

## QUINOIDES ENDOCÍCLICOS (ECHINODERMATA: ECHINOIDEA) DO CRETÁCEO SUPERIOR DA FORMAÇÃO JANDAÍRA, BACIA POTIGUAR, NORDESTE DO BRASIL

**JOSEVÂNIA DE OLIVEIRA**

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, CEP: 49100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. E-mail: josioliveira-@hotmail.com

**CYNTHIA LARA DE CASTRO MANSO**

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, CEP: 49100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. E-mail: cynthialaramanso@gmail.com

**EDILMA DE JESUS ANDRADE**

Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias, UFS, 49100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. E-mail: edilmaa@gmail.com

**Resumo:** Foi realizada a revisão sistemática dos equinoides pertencentes às ordens *Phymosomatoida* e *Arbacioida* da formação Jandaíra, Bacia Potiguar provenientes de três localidades fossilíferas. Para a ordem *Phymosomatoida* foram revisadas as espécies *Rosadosoma riograndensis* (Maury, 1925) e *Phymosoma major* Coquand, 1862, e para a ordem *Arbacioida*, *Goniopygus* sp. As espécies *Cyphosoma majus* (Coquand, 1862) e *Phymosoma tinocoi* (Santos, 1960) foram consideradas sinônimas de *Phymosoma major*. *Goniopygus* sp. foi transferida para *Goniopygus durandi* Perón & Gauthier, 1881. A partir dos dados biométricos dos exemplares de *Rosadosoma riograndensis* e *Phymosoma major* foi verificado que o diâmetro da carapaça influencia de forma significativa a altura das carapaças, assim como o diâmetro do perístoma. Além disso, foram observados diferentes estágios ontogenéticos nos exemplares analisados. Na Formação Jandaíra, os equinoides endocíclicos tiveram seu registro do Turoniano ao Santoniano.

**Palavras-chave:** Cretáceo superior, equinoides endocíclicos, formação Jandaíra, revisão sistemática.

**Abstract:** *Endocyclic echinoids (Echinodermata: Echinoidea) from the Upper Cretaceous of Jandaíra Formation, Potiguar Basin, Northeast of Brazil.* We performed the systematic review of Jandaíra Formation's *Phymosomatoida* and *Arbacioida* order echinoids, Potiguar Basin, which were gathered at three fossiliferous localities: . From the *Phymosomatoida* order we revised *Rosadosoma riograndensis* (Maury, 1925) and *Phymosoma major* Coquand, 1862, species and from the *Arbacioida* order we revised the *Goniopygus* sp. species. The species *Cyphosoma majus* (Coquand, 1862) and *Phymosoma tinocoi* (Santos, 1960) were considered as being synonymous with *Phymosoma major*. *Goniopygus* sp. was transferred to *Goniopygus durandi* Peron & Gauthier, 1881. From the biometric data of *Rosadosoma riograndensis* and *Phymosoma major* specimens it was found that the shell's diameter significantly influences the shell's height, as well as the peristome's diameter. Furthermore, different ontogenetic stages were observed in the specimens analyzed. The endocyclic echinoids in Jandaíra Formation had their registration from the Turonian to Santonian stage.

**Key words:** Endocyclic echinoids, Jandaíra formation, Systematic review, upper cretaceous.

## INTRODUÇÃO

As ordens Phymosomatoida e Arbacioida são representadas por equinóides endocíclicos, ou "regulares" com simetria pentarradial, com o periprocto localizado no centro do sistema apical e o perístoma na porção oposta na região ventral da carapaça.

A classe Echinoidea de uma forma geral possui uma distribuição considerável na Formação Jandaíra, Bacia Potiguar, ocorrendo do Turoniano-Santoniano (Santos, 1960; Smith & Bengtson, 1991). Nessa unidade os equinóides "regulares" são reconhecidos pelas espécies *Rosadosoma riograndensis* (Maury, 1925), *Phymosoma major* Coquand, 1862 e *Goniopygus durandi* Perón & Gauthier, 1881.

As primeiras referências aos equinóides da Formação Jandaíra são encontradas em Maury (1925), com a descrição de quatro espécies, incluindo *Phymosoma riograndensis*, para a região de Mossoró. Em Maury (1934) foi descrita ainda *Cyphosoma* sp. para a localidade Camurupim próximo a Mossoró, no Rio Grande do Norte.

Santos (1960) fez a revisão sistemática das espécies *Rachiosoma (Rosadosoma) riograndensis* (Maury, 1925), *Catopygus mossoroensis* (Maury, 1925) e *Phymosoma tinocoi* da Formação Jandaíra, sugerindo o subgênero *Rosadosoma* para abrigar a espécie *Rachiosoma riograndensis* (Maury, 1925).

Beurlen (1964) identificou as espécies *Rachiosoma riograndensis*, *Phymosoma tinocoi*, *Catopygus mossoroensis* e *Caenholectypus (?) upanemensis* para a Formação Jandaíra. Beurlen (1967) discutiu a presença das espécies *Caenholectypus (?) upanemensis* (Beurlen) e *Catopygus mossoroensis* (Maury) para os calcários da Formação Jandaíra.

Smith & Bengtson (1991) sugeriram que *Goniopygus* sp. seria muito semelhante a *Goniopygus durandi* Perón & Gauthier, 1881 do Santoniano do norte da África. Nesse mesmo trabalho esses autores ainda propõem que a espécie *Rachiosoma (Rosadosoma) riograndensis* fosse assinalada para o gênero *Rosadosoma*.

Cassab (2003) fez uma breve classificação sistemática das espécies de equinóides registradas para os calcários da Formação Jandaíra, como: *Rosadosoma riograndensis*, *Phymosoma tinocoi*, *Coenholectypus upanemensis* e *Goniopygus* sp.

Manso (2003) citou as espécies de equinóides conhecidas para a Formação Jandaíra, relacionando as seguintes espécies: *Goniopygus durandi*, *Rosadosoma riograndensis*, *Phymosoma riograndensis* e *Phymosoma major*. Também comentou a afinidade da fauna de equinóides da Formação Jandaíra com as faunas de equinóides registradas para Sergipe, Texas, México, Cuba, África e Europa.

O presente estudo teve como objetivo principal fazer uma revisão sistemática e a redescritção das espécies de equinóides endocíclicos obtidas em três localidades fossilíferas da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar.

## GEOLOGIA

### CONTEXTO GEOLÓGICO E ESTRATIGRÁFICO

A Bacia Potiguar é uma bacia marginal localizada no extremo leste da margem equatorial brasileira, compreendendo em sua porção emersa e submersa parte setentrional dos estados do Rio Grande do Norte e do Ceará (Figura 1). Com área total de aproximadamente 48.000 km<sup>2</sup> (Soares et al., 2003; Pessoa Neto et al., 2007).

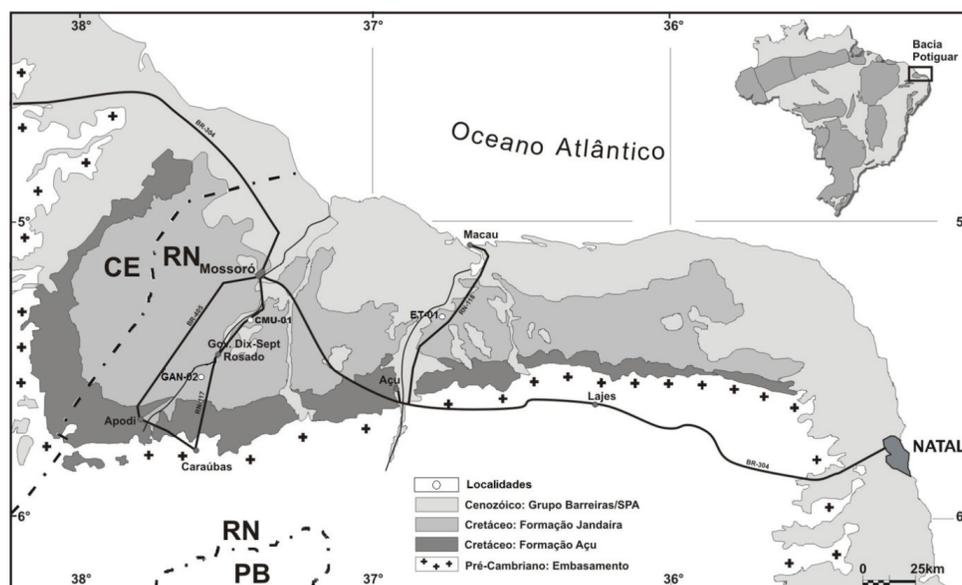


Figura 1 - Mapa geológico simplificado exibindo a localização dos afloramentos da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar (Souza-Lima et al., 2007). CMU-01. Camurim-1; GAN-02. Gangorinha-02 e ET-01. Estreito-01.

O registro estratigráfico da Bacia Potiguar está representado por três supersequências: Supersequência Rifte, depositadas durante o Cretáceo Inferior, composta por sedimentos de origem flúvio-deltaicos e lacustres das formações Pendência e Pescada (Soares et al., 2003; Pessoa Neto et al., 2007); Supersequência Pós-Rifte, caracterizada pela deposição dos sedimentos flúvio-deltaicos que mostram a passagem gradativa entre os sistemas continentais e marinhos, representados pela Formação Alagamar (Pessoa Neto et al., 2007); e a Supersequência Drifte, representada por uma sequência flúvio-marinha transgressiva que data do Albiano ao Turoniano, formada por folhelhos, arenitos e carbonatos, onde estão

inseridas as formações Açú, Jandaíra, Ponta do Mel, Quebradas e Ubarana (Pessoa Neto et al., 2007).

A Formação Jandaíra (Figura 2) é constituída por calcirruditos, calcarenitos e calcilitos bioclásticos, depositados no contexto de uma plataforma ou rampa carbonática dominada por maré, cujos sedimentos mais novos apresentam idade eocampaniana (Soares et al., 2003; Pessoa Neto et al., 2007). As rochas carbonáticas desta unidade apresentam espessuras variáveis desde zero em direção às águas profundas devido aos processos erosivos, alguma dezena de metros na porção oeste da bacia e atingindo um valor máximo de 600 metros na porção da plataforma interna atual (Pessoa Neto et al., 2007).

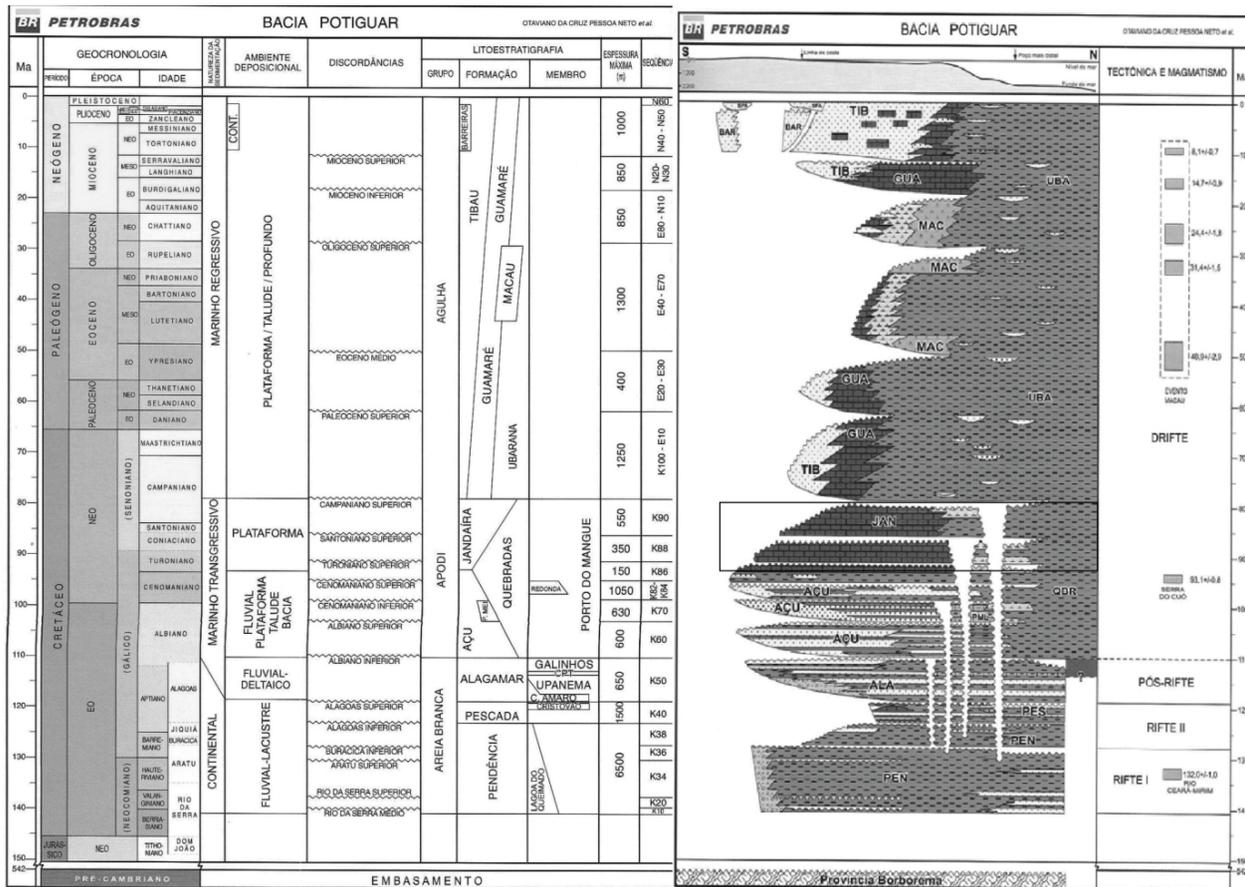


Figura 2 - Coluna cronoestratigráfica da Bacia Potiguar, parte emersa, com destaque para a Formação Jandaíra (Pessoa Neto et al., 2007).

Esta formação contém uma rica e diversificada associação fóssilífera, refletindo ambientes marinhos predominantemente de água rasa (planícies de marés e lagunares), embora estejam presentes representantes e fácies sedimentares de ambientes de alta energia, como *shoals* oolíticos e também de água mais profunda. (Pessoa Neto et al., 2007; Oliveira et al., 2013).

## MATERIAL E MÉTODOS

O material examinado foi obtido em duas coletas realizadas em 2003 e 2011 na Formação Jandaíra, Bacia Potiguar, no estado do Rio Grande do Norte, sendo provenientes de três localidades fóssilíferas: Camurim-1, Gangorinha-2 e Estreito-1 descritas abaixo.

## LOCALIDADES FOSSILÍFERAS

A descrição das localidades fossilíferas foi realizada com base em trabalhos anteriores e no banco de dados de localidades da Fundação Paleontológica Phoenix. A metodologia seguiu aquela adotada por Bengtson (1983), de acordo com o sistema internacional UTM. As coordenadas em *Universal Transverso de Mercator* (UTM) foram obtidas utilizando-se o *Global Positioning System* (GPS), sobre o *datum* Aratu. Os códigos entre parênteses referem-se à identificação dos afloramentos no mapa de localização de Souza-Lima et al. (2007).

Os seguintes códigos foram utilizados nas descrições:

*Kjan* = Formação Jandaíra.

*Exposição* = afloramento com altura inferior a 0,5 m.

*Seção* = afloramento com altura superior a 0,5 m.

### CAMURIM

**Referências à área:** "...BR 117, trecho

Mossoró-Gov. Dix-Sept Rosado, mun. de Mossoró, 15 km após a saída da cidade de Mossoró, RN" (Cassab, 2003); "... provém da localidade denominada Mossoró 03 (MO-03), situada na BR-117, trecho Mossoró-Governador Dix-Sept Rosado Maia, no município de Mossoró, 15 km após a saída da cidade de Mossoró (Manso, 2006).

**Camurim-1 (CMU-01)** - Coordenadas em UTM 9411500N/673350E. Folha SB-24-X-D-I-3-NO (Souza-Lima et al. 2007). Governador Dix-sept Rosado (Figura 3), seção em área escavada à margem leste da RN-117, 15 km ao sul de Mossoró.

*Kjan* = Calcários biomicríticos, margas e bioesparitos, contendo exemplares de *Baculites* sp. e *Pseudaspidoceras?* sp. (Souza-Lima et al., 2007). A presença desses amonoides registrados nesta localidade sugere uma deposição durante o intervalo Turoniano inferior (Souza-Lima et al., 2007).

**Referências:** Corresponde à localidade Mossoró (MO-03) de Cassab (2003); Camurim-1(CMU-1) de Souza-Lima et al. (2007).



**Figura 3** - Vista da localidade Camurim-1 da Formação Jandaíra (Foto cedida por Souza-Lima, W).

**Gangorrinha-2 (GR-02)** - Coordenadas em UTM 9394200N/661900E. Folha SB-24-X-C-III-4-SE. Exposição a 3 km a oeste da cidade de Governador Dix-Sept Rosado, RN (Figura 4).

*Kjan* = Calcário creme claro fino bioclastico com vários equinoides: *Goniopygus durandi*,

*Rosadosoma riograndensis*, *Phymosoma major* e *Mecaster fourneli*.

**Referências:** Provável área citada em Maury (1925); Duarte & Santos (1961); Beurlen, (1964, 1967); Gov. Dix-Sept Rosado (GD-01) de Cassab (2003).



**Figura 4** - Exposição da carapaça de um phymosomatide na localidade Gangorrinha-2 da Formação Jandaíra (Foto cedida por Souza-Lima, W).

**Estreito-1 (ET-01)** - Coordenadas em UTM 9406100N /743450E. Folha SB-24-X-D-II-3-NE (Souza-Lima et al., 2007). Seção em estreito próximo ao rio Açu (Figura 5).

*Kjan* = Mudstones a Wackstones intercalados com *grainstones*, contendo exemplares de *Hy-*

*pophylloceras* sp. A presença de *Hypophylloceras* sp. nessa localidade sugere que a mesma foi depositada durante o Turoniano médio/superior (Souza-Lima et al., 2007).

**Referências:** Corresponde à localidade Açu-09 (AÇU-09) de Cassab (2003); Souza-Lima et al. (2007).

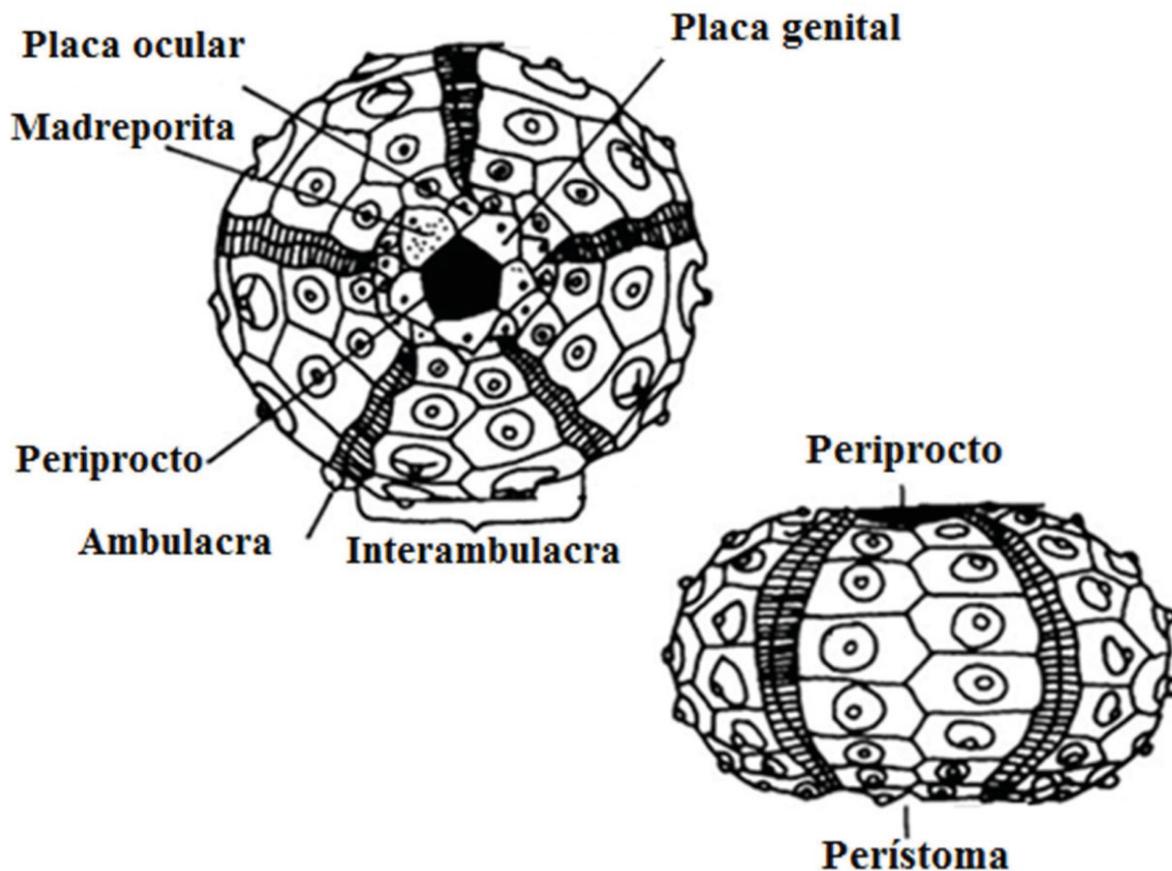


**Figura 5.** Vista geral da localidade Estreito-1 da Formação Jandaíra (Foto cedida Souza-Lima, W).

#### PREPARAÇÃO DOS EXEMPLARES DE EQUINOIDES

Os exemplares foram preparados e identificados seguindo bibliografias especializadas. Em seguida, as carapaças em melhor estado de preservação foram medidas (em milímetros) com auxílio de paquímetro digital (Figura 6). Posteriormente, algumas carapaças foram impreg-

nadas com vapor de óxido de magnésio para a realização das fotografias. E por fim, numeradas e depositadas na coleção de invertebrados fósseis da Fundação Paleontológica Phoenix (FPH-I). A lista de sinonímia das espécies estudadas foi elaborada baseando-se em comparações relacionadas às descrições e ilustrações presentes em literaturas consultadas.



**Figura 6** - Caracteres morfológicos e protocolo de medidas utilizado na biometria dos equinoides regulares (Manso, 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### SISTEMÁTICA PALEONTOLÓGICA

Classe Echinoidea Leske, 1778  
 Subclasse Euechinoidea Bronn, 1860  
 Grupo Echinacea Claus, 1876  
 Ordem Phymosomatoida Mortensen, 1904  
 Família Phymosomatidae Pomel, 1883  
 Gênero *Rosadosoma* Santos, 1960

**Espécie tipo.** *Phymosoma riograndensis* Maury, 1925.

**Diagnose do gênero.** Carapaça sub-hemisférica. Região ambulacral constituída de placas diadematoídes com três a quatro pares de poros por placa, dispostos em linha unisseriada formando ligeiros arcos. Tubérculos grandes, crenulados e imperfurados. Na região interambulacral, ao lado dos tubérculos primários, aparecem os secundários bem desenvolvidos formando no máximo oito fileiras verticais. Cicatriz apical grande e pentagonal. Perístoma de tamanho regular com as fendas branquiais distintas. Espinhos simples e aciculares (Modificado de Santos, 1960).

**Observação.** O subgênero *Rosadosoma* foi proposto por Santos (1960) para o gênero *Ra-*

*chiosoma* (Pomel, 1883) usando a espécie tipo *Phymosoma riograndensis* (Maury, 1925). Santos (1960) discutiu a proximidade do gênero *Rachiosoma* (Pomel, 1883) com *Glyphosyphus* (d'Archiac & Haime, 1853) e *Hemidiadema* (Agassiz & Desor, 1846), e ao mesmo tempo as diferenças, por não se encaixar inteiramente em nenhum deles, isto é, por não apresentar depressões suturais profundas e/ou alongadas na carapaça.

Santos (1960) observou que a ocorrência de oito fileiras de tubérculos em uma região interambulacral nos exemplares maiores representa um caráter particular da espécie de *Phymosoma riograndensis* Maury. Mediante esse caráter, Santos achou justificável estabelecer um novo subgênero *Rosadosoma* para a espécie.

Beurlen (1964) citou ser possível a criação desse novo subgênero, porém não seria necessária a subdivisão do gênero, que está bem caracterizada pelo comportamento da região ambulacral, disco apical e perístoma. Beurlen ainda ressaltou que os exemplares menores e de tamanho médio apresentam o comportamento normal dos tubérculos secundários e que somente os exemplares maiores apresentaram esse aumento

excessivo dos tubérculos nas regiões interambulacrais. Sendo assim, esse autor achou melhor considerar a espécie como própria, dentro do gênero *Rachiosoma*.

De acordo com Cooke (1953), o gênero *Rachiosoma* difere principalmente de *Phymosoma* por não apresentar suas zonas porosas claramente bisserial próximo ao sistema apical, embora algumas espécies fossem descritas como apresentando tendência para se tornar bisserial próximo a essa região. Ele também comparou o sistema apical das espécies *Rachiosoma delamarrei* (Deshayes, 1847) e *Phymosoma konigii* (Mantell, 1922), e notou que a cicatriz apical da primeira espécie é muito menor. Além disso, o autor explicou que as espécies pertencentes ao gênero *Rachiosoma* tem um perístoma relativamente menor que aquelas pertencentes ao gênero *Porosoma* (Cotteau, 1856).

Smith & Bengtson (1991) citaram que *Rachiosoma riogradensis* Maury é espécie única, e que se assemelha à espécie de *Plistophyma* na morfologia da carapaça e tuberculação, mas difere delas por apresentar mais tubérculos crenulados do que não crenulados. Eles ainda explicaram que *R. riogradensis* claramente não pertence ao gênero *Rachiosoma*. Esses autores sugeriram então que o subgênero *Rosadosma* erguido por Santos (1960) fosse elevado à categoria genérica. Embora Smith & Bengtson (1991) tenham sugerido o reposicionamento

sistemático para essa espécie, nenhum material foi descrito ou ilustrado por eles.

*Rosadosoma riogradensis* (Maury, 1925)

(Figura 7: A-D; Figura 9: A-I)

1925 *Phymosoma riogradensis* - Maury, p. 508-509, est. 24, figuras 11-12.

1960 *Rachiosoma* (*Rosadosoma*) *riogradensis* (Maury) - Santos, p. 14-18, est. 1, figuras 1-3; est. 2, figuras 1-3; est. 3, figuras 1-3; est. 4, figuras 1-6; figuras texto 1-3.

1964 *Rachiosoma riogradensis* (Maury) - Beurlen, p.143-145.

1980 *Rachiosoma riogradensis* (Maury) - Brito, p. 584-585, est. 2, figuras 6-8.

1991 *Rosadosoma riogradensis* - Smith & Bengtson, p. 13.

2003 *Rosadosoma riogradensis* (Maury, 1925) - Cassab, p.71, figura 36.

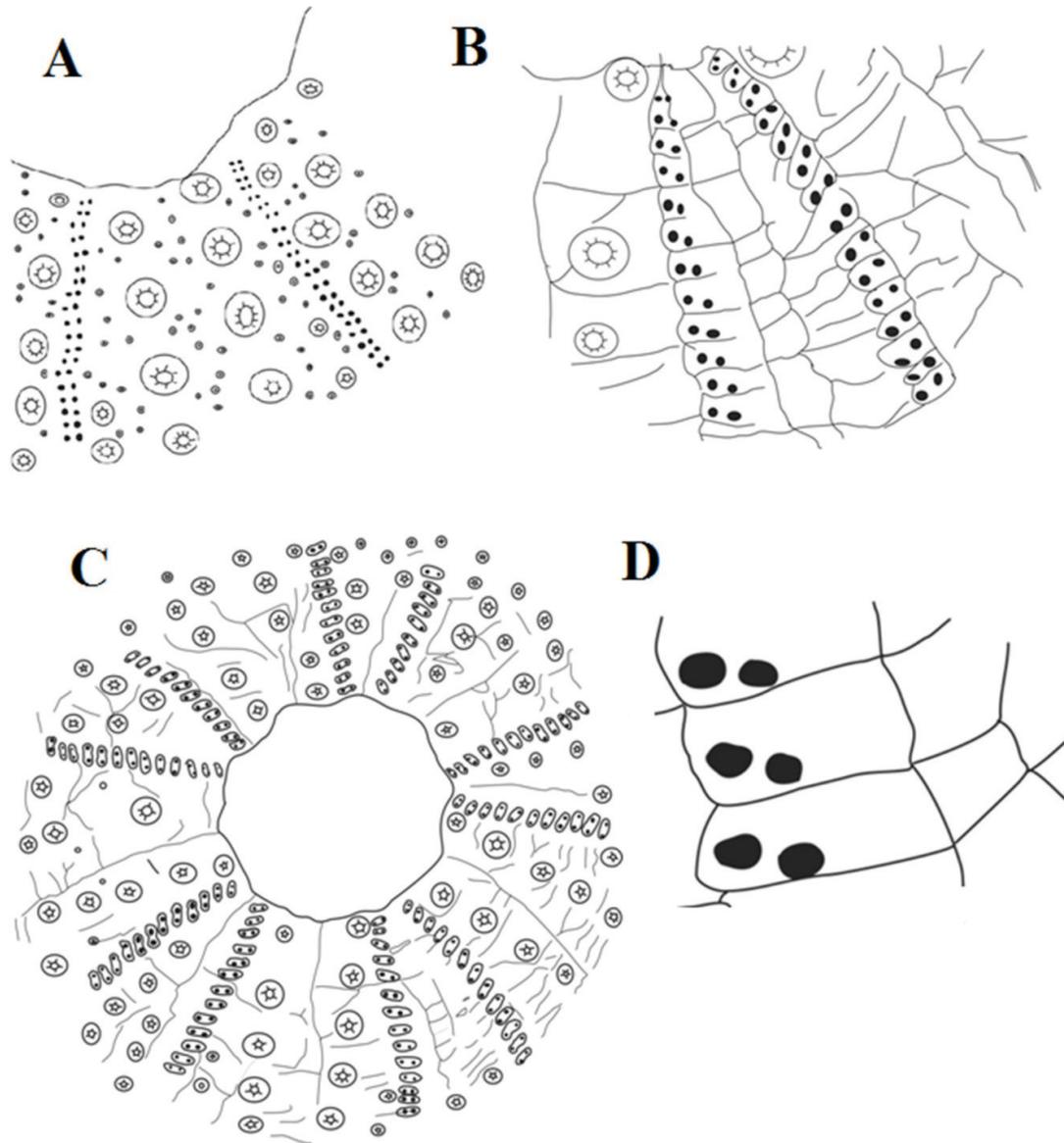
**Material.** Quinze exemplares provenientes das localidades Camurim-1(FPH-1747-I) e Gangorinha-2 (FPH-1748-I a FPH-1761-I).

**Diagnose da espécie.** Carapaça levemente comprimida na região oral e aboral, com poros dispostos de forma trigerminada em cada placa, com a região ambulacral correspondente à metade da largura da região interambulacral.

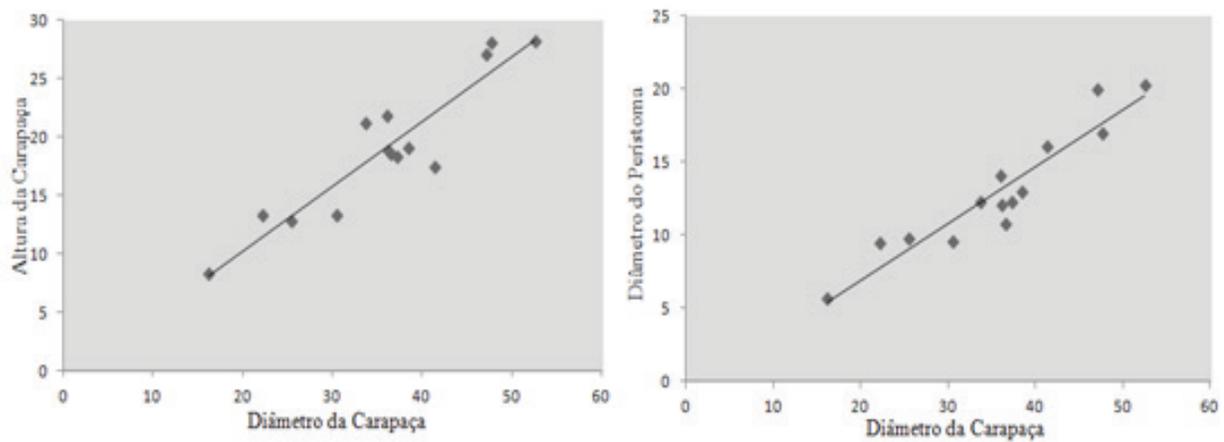
**Descrição.** Carapaça circular e levemente comprimida na região aboral e oral, medindo o maior exemplar (FPH-1748-I) 52,27 mm de diâmetro e 28,27 mm de altura, e o menor (FPH-1747-I) 16,24 mm de diâmetro e 8,31 mm de altura (Figura 8 e Tabela 1).

**Tabela 1** - Dados estatísticos dos espécimes estudados de *Rosadosoma riogradensis* (Maury, 1925) da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar. N. Número total de exemplares; DC. Diâmetro da carapaça; AC. Altura da carapaça; DP. Diâmetro do perístoma.

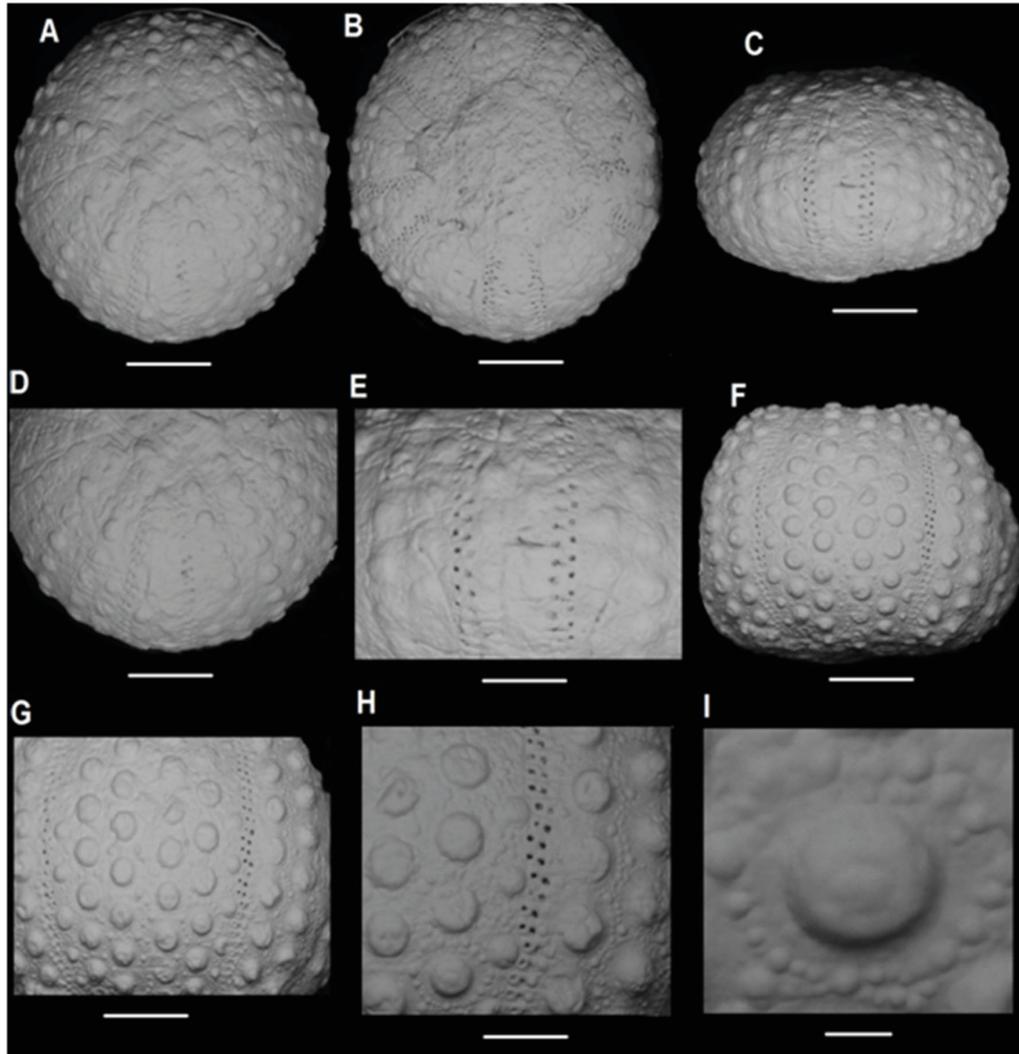
N = 15	DC	AC	AC/DC	DP	DP/DC
Média	35,84	19,04	0,53	13,04	0,36
Mediana	36,39	18,73	0,52	12,28	0,36
Desvio Padrão	9,99	5,99	0,07	4,13	0,04
Valor Máximo	52,57	28,27	0,63	20,32	0,42
Valor Mínimo	16,24	8,31	0,42	5,73	0,29



**Figura 7** - Desenho esquemático de *Rosadosoma riograndensis* (Maury, 1925) do Cretáceo superior da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar. A, B, D. Vista da região ambulacral e interambulacral, C. Vista oral. Barra de escala = 10 mm, exceto para D = 5 mm (Desenho de Oliveira, J).



**Figura 8** - Dados biométricos (medidas em mm) dos espécimes de *Rosadosoma riograndensis* (Maury, 1925) da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar.



**Figura 9** - *Rosadosoma riograndensis* (Maury, 1925) do Cretáceo Superior da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar. Barra de escala = 10 mm, exceto para I, onde equivale a 5 mm. Exemplar FPH-1748-I (A-E): A. Vista apical; B. Vista lateral; C. Vista oral; D. Vista das regiões ambulacrais e interambulacrais; E. Vista da região ambulacral. Exemplar FPH-1761-I (F-I): F. Vista da região interambulacral; G. Detalhe da região interambulacral da figura anterior; H. Vista dos poros ambulacrais; I. Vista do tubérculo primário.

Disco apical não visualizado. Ambulacros mais estreitos do que os interambulacros (aproximadamente 50%), afinando levemente na região aboral. Placas estilo phymosomatoidea com tubérculos não perfurados e com a plataforma crenulada. E mais dois ou três tubérculos secundários. Poros dispostos de forma trigerminada em cada placa. Em torno de 37 pares no exemplar (FPH-1748-I), posicionados unisseridamente em cada coluna. Na região oral podem ser observados de três a quatro pares de poros formando filoides.

Região interambulacral aproximadamente duas vezes mais larga do que a ambulacral. Placas desta região arqueada na altura do ambulacro, com dois tubérculos primários crenulados e não perfurados no exemplar maior e um tubérculo primário e aproximadamente oito tubérculos secundários no exemplar menor.

Perístoma levemente invaginado com fendas bucais bem definidas.

**Observação.** Segundo Maury (1925), *Phymosoma riograndensis* tem por parente mais próximo *Phymosoma texanum* (Roemer, 1836) do Cretáceo do Texas, porém diferem por apresentar os poros ambulacrais formando uma série em toda a carapaça. Outra diferença é que *Phymosoma texanum* apresenta duas fileiras de poros no dorso da carapaça e apenas duas série de tubérculos primários em cada metade da região interambulacral. A autora ainda relaciona com *Phymosoma binexilis* (White, 1887), do Cretáceo de Sergipe, diferenciando-se pela tuberculação da região interambulacral.

Santos (1960) observou em seu material quatro pares de poros por placas na região ambulacral. Já nos exemplares analisados neste trabalho foram observados apenas três pares de

poros por placas ambulacrais. Ressalta-se que o número de poros nos exemplares analisados neste estudo é o mesmo, independente do seu estágio ontogenético.

Os exemplares de *Rosadosoma riograndensis* analisados nesse estudo apresentaram o diâmetro da carapaça entre 16-52,57 mm, altura entre 8-28,27 mm, diâmetro do perístoma entre 5-20, 32 mm. Já o exemplar de *Rosadosoma riograndensis* examinado por Maury (1925) apresentou diâmetro da carapaça de 41,00 mm e a altura de 19,00 mm, o perístoma e o periprocto não foram visualizados e nem medidos. Os dados biométricos dos exemplares de *R. riograndensis* da Bacia Potiguar se encontram na Tabela 1.

**Distribuição estratigráfica e paleogeográfica.** Ocorrência do Turoniano e Turoniano-Santoniano da Bacia Potiguar (Maury, 1925; Santos, 1960; Smith & Bengtson, 1991).

Gênero *Phymosoma* Haime, 1853

**Espécie tipo.** *Cidaris koenigii* Mantell, 1822

*Phymosoma major* Coquand, 1862

(Figura 10: A-C; Figura 12: A-I)

1862 *Phymosoma major* Coquand, p. 256,

p. 27, figuras 16-18.

1879 *Cyphosoma majus* Coquand. - Cotteau *et al.*, p. 93.

1880 *Cyphosoma majus* Coquand, 1862 -

Cotteau *et al.* p. 93.

1960 *Phymosoma tinocoi* Santos - Santos, p.18-20, est. 5, figuras 1-3.

1964 *Phymosoma tinocoi* Santos - Beurlen, p. 145.

1991 *Phymosoma tinocoi* Smith & Bengtson, p. 13.

2003 *Phymosoma tinocoi* Santos, 1960 - Cassab, p.72, figura 34.

2010 *Phymosoma major* Coquand, 1883 - EL Qot, p. 270, est. 3, figuras 8a-b, 9.

2012 *Phymosoma major* (Coquand, 1862) - Abdelhamid & Azab, p. 586, figura 5K.

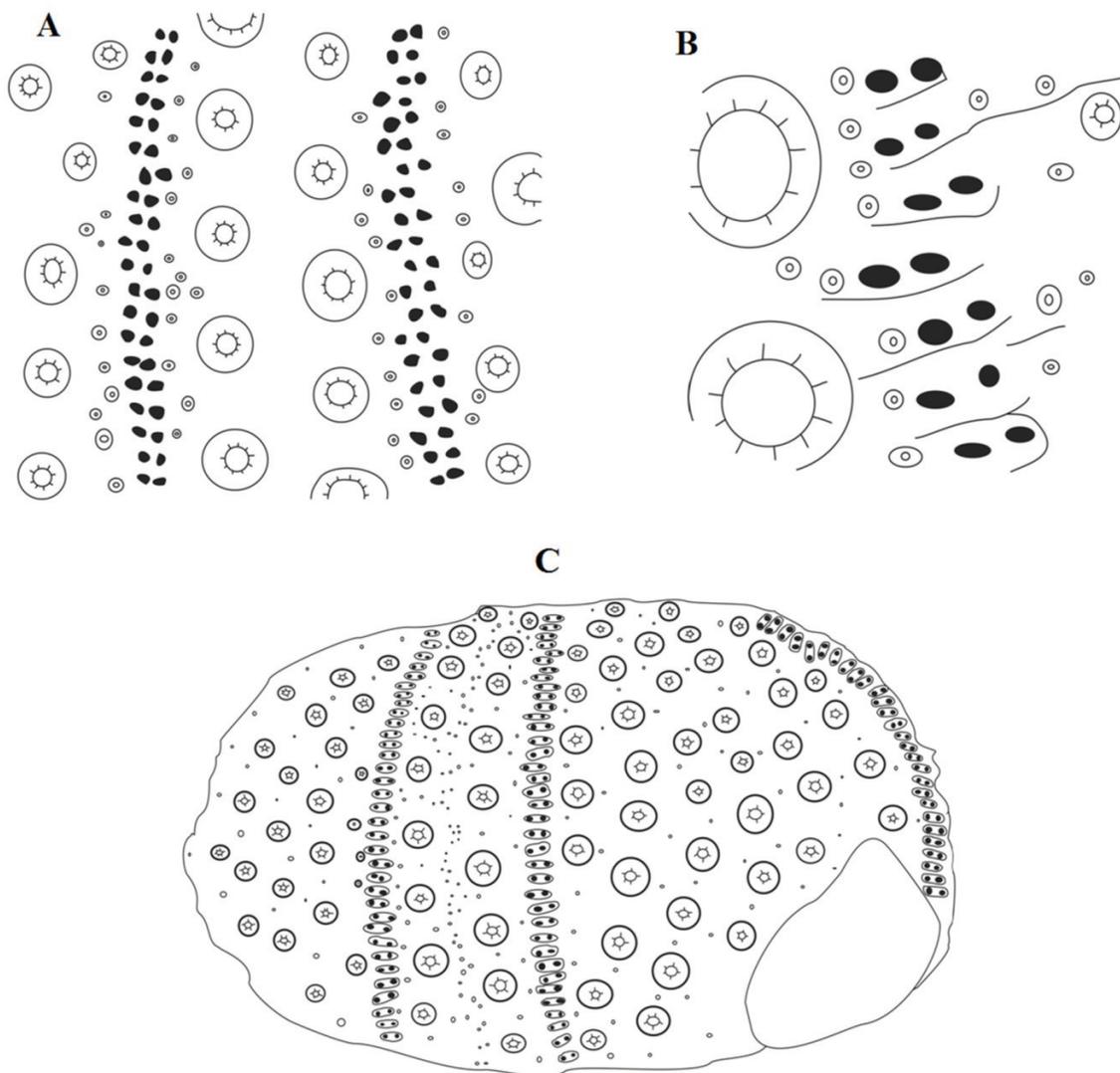
**Diagnose da espécie.** Carapaça de contorno semi-pentagonal, ambulacro com cinco pares de poros distribuídos unisseriadamente estilo phymosomatoide, com a região interambulacral com aproximadamente o dobro da largura da região ambulacral. Perístoma com fendas bucais bem marcadas.

**Material examinado.** Dezesseis exemplares provenientes das localidades Camurim-1 (FPH-1763-I e FPH-1764-I) e Gangorinha-2 (FPH-1765-I a FPH-1778-I).

**Descrição.** Exemplar (FPH-1764-I) com carapaça de contorno semi-pentagonal e arredondada, com 21,87 mm de diâmetro do disco, fortemente comprimida nas regiões oral e aboral. Altura da carapaça medindo 5,81 mm (aproximadamente 40% do comprimento) (Figura 11 e Tabela 2).

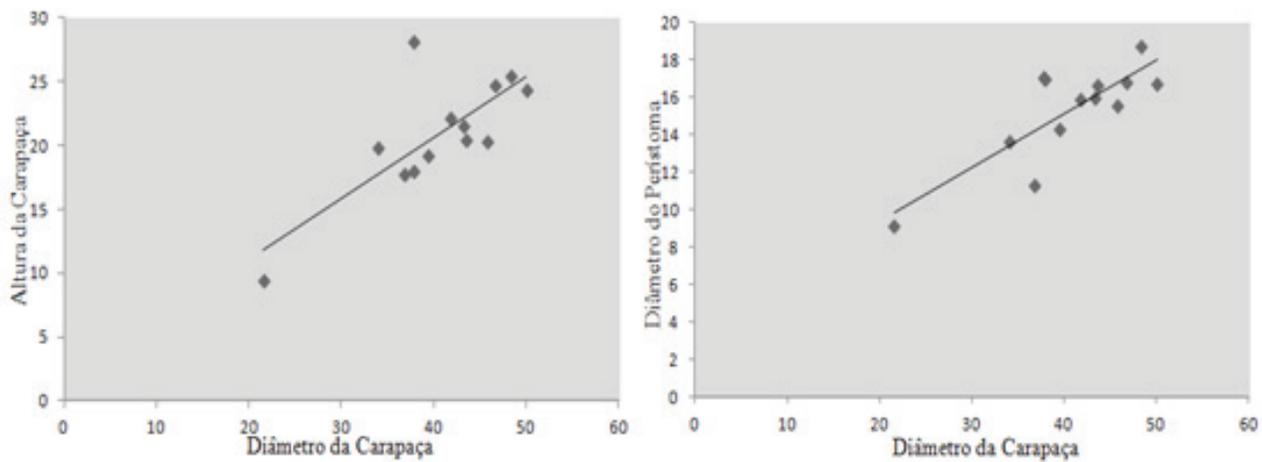
**Tabela 2** - Dados estatísticos dos espécimes de *Phymosoma major* Coquand, 1862 da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar. N. Número de exemplares; DC. Diâmetro da carapaça; AC. Altura da carapaça; DP. Diâmetro do perístoma.

N = 16	DC	AC	AC/DC	DP	DP/DC
Média	40,57	20,86	0,51	15,29	0,38
Mediana	41,86	20,48	0,48	15,94	0,37
Desvio Padrão	7,46	4,62	0,08	2,61	0,04
Valor Máximo	50,09	28,13	0,74	18,7	0,45
Valor Mínimo	21,61	9,43	0,43	9,18	0,30

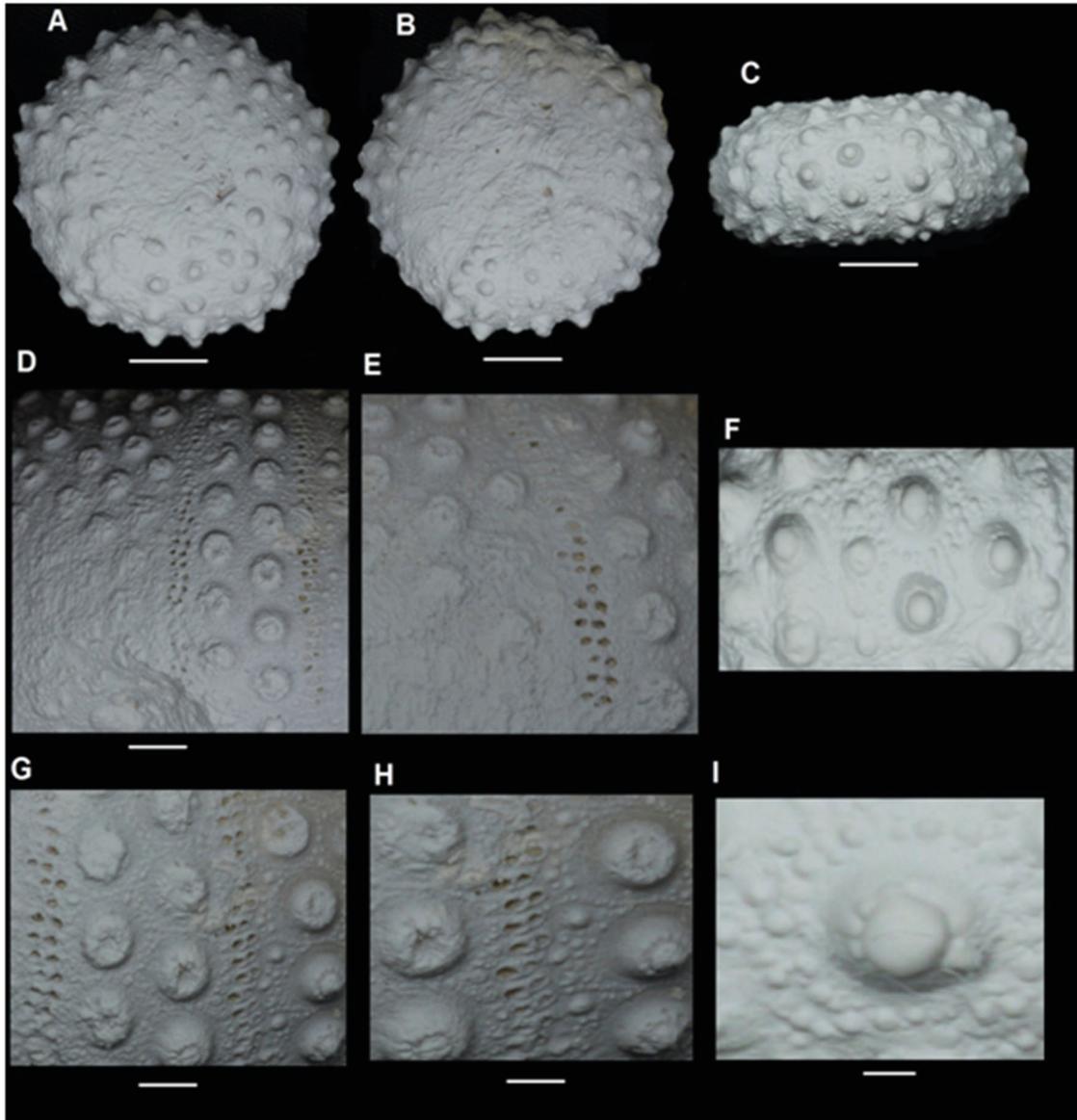


**Figura 10.** Desenho esquemático do espécime *Phymosoma major* Coquand, 1862 da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar. A- B. Vista da região ambulacral e C. Vista lateral. Barra de escala = 10 mm, exceto para B = 5 mm (Desenho de Oliveira, J).

154



**Figura 11 -** Dados biométricos (medidas em mm) dos espécimes de *Phymosoma major* Coquand, 1862 da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar.



**Figura 12** - *Phymosoma major* Coquand, 1862 do Cretáceo Superior da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar. Barra de escala = 10 mm, exceto para I, onde equivale a = 1 mm (milímetros). Exemplar FPH-1764-I (A-C; F e I): A. Vista apical; B. Vista oral; C. Vista lateral; F. Vista do tubérculo; I. Vista do tubérculo primário. Exemplar FPH-1766-I (D-E; G e H): D. Vista da região ambulacral e interambulacral; E. Vista da região ambulacral; G. Vista lateral; H. Vista da região ambulacral.

Disco apical com as placas perdidas. Região ambulacral com poros dispostos unisseriadamente e com as placas arqueadas. A maior largura desta região é encontrada no âmbito, onde ela possui aproximadamente metade da largura da zona interambulacral. Cada placa ambulacral possui quatro pares de poros dispostos no estilo phymosomatoíde e com tubérculos primários grandes, mamelo não perfurado e plataforma alta e crenulada. Com aproximadamente um a dois tubérculos secundários em cada placa.

Região interambulacral aproximadamente duas vezes mais larga do que a ambulacral, com um tubérculo primário grande com um mamelo não perfurado e plataforma alta e crenulada. Placas superiores cercadas por pequenos tubérculos.

Um pouco abaixo do âmbito um tubérculo secundário está presente com aproximadamente metade do tamanho do tubérculo primário. Logo abaixo desta placa um terceiro tubérculo também apresenta tamanho aproximado ao do segundo tubérculo.

Perístoma aparentemente não invaginado, com as fendas bucais marcadas.

**Observação.** De acordo com Beurlen (1964), *Phymosoma major* difere de *Rosadosoma riograndensis* pelo maior disco apical, pelas depressões médias na região interambulacral do lado apical e pelo desenvolvimento não excessivo dos tubérculos secundários na região interambulacral. O autor ainda comparou com a espécie de *Phymosoma hilli* (Clark, 1891)

registrada para América do Norte, que diferiu de *Phymosoma major* pelo contorno mais pentagonal e pela ocorrência de quatro fileiras de tubérculos na região interambulacral, dos quais os secundários são bem menores que os primários.

Segundo El Qot (2010) *Phymosoma major* pode ser facilmente distinguido de *Phymosoma abbatei* (Gauthier, 1898) por apresentar quatro fileiras de tubérculos primários na região interambulacral e por possuir uma carapaça com diâmetro maior. Difere também do *Phymosoma sinaeum* (Fourtau, 1914) por este apresentar duas fileiras internas e duas externas de tubérculos secundárias em cada placa da região interambulacral, além das duas fileiras principais.

*Phymosoma hilli* (Clark) descrita por Cooke (1953) diferiu de *Phymosoma major* por apresentar sistema apical grande e pentagonal, com perístoma correspondente a aproximadamente metade da largura do diâmetro da carapaça. Tubérculos aumentando regularmente em tamanho em direção à margem da carapaça, e também diferiu em sua ocorrência, pois foi registrada para o Texas. A espécie *Phymosoma kassabi* descrito por El Qot (2010) foi diferenciada de *Phymosoma major* por apresentar carapaça de grande porte, com superfície apical convexa, sistema apical pentagonal, projetando ligeiramente para a região interambulacral posterior. Região ambulacral ampla, com poros bisserial. E perístoma arredondado, com fendas branquiais bem desenvolvidas.

De acordo com Abdelhamid & Azab (2012) *Phymosoma major* distinguiu-se de *Phymosoma abbatei*, de *Phymosoma baylei*, e de *Phymosoma beadnelli* por apresentar quatro fileiras de tubérculos primários grandes na região interambulacral.

Os espécimes de *Phymosoma major* da Bacia Potiguar diferem apenas de *Phymosoma tinocoi* de Santos (1960) por apresentar a região interambulacral ampla com tubérculos secundários ligeiramente desenvolvidos em direção ao ápice, o que pode estar relacionado à variação ontogenética do que propriamente a uma variação específica. Desta forma, neste trabalho consideramos *Phymosoma tinocoi* como sinônimo júnior de *Phymosoma major*.

Os exemplares de *Phymosoma major* Coquand, 1862 aqui analisados apresentaram o diâmetro da carapaça entre 21-50,09 mm, altura da carapaça variando de 9-28,13mm, diâmetro do perístoma de 9-18,70 mm. Já os exemplares de *Phymosoma major* Coquand, 1862 do Egito

observado por El Qot (2010) apresentaram o diâmetro da carapaça variando de 27-36,00 mm, altura de 13-15,50 mm e o diâmetro do perístoma de 10-11,50 mm. O espécime de *Phymosoma major* Coquand, 1862 também registrado para o Egito e estudado por Abdelhamid & Azab (2012) apresentou o diâmetro da carapaça igual a 33,50 mm e o periprocto aproximadamente 0,50 % do diâmetro da carapaça.

Nas tabelas 1 e 2 são registrados os dados biométricos de *Rosadosoma riograndensis* e *Phymosoma major* em diferentes estágios ontogenéticos (Tabelas 1 e 2). As pequenas diferenças observadas podem estar relacionadas às características ontogenéticas ou deformações e fraturas presentes na maioria das carapaças estudadas.

**Distribuição estratigráfica e paleogeográfica.** Espécie registrada para o Turoniano do Argélia (Cotteau et al., 1879), Turoniano do Norte de África (El Qot, 2010), Turoniano de Wadi Abu Qaada no Egito (Abdelhamid & Azab, 2012) e Turoniano-Santoniano da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar (Smith & Bengtson, 1991).

Ordem Arbacioida Gregory, 1900

Família Acropeltidae Lambert & Thiéry, 1914

Gênero *Goniopygus* Agassiz, 1838

**Espécie Tipo:** *Goniopygus peltatus* Agassiz, 1838

*Goniopygus durandi* Perón & Gauthier, 1881

(Figura 13: A-C; Figura 14: A-F)

1881 *Goniopygus durandi* Perón & Gauthier - Cotteau et al., p. 114-115, est. 8, Figura 11-16.

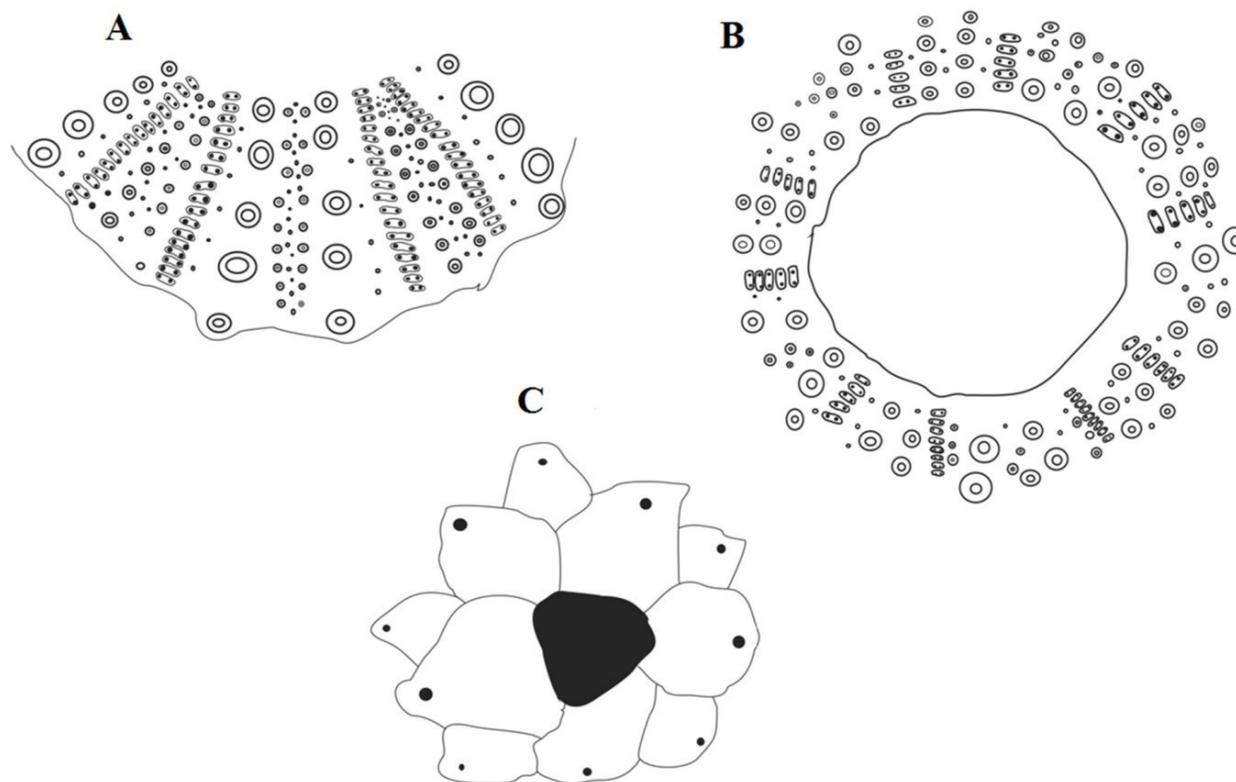
1991 *Goniopygus* sp. Smith & Bengtson p. 13.

2003 *Goniopygus* sp. Cassab, p.73.

**Material examinado.** Dois exemplares provenientes das localidades Gangorinha-2 (FPH-1746-I) e Estreito-1 (FPH-1762-I).

**Diagnose da espécie.** Carapaça baixa (FPH-1746-I), placas genitais pontiagudas, periprocto aproximadamente triangular e lobado, poros ambulacrais dispostos em fileiras, placas interambulacrais com um tubérculo primário grande, imperfurado, e com a plataforma levemente crenulada (Perón & Gauthier, 1881).

**Descrição.** Carapaça arredondada e baixa, levemente comprimida na região apical e oral, medindo 10,83 mm de diâmetro e 5,95 mm de altura no exemplar FPH-1746-I, e 11,35 mm de diâmetro e 5,05 mm de altura no exemplar FPH-1762-I, sendo que essas relações correspondem a aproximadamente 55% do diâmetro total de cada carapaça.



**Figura 13** - Desenho esquemático do espécime de *Goniopygus durandi* Perón & Gauthier, 1881 da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar. A. Vista da região ambulacral; B. Vista oral; C. Vista do sistema apical. Barra de escala = 5 mm, exceto para C = 1 mm (Desenho de Oliveira, J).

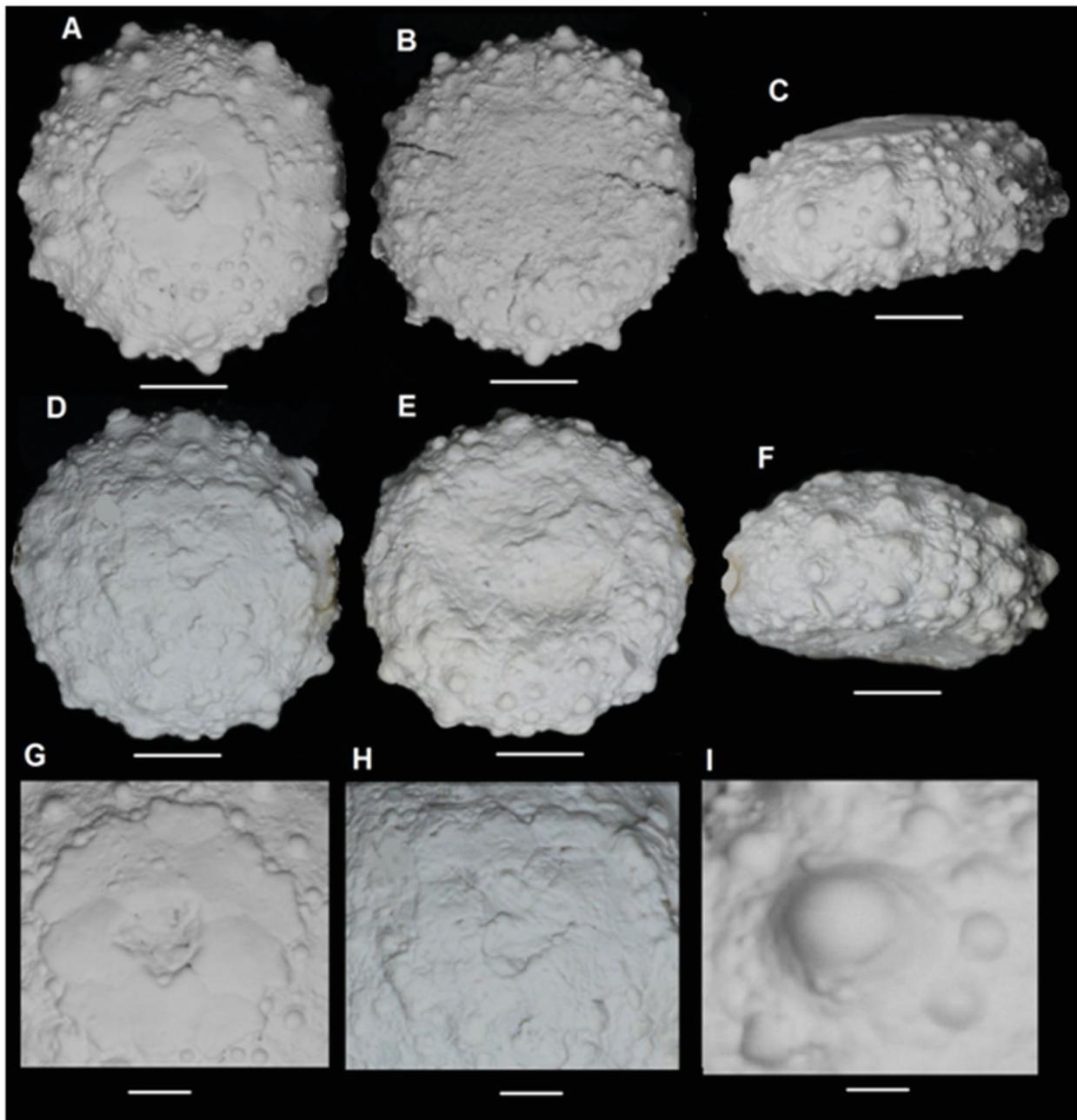
Disco apical aplanado, formado por placas dicíclicas que ocupam aproximadamente 47% do diâmetro da carapaça. Placas genitais pontiagudas, sendo que seu comprimento não ultrapassa as placas oculares. Madreporita na extremidade da placa genital 2. Placas oculares com a margem distal retangular e pouco menor do que as genitais. A superfície das placas é irregular.

Periprocto quase triangular, com as bordas arredondadas. Ambulacros com aproximadamente a metade da largura dos interambulacros, com um tubérculo primário não perfurado e plataforma levemente crenulada, por placa, sendo que na região ambital podem ser encontrados de um a dois tubérculos secundários nas placas juntos aos tubérculos primários.

Poros ambulacrais dispostos em fileiras, quase retilíneas. Região interambulacral formada por placas com um único tubérculo primário grande, não perfurado, e com a plataforma levemente crenulada na região supra ambital. Na região ambital e inframbital cada placa possui, além de um tubérculo primário grande, até quatro tubérculos secundários.

Perístoma com 39 mm de diâmetro ocupando aproximadamente 60% do diâmetro total da carapaça, apresentando leve invaginação.

**Observação.** Segundo Cotteau et al. (1881), a presença de tubérculos granulados inseridos entre as regiões ambulacrais de *Goniopygus durandi* aproxima esta espécie de *Goniopygus royanus* d'Archiac, 1851. No entanto, estas duas espécies possuem diferenças em relação ao tamanho, forma e aparência da região apical e das áreas poríferas. Cotteau et al. (1881) citaram que *G. durandi* também pode ser comparado com *G. menardi* Desmarest, 1825, quanto aos caracteres da região apical e em relação ao diâmetro total. Neste caso difere de *G. menardi* pelos grandes espaços nus observados entre as zonas dos tubérculos da região ambulacral, e também por apresentar menor número de poros. Cotteau et al. (1881) afirmaram que *Goniopygus meslei* Perón & Gauthier, 1879 foi descrito anteriormente como *G. durandi*, devido à semelhança entre a forma e o tamanho da carapaça. No entanto, características tais como a área ambulacral mais ampla e densa, com tubérculos mais unidos, grânulos intermediários maiores, mais distantes e dispostos irregularmente a diferem de *Goniopygus durandi*. Perón & Gauthier (1881), por outro lado, não observaram o aparelho apical por esta estrutura não possuir boa preservação, e o periprocto parece ter sido mais aberto no único exemplar de *G. meslei* obtido.



**Figura 14** - *Goniopygus durandi* Perón & Gauthier, 1881 do Cretáceo Superior da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar. Barra de escala = 5 mm, exceto para G-I, onde equivale a = 1 mm. Exemplar FPH-1762-I (A- C; G e I): A. Vista apical; B. Vista oral; C. Vista lateral; G. Vista do sistema apical; I. Vista do tubérculo primário. Exemplar FPH-1746-I (D-F e H): D. Vista apical; E. Vista oral; F. Vista lateral; H. Vista do sistema apical.

Smith & Bengtson (1991) encontraram no Museu Nacional (MN4742-I) um único espécime de *Goniopygus* sp., o qual eles acharam indistinguível de *Goniopygus durandi* Peron & Gauthier, 1881 do Santoniano do norte da África. Eles citaram também que outras espécies de *Goniopygus* do Cretáceo Superior também apresentam periprocto triangular lobado, como *Goniopygus marticensis* Cotteau 1865 e *Goniopygus supremus* (Hawkins, 1924). As diferenças entre essas duas espécies e *G. durandi* segundo Smith & Bengtson (1991) não parece justificável, sendo essas espécies provavelmente sinônimas. De acordo com Smith & Bengtson (1991) este complexo de espécies varia do Turoniano ao Maastrichtiano.

*Goniopygus durandi* difere de *Goniopygus peroni* Thomas & Gauthier, 1889 por esta última apresentar a carapaça mais elevada e a região interambulacral mais estreita, ocorrendo do Turoniano da Tunísia e do Egito (El Qot, 2010).

Os exemplares de *Goniopygus durandi* analisados nesse estudo apresentaram carapaça com diâmetro entre 10-11,35 mm e altura de 5-5,95

mm. Como os dois exemplares apresentaram-se em estágios ontogenéticos semelhantes, não foram observadas variações morfológicas. O disco apical aplanado ocupa aproximadamente 47% do diâmetro da carapaça. Já os exemplares de *Goniopygus durandi* de L'Algérie examinados por Cotteau et al. (1881) apresentaram diâmetro da carapaça entre 18-25,00 mm, altura de 10-15,00 mm e diâmetro do perístoma de 10-11,00 mm. Como pode ser observado os exemplares examinados por Cotteau et al. (1881) foram maiores que aqueles registrados para a Formação Jandaíra, porém não apresentaram variações em relação às características morfológicas.

**Distribuição estratiográfica e paleogeográfico.** Ocorre do Turoniano ao Santoniano (Cretáceo) da Bacia Potiguar (Smith & Bengtson, 1991), Senoniano da Algéria (Cotteau et al., 1881), Turoniano da Tunísia e do Egito (El Qot, 2010).

As diferenças morfológicas observadas entre as espécies de equinoides endocíclico registradas para a Formação Jandaíra estão listadas na tabela 3.

**Tabela 3** - Principais características morfológicas das espécies de equinoides endocíclicos estudadas na Formação Jandaíra, Bacia Potiguar.

Espécie	Carapaça	Sistema apical	Ambulacro/erambulacro	Periprocto	Perístoma
<i>Goniopygus durandi</i>	Baixa e arredondada levemente comprimida na região apical e oral.	Aplanado, placas genitais pontiagudas e Placas oculares com a margem distal retangular.	Ambulacro com oximadamente a metade da largura dos interambulacro	Triangular, com as bordas arredondadas.	Com leve invaginação.
<i>Rosadosoma riograndensis</i>	Levemente comprimida na região oral e aboral.	Não visualizado.	Região ambulacral correspondente a aproximadamente metade da largura da região interambulacral.	Não visualizado.	Levemente invaginado com fendas bucais bem definidas.
<i>Phymosoma major</i>	Contorno semi-pentagonal e arredondada.	Não visualizado.	Região interambulacral aproximadamente duas vezes mais larga do que a ambulacral.	Não visualizado.	Aparentemente não invaginado, com as fendas bucais marcadas.

## CONCLUSÕES

A revisão sistemática das espécies de equinóides endocíclicos da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar mostrou que *Rosadosoma riograndensis* apresenta características morfológicas únicas. As espécies *Cyphosoma majus* e *Phymosoma tinocoi* citadas em trabalhos anteriores são aqui consideradas sinônimas da espécie *Phymosoma major*.

Os exemplares de *Gonyopigus* sp. pertencem à espécie *Gonyopigus durandi* Perón & Gauthier, 1881.

Os dados biométricos das espécies *Gonyopigus durandi*, *Rosadosoma riograndensis* e *Phymosoma major* possibilitaram a observação das relações entre o diâmetro e a altura da carapaça, assim como o diâmetro da carapaça e o diâmetro do perístoma.

Na Formação Jandaíra as espécies de equinóides endocíclicos ocorrem do Turoniano ao Santoniano.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida à primeira autora. À Universidade Federal de Sergipe (UFS), em especial ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Análise de Bacias (PGAB), pelo auxílio e apoio à pesquisa. Ao CNPq pelo projeto "Echinodermata e Mollusca (Bivalvia: Inoceramidae) do Cretáceo da Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil" (Processo nº 401775/2010-0) e o projeto "Coleções Paleontológicas - Fundação Phoenix: O Cretáceo no Brasil" (Processo nº 401778/2010-0). À Fundação Paleontológica Phoenix, especialmente ao Dr. Wagner Souza-Lima, pelo auxílio na realização das fotografias, cessão do material e das bibliografias.

## REFERÊNCIAS

- Abdelhamid, M. A. M. & M. M. Azab.** 2012. Turonian-Santonian echinoids from Egypt. *Geodiversitas*, 34 (3): 575-615.
- Araripe, P. T. & F. J. Feijó.** 1994. Bacia Potiguar. *Boletim de Geociências da Petrobrás*. Rio de Janeiro, 8 (1): 127-141.
- Bengtson, P.** 1983. The Cenomanian-Coniacian of Sergipe Basin, Brazil. *Fossils and Strata*, 12: 1-78.
- Beurlen, K.** 1964. A fauna do calcário Jandaíra da região de Mossoró (Rio Grande do Norte). *Coleção Mossoroense*, Rio de Janeiro- RJ, 13-215.
- Beurlen, K.** 1967. *Geologia da Região de Mossoró*. Coleção Mossoroense, ser. C: 18-137.
- Brito, I. M.** 1980. Os Equinóides fósseis do Brasil: I. Os endocíclicos. *Anais Academia Brasileira de Ciências*, 52 (3): 569- 590.
- Cassab, R. C. T.** 2003. Paleontologia da Formação Jandaíra, Cretáceo Superior da Bacia Potiguar, com ênfase na paleobiologia dos gastrópodos, Rio de Janeiro, 184 p. Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- Coquand, H.** 1862. Géologie et paléontologie de la région sud de la province de Constantine. *Mémoires de la Société d'Emulation de la Provence*, 2: 341.
- Cooke, C. W.** 1953. American Upper Cretaceous Echinoidea. *United States Geological Survey Professional papers*, 254-A: 1-44.
- Cotteau, G., P. A. Peron & V. Gauthier.** 1881. Echinides fossiles de l'Algérie: Fascicule 7: Etage Senonien. Masson, Paris, 197 p. CLARK, W. B. 1893. The Mesozoic Echinodermata of the United States. *Bulletin of the United States Geological Survey*, 97, 207.
- Cotteau, G., P. Peron & V. Gauthier.** 1876-1881. Echinides fossiles de l'Algérie,-V. 1 ; pt. 3 (1876), Etage Urgo-Aptien et Albien, 90 p. ; Pt. 4 (1878), Etage Cénomanién, 144 p.; pt. 5 (1879), Etage Cénomanién, 145-234 ; V.2 , Pt. 6 (1879), Etage Turonien, 110 p. ; pt. 7 (1881), Etage Sénonien, 118.
- Duarte, L. & R. S. Santos.** 1961. Novas ocorrências fossilíferas nos estados do Rio Grande do Norte e Ceará. *Coleção Mossoroense*, 56, 11.
- El Qot, M. G.** 2010. Upper Cretaceous echinoids from the Galala Plateaux, North Eastern Desert, Egypt. *Revue de Paléobiologie*, Genève, 29 (1): 261-291.
- Manso, C. L. C.** 2003. Os Equinóides (Echinodermata) da bacia Potiguar (RN): Estado da Arte. *Paleontologia em Destaque*, 44: 43.
- Manso, C. L. C.** 2006. Primeiro Registro de Goniasteridade (Echinodermata: Asteroidea) no Cretáceo do Brasil: Turoniano da Bacia Potiguar. *Geociências*, 25(2): 255-256.
- Maury, C. J.** 1925. Fósseis terciários do Brasil, com descrição de novas formas cretáceas, 705p. Monografia, Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, 705.

- Maury, C. J.** 1934. Fossil Invertebrata from northeastern Brazil. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 67 (4): 123-179.
- Menezes, L.** 2002. Caracterização Faciológica e Parametrização de Análogos Reservatórios Petrolíferos Fluviais da Formação Açu (Unidade Açu-3)-Bacia Potiguar. Relatório de Graduação Natal/ RN, 50 p.
- Oliveira, J., C. L. C. Manso, E. A. Andrade & W. Souza-Lima.** 2013. O gênero *Mecaster* (Echinodermata: Spatangoida) do Cretáceo Superior da Formação Jandaíra, Bacia Potiguar, Nordeste do Brasil. *Scientia Plena* 9 (4): 1-17.
- Peron, P. A. & V. Gauthier.** 1879. *In*: Cotteau, G.; Peron, P. A.; Gauthier, V. 1879. Échinides fossiles de L'Algerie. Étage Cenomanien (Concluded). Masson, G. Paris, vol. 1, part 5, 145- 234p.
- Pessoa Neto, O. C., U. M. Soares, J. G. F. Silva, E. H. Roesner, C. P. Florencio & C. A. V. Souza.** 2007. Bacia Potiguar. *Boletim de Geociências da Petrobras*, 15(2): 357-369.
- Santos, M. E. C. M.** 1960. Equinóides cretácicos do Rio Grande do Norte. DNPM/DGM. *Boletim da Divisão de Geológica e Mineralogia*, Departamento Nacional da Produção Mineral, 189, 7-26 p.
- Smith, A. B. & P. Bengtson.** 1991. Cretaceous echinoids from north-eastern Brazil. *Fossils and Strata*, 31: 1-88.
- Soares, U. M., E. L. Rosseti & R. C. T. Cassab.** 2003. Bacias sedimentares brasileiras: Bacia Potiguar. *Fundação Paleontológica Phoenix*, 5(56): 1-6.
- Souza-Lima, W, E. J. Andrade & N. K. Srivastava.** 2007. A bioestratigrafia esquecida: amonóides da bacia Potiguar. *In*: Carvalho, I. S.; Cassab R. C. T.; Schwanke, C.; Carvalho, M. A.; Fernandes, A. C. S.; Rodrigues, M. A. C.; Carvalho, M. S. S.; Arai, M.; Oliveira, M. E. Q. (1ª Ed.). *Paleontologia: Cenários de vida*. Editora Interciência, Rio de Janeiro, p.601-619.

Recebido em 26.XI.2013

Aceito em 28.VIII.2014