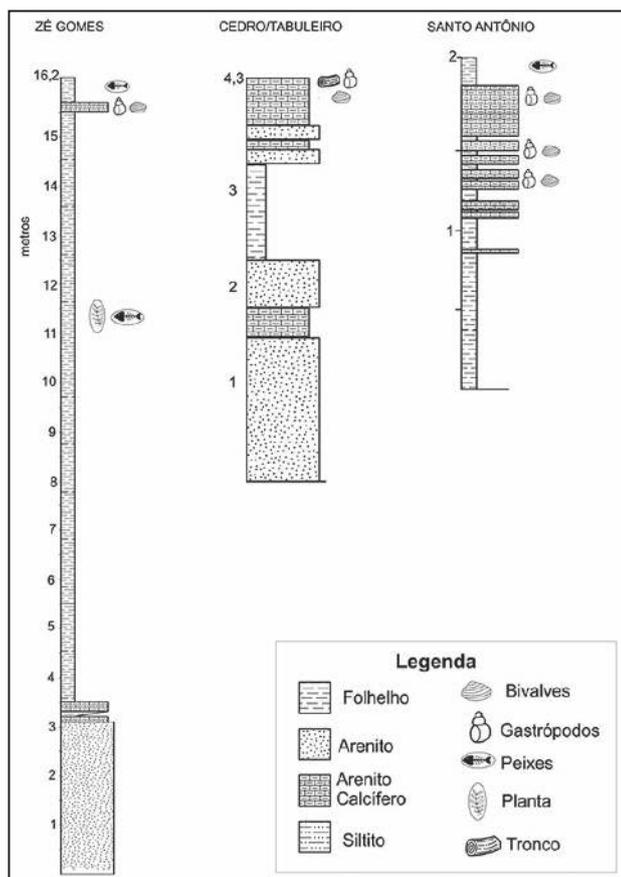


Figura 3 Perfis dos afloramentos fossilíferos dos Sítios Zé Gomes, Cedro/Tabuleiro e Santo Antônio com a identificação das camadas de arenito calcífero e o conteúdo fossilífero.

da Universidade Federal de Pernambuco (DGEO-CTG-UFPE), em Recife, Pernambuco.

Os exemplares passaram por processos de preparação física (utensílios odontológicos e pincel, em visualização por estereoscópio) e química (solução de ácido acético a 10% por 6 horas); posteriormente foram observados em estereoscópio, o que facilitou a visualização dos caracteres morfológicos. Por fim, os espécimes foram mensurados, fotografados e identificados.

Para a identificação foram adotadas e adaptadas as terminologias descritivas e morfométricas apresentadas em Cox (1964) e Preston & Roberts (2006), para o gênero *Calliostoma*. Para os bivalvíos foram adotadas as terminologias descritivas e morfométricas apresentadas em Cox *et al.* (1969) e Gardner (2010) (Figura 4).

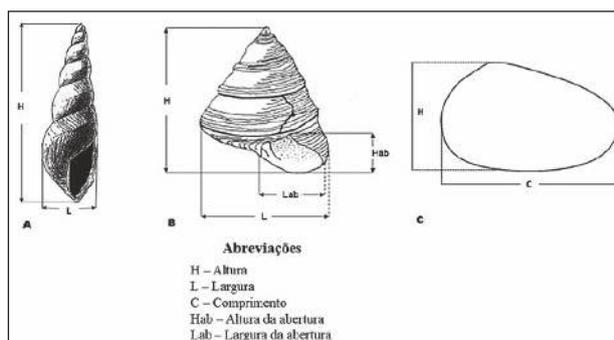


Figura 4 Esquema de medidas para os gastrópodos: A. Medidas para gastrópodos em geral (Cox *et al.*, 1964; B. Medidas utilizadas para *Calliostoma* (Preston & Roberts, 2006); C medidas para bivalvíos em geral (Cox *et al.*, 1969).

Os espécimes foram identificados a nível de gênero, uma vez que, considerando o rigor taxonômico, não apresentam preservação de elementos morfológicos suficientes para definição de espécie. Para o levantamento de dados de paleoecologia, foram adotadas informações gerais do gênero Casey (1955); Shol (1964); Góes *et al.* (1990); Preston *et al.*, (1996); Kiel (2001); Rossetti & Góes (2004). Para a distribuição paleogeográfica dos gêneros Casey (1955); Shol (1964); Góes *et al.* (1990); Preston *et al.* (1996); Kiel (2001); Rossetti & Góes (2004); Feldmann & Schweitzer (2006); Távora *et al.* (2010) e Andrade & Felix (2012).

## 4 Resultados

### 4.1 Taxonomia

Classe BIVALVIA Linné, 1758

Ordem VENEROIDA Adams & Adams, 1858

Superfamília VENEROIDEA Rafinesque, 1815

Family VENERIDAE Rafinesque, 1815

Gênero *Eocallista* Douvillé, 1921

Espécie-tipo: *Venus brongniarti* Romer, 1836

*Eocallista* sp.

(Figuras 5 A-C)

Material: DGEO-CTG-UFPE n° 8583; 8584; 8585; 8586; 8598;8597; 8600 depositados na Coleção Paleontológica do Departamento de Geologia - UFPE (DGEO-CTG-UFPE).

Ocorrência: Sítios Cedro/Tabuleiro e Zé Gomes, município de Exu, Pernambuco; município do Crato, Ceará.

Descrição: valva Direita. altura (H) 5,41 mm comprimento (C) 6,07 mm. Concha subcircular a subtrapezoidal, inequilateral, umbo prosógiro. Charneira veneróide inicial (*Early veneroid grade hinge*). Presença de dentes cardinais, 3a, 1 e 3b. Dente 1 ligeiramente prosóclino com extremidade pósterodorsal posicionado a baixo do umbo. 3a curto e simples, 3b estreito e opistoconal. Margem posterior reta, finalizando em flanco arredondado, margem anterior curta, levemente arredondada. Margem ventral ausente, mas projeção da área ventral indica possível arredondamento da margem. Externamente, a 2/3 da valva, crista posterior separa o flanco da área posterior se estendendo do umbo ao ângulo pósterodorsal (longitudinal). Presença de linhas concêntricas próximo a margem ventral.

Discussão: as conchas são pequenas não ultrapassando 10 mm, muitas fragmentadas, algumas exibindo a morfologia externa com forma subcircular a subtrapezoidal e linhas de crescimento visíveis levemente marcadas próximo a margem ventral. O gênero foi definido a partir de identificação de caracteres diagnósticos para *Eocallista* que são forma da concha subcircular a subtrapezoidal em contorno, área posterior delimitado a partir do flanco por uma crista posterior variavelmente definida. Dente cardinal 3b estreito, simples ou fracamente bifido, 2a distinto de AII. Cardinal 2b solidamente subtrigonal, inteiro ou fracamente bifido. Dentes laterais anteriores e posteriores moderadamente curto. Extremidade pósterodorsal dos dentes 1 e 2a posicionado abaixo do umbo em conchas adultas. Tipo de charneira veneróide precoce em conchas adultas (Gardner, 2010). Os espécimes descritos apresentam forma subcircular a subtrapezoidal, baseado nas margens visíveis, e crista separando longitudinalmente o flanco posterior da área posterior da valva. Dente cardinal 1 ligeiramente prosóclino posicionando pósterodorsalmente abaixo do umbo, cardinal 3b estreito. Dentes laterais não foram preservados. Devido os caracteres dos espécimes analisados serem congruentes com aqueles diagnósticos para o gênero *Eocallista*, assim os identificamos, não sendo possível a deter-

minação de espécie. Não há registro formal desse gênero na Formação Romualdo, porém existem citações da presença da família na formação.

*Eocallista* sp.2.

(Figuras 5 D-E)

Material: DGEO-CTG-UFPE n° 8585; 8586; 8597; 8600 depositados na Coleção Paleontológica do Departamento de Geologia UFPE (DEGEO-CTG-UFPE).

Descrição: valva esquerda. Altura (H) 6,76 mm comprimento (C) 6,84 mm. Concha subcircular a subelíptica, inequilateral, umbo prosógiro. Charneira veneróide inicial (*Early veneroid grade hinge*). Presença de dentes cardinais, 4b, 2b e 2a. Dente 2b inteiro, curto, ortóclino, localizado abaixo do umbo. Cardinal 2a, trigonal e prosóclino, estando 2b ligado ao 2a nas extremidades pósterodorsais. Cardinal 4b estreito, curto, epistoconal. Dente anterior AII quebrado. Margem anterior curta, levemente arredondada, margem dorsal levemente elíptica, margem posterior arredondada. Margem ventral possivelmente arredondada. Cicatriz do músculo adutor anterior alongada.

Discussão: conchas pequenas, comprimento médio de 6,8 mm, com concha fechada e mesma morfologia externa indicando serem do mesmo gênero. Destes, apenas um exemplar apresenta valva desarticulada com exposição da charneira permitindo identificação a partir da denteição. A definição do gênero se baseou em caracteres diagnósticos para *Eocallista* descritos acima (*Eocallista* sp.), sendo destacado nessa discussão aqueles identificados nos espécimes descritos. Os mesmos apresentam forma da concha subcircular, dente cardinal 2a distinto de AII. Cardinal 2b subtrigonal. Cardinal 2a posicionado abaixo do umbo em conchas adultas. As diferenças entre o *E. (Eocallista)* e o *E. (Hemicorbicula)* está relacionada com uma concha mais arredondada, charneira mais estreita e uma conexão entre o dente 2a e 2b (Moore, 1969). Análises recentes no desenvolvimento ontogenético e evolução de diferentes famílias de bivalvíos, partindo da análise das charneiras lucinóide, isocyprinóide e veneróide demonstrou que charneira mais estreita está ligada ao posicionamento ontogenético da concha, como também a ligação dos dentes cardinais 2a e 2b na porção

pósterio-dorsal ao umbo caracteriza uma charneira veneróide inicial (Gardner, 2010), desta forma, não podendo ser caracterizado como diagnóstico para subgênero. Sendo assim, o espécime foi identificado apenas como gênero *Eocallista*, não atribuindo a subgêneros ou epíteto específico.

Classe GASTROPODA Cuvier, 1795

Ordem VETIGASTROPODA Salvini-Plawen, 1989

Família TROCHIDAE Rafinesque, 1815

Subfamília CALLIOSTOMATINAE Thiele, 1924

Gênero *Calliostoma* Swainson, 1840

Espécie-tipo: *Trochus conulus* Linné, 1758

*Calliostoma* sp.

(Figuras 6 A)

Material: DGEO-CTG-UFPE n° 7565; 8590 depositados na Coleção Paleontológica do Departamento de Geologia - UFPE (DGEO-CTG-UFPE).

Ocorrência: Sítios Zé gomes e Santo Antônio, município de Exu, Pernambuco.

Descrição: Altura (H) 4,43 mm, largura (L) 4,03 mm, altura da abertura (Hab) 2,5 mm Largura da abertura (Lab) 2,29 mm. Concha pequena, cônica, turbiniforme, cinco voltas. Espira alta, arredondada, flanco côncavo, suturas bem marcadas. Ornamentação com cordões finos, formados por pequenos pontos em toda a volta. Esses pontos aumentam quanto mais próximo da última volta e em certo momento, criam a impressão de formarem linhas transversais, melhores observáveis na última volta. Base plana.

Discussão: Foram coletados cerca de quinze espécimes dos quais dois demonstram preservação parcial da ornamentação. Não houve preservação de abertura sendo possível apenas identificar uma estrutura quadrangular. Apesar de poucos exemplares e a ausência de detalhes na ornamentação, os espécimes apresentam características básicas que definem

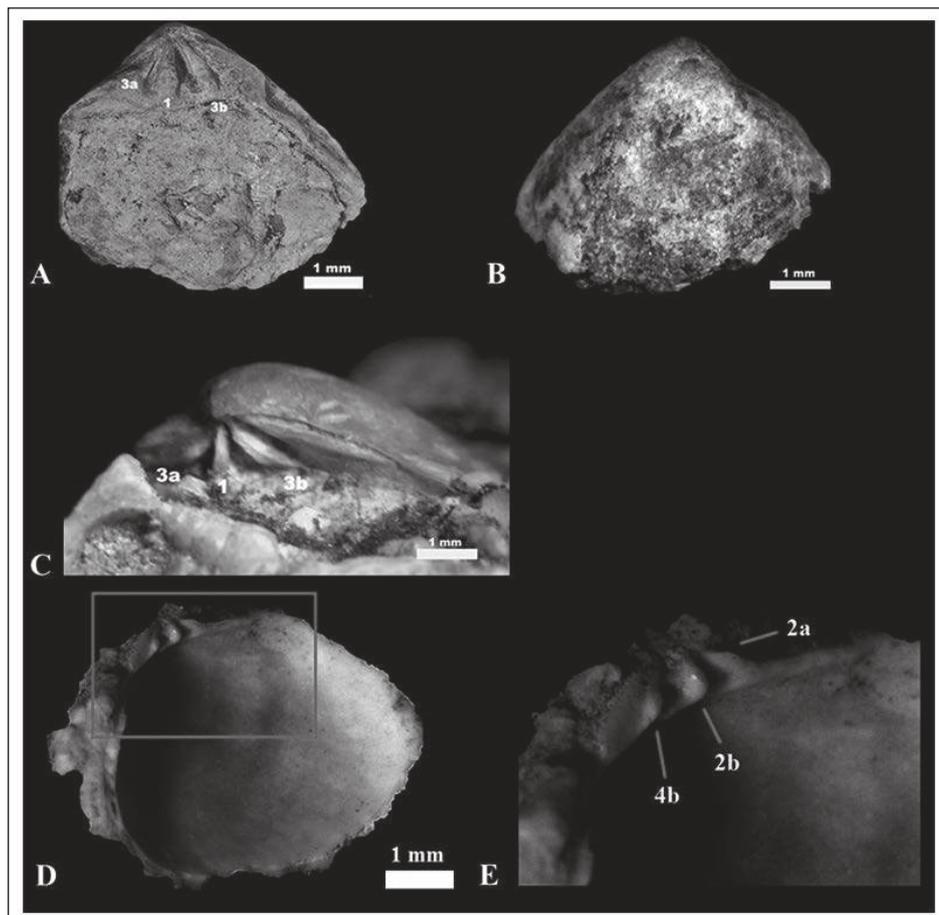


Figura 5 A – C. (8583) *Eocallista* sp. A – B. Valva direita, vista interna com detalhe para os dentes cardinais 3a, 1 e 3b. B. Valva direita vista externa. C. (8598) Valva direita, vista interna com destaque para os dentes cardinais 3a, 1 e 3b. D – E (8597) *Eocallista* sp. 2. Valva esquerda, vista interna. Detalhe nos dentes cardinais 4b, 2b e 2a. Valva arredondada e dentes menores em relação a *Eocallista* sp. escala de 1 mm.

o gênero. Na identificação original como *Trochus* (*Calliostoma*) Swainson, 1840, o gênero é definido como concha imperfurada, espira elevada, abertura mais larga do que alta, transversalmente ovalada. Em revisão sistemática o gênero é descrito como uma concha espessa de espira reta mas podem ser arredondadas, base variando de plana a convexa, umbilicada ou imperfurada, ornamentada por cordões com grânulos espirais, abertura subquadrada e uma columela arqueada (Hickman & McLean, 1990). O espécime coletado apresenta a espira elevada e arredondada, a ornamentação congruente com as descrições acima e apesar de não apresentar abertura é possível observar proporções de largura e altura que indicam forma quadrangular. foram identificadas cinco espécies fósseis no Brasil *Calliostoma cirrus* White, 1887, *Calliostoma resectum* White, 1887, *Calliostoma pirabicum* Maury, 1925, *Calliostoma* (*Eutrochus*) *decampose* Maury, 1924 e *Calliostoma* (*Eutrochus*) *derbyi* Maury, 1924, todas para a Formação Pirabas, Neo-oligoceno – Eomioceno da Bacia do Parnaíba (Maury, 1924; Magalhães & Mezzalira, 1956; Simone & Mezzalira, 1994; Távora *et al.*, 2010). *Calliostoma* também ocorre no Barremiano da Venezuela, Formação Barranquin, membro Taguaruano. Todas as espécies citadas apresentam em torno de seis a sete voltas e comprimento entre 20-25 mm. A espécie da Formação Romualdo não ultrapassa 5 mm e cinco a seis voltas, o que está de acordo com a ocorrência de tamanho para o gênero e provável relação com ontogenia e/ou estresse ambiental, além do espécime adulto apresentar de seis a sete voltas.

Subclasse HETEROBRANCHIA Burmeister, 1837

Superfamília ACTEONOIDEA d'Orbigny, 1843

Família ACTEONIDAE d'Orbigny, 1843

Gênero *Acteon* Montfort, 1810

Espécie-tipo: *Acteon tornatilis* (Linnaeus, 1758)

*Acteon* sp.

(Figura 6 B)

Material: DGEO-CTG-UFPE nº 8592; 8594 depositados na Coleção Paleontológica do Departamento de Geologia - UFPE (DGEO-CTG-UFPE).

Ocorrência: Sítio Zé Gomes, município de Exu, Pernambuco.

Descrição: Altura (H) 2,53 mm largura (L) 1,61 mm, concha pequena convoluta, oval, cilíndrica, seis voltas. Espira moderadamente alta, flancos levemente convexos, suturas bem marcadas. Volta corporal cerca de 2/3 da concha. Abertura alongada, com borda anterior externa, ampla e semicircular, estreitando até a borda posterior, que é holostomada.

Discussão: as conchas são pequenas, poucas apresentam abertura preservada. O gênero é caracterizado pela concha convoluta, oval a cilíndrica, geralmente estriada transversalmente. A espira é geralmente alta e obtusa. A abertura é alongada, muitas vezes estreitada em sua parte posterior, alargada e um pouco expandida em sua base. Mostra uma ou mais dobras sobre a columela. O lábio externo é fino (Thompson, 1988). Os espécimes coletados apresentam concha convoluta e oval, espira alta e abertura alongada, estreita na porção posterior e expandida na porção anterior. Esses caracteres são congruentes com o diagnóstico para o gênero. *Acteon lucianoi* (Maury, 1930) e *Acteon pompeii* (Maury, 1930) foram identificados na Formação Estiva (Cretáceo Final), Bacia da Paraíba. Estas espécies são maiores e apresentam uma volta a mais que a da Formação Romualdo. Não há registros anterior do gênero na Formação Romualdo.

Superfamília AKEROIDEA Mazzarelli, 1891

Família AKERIDAE Mazzarelli, 1891

Gênero *Akera* O. F. Müller, 1776

Espécie-tipo: *Akera bullata* O. F. Müller, 1776

*Akera* sp.

(Figura 6 C)

Material: DGEO-CTG-UFPE nº 8599; 8601 depositados na Coleção Paleontológica do Departamento de Geologia - UFPE (DGEO-CTG-UFPE).

Ocorrência: Sítio Cedro/Tabuleiro, município de Exu, Pernambuco.

Descrição: Altura (H) 15 mm e largura (L) 12 mm. Concha globosa, três voltas truncadas, as duas voltas iniciais baixas e a última correspondendo a quase toda a concha. Sutura marcada e profunda. Última volta expandida, abertura grande, oval, aparentemente a porção posterior é mais fechada que a anterior. Lábio interno demonstra espessamento.

Discussão: os espécimes se apresentam silicificados nos quais três apresentam caracteres passíveis de identificação. A abertura não está completa, mas é possível verificar porção do lábio interno e estreitamento da porção superior. Apesar da ausência de abertura o contorno do lábio posterior é profundo e a base da abertura posterior estreita, indicando que provavelmente a abertura não seria tão ampla. *Akera browni* White, 1887 foi identificada no Albiano da Bacia de Sergipe, Formação Riachuelo descrita como concha grande comprimento 29 mm e largura 25 mm, última volta expandida, com abertura grande, oval, larga na porção anterior e estreita na porção posterior. O espécime da Formação Romualdo apresenta medidas e descrição similares a *Akera browni*, com exceção das voltas que na espécie de Sergipe, são muito baixas, quase involutas, lembrando o gênero *Bulla* Linnaeus, 1758. *Acera thevestensis* Coquand, 1862 do Turoniano da Tunísia, com voltas baixas, não involutas, abertura larga anteriormente e estreita na porção posterior (Pervinquière, 1912), aproxima-se do espécime descrito para Formação

Romualdo, por apresentar abertura menos expandida que a descrita para Sergipe.

### 5 Paleogeografia, Paleoecologia e Afinidades Faunísticas entre a Formação Romualdo (Aptiano-Albiano) e Formação Riachuelo (Albiano) da Bacia de Sergipe

O Mesozoico foi marcado por importantes modificações na paleogeografia global, relacionadas à fragmentação do supercontinente Pangea. Uma delas foi o desenvolvimento do rifteamento que levou à formação do Oceano Atlântico Sul (Azevedo, 2004). Reconstruções paleobiogeográficas do Cretáceo (Dias-Brito, 1987; Conceição *et al.*, 1988; Dias, 2005) mostram que o Atlântico Sul abriu-se em forma de leque, de sul para norte, e que provavelmente uma estreita abertura ao norte propiciou de forma intermitente, a introdução da fauna do Reino Tetiano em águas do Atlântico Sul. Feijó (1998) apresentou evidências de que a ruptura final do Gondwana e a livre circulação das águas do Oceano Atlântico ocorreram no Neoptiano.

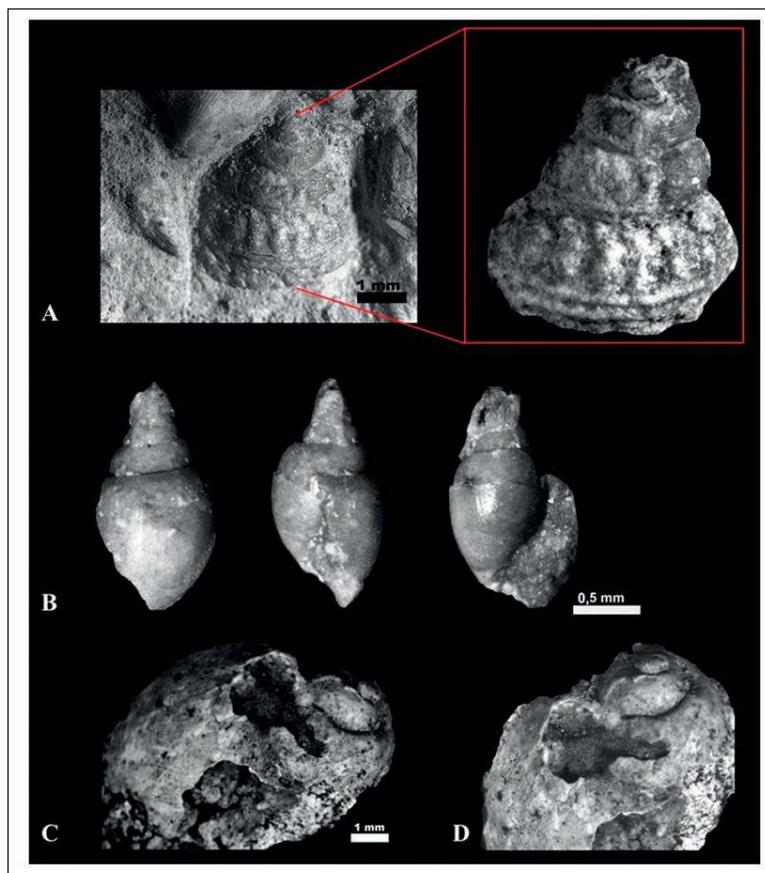


Figura 6 A. (7565) *Calliostoma* sp.;  
B. (8594) *Acteon* sp. da esquerda para a direita: vista dorsal, vista lateral (lábio externo) e vista da abertura;  
C-D (8599) *Akera* sp. Vista dorsal.  
Destaque para a individualização das voltas e sutura.

Já o Albiano foi marcado pela mais extensa flutuação eustática do Eocretáceo e pelo maior pico de aquecimento climático que restringiu a circulação do fundo oceânico, o que contribuiu para que os invertebrados bentônicos, os foraminíferos planctônicos e os amonóides fossem os grupos de maiores irradiações e diversificações marinhas (Kaufman, 1979).

Nesse contexto, a presença de inúmeras espécies de moluscos e a diversificação da família Cassiopidae na Bacia do Araripe, com destaque na parte oeste da bacia, retratam os acontecimentos globais ocorridos no Cretáceo, principalmente a irrefutável presença tetiana. Desta forma, a ampliação de discussões e novas interpretações em relação à rota de incursão marinha e afinidades faunísticas para a Formação Romualdo se faz necessário.

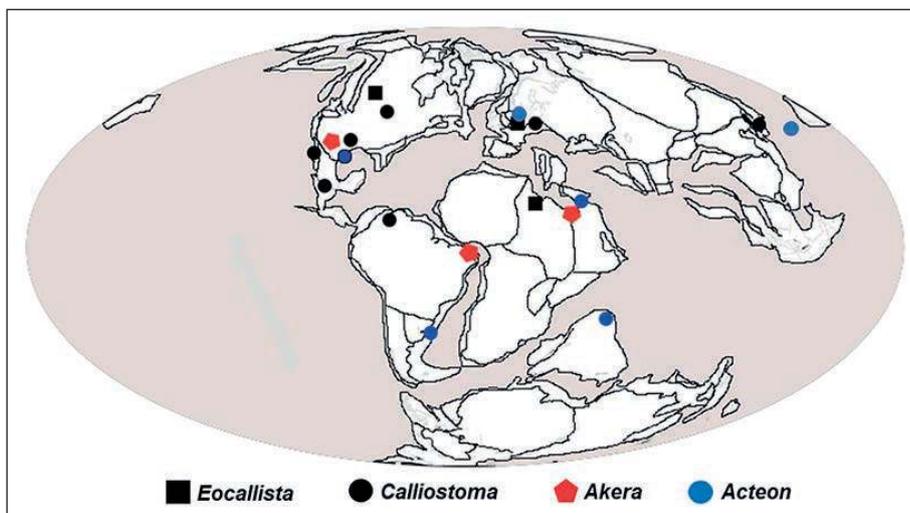
### 5.1 Distribuição Paleogeográfica e Paleoecologia dos Moluscos da Formação Romualdo

As grandes alterações físicas que aconteceram nos continentes através de fragmentação e deriva, proporcionando a formação de novos oceanos no Mesozoico, impulsionaram a diversificação de diversos táxons, principalmente marinhos, a partir de processos vicariantes. Somados as variações eustáticas e aquecimento dos oceanos permitiram padrões de distribuição anfitropical entre o Jurássico e Cretáceo. As modificações dos padrões de correntes oceânicas permitiram expansões biogeográficas de

táxons tetianos e alcançaram a costa dos Estados Unidos e América do Sul pelo corredor Americano Central (Feldmann & Schweitzer, 2006). Durante o Cretáceo e Paleógeno o corredor tetiano teve importância significativa para a dispersão dos elementos marinhos tropicais de águas rasas. Este corredor distribuiu-se ininterruptamente desde o Golfo do México até a Australásia, via regiões caribenha, mediterrânea e indo-pacífica oeste (Távora *et al.*, 2010). Esses padrões se enquadram perfeitamente na paleogeografia dos moluscos identificados neste trabalho explicando sua ocorrência e distribuição (Figura 7).

O gênero *Eocallista* apresenta distribuição estratigráfica do Jurássico ao Cretáceo, alcançando no Jurássico Final o ápice de diversificação sendo encontrado na Colúmbia Britânica, Cuba, França, Japão, Quênia, México, Nova Zelândia, Portugal, Somália e Tunísia; no Cretáceo, com registro no Canadá, Alemanha e Líbano. É um gênero marinho, característico do Jurássico Final, da Província de Tétis, da Europa (Portlandiano) e do México (Kimmeridgiano). Já seu subgênero *Eocallista* sugere preferência por águas com salinidade menor que a normal, observado nos depósitos das camadas Sharp's Hill, de ambiente estuarino a salobro no Médio Purbeck do sul da Inglaterra. *Eocallista* ocorre associado a *Neomiodon* e *Modiolus* e quando associado com *Corbula* é bastante abundante (Casey, 1955). Na Bacia do Araripe, Formação Romualdo, *Eocallista* sp. compreende uma fauna milimétrica composta de bivalvíos corbulídeos, gastrópodos *Acteon* sp. e um morfótipo não identificado, com

Figura 7 Distribuição paleogeográfica nos continentes dos gêneros de moluscos deste trabalho no Período Cretáceo (Modificado de Fossilwork, 2017).



raros cassiopídeos e *Cerithium*, presentes na localidade de Zé Gomes. Além destes, foram registrados a presença de decápodos da Classe Brachyura.

O Gênero *Calliostoma* surgiu no Triássico com registro na Itália e Peru, alcançando a França no Jurássico, diversificando e irradiando no Cretáceo para Alemanha, Japão, Madagascar, México, Nova Zelândia, Estados Unidos, Venezuela e Brasil. Seu auge de irradiação ocorreu no Mioceno, sendo no Recente de ocorrência mundial. Esse gênero pode ser encontrado em zona de intermaré a partir de 300 m e zona intertidal inferior. O *Calliostoma* atual é encontrado em áreas onde os caranguejos das espécies *Carcinus maenas* e *Cancer paguros* são comuns, sendo alimento e abrigo para esses decápodos (Preston *et al.*, 1996). O gênero é bastante comum na Formação Pirabas (Mioceno inicial) no qual apresenta padrão de deposição progradacional, com superposição de fácies de plataforma aberta por fácies progressivamente mais costeiras, associadas a sistema deposicional contendo ilhas-barreiras (Góes *et al.*, 1990). Estes depósitos estão associados com plataforma rasa, demonstrando uma fauna com representantes de ambientes marinhos estressados (biválvios, gastrópodos e equinóides) com influência de água salobra (Rossetti & Góes, 2004). Na Formação Romualdo, *Calliostoma* sp. está presente na localidade de Santo Antônio, com associação composta por predomínio de *Brachidontes* e corbulídeos, com raros *Cerithium*, cassiopídeos e decápodos, que também indicam influência salobra na formação.

O gênero *Akera* tem seus registros iniciais no Jurássico da Arábia Saudita e Tanzânia, alcançando no Cretáceo o Egito, EUA (Texas e Califórnia) e Brasil. Atualmente são encontrados na França, Colômbia, Indonésia, Paquistão, Romênia e Austrália. São encontrados em ambiente marinho raso à lagunar. Maury (1936) registra a presença do gênero para o Albiano da Formação Riachuelo, e Andrade & Felix (2012) sinaliza em associações do Neoturoniano, nas quais apresentam afinidades com faunas do domínio Tetiano, tais como aquelas do norte da África e América do Norte. Na Formação Romualdo, *Akera* sp. está associado a muitos biválvios do gênero *Eocallista* e pequenos naticídeos depositados em camadas finas e silicificadas na localidade Cedro/Tabuleiro.

O gênero *Acteon* tem seus primeiros registros no Cretáceo da Argentina, Austrália, Egito, Alemanha, Japão e EUA (várias localidades), com diversificação do gênero atingindo o auge no Eoceno e, desde então, em declínio. Corresponde a organismos epifaunais carnívoros, que junto com o *Tylostoma* e outros gastrópodos carnívoros se diversificaram no Cretáceo. Na atualidade são poucas espécies, mas com abundância nos mares mais quentes. A representação do gênero no Neocretáceo é bastante extensa, mas a documentação das espécies não é boa, sendo muitas baseadas em material incompleto (Shol, 1964). A família Acteonellidae é comumente reportada no Cretáceo em associação com Nerideoida e rudistas, mas não se restringiam as fáceis rudistas, sendo relatados na Califórnia, Europa Central e na África do Sul. O gênero corresponde a epibiontes carnívoros marinhos, com algumas espécies tolerantes a água salobra (Shol, 1964; Kiel, 2001). Na Bacia do Araripe, Formação Romualdo, o gênero *Acteon* sp. compõe uma associação milimétrica na localidade de Zé Gomes. Associação é composta por biválvios *Eocallista* sp., corbulídeos, e um morfótipo não identificado, além dos gastrópodos cassiopídeos e *Cerithium*, e decápodos da Classe Brachyura.

## 5.2 Presença da Fauna do Mar de Tétis na Formação Romualdo

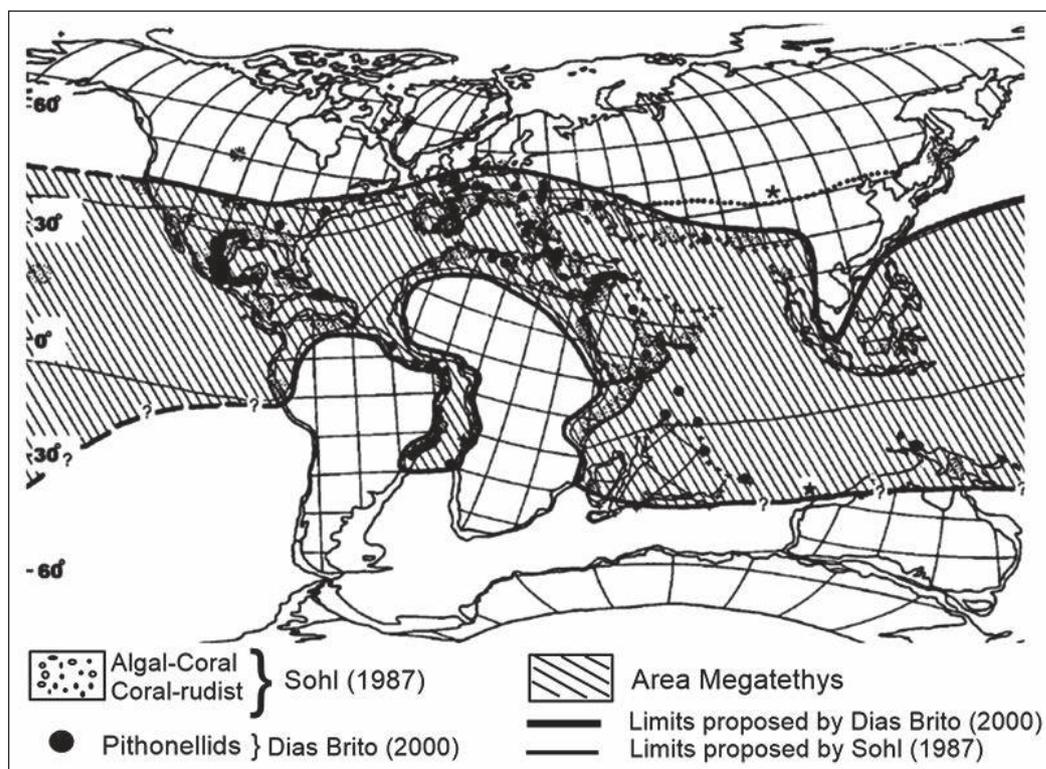
A constatação de elementos típicos marinhos já apresentados desde a década de 1960 por diversos pesquisadores, apontava para indiscutível influência marinha na Formação Romualdo, Bacia do Araripe. A discussão tem seu ponto principal na rota dessa incursão, da qual as hipóteses levantadas são – a partir das bacias Sergipe - Alagoas (S-SE), Potiguar (N-NE) e do Parnaíba (O-NO) (Mabesoone & Tinoco, 1973; Assine, 2007; Martill, 2007), ou ainda, uma tríplice junção dos braços do mar que interligavam as três bacias citadas (Mabesoone *et al.*, 1999; Valença *et al.*, 2003). Arai (1999; 2009) e Silva-Santos (1991), afirmam que a Bacia do Araripe estaria no meio do traçado de um extenso *seaway* com orientação NW-SE. Este *Seaway*, oriundo do Mar de Tétis, passaria pelas bacias de São Luís, Parnaíba, Araripe e Sergipe. Dentre as hipóteses apresentadas aquelas mais discutidas remontam para incursão a partir das bacias Sergipe-Alagoas e a presença do *Seaway* Tetiano.

Baseado em dados de paleocorrentes, Assine (1994) propôs que o caminho natural para ingresso marinha na Bacia do Araripe seria no sentido oposto ao da paleodrenagem continental, ou seja, de S-SE para o N-NO. Sugerindo que o mar teria ingressado através das áreas mais baixas, proveniente da Bacia de Sergipe-Alagoas onde os sedimentos albianos são marinhos. Essa ideia é congruente com as observações de Santos (1982), o qual relata que as seções completas para o Grupo Santana se encontram a Leste da bacia, e que progressivamente a Oeste apenas as unidades mais novas são representadas. Custódio *et al.* (2017) analisando paleocorrentes também apontaram para o alcance do mar nas partes ocidentais da bacia ter se dado pelo setor S-SE.

Para a hipótese da incursão marinha pelo mar de Tétis (Atlântico Central) Dias-Brito (1992; 2000) considerou a distribuição geográfica de pithonélideos, presentes nas bacias continentais marginais do nordeste brasileiro, exceto na Bacia de Pelotas. Desta forma, ampliou-se o alcance do Mar Tetiano para um intervalo entre paralelo 40N e 40S, tendo sua maior extensão durante o Albiano-Turoniano (Figura 8). Arai (2007; 2011) analisando dados micro-

paleontológicos, cistos de dinoflagelados (Ecozona *Subtilisphaera*), constatou influência do Mar de Tétis no Aptiano para as bacias de São Luís, Parnaíba, Araripe, Tucano e Sergipe. Arai (2014) realizou um levantamento dos fósseis presentes nas bacias sedimentares da margem continental brasileira com sedimentação cretácea, comprovando a ocorrência de fósseis relacionados à fauna tetiana.

Elementos tetianos foram ampliados para a bacia do Araripe quando novos gastrópodos foram identificados na Fm. Romualdo: Família Cassiopidae – *Paraglauconia (Diglauconia) araripensis* (Beurlen, 1964); *Paraglauconia (Diglauconia) lyrica* Maury, 1936; *Gymnentome (Gymnentome) romualdoi* (Beurlen, 1964); *Gymnentome (Gymnentome) carregozica* Maury, 1936; *Gymnentome (Craginia) beurleni* Pereira *et al.*, 2016; ‘*Pseudomesalia*’ (*Pseudomesalia*) *mennessieri* Pereira *et al.*, 2016 e ‘*Pseudomesalia*’ (*Pseudomesalia*) *santanensis* Pereira *et al.*, 2016 (Pereira *et al.*, 2016; 2017) e o gênero *Tylostoma* representado por *T. ranchariensis* Pereira *et al.*, 2016 da Família Naticidae (Pereira *et al.*, 2015; 2017).



Ao analisar a distribuição paleogeográfica desses elementos, somados a outros gêneros ocorrentes na Fm. Romualdo, foi verificado que os mesmos se encontravam dentro dos limites inferidos por Dias-Brito (2000) para a influência do Mar de Tétis (Figura 9). Essa delimitação coaduna com a distribuição paleogeográfica dos gêneros identificados neste trabalho, justificando a presença dos mesmos na Bacia do Araripe.

Com o intuito de estabelecer uma possível reconstituição ambiental e rota de incursão marinha na Formação Romualdo, vários trabalhos foram realizados. Análises tafonômicas, em várias localidades distribuídas na bacia (PI, PE e CE), apontaram para

concentrações primariamente biogênicas e tempestitos proximais, sugerindo a presença de um ambiente marinho, onde a ação de tempestades era frequente e responsável pela deposição final das concentrações (Sales, 2005; Prado *et al.*, 2014; 2015; 2016). A análise das concentrações demonstrou a diferença da composição taxonômica em 20 localidades indicando micro-habitats, cujas características paleoambientais favoreceriam o desenvolvimento de um determinado grupo biológico em detrimento de outros. Desta forma, foram determinados três ambientes dentro do sistema deposicional, incluindo marinho raso, lagunar e estuarino (Pereira *et al.*, 2017) (Figura 10).

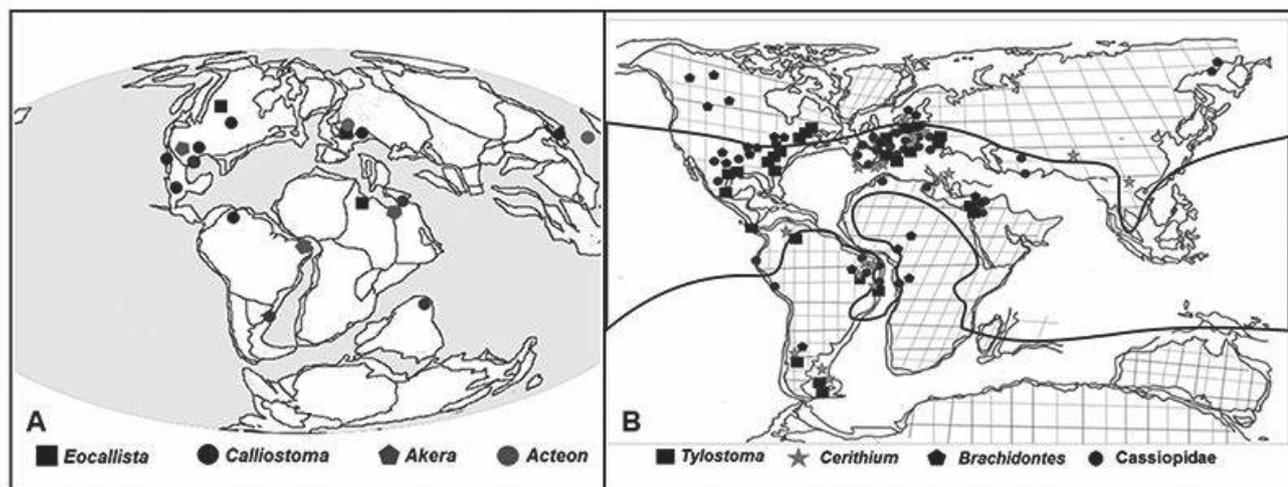


Figura 9 Distribuição paleogeográfica no Cretáceo dos elementos identificados na Bacia do Araripe, considerando os limites da Paleoprovíncia de Tétis. A. Padrão de ocorrência dos gêneros identificados neste trabalho; B. Distribuição paleogeográfica dos táxons já identificados para a Bacia do Araripe (Modificado de Pereira *et al.*, 2015); os limites, em tracejado contínuo, representam a Paleoprovíncia de Tétis (modificado de Dias-Brito, 2000).

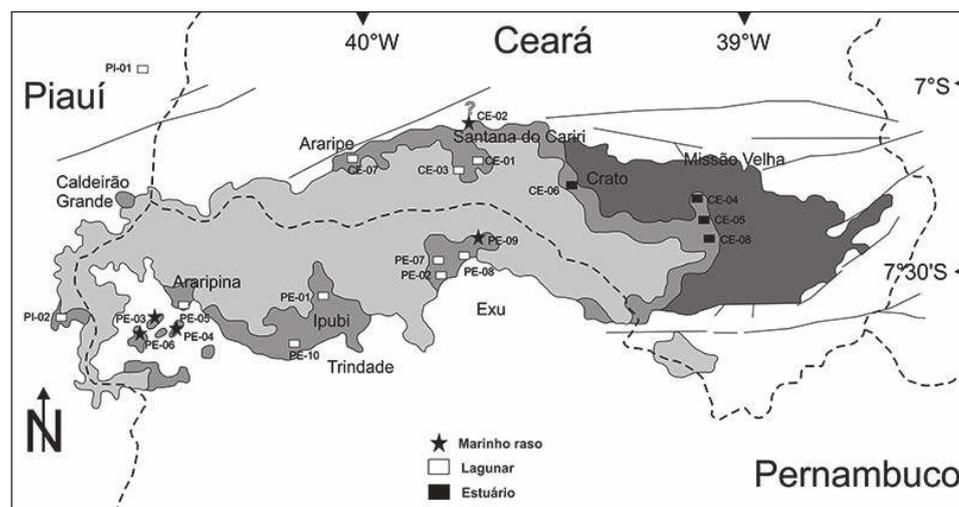


Figura 10 Associações faunísticas e interpretação paleoambiental com a presença de sistemas marinho raso, lagunar e estuarino. A interrogação indica dúvidas em relação ao paleoambiente, uma vez que os dados são apenas bibliográficos (modificado de Pereira *et al.*, 2017).

A concentração de elementos tipicamente marinhos como moluscos associados a equinóides bem preservados, mais frequentes nas porções oeste e central da Bacia do Araripe (Araripina e Exu, Pernambuco) indicam que, para o estabelecimento da fauna, era necessário um grau de salinidade normal e estável, além de oxigenação, o que leva a presença de circulação de águas nessas localidades. Para que isso fosse possível deveria ser uma região na qual existia uma direta conexão marinha para permitir estabilidade ambiental. Com a presença dessa conexão, associada aos fósseis tipicamente tetianos na bacia, propõe-se uma rota de incursão marinha na Bacia do Araripe com influência do Mar de Tétis a NW.

### 5.3 Afinidades Faunísticas entre as Formações Romualdo e Riachuelo

No Aptiano, com exceção da Bacia de Pelotas, as águas do Atlântico Sul ainda não tinham invadido de modo efetivo as bacias da margem continental brasileira. Mas devido à grande transgressão do Aptiano, que permitiu a entrada intermitente das águas do Atlântico Central, ocorreu deposição de camadas com certa influência marinha na maioria das bacias, seja na margem ou no interior do continente (Arai, 2007). A intensificação do contato entre os dois mares ocorrido no Nealbio, teria normalizado as águas hipersalinas no Atlântico Sul (Dias-Brito 1992; 2000). Vários autores, indicaram influência tetiana na Bacia de Sergipe na qual Zucon (2005) demonstrou que a história paleobiogeográfica dos amonóides que ocorrem na transição Aptiano-Albiano de Sergipe estaria diretamente relacionada com a separação da América do Sul e África, representando a primeira deposição marinha do Oceano Atlântico nesta região do Brasil com a influência predominante de formas tetianas.

Pelas evidências geológicas, paleoecológicas e paleobiogeográficas apresentadas, eventos de grande escala teriam estimulado importantes mudanças globais nas comunidades marinhas, sendo o filo Mollusca um dos mais afetados. A presença indiscutível da Família Cassiopidae e do gênero *Tylostoma*, elementos típicos de origem tetiana confirmam a influência desses eventos nas bacias do Araripe

e Sergipe. Desta forma, os bioeventos de radiação e distribuição paleobiogeográfica da malacofauna mundial, que tem se expandido continuamente desde o Paleoceno, resultam de um bioevento de inovação que data do Cretáceo, momento de abertura de novos biótopos e/ou significativas mudanças nos nichos ecológicos já existentes (Távora *et al.*, 2010).

Considerando que um bioevento regional reflete a interpretação e correlação de bacias as adequações ecológicas dos grupos, abertura ou extinção dos biótipos, cujas respostas evolutivas são nas categorias de família, gênero e espécie (Kaufmann, 1986), identifica-se a ocorrência desse bioevento entre as formações Romualdo e Riachuelo. Algumas espécies de cassiopídeos do Araripe são endêmicas, apresentando características paleoautoecológicas que demonstram adaptação a um hábitat diferenciado do original e da Bacia de Sergipe, uma vez que a Formação Riachuelo retrata um ambiente marinho aberto. Esses elementos na Formação Romualdo apresentam tamanho reduzido, pouca diversificação e grande quantidade de indivíduos. O surgimento dessas novas espécies, demonstram adaptações morfológicas para a vida em um ambiente marinho mais restrito na bacia. O mesmo ocorre com o gênero *Tylostoma*, até o momento, representado por uma única espécie *Tylostoma ranchariensis*.

Ausência de informações sobre macrofósseis das Bacias Potiguar e Parnaíba no intervalo Aptiano-Albiano, não permitiram que fizéssemos correlações quanto a fauna dessas bacias e a do Araripe. Na Bacia Potiguar, Fm. Jandaíra (Turoniano-Campaniano) apresenta um amplo estudo nas suas associações fossilíferas sendo possível a identificação de eventos biológicos e constatação do ciclo transgressivo-regressivo presente nesse intervalo. Os elementos apresentados demonstram influência tetiana baseada em famílias e gêneros de moluscos gastrópodos e amonóides registrados na Bacia Potiguar (Kegel, 1957; Reymont & Bengtson 1985; Cassab, 2003), mas sem correlação direta com a Formação Romualdo, uma vez que demonstra sedimentação no Cretáceo Final, cenário deposicional diverso ao da Bacia do Araripe. Na Bacia do Parnaíba, Formação Codó (Aptiano-Albiano) apesar da identificação de crustáceos decápodos da Ordem Brachyura, peixes e plan-

tas, esses elementos são correlacionáveis a Formação Crato da Bacia do Araripe (Lindoso *et al.*, 2011). Os gastrópodos da Formação Codó não apresentam identificação, com exceção em trabalho de análise de poço realizado por Cassab que cita a presença de pequenos cassiopídeos e *Cerithium* sp., mas infelizmente o material não se encontra publicado.

O compartilhamento de fauna entre as bacias do Araripe (Formação Romualdo) e Sergipe (Formação Riachuelo) é marcado pelos gastrópodos *Gymnentome* (*Gymnentome*) *carregozica*, *Paraglauconia* (*Diglauconia*) *lyrica*, *Cerithium* *sergipensis* e *Akera* sp.; os bivalvíos *Aguileria* *dissita*, *Brachidontes* sp. e *Corbula* sp., demonstrando que provavelmente no Albiano, devido as características eustáticas apresentadas, existia uma ligação entre essas bacias, permitindo não só o intercâmbio de elementos tetianos, mas também de espécies relacionadas ao Atlântico Sul já dominante na Bacia de Sergipe.

Uma revisão taxonômica e novos estudos na Bacia de Sergipe em depósitos albianos poderia permitir a identificação de novos elementos da fauna de moluscos, permitindo uma maior caracterização do cenário pretérito.

## 6 Considerações Finais

A fauna analisada tem seu aparecimento no Mesozoico, evento associado a abertura de novos mares que contribuíram para sua diversificação e consequente dispersão. Os gêneros identificados não correspondem a fauna típica tetiana, mas apresentam afinidade com a mesma, sendo elementos facilmente encontrados em associações com influência do Mar de Tétis.

Apesar de serem organismos marinhos, todos os gêneros apresentam tolerância a variação de salinidade alguns com preferência a águas salobras, o que coaduna com o ambiente marinho restrito e lagunar identificados para as localidades de coleta.

As afinidades faunísticas identificadas entre as Formações Romualdo e Riachuelo indicam que no Albiano, devido ao auge de transgressão marinha, existiu uma ligação entre as bacias permitindo intercâmbio de suas associações, ilustrando um bio-

evento regional motivado por um evento global que marca o Cretáceo.

Esse quadro poderia ser ampliado se uma revisão taxonômica e novas coletas fossem realizadas na Formação Riachuelo, uma vez que, as espécies identificadas para a formação datam da década de 1940. Além disso, trabalhos mais detalhados na Formação Codó, poderiam ampliar o conhecimento em relação a paleofauna de invertebrados e o alcance da influência de Tétis nas bacias costeiras do Nordeste brasileiro.

## 7 Referências

- Albuquerque, J.P.T. 1963. Geologia da área sudeste de Rancharia, sul de Araripe, Estado de Pernambuco. *Boletim de Geologia*, 3: 46-48.
- Anjos, N.F.R. 1963. Conteúdo fóssil e idade da série Araripe. *Symposium*, 5(1/2): 175-178.
- Andrade, E.J. & Feliz, I.L.C. 2012. Gastrópodos marinhos do Turoniano (Cretáceo Superior) da Bacia de Sergipe. *Caderno de Geociências*, 9(2): 103-111.
- Arai, M. 1999. A transgressão marinha mesocretácea: sua implicação no paradigma da reconstrução paleogeográfica do cretáceo no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5, Serra Negra, 1999, *Boletim*, Rio Claro, UNESP, p. 577-582.
- Arai, M. 2007. *Sucessão das associações de dinoflagelados (Protista, Pyrrhophyta) ao longo das colunas estratigráficas do Cretáceo das bacias da Margem Continental Brasileira: uma análise sob o ponto de vista paleoceanográfico e paleobiogeográfico*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tese de Doutorado, 241 p.
- Arai, M. 2009. South Atlantic Aptian paleogeography: a new model based on recent Brazilian micropaleontological data. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 17(2): 331-351.
- Arai, M. 2011. Paleogeografia do Atlântico Sul no Aptiano: um novo modelo a partir de dados micropaleontológicos recentes. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 17(2): 331-351.
- Arai, M. 2014. Aptian-Albian (Early Cretaceous) paleogeography of the South Atlantic: a paleontological perspective. *Brazilian Journal of Geology*, 44(2): 339-350.
- Araripe, R.V.C. 2017. *Taxonomia e Paleoecologia de foraminíferos e ostracodes da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe – PE, Nordeste do Brasil*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 84p.
- Assine, M.L.; Perinotto, J.A.J.; Custódio, M.A.; Neumann, V.H.; Varejão, F.G. & Mescolotti, P.C. 2014. Sequências deposicionais do Andar Alagoas da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 22(1): 3-28.
- Assine, M.L. 1994 Paleocorrentes e paleogeografia na Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*, 24(4): 1-10

**As Famílias Veneridae, Trochidae, Akeridae e Acteonidae (Mollusca), na  
Formação Romualdo: Aspectos Paleocológicos e Paleobiogeográficos no Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, NE do Brasil**  
Priscilla Albuquerque Pereira; Rita de Cassia Tardin Cassab & Alcina Magnólia Franca Barreto

- Assine, M. 2007. Bacia do Araripe. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2): 371-389.
- Azevedo, R.L.M. 2004. Paleooceanografia e a evolução do Atlântico Sul no Albiano. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 12(2):231-249.
- Beurlen, K. 1962a. Posição estratigráfica e paleogeográfica da chapada do Araripe. *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, 16: 2.
- Beurlen, K. 1962b. A geologia da chapada do Araripe. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 34(3): 365-370.
- Beurlen, K. 1963. Geologia e estratigrafia da chapada do Araripe. *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, 17: 1-47.
- Beurlen, K. 1964. As espécies dos Cassiopininae, nova subfamília dos Turritelidae, no Cretáceo do Brasil. *Arquivo de Geologia da UFPE*, 5: 1-43.
- Beurlen, K. 1966. Novos equinóides no Cretáceo do Nordeste do Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 38(3/4): 455-464.
- Carter, J.G.; Harries, P.J.; Malchus, N.; Sartori, A.F.; Anderson, L.C.; Bieler, R.; Bogan, A.E.; Coan, E.V.; Cope, J.C.W.; Cragg, S.M.; Garcia-March, J.R.; Hylleberg, J.; Kelley, P.; Kleemann, K.; Kříž, J.; McRoberts, C.; Mikkelsen, P.M.; Pojeta Jr., J.; Tëmkin, I.; Yancey, T. & Zieritz, A. 2012. *Treatise Online. Part N, revised, illustrated glossary of the Bivalvia 1*, 48(31): 209p.
- Casey, R. 1955. The pelecypod family Corbiculidae in the Mesozoic of Europe and the Near East. - *Journal Washington Acad. Sci.*, 45(12): 366-372.
- Cassab, R.C.T. 2003. *Paleontologia da Formação Jandaíra Cretáceo Superior da Bacia Potiguar, com ênfase na paleobiologia dos gastrópodos*. Programa de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Tese de doutorado, 184p.
- Conceição J.L.; Zalán, P.V. & Wolft, S. 1988. Mecanismo, evolução e cronologia do Rift Sul – Atlântico. *Boletim Geociências Petrobrás*, 2(2/4): 255-265.
- Costa, M.J. 1963. Geologia da região oeste de Rancharia, município de Araripina, PE. *Boletim de Geologia*, 3: 49-51.
- Cox, L.R. 1964. General characteristics of Gastropoda. In: BROOKES KNIGHT J.; COX, L.R.; MYRA KEEN, A.; SMITH, A.G.; BATTEN, R.L.; YOCHELSON, E.L.; LUDBROOK, N.H.; ROBERTSON, R.; YONGE, C.M. & MOORE, R.C. (Eds.). *Treatise on invertebrate Paleontology, Part I. Mollusca 1 (Revised)*, p. 84-170.
- Cox, L.R.; Nuttall, C.P. & Trueman E.R. 1969. General features of Bivalvia. In: COX L.R.; NEWELL N.D.; BOYD, D.W.; BRANSON, C.C.; CASEY, R.; CHAVAN, A.; COOGAN A.H.; DECHASEAUX, C.; FLEMING, C.A.; HAAS F.; HERTLEIN, L.G.; KAUFFMAN, E.G.; KEEN M.; LAROCQUE, A.; MCALESTER, A.L.; MOORE, R.C.; NUTTALL, C.P.; PERKINS, B.F.; PURI, H.S.; SMITH, L.A.; SOOT-RYEN T.; STENZEL, H.B.; TRUEMAN, E.R.; TURNER, R.D. & WEIR, J. (Eds.). *Treatise on invertebrate Paleontology. Part N. Mollusca 6*, p. 3-121.
- Custódio, M.A.; Quaglio, F.; Warren, L.V.; Simões, M.G.; Fürsich, F. T.; Perinotto, J.A.J. & Assine, M.L. 2017. The transgressive-regressive cycle of the Romualdo Formation (Araripe Basin): Sedimentary archive of the Early Cretaceous marine incursion in the interior of Northeast Brazil. *Sedimentary Geology*, 359: 1-15.
- Dias, J.L. 2005. Tectônica, estratigrafia e sedimentação no Andar Aptiano da margem leste brasileira. *Boletim de Geociências da Petrobrás*, 13(1): 7-25.
- Dias-Brito, D.; Uesugui, N. & Hashimoto, A.T. 1987. Uma reflexão histórica em torno do Andar Alagoas – importante e problemática unidade cronoestratigráfica do Cretáceo Inferior do Brasil. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 1(1):111-115.
- Dias-Brito, D. 1992. Ocorrências de Calcíferas em Depósitos carbonáticos do Atlântico Sul: Impacto na Configuração Paleooceanográfica do Tétis Cretácico. In: SIMPÓSIO SOBRE AS BACIAS CRETÁCIAS BRASILEIRAS, 2, Rio Claro, 1992. *Resumos expandidos*, Rio Claro, UNESP, p. 30-34.
- Dias-Brito, D. 2000. Global stratigraphy, palaeobiogeography and palaeoecology of Albian-Maastrichtian pithonellid calcispheres: impact on Tethys configuration. *Cretaceous Research*, 21: 315-349.
- Feijó, F.J. 1998. O início da livre circulação das águas do Oceano Atlântico. *Boletim de Geociências da Petrobrás* 10(1/4):157-164.
- Feldmann, R.M. & Schweitzer, C.E. 2006. Paleobiogeography of Southern Hemisphere Decapod Crustacea. *Journal of Paleontology*, 80(1):83-103.
- Gardner, R.N. 2010. Middle-Late Jurassic bivalves of the superfamily Veneroidea from New Zealand and New Caledonia. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 48(2): 325-376.
- Góes, A.M., Rossetti, D.F., Nogueira, A.C.R. & Toledo, P.M. 1990. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas no nordeste do Pará. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, série Ciências da Terra*, 2: 3-15.
- Hickman, C.S. & McLean, J.H. 1990. Systematic revision and suprageneric classification of trochacean gastropods. *Natural History Museum of Los Angeles County* 35: 1-169.
- Kauffman, E.G. 1979. Cretaceous. In: COX L.R.; NEWELL N.D.; BOYD, D.W.; BRANSON, C.C.; CASEY, R.; CHAVAN, A.; COOGAN, A.H.; DECHASEAUX, C.; FLEMING, C.A.; HAAS, F.; HERTLEIN, L.G.; KAUFFMAN, E.G.; KEEN M.; LAROCQUE, A.; MCALESTER, A.L.; MOORE, R.C.; NUTTALL, C.P.; PERKINS, B.F.; PURI, H.S.; SMITH, L.A.; SOOT-RYEN, T.; STENZEL, H.B.; TRUEMAN, E.R.; TURNER, R.D. & WEIR, J. (Eds.). *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part 4*, p. 418- 487.
- Kegel, W. 1957. Contribuição ao estudo da bacia costeira do Rio Grande do Norte. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia, DNP, 170*, 52 p.
- Kiel, S. 2001. *Taxonomy and Biogeography of Late Cretaceous Gastropoda*. Departamento Ciências da Terra, Universidade de Hamburgo, Tese de Doutorado, 237p.
- Leite, W.A. 1963. Geologia da folha norte de Rancharia Pernambuco. *Boletim de Geologia*, 3: 58-60.
- Lindoso, R.M.; Carvalho, I.S.; Medeiros, M.A.; Pereira, A.A.; Santos, R.A.B.; Mendes, I.D.; Brito, J.M.; Boas, I.V.; Araújo, M.N.; Ferreira, N.N. 2011. Novos sítios fossilíferos em carbonatos da Formação Codó (Aptiano/Albiano) da Bacia do Parnaíba, Maranhão, Brasil. In: CARVALHO, I.S.; SRIVASTAVA, N.K.; STROHSCHOEN JR.; LANA, C.C. (Eds.). *Paleontologia: Cenários da Vida 3*, Rio de Janeiro. Interciência, p. 819-827.
- Mabesoone, J.M. & Tinoco, I.M. 1973. Palaeoecology of the Aptian Santana Formation (Northeastern Brazil). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 14(2): 97-118.
- Mabesoone, J.M.; Viana, M.S.S. & Lima Filho, M.F. 1999. Late Mesozoic history of sedimentary basins in NE Brazilian

**As Famílias Veneridae, Trochidae, Akeridae e Acteonidae (Mollusca), na  
Formação Romualdo: Aspectos Paleocológicos e Paleobiogeográficos no Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe, NE do Brasil**  
*Priscilla Albuquerque Pereira; Rita de Cassia Tardin Cassab & Alcina Magnólia Franca Barreto*

- Borborema Province before the final separation of South America And Africa 3: paleogeography. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL, 5, Serra Negra, 1999. *Boletim*, Serra Negra: p. 621-626.
- Magalhães, J. & Mezzalira, S. 1953. *Moluscos fósseis do Brasil*. Departamento de Imprensa Nacional, Rio de Janeiro. 277p.
- Martill, D.M. 2007. The age of the Cretaceous Santan Formation fossil Konservat Lagerstätte of northeast Brazil: a historical review and an appraisal of the biochronostratigraphic utility of its paleobiota. *Cretaceous Research*, 28: 895-920.
- Maury, C.J. 1924. Fósseis Terciários do Brasil, com descrição de novas formas Cretáceas. *Serviço Geológico e Mineralógico*, 4: 1-665.
- Maury, C.J. 1930. *O Cretáceo da Paraíba do Norte*. Monografia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 8: 305 p.
- Neumann, V.H. & Cabrera, L. 1999. Una nueva propuesta estratigráfica para la tectonosecuencia post-rifte de la Cuenca de Araripe, Noroeste de Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE O CRETÁCEO DO BRASIL E SIMPÓSIO SOBRE EL CRETÁCICO DE AMÉRICA DEL SUR, 5, Serra Negra, 1999. *Boletim*, Serra Negra, p. 279-285.
- Pereira, P.A.; Cassab, R.C.T. & Barreto, A.M.F. 2016. Cassiopiidae gastropods, influence of Tethys Sea the Romualdo Formation (Aptian-Albian), Araripe Basin, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 70: 211-223.
- 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. & Barreto, A.M.F. 2017. Paleocologia e Paleogeografia dos Moluscos e Equinoides da Formação Romualdo, Aptiano-Albiano da Bacia do Araripe, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ*, 40(2): 180-198.
- Pervinquier, L. 1912. Études de paléontologie tunisienne: II. *Gastéropodes et Lamellibranches des terrains crétacés*. Paris. Direction générale des travaux publics, Carte géologique de la Tunisie, 338p.
- Ponte, F.C. & Appi, C.J. 1990. Proposta de revisão da coluna litoestratigráfica da Bacia do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, Natal, 1990. *Anais*, Natal: SBP, p. 211-226.
- Prado, L.A.C.; Pereira, P.A.; Sales, A.M.F. & Barreto, A.M.F. 2014. Análise tafonômica e taxonômica da concentração de invertebrados fósseis do topo da Formação Romualdo, Cretáceo Inferior da Bacia do Araripe em Araripe, Ceará (CE). *Estudos Geológicos*, 24(1): 53-64.
- Prado, L.A.C.; Pereira, P.A.; Sales, A.M.F. & Barreto, A.M.F. 2015. Taphonomic and paleoenvironmental considerations for the concentrations of macroinvertebrate fossils in the Romualdo Member, Santana Formation, Late Aptian-Early Albian, Araripe Basin, Araripe, NE, Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 62: 218-228.
- Prado, L.A.C.; Pereira, P.A.; Sales, A.M.F. & Barreto, A.M.F. 2016. Tafonomia dos invertebrados do Sítio Canastra, Formação Romualdo, Cretáceo Inferior, Bacia do Araripe, Araripe, Pernambuco, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 39(2): 77-87.
- Preston, S.J. & Roberts, D. 2006. Variation in shell morphology of *Calliostoma zizyphinum* (gastropoda: trochidae). *Journal of Molluscan Studies*, 73: 101-104.
- Preston, S.J.; Roberts, D. & Montgomery, W.I. 1996. Crab predation as a selective agent on shelled gastropods: a case study of *Calliostoma zizyphinum* (Linnaeus) (Prosobranchia: Trochidae). In: TAYLOR, J.D. (ed.). *Origin and evolutionary radiation of the mollusca*. 313-325.
- Reyment, R.A. & Bengtson, P. 1985. Mid-Cretaceous events: report on results obtained 1974-1983. Projeto IGCP 58, *Publications from the Paleontological Institution of the University of Uppsala, Special*, 5: 132 p.
- Rossetti, D.F. & Góes, A.M. 2004. Geologia. In: ROSSETTI, D.F. & GÓES, A.M. (Eds.): *O Neógeno da Amazônia Oriental*. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi (Coleção Friederich Katzer)*, p. 13-52.
- Sales, A.M.F. & Simões, M. G. 2000. Tafonomia como suporte a estudos estratigráficos: exemplo das concentrações fossilíferas de invertebrados da Formação Santana (Cretáceo), Bacia do Araripe, NE do Brasil. In: PALEO – 2000, *SP. Boletim de Resumos*, p. 17.
- Sales, A.M.F. 2005. *Análise tafonômica das ocorrências fossilíferas de macroinvertebrados do Membro Romualdo (Albiano) da Formação Santana, Bacia do Araripe, NE do Brasil: significado estratigráfico e paleoambiental*. Pós-graduação em Geociências, Universidade de São Paulo-USP, Tese de doutorado, 160 p.
- Santos, M.E.C.M., 1982. Ambiente deposicional da Formação Santana – Chapada do Araripe (PE/PI/CE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 23, Salvador, 1982, *Anais*. Sociedade Brasileira de Geologia, Salvador: p. 1413-1426.
- Shol, N.F. 1964. Gastropods from the Coffee Sand (Upper Cretaceous) of Mississippi. *Geological Survey Professional Paper*, 331: 345-394.
- Silva-Santos, R. 1991. *Fósseis do Nordeste do Brasil: paleoictiofauna da Chapada do Araripe*. Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 64 p.
- Silva, M.B. 1988. Paleocologia e sedimentação da Formação Santana (Cretáceo Inferior), Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Estudos Geológicos*, 9: 55-60.
- Simone, L.R.L. & Mezzalira, S. 1994. Fossil Molluscs of Brasil. *Boletim do Instituto Geológico*, 11: 202p.
- Távora, V.A.; Santos, A.A.R. & Nogueira-Neto, I.L.A. 2010. Eventos biológicos da Formação Pirabas (Mioceno Inferior). *Revista Brasileira de Geociências*, 40(2): 256-264.
- Thompson, T.E. 1988. Molluscs: Benthic Opisthobranchs (Mollusca: Gastropoda). *Synopses of the British fauna (NS)*, 8: 356.
- Valença, L.M.M.; Neumann, V.H. & Mabesoone, J.M. 2003. An overview on Callovian-Cenomanian intracratonic basins of Northeast Brazil: onshore stratigraphic record of the opening of the Southern Atlantic. *Geologica Acta*, 1(3): 261-275.
- Von der Osten, E. 1957. A fauna from the lower Cretaceous Baranquin Formation of Venezuela. *Journal of Paleontology*, 31(3): 571-590.
- White, C.A. 1887. Contribuições a Paleontologia do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, 7: 273p.
- Zucon, M.H. 2005. *Amonóides da transição Aptiano-Albiano da Bacia de Sergipe, Brasil*. Pós-Graduação e Pesquisa Da Universidade Federal da Bahia-UFBA. Tese de Doutorado. 165p.