

Revisão Sistemática da Família Architectonicidae (Gastropoda) da Formação Pirabas (Mioceno Inferior), Estado do Pará, Brasil

Systematic Review of the Architectonicidae Family (Gastropoda) of the Pirabas Formation (Lower Miocene), Pará State, Brazil

Vladimir de Araújo Távora  & João Vicente Tavares Calandrini de Azevedo 

Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia, Laboratório de Paleontologia, Belém, Pará, Brasil
E-mails: vladimir@ufpa.br; joaovince2015@gmail.com

Resumo

Este trabalho trata sobre a revisão sistemática dos gastrópodes representantes da família Architectonicidae na Formação Pirabas. Foi confirmada a sinonímia de *Architectonica granulatum* (Lamarck) e *A. intraornatum* (White) com *A. nobilis* Röding, assim como invalidar *A. eudaidelum* (Maury), por também ser sinônima de *A. nobilis*, espécie tipicamente marinha nerítica, de salinidade normal, anfí-americana, mais abundante em latitudes baixas e que teve expansão biogeográfica contínua a partir do Mioceno. A espessura de suas conchas, ambiente e modo de vida, bem como suas feições preservacionais e ocorrência associada à litofácies biocalcirrudito sugerem que os exemplares frequentes nas camadas típicas do ambiente lagunar da sequência Pirabas/Barreiras sejam alóctones, tendo sido transportados a partir do ambiente marinho franco pelos canais de maré por meio de ondas de tempestade.

Palavras-chave: Formação Pirabas; Gastrópodes; Architectonicidae

Abstract

This research deals the systematic review of the gastropods belonging to the Architectonicidae family. Were confirmed that *Architectonica granulatum* (Lamarck) and *A. intraornatum* (White) are synonymous of *A. nobilis* Röding, and was unvalidated *A. eudaidelum* (Maury), considered as also synonymous of *A. nobilis*. This taxon is typical of marine environment with normal salinity, amphiamerican, more abundant at low latitudes and continuous biogeographic expansion since the Miocene. The shell thickness, lithological, environmental and preservational settings suggest that these gastropods found in the paleolagoonal beds of the Pirabas/Barreiras sequence are alloctonous where the shell remains were transported by tidal channels during storms that ravaged the sea Pirabas.

Keywords: Pirabas Formation; Gastropods; Architectonicidae

1 Introdução

Os primeiros registros dos gastrópodes da família Architectonicidae na Formação Pirabas foram realizados por White (1887) que propôs a nova espécie *Solarium intraornatum*. Maury (1925a) confirmou a espécie individualizada por Charles White, reconheceu *S. granulatum* Lamarck e formalizou outra espécie nova, *S. eudaidelum*, esta última em amostras procedentes da localidade Estação Agrônômica ou Experimental Augusto Montenegro. Todas estas espécies foram confirmadas por Ferreira (1965), já

atribuídas ao gênero *Architectonica* Röding, 1798. Desde então (Ferreira, 1966; Ferreira *et al.*, 1973; Coelho *et al.*, 1979; Bieler, 1993) as espécies *A. granulatum* e *A. intraornatum* são consideradas sinônimas de *A. nobilis* Röding, 1798. Fast (1978) e Bieler & Petit (2005) publicaram catálogos que trazem um levantamento histórico de todos os táxons fósseis e atuais de Architectonicidae citados na literatura, sem qualquer tratamento ou discussão taxonômica. Por esta razão não consideraram esta sinonímia e o reposicionamento no gênero *Architectonica*, das espécies atribuídas à *Solarium*.

O objetivo da presente pesquisa é apresentar os resultados de revisão sistemática dos mesogastrópodes da Formação Pirabas pertencentes à família Architectonicidae Gray, 1850, bem como apresentar considerações paleobiológicas no que concerne à filogenia, paleoambiente, paleobiogeografia e tafonomia.

2 Materiais e Métodos

O desenvolvimento deste trabalho envolveu observações minuciosas, incluindo as medidas dos caracteres morfológicos diagnósticos, em todas as amostras catalogadas na coleção paleontológica do Museu de Geociências da Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi e Museu de Ciências da Terra-CPRM/RJ- Divisão de Geologia e Mineralogia (DGM). Os exemplares estudados foram coletados em afloramentos localizados na ilha de Fortaleza, município de São João de Pirabas ($0^{\circ} 41' 43''$ S, $47^{\circ} 10' 23''$ W), praia do Atalaia, município de Salinópolis ($0^{\circ} 36' 05''$ S, $47^{\circ} 18' 48''$ W), mina B-17 da Cimentos do Brasil S/A- CIBRASA ($1^{\circ} 2' 47''$ S, $47^{\circ} 9' 26''$ W), e

Estação Agrônômica ou Experimental Augusto Montenegro ($1^{\circ} 13' 30''$ S, $47^{\circ} 23' 43''$ W), ambas situadas no município de Capanema. Estas localidades compreendem as mais expressivas ocorrências da Formação Pirabas (Figura 1), de onde também foram extraídos nos últimos 20 anos, suas feições bioestratinômicas e paleoecológicas. Para a descrição pormenorizada da espécie *Architectonica nobilis*, a mais abundante entre os architectonicídeos, foram examinados com maior rigor os exemplares mais bem preservados e com menor grau de fragmentação. Em todos os indivíduos foram realizadas medições das estruturas morfológicas diagnósticas da espécie com paquímetro digital de precisão, enquanto os mais representativos foram ilustrados mediante câmera fotográfica digital Sony DSC-HX1.

As abreviaturas aqui contidas são: MG- Museu de Geociências da Universidade Federal do Pará, IF- ilha de Fortaleza, PAT- praia do Atalaia, B-17- Mina B-17 da Cimentos do Brasil S/A, I- invertebrados, d- diâmetro e a- altura.

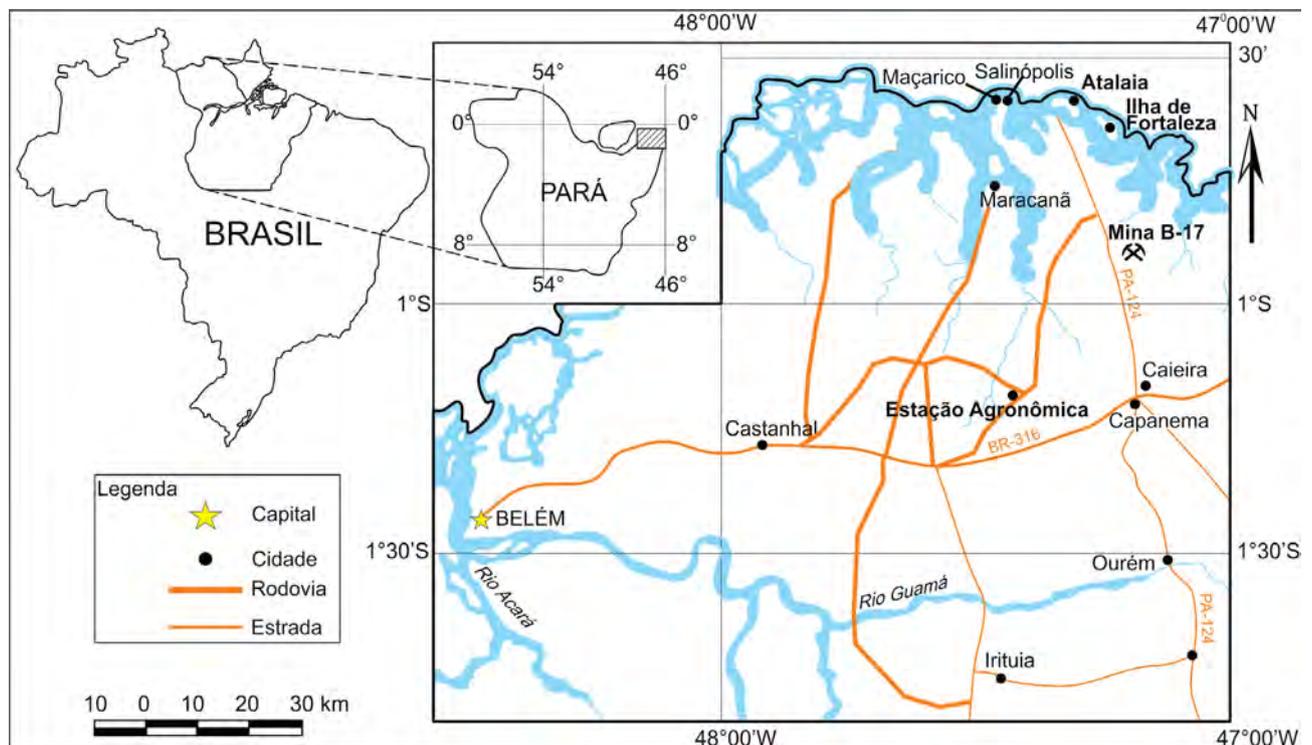


Figura 1 Mapa de localização das localidades fossilíferas (ilha de Fortaleza, Mina B-17 da Cimentos do Brasil S/A- CIBRASA, praia do Atalaia e Estação Agrônômica ou Experimental Augusto Montenegro) nordeste do estado do Pará, onde foram coletados os espécimens estudados.

3 A Formação Pirabas e os Eventos Biológicos da Família Architectonicidae

A sucessão miocênica do estado do Pará desenvolveu-se sob condições de forte controle tectônico, com o desenvolvimento de vales incisos que se encaixam ao longo de zonas de falhas (Rossetti & Góes, 2004), cuja evolução é entendida como decorrente do último episódio de manifestação extensional na margem equatorial brasileira, relacionado ao evento de separação América do Sul – África (Costa *et al.*, 1993).

O arranjo dos depósitos da Formação Pirabas evidencia padrão geral prográdacional, revelado pela superposição de fácies de plataforma aberta por fácies progressivamente mais costeiras, associadas a sistema deposicional contendo ilhas-barreiras (Góes *et al.*, 1990). Também foram reconhecidos vales estuarinos incisos, através da abundância de depósitos formados sob influência de processos de marés em ambientes canalizados, típicos de estuários. Estes depósitos são caracterizados por litologias típicas com gradações laterais e verticais, geneticamente relacionadas com uma variedade de outros depósitos comuns a sistemas estuarinos, destacando-se particularmente delta de maré, baía/laguna estuarina, planície de maré e mangue. O relacionamento destes depósitos com estratos atribuídos à plataforma rasa, e a associação icnológica, com representantes de ambientes marinhos estressados e com influência de água salobra, são importantes elementos na caracterização de fácies proximais, intermediárias e distais estuarina nesses estratos (Rossetti & Góes, 2004).

Estes dados estratigráficos combinados com a relação entre as feições preservacionais e de ambiente de vida, favoreceram uma distinta interpretação e caracterização do ambiente e exigências/restrições ambientais dos paleoinvertebrados da Formação Pirabas, não limitando a ocorrência de ambientes a localidades geográficas distintas (Góes *et al.*, 1990; Rossetti & Góes, 2004). As exposições rochosas na Mina B-17, no município de Capanema, permitem considerar esta região como a maior expressão areal do ambiente lagunar do grande sistema estuarino miocênico (Távora *et al.*, 2010). A associação fossilífera da seção aflorante na localidade Aricuru, município de Maracanã permitiu definir a porção mais distal desta paleolaguna, onde a influência da hidrodinâmica deposicional era menor, e os episódios de variação do nível do mar tinham maior duração, dando tempo para que se instalasse um conjunto biótico distinto de paleoinvertebrados, caracterizado por elementos com elevada plasticidade ecológica ou especializados a ambientes restritos (Távora & Reis, 2015).

Os eventos geológicos de grande escala que ocorreram a partir do Cretáceo estimularam significativas mudanças globais nas biotas marinhas, com destaque para a rápida evolução das linhagens e expansão adaptativa do filo Mollusca. Em escala regional foram registrados na Formação Pirabas os bioeventos de radiação e espalhamento biogeográfico dos gastrópodes das famílias Architectonicidae, Marginellidae, Muricidae, Xenophoridae, Turbinidae, Turritelidae, Strombidae, Cypraeidae e Trochidae, cujas espécies surgiram no Oligoceno e Mioceno, sendo consideradas as precursoras diretas das atuais, refletindo assim o sucesso atingido pelos moluscos. Deste conjunto os gêneros mais representativos são *Architectonica*, *Calyptraea*, *Crassispira*, *Conus*, *Crucibulum*, *Fasciolaria*, *Natica*, *Polystira*, *Strombus*, *Terebra*, *Turbinella* e *Turritella* (Weisbord, 1962; Távora *et al.*, 2010).

O bioevento de radiação da família Architectonicidae é estimado para o intervalo Paleoceno-Eoceno. A espécie *Architectonica nobilis* Röding, 1798 surgiu no Mioceno e no intervalo Mioceno Superior/Plioceno Inferior sofreu expansão biogeográfica contínua (Bieler, 1993).

4 Sistemática Paleontológica

Utilizam-se no presente estudo a nomenclatura morfológica e termos aplicados nas descrições (Figura 2) reportados por Bieler (1988, 1993) e Rios (2009). As classificações sistemáticas seguiram as propostas de Maury (1925a), Bieler (1989, 1993) e Rios (2009) além de outras referências complementares específicas, tais como Woodring (1959), Weisbord (1962), Altena (1975), DeVries (1985) e Haszprunar (1985).

Segundo Bieler (1993) nos estudos anteriores não foram considerados os aspectos genéticos para a utilização das categorias subgênero e subespécie. Os atributos zoogeográficos, unicamente adotados, não podem ser apontados como suficientes para estudos taxonômicos, haja vista o caráter cosmopolita de muitas espécies. Esta premissa é reputada na presente pesquisa.

Classe GASTROPODA Cuvier, 1797

Superordem ALLOGASTROPODA Haszprunar, 1985

Ordem HETEROSTROPHA Fischer, 1885

Superfamília ARCHITECTONICOIDEA Gray, 1840

Família ARCHITECTONICIDAE Gray, 1850

Gênero *Architectonica* Röding, 1798

Architectonica nobilis Röding, 1798

Figuras 3A- 3F

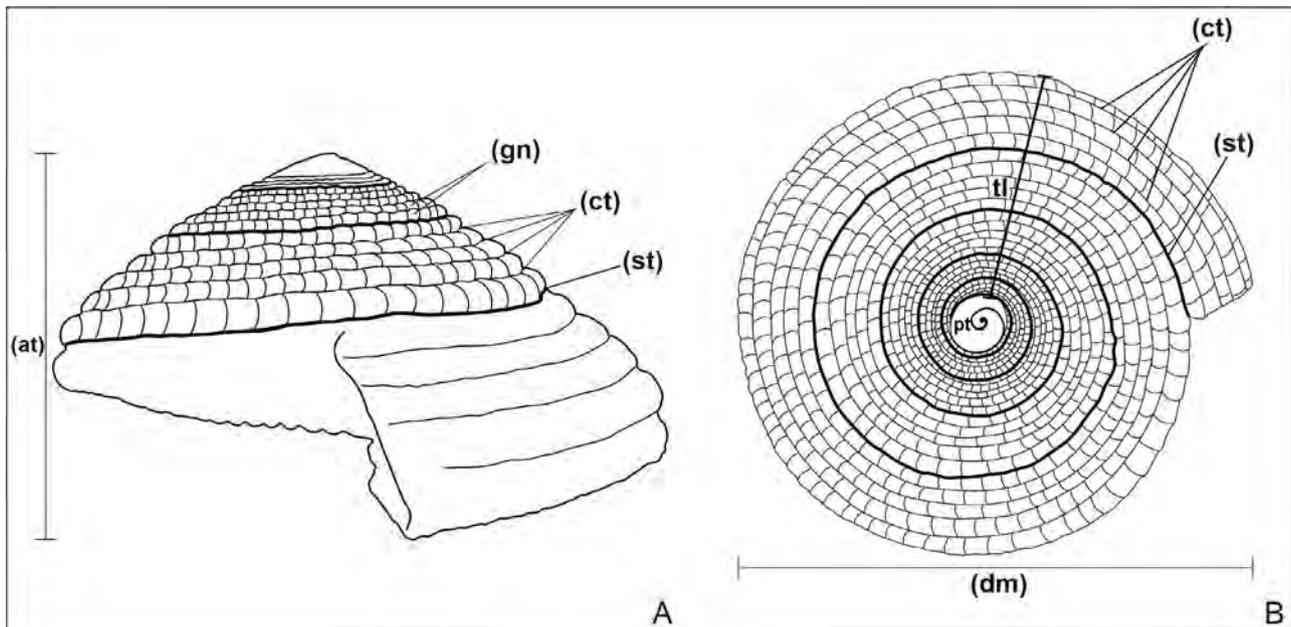


Figura 2 Morfologia básica do gênero *Architectonica* Röding, 1798. (A) grânulos- gn; costelas- ct suturas- st; altura- at (B) protoconcha- pt; teleoconchas- tl; costelas- ct; suturas- st; diâmetro - dm (baseado em Bieler, 1993).

1798- *Architectonica nobilis* Röding. Mus. Bolten., pt.2, p.78.

1816- *Solarium granulatum* Lamarck. Tab. Encyclop. Method. Tris Regnes Nat., v.7, p.3.

1887- *Solarium intraornatum* White. Arch. Mus. Nacional, v.7, p.191, est. X, figs.21, 22.

1922- *Architectonica granulata* (Lamarck). Maury, Bull. Am. Paleont., v.9, n.38, p.138.

1925a- *Solarium eudaidelum* Maury. Monog. Serv. Geol. Mineral. Brasil, n.4, p.202-203, est.2, fig.2.

1925a- *Solarium granulatum* Lamarck. Maury, Monog. Serv. Geol. Mineral. Brasil, n.4, p.37-38, est.II, figs.6,12.

1925a- *Solarium intraornatum* White. Maury, Monog. Serv. Geol. Mineral. Brasil, n.4, p.36-37,203, est.II, fig.1.

1925b- *Architectonica granulata* (Lamarck). Maury, Bull. Am. Paleont., v.10, n.42,p.388, pl. 40, fig.1.

1929- *Architectonica granulatum* (Lamarck). Weisbord, Bull. Am. Paleont., v.14, n.54, p.259-260, pl.9, fig.15.

1940- *Solarium nobilis* (Röding). Bayer, Zool. Meded., n.22, p.229-232.

1952- *Architectonica granulata* (Lamarck). Pulley, Texas Journ. Sci., v.4,n.2, p.172, pl.1, figs.12-13.

1959- *Architectonica (A.) nobilis nobilis* Röding. Woodring, Geol. Surv. Prof. Paper, 306B, p.165, pl.19, figs.1-6, 10-12, 14-16.

1959- *Solarium intraornatum* White. Woodring, Geol. Surv. Prof. Paper, 306B, p.165.

1962- *Architectonica nobilis* Röding. Weisbord, Bull. Am. Paleont., v.42, n.193, p.152-155, pl.13, figs.15-16.

1965- *Architectonica (A.) nobilis* Röding. Jung, Bull. Am. Paleont., v.49, n.223, p.486.

1965- *Architectonica eudaidelum* (Maury). Ferreira, Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, n.8, p.8.

1965- *Architectonica granulatum* (Lamarck). Ferreira, Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, n.8, p.8.

1965- *Architectonica intraornatum* (White). Ferreira, Bol. Mus. Par. Emílio Goeldi, n.8, p.8.

1966- *Architectonica (A.) nobilis nobilis* Röding. Ferreira, An. 6^a Conf. Geol. Guianas, p.109.

1973- *Architectonica nobilis* Röding. Ferreira *et al.*, Rev. Bras. Geoc., v.3,n.1, p.65.

1974- *Solarium granulatum* Lamarck. Abbott, Am. Seashells, p.97.

1974- *Architectonica nobilis* Röding. Abbott, Am. Seashells, p.97, fig.938.

1975- *Architectonica nobilis* Röding. Altena, Zool. Verhand., n.139, p.5, pl.5, figs.11-13.

1978- *Solarium eudaidelum* Maury. Fast, Bull. Am. Paleont., v.74, n.302, p.208.

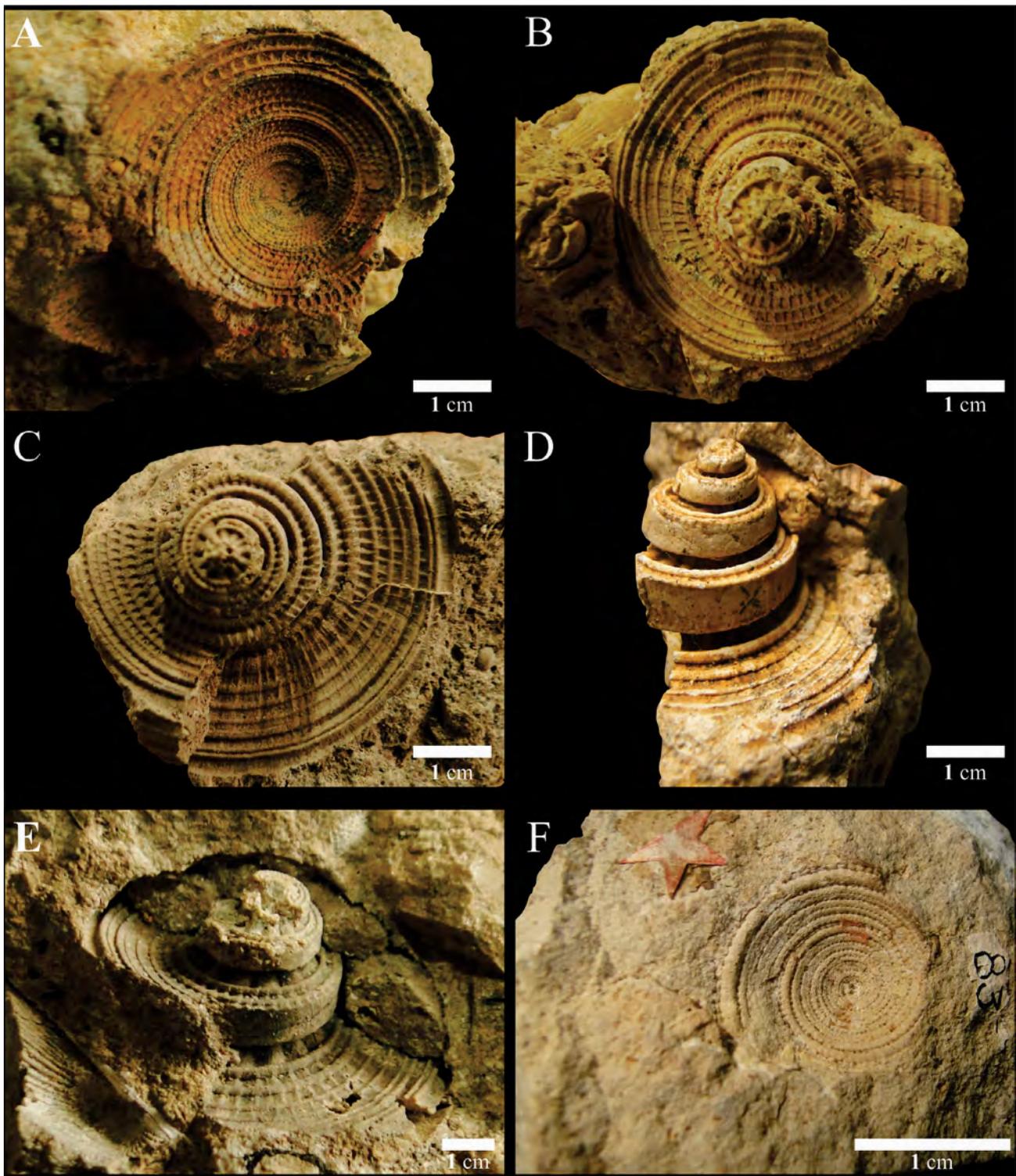


Figura 3 *Architectonica nobilis* Röding, 1798 A- molde externo (MG-7102-I); B- molde interno (MG-7104-I); C- molde interno (MG-7107-I); D- molde interno (MG-1205-I); E- molde interno (MG-1205-I); F molde externo (DGM-839-I), holótipo de *Solarium eudaidelum* Maury, 1925.

1978- *Architectonica nobilis* Röding. Fast, Bull. Am. Paleont., v.74, n.302, p.26.

1978- *Architectonica (A.) nobilis* Röding. Fast, Bull. Am. Paleont., v.74, n.302, p.27.

1978- *Solarium granulatum* Lamarck. Fast, Bull. Am. Paleont., v.74, n.302, p.208.

1978- *Solarium intraornatum* White. Fast, Bull. Am. Paleont., v.74, n.302, p.208.

1979- *Architectonica nobilis* Lamarck. Coelho *et al.*, An. 5º Enc. Malac. Bras., p.142.

1979- *Solarium granulatum* Lamarck. Coelho *et al.*, An. 5º Enc. Malac. Bras., p.142.

1979- *Solarium intraornatum* White. Coelho *et al.*, An. 5º Enc. Malac. Bras., p.142.

1981a- *Architectonica (A.) nobilis karsteni* Rutsch. Frassinetti & Covacevich, Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, v.38, p.149-153, figs.2a-c, 4a-c.

1982- *Architectonica (A.) nobilis karsteni* Rutsch. Frassinetti & Covacevich, Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Chile, v.39, p.102.

1985- *Architectonica (A.) nobilis nobilis* Röding. DeVries, The Veliger, v.27, n.3, p.285, figs.13-14.

1993- *Architectonica nobilis* Röding. Bieler, Abhand. Natur. Ver. Hamburg, n.30, p.89-95, figs.71-73.

2005- *Solarium eudaidelum* Maury. Bieler & Petit, Zootaxa, n.1101, p.37.

2005- *Solarium granulatum* Lamarck. Bieler & Petit, Zootaxa, n.1101, p.40.

2005- *Solarium intraornatum* White. Bieler & Petit, Zootaxa, n.1101, p.44.

2005- *Architectonica nobilis* Röding. Bieler & Petit, Zootaxa, n.1101, p.52.

2009- *Solarium granulatum* Lamarck. Rios, Comp. Brazil. Sea Shells, p.361.

2009- *Architectonica nobilis* Röding. Rios, Comp. Brazil. Sea Shells, p.361.

Descrição: Concha cônica, moderadamente deprimida, dextrogira, com base achatada e pouco convexa, circular em seção, espessa, com margens estreitas e espira baixa. Primeiras voltas comprimidas e pouco infladas; protoconcha lisa, levemente rebaixada e posicionada espacialmente em um suave ângulo oblíquo (até 10º) em relação às teleoconchas, limitada por uma fina costela e abrupto aparecimento da ornamentação típica da espécie. Seis a oito teleoconchas suavemente arredondadas ou ligeiramente convexas. Superfície externa de cada volta ornamentada por quatro costelas subiguais, altas, estreitas e finamente crenuladas, sendo a quarta mais estreita e levemente mais

inflada do que as demais. As duas costelas intermediárias são mais contíguas e a superior e inferior, limitadas por um sulco raso antes de cada sutura. Cada costela possui uma fileira de grânulos, que aumentam de tamanho, diminuem a altura e seus topos passam de arredondados a aplainados desde a primeira teleoconcha em direção à volta corporal. Estes grânulos são interseptados por sulcos axiais, mais profundos na última costela de cada volta, principalmente em espécimens maiores, variando entre contínuos ou compondo uma série em cada volta. Nas voltas também ocorrem numerosas estrias transversais laminares, mais proeminentes nas áreas intercostais côncavas. Na volta corporal as costelas são mais espaçadas e carenadas, as crenulações são mais delicadas. Em alguns exemplares, a última costela de cada volta pode conter duas fileiras de grânulos com tamanho muito reduzido em relação às costelas anteriores. Sutures rasas limitadas acima por uma costela estreita e abaixo por uma fileira de grânulos delicados, que se alongam na direção do enrolamento. Linha de crescimento que marca o final da primeira fase pós-larval, finas linhas espirais das costelas, peristoma e umbílico não visíveis.

Ocorrência:

Mioceno:

Estados Unidos da América: Florida- formações Tampa, Chipola e Shoal River; Georgia- Formação Flint River; Formação Glendon- Alabama, Texas- poço Galveston; Carolina do Norte- formações Calvert e Saint Mary's; Carolina do Sul- Formação Edisto (Ferreira, 1967; Ward, 1992; Katuna *et al.*, 1997; Távora *et al.*, 2004).

México: formações Santa Rosa, Tamaulipas e Tuxpan (Ferreira, 1967; Woodring, 1978; Távora *et al.*, 2004);

Panamá: Formação Gatun (Ferreira, 1967; Woodring, 1978; Távora *et al.*, 2004);

Zona do Canal do Panamá: formações La Boca e Culebra (Woodring, 1959; Ferreira, 1967; Távora *et al.*, 2004);

Venezuela: formações Cubagua e Falcón (Weisbord, 1962; Ferreira, 1967; Woodring, 1974, 1978; Távora *et al.*, 2004);

Colômbia: formações Tubará, Jimol e Castilletes (Weisbord, 1929; Woodring, 1974, 1978; Távora *et al.*, 2004; HENDY *et al.*, 2015);

Equador: formações Subibaja, Angostura e Daule (Woodring, 1970);

Cuba: formações Guines, Paso Real e Pinar del Río (Ferreira, 1967; Woodring, 1978; Távora *et al.*, 2004);

Jamaica: Formação Bowden (Ferreira, 1967; Woodring, 1978; Távora *et al.*, 2004);

Haiti: Formação Thomonde (Ferreira, 1967; Woodring, 1978; Távora *et al.*, 2004);

República Dominicana: formações Baitoa, Gurabo, Yaqui e Cercado (Ferreira, 1967; Woodring, 1978; Távora *et al.*, 2004);

Porto Rico: formações Quebradillas, Aguadillas, Cibão e Calcário de Aymamon; Trinidad: formações Sprinvale, Manzanilla, Brasso e Matura;

Antilhas: formações Antigua e Anguila (Ferreira, 1967; Woodring, 1978; Távora *et al.*, 2004);

Chile: Formação Navidad (Frassinetti & Covacevich, 1981, 1982);

Brasil: Formação Pirabas (Ferreira, 1967; Woodring, 1978; Távora *et al.*, 2004);

Plioceno:

Estados Unidos da América: Carolina do Sul- Formação Chowan River; Florida- Formação Caloosahatchie (Blackwelder, 1981; Ward & Blackwelder, 1980);

México: Formação Agueguexquite (Perrilliart & Flores-Guerrero, 2011);

Panamá: Formação Burica (Cortés *et al.*, 2019);

Venezuela: formações Mare e Playa Grande (Smith *et al.*, 2010);

Equador: Formação Canoa (Landini *et al.*, 2002)

Costa Rica: Formação Rio Banano (Ibaraki, 2002)

Jamaica: Formação Bowden (Woodring, 1978);

Trinidad: formações Mayaro e Palmiste (Wood, 2002)

Pleistoceno:

Estados Unidos da América: Formação Santa Cruz-California; Formação James City-Carolina do Sul; Formação Biloxi- Louisiana e Nova Orleans; Formação Nashua- Florida (Addicott, 1966; Blackwelder, 1981; Mange & Otvos Jr., 2005);

México: Formação Colotepec (Durham *et al.*, 1981);

Panamá: Formação Chagres (Buchs *et al.*, 2019);

Cuba: unidade indiferenciada (Richards, 1943; Iturralde-Vinent, 1993);

Trinidad: Formação Erin (Blackwelder, 1981).

Holoceno:

Estados Unidos da América- Golfo da California, Texas, Carolina do Norte e Florida; México, América Central- Venezuela, Colômbia, Equador, Peru, Antilhas, Suriname, Guianas, República de Cabo Verde; África ocidental- de Angola até as Ilhas Canárias; Portugal- Ilha da Madeira;

Brasil- do Amapá ao norte do Rio Grande do Sul; (Altena, 1975; Coelho *et al.*, 1979; Poppe & Goto, 1991; Bieler, 1993; Rios, 2009; Wirtz, 2005).

Material: 15 espécimens juvenis (DGM-839-I, MG-904-I, MG-1103-I, MG-1418-I, MG-1445-I, MG-1803-I, MG-2182-I, MG-2195-I, MG-2277-I, MG-2448-I, MG-2517-I, MG-3621-I, MG-7140-I, MPEG-540-I, MPEG-854-I) e 98 espécimens adultos (DGM-442-I, DGM-443-I, MG-8-I, MG-405-I, MG-566-Ia, MG-605-I, MG-696-Ia, MG-696-Ib, MG-696-Ic, MG-908-I, MG-918-I, MG-954-I, MG-961-I, MG-1012-I, MG-1152-I, MG-1205-Ia, MG-1205-Ib, MG-1269-I, MG-1296-I, MG-1323-I, MG-1439-I, MG-1441-I, MG-1454-I, MG-1643-I, MG-1781-I, MG-1805-I, MG-1881-I, MG-1919-Ia, MG-1919-Ib, MG-1919-Ic, MG-1919-Id, MG-1939-I, MG-1952-I, MG-1953-I, MG-1970-I, MG-1980-I, MG-2032-I, MG-2061-I, MG-2134-I, MG-2272-I, MG-2321-I, MG-2834-Ia, MG-2834-Ib, MG-2834-Ic, MG-2942-I, MG-2943-I, MG-2948-Ia, MG-2948-Ib, MG-3406-I, MG-3431-I, MG-3439-I, MG-4123-I, MG-7110-I a MG-7142-I, MPEG-308-I, MPEG-371-I, MPEG-418-I, MPEG-422-I, MPEG-495-I, MPEG-510-I, MPEG-592-I, MPEG-616-I, MPEG-842-I, MPEG-873-I, MPEG-1001-I, MPEG-1002-I, MPEG-1003-I), procedentes da Mina B-17, município de Capanema, Praia do Atalaia, município de Salinópolis, localidade Aricuru, município de Maracanã e Ilha de Fortaleza, todas situadas no Estado do Pará.

Medidas: os exemplares juvenis possuem em média 18 mm de diâmetro e 5 mm de altura, e os exemplares adultos possuem em média 29 mm de diâmetro e 17 mm de altura.

Discussão: A sinonímia de *A. nobilis* tem sido alvo de extensa discussão ao longo do tempo (Bayer, 1940; Woodring, 1959; Weisbord, 1962, 1965; Abbott, 1974; Bieler, 1993). É considerada como um elemento cosmopolita, com distribuição biogeográfica do tipo randômica, típico das faunas dos ambientes marinhos estáveis do continente americano e região caribenha desde o Mioceno (Bieler, 1993). As variações em suas feições morfológicas na protoconcha e teleoconchas, caracterizam variação morfológica intraespecífica, que garantiu sua ocupação bem sucedida sob diferentes gradientes dos principais fatores ambientais (Padilla & Savedo, 2013), resultando em variações morfológicas pouco expressivas, pressupondo alta taxa de imigração e ausência de controle biológico ou ambiental sobre o desenvolvimento das populações (Brenchley & Harper, 1998).

A ampla distribuição geográfica de *A. nobilis* define plasticidade fenotípica, pois as variações morfológicas observadas estão relacionadas com diferentes regiões geográficas onde ocorre. A comparação entre os dados morfológicos das populações estudadas, com os dados das populações descritas na literatura confirmam marcada diversificação morfológica intraespecífica da espécie em tela.

A plasticidade fenotípica deste táxon é também amparada pelas suas características ecológicas, visto que segundo Bieler (1993), é limitada entre 40° norte e sul, mais abundante nas zonas tropicais e subtropicais, e vivente em amplas faixas batimétricas (até 100 m no Oceano Pacífico e até 250 m no Oceano Atlântico).

Além disso, como membro da família Architectonicidae possui restrita tendência a especiação, que inibem a diferenciação de espécies distintas entre as populações do Pacífico leste, Atlântico leste e oeste (Bieler, 1993). Neste contexto, pesquisas anteriores (Ferreira, 1965; Bieler, 1993; Bieler & Petit, 2005) apontaram que *A. granulatum* Lamarck e *A. intraornatum* (White) são sinônimas de *A. nobilis*.

As variações reconhecidas entre os indivíduos adultos das populações atuais e fósseis de *A. nobilis* estão relacionadas com a elevação da espira, número, traçado, espaçamento e espessura entre as costelas e interespaços, tamanho, disposição e desenho dos topos dos grânulos, espessura dos sulcos axiais e sulcos entre as costelas, disposição e tamanho das estrias transversais laminares e crenulações nas costelas. Nos indivíduos juvenis estes caracteres esculturais estão presentes, porém com traçado mais delicado.

Pelo exposto, considera-se no presente trabalho que as variações no tamanho, elevação da espira e no desenho e ornamentação das costelas, apontadas por Maury (1925a) como critérios para a individualização da espécie nova *A. eudaidelum*, não são expressivas o suficiente para ser considerado um novo táxon. Estas variações ao contrário das observadas nos adultos, ecomorfológicas, estão relacionadas com estágio ontogenético, já que o indivíduo é considerado juvenil. Por esta razão este táxon é também sinônimo de *A. nobilis*.

5 Contextualização Paleobiológica

Considerando o caráter polifilético de Heterogastropoda, Haszprunar (1985) propôs a nova subordem Allogastropoda, ortofilética, para abrigar os grupos irmãos- famílias Architectonicidae e Mathildidae (superfamília Architectonicoidea) e Pyramidellidae (superfamília Pyramidelloidea), que possuem representantes atuais e fósseis, com base em caracteres anatômicos sinapomórficos.

O posicionamento sistemático da família Architectonicidae na classe Gastropoda e entre as demais famílias a ela relacionadas, foram as primeiras questões levantadas para o entendimento de sua filogenia, e distinguir entre os caracteres diagnósticos, tais como os aspectos de morfologia da concha, rádula e opérculo, quais deles representam simplesiomorfias, autopomorfias e sinapomorfias, e assim

estabelecer as possíveis unidades monofiléticas (Bieler, 1988).

A família Architectonicidae é um grupo monofilético definido por caracteres anatômicos, radulares e operculares, que evoluiu em ritmo evolutivo braditélico, composto por 12 táxons, considerados gêneros ou subgêneros de um único gênero, não cabendo hierarquização em subfamílias, devido a marcada homogeneidade morfo-anatômica entre eles (Bieler, 1988).

Aparentemente todos os seus membros possuem larvas planctônicas *veliger* teleplaniculares com habilidades para se locomover próximas da superfície da água e retardar a sua metamorfose, e assim serem transportadas por longas distâncias (Bieler, 1993). O padrão disjuncto de algumas espécies viventes em batimetrias superiores a 100 m e a distribuição anfi-americana de *A. nobilis* podem não refletir a realidade biológica, e devem estar relacionados com a descontinuidade de localidades amostradas (Bieler, 1993).

A tendência de homomorfia entre os táxons e a ampla distribuição geográfica da família, que favorece variações em seus atributos morfológicos, podem também ser extrapolados para o nível de espécie. Isso também sustenta considerar que *Architectonica eudaidelum* (Maury), *A. granulatum* (Lamarck) e *A. intraornatum* (White) sejam sinônimas de *A. nobilis* Röding.

As espécies de organismos marinhos apresentam grande capacidade de produzir diferentes fenótipos a partir de um único genótipo (Padilla & Savedo, 2013). Esta peculiaridade possibilita maior desempenho e capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais (Pakkasmaa & Piironen, 2001).

A variabilidade espacial e temporal dos gradientes dos fatores ambientais produzem variações ecomorfológicas entre populações, sem entretanto, causar diferenças morfológicas expressivas (Noronha & Moraes, 2001; Leal *et al.*, 2013; Padilla & Savedo, 2013).

Segundo Weisbord (1962), DeVries (1985) e Bieler (1988, 1993), *Architectonica nobilis* Röding é tipicamente de ambiente marinho com salinidade normal e vive parcialmente enterrada a substratos arenosos ou epibentônica em substratos rochosos, cosmopolita desde o Mioceno, tolerante a variações dos gradientes dos parâmetros ambientais- microhabitats, período de atividade, disponibilidade de nutrientes e biologia reprodutiva. A sua ocorrência sempre associada com corais flabelídeos, o briozoário *Steginoporella pirabensis*, o escafópode *Dentalium paulini*, espécies dos gêneros de bivalvíos *Carditamera*, *Corbula*, *Crassostrea*, *Glycymeris*, *Lucina* e *Tellina*, bem como dos gastrópodes *Calliostoma*, *Cypraea*, *Oliva*, *Siphonalia*, *Strombus*, *Terebra*, *Turbo*, *Turritella* e *Xenophora*, também atesta a sua preferência por águas quentes (Frassinetti & Covacevich, 1982; Nielsen & Frassinetti, 2007; Távora *et al.*, 2013).

Nos afloramentos do município de Capanema, os biocalcarruditos apresentam fósseis com grau de fragmentação variando entre moderado e alto (Távora *et al.*, 2004), que atesta alto nível de energia durante a acumulação dos restos das tanatocenoses transportados do ambiente marinho até o lagunar pelos canais de maré, por ação das grandes ondas de tempestade (Rossetti & Góes, 2004).

A considerável espessura e arranjo microestrutural de seu esqueleto lhes conferem grande resistência, favorecendo em seus fósseis, a preservação de seus detalhes morfológicos e grau de fragmentação baixo a moderado. Pelo exposto, considera-se que *A. nobilis*, elemento comum entre a malacofauna do mar de Pirabas, viveu exclusivamente em seu ambiente nerítico raso, e que os espécimens encontrados nos pacotes rochosos tipicamente depositados no habitat lagunar são todos alóctones.

A composição química instável das epitecas destes gastrópodes favoreceu sua preservação predominantemente como moldes internos e externos, além de exemplares fossilizados como restos alterados por substituição, por vezes dolomitizados, como em exposições de biocalcarruditos da praia do Atalaia, município de Salinópolis. As variações no tamanho estão relacionadas com os estágios ontogenéticos juvenil e adulto, enquanto que a ausência de feições de abrasão e incrustação, e a preservação das feições morfoanatômicas proeminentes e delicadas como a diferenciação de traçado entre as costelas de cada volta e as estrias transversais laminares, sugerem que os restos não ficaram muito tempo expostos na interface água/sedimento, corroborando o evento de mortandade em massa, reconhecido em estudos anteriores com outros grupos sistemáticos.

6 Conclusões

O estudo de revisão sistemática dos elementos da família Architectonicidae na Formação Pirabas, com base no estudo morfométrico dos seus aspectos morfológicos diagnósticos, interpretados como resultante de variação intraespecífica, confirmou que as espécies *A. granulatum* (Lamarck) e *A. intraornatum* (White) são sinônimas de *A. nobilis* Röding. Também foi invalidada *A. eudaidelum* (Maury), por igualmente ser sinônima de *A. nobilis*, táxon cosmopolita que ocorre atualmente em batimetrias variando desde o limite da maré baixa até 250 m, e mais abundante em latitudes tropical e subtropical, no continente americano desde os Estados Unidos da América até o Chile, e continente africano (São Thomé, Congo e Camarões). Com bioevento de radiação da família estimado para o intervalo Paleoceno-Eoceno, a ampliação contínua da distribuição geográfica de *A. nobilis* sugere que seu bioeventos de radiação e expansão

biogeográfica aconteceu no Mioceno, e a partir do Mioceno Superior/Plioceno Inferior, respectivamente.

O contexto litoestratigráfico e as feições preservacionais, aliados ao hábito, preferências ambientais e espessura original das conchas indicam que *A. nobilis* não viveu no ambiente lagunar, e que seus espécimens lá encontrados são elementos alóctones, chegando até lá a partir do ambiente marinho pelos canais de maré, por ação de ondas de tempestade.

7 Referências

- Abbott, R.T. 1974. *American Seashells*. New York, van Nostrand Reinhold Co, 663p.
- Addicott, W.O. 1966. Late Pleistocene marine paleoecology and zoogeography in Central California. *Geological Survey Professional Paper*, 523-C: 1- 21.
- Altena, C.O. van Regteren. 1975. The marine Mollusca of Suriname (Dutch Guiana) Holocene and Recent. Part III Gastropoda and Cephalopoda. *Zoologische Verhandelingen*, 139: 1-104.
- Barbosa, M.M. 1958. Moluscos miocênicos de Gerôncio, rio Urindeua e farol do Atalaia (estado do Pará). *Boletim do Museu Nacional, nova série Geologia* 28: 1-27.
- Bayer, C. 1940. Catalogue of the Solaridae in the Rijksmuseum van Natuurlijke Historie. I. *Solarium* s.s. *Zoologische Mededelingen*, 22: 223-256.
- Bieler, R. 1988. Phylogenetic relationships in the Gastropod family Architectonicidae, with notes on the family Mathildidae (Alloogastropoda). *Malacological Review*, 4 (supplement): 205-240.
- Bieler, R. 1993. Architectonicidae of the Indo-Pacific (Mollusca, Gastropoda). *Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg, N.F.30*: 1-376.
- Bieler, R. & Petit, R.E. 2005. Catalogue of Recent and Fossil Taxa of the family Architectonicidae Gray, 1850 (Mollusca: Gastropoda). *Zootaxa*, 1101; 1-119.
- Blackwelder, B. 1981. Stratigraphy of Upper Pliocene and Lower Pleistocene marine and estuarine deposits of northeastern North Carolina and southeastern Virginia. *Geological Survey Bulletin*, 1502-B: 1- 16.
- Brenchley, P.J. & Harper, D.A.T. 1998. *Palaeoecology Ecosystems, environments and evolution*. Chapman & Hall, London, 402p.
- Buchs, D.M.; Irving, D.; Coombs, H.; Miranda, R.; Wang, J.; Coronado, M.; Arrocha, R.; Lacerda, M.; Goff, C.; Almengor, E.; Portugal, E.; Franceschi, P.; Chichaco, E. & Redwood, S.D. 2019. Volcanic contribution to emergence of Central Panama in the Early Miocene. *Scientific Reports*, 9, Article 1417.
- Coelho, A.C.S.; Campos, D.R.B. & Ferreira, C.S. 1979. Moluscos marinhos recentes registrados como fósseis no Brasil. In: ENCONTRO DE MALACOLOGISTAS BRASILEIROS, 5, Mossoró, 1977. *Anais*, Porto Alegre, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 141-154.
- Cortés, D.; Gracia, C.; Carrillo-Briceño, J.D.; Aguirre-Fernández, G.; Jaramillo, C.; Benites-Palomino, A. & Atencio-Araúz, J.E. 2019. Shark-cetacean trophic interactions during the

- Late Pliocene in the central eastern Pacific (Panama). *Palaeontologia Electronica*, 22.2.49A: 1- 13.
- Costa, J.B.S.; Borges, M.S.; Bermeguy, R.L.; Fernandes, J.M.G. & Costa Jr., P.S. 1993. A evolução cenozóica da região de Salinópolis, nordeste do Estado do Pará. *Geociências*, 12: 373-396.
- Cuvier, G.L. 1797. *Tableau élémentaire de l'Histoire Naturelle des Animaux*. Paris, 710 p.
- DeVries, T.J. 1985. *Architectonica (Architectonica) karsteni* (Rutsch, 1934): a Neogene and Recent offshore contemporary of *A. (Architectonica) nobilis* Röding, 1798 (Gastropoda: Mesogastropoda). *The Veliger*, 27(3): 282-290.
- Durham, J.W.; Applegate, S.P. & Espinosa-Arrubarrena, L. 1981. Onshore marine Cenozoic along southwest Pacific coast of Mexico. *Geological Society of America Bulletin, Part I*, 92: 384-394.
- Fast, S.J. 1978. First supplement to the catalogue of the type and figured specimens in the Paleontological Research Institution. *Bulletins of American Paleontology*, 74(302): 1-251.
- Ferreira, C.S. 1965. Contribuição à Paleontologia do estado do Pará. Sobre a taxonomia e sistemática de alguns moluscos da Formação Pirabas. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, nova série Geologia*, 11: 1-21.
- Ferreira, C.S. 1966. Características Lito-paleontológicas da Formação Pirabas, Estado do Pará. In: CONFERÊNCIA GEOLÓGICA DAS GUIANAS, 6, Belém, 1966. *Anais (Avulsos da Divisão de Geologia e Mineralogia, Departamento Nacional da Produção Mineral)*, Rio de Janeiro, 41: 101-111.
- Ferreira, C.S. 1967. Contribuição à Paleontologia do Estado do Pará. O gênero *Orthaulax* Gabb, 1872 na Formação Pirabas. In: SIMPÓSIO SOBRE A BIOTA AMAZÔNICA, 1, Belém, 1967. *Atas*, Belém, CNPq, p.169-181.
- Ferreira, C.S. 1980. Correlação da Formação Pirabas (Mioceno Inferior), N e NE do Brasil, com as formações Chipola e Tampa da península da Flórida, USA. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE PALEONTOLOGIA, 1, Buenos Aires, 1980. *Atas*, Buenos Aires, Asociación Paleontologica Argentina, 3: 49-55.
- Ferreira, C.S. & Cunha, O.R. 1959. Contribuição à Paleontologia do estado do Pará. Novas considerações sobre a Formação Pirabas e descrição de novos invertebrados fósseis, V- (Mollusca-Pelecypoda). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, nova série Geologia*, 8:1-75.
- Ferreira, C.S.; Gonzalez, B.B. & Francisco, B.H.R. 1973. Ocorrência da Formação Pirabas na Bacia de Barreirinhas, Maranhão. *Revista Brasileira de Geociências*, 3(1): 60-67.
- Fischer, P. 1885. *Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie Conchyliologique*. Paris, Fasc. 8, p. 689-784.
- Frassinetti, D.C. & Covacevich, V.C. 1981. Architectonicidae en la Formación Navidad, Mioceno, Chile Central. Part II. *Architectonica (Architectonica) nobilis karsteni* Rutsch, 1934 (Mollusca- Gastropoda). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Chile*, 38: 147-154.
- Frassinetti, D.C. & Covacevich, V.C. 1982. Architectonicidae en la Formación Navidad, Mioceno, Chile Central. Part III. Architectonicinae (Mollusca: Gastropoda). *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural de Chile*, 39: 101-109.
- 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.
- Gray, J.E. 1840. *Synopsis of the contents of the British Museum*. London, 248 p.
- Gray, J.E. 1850. Explanations of plates and list of genera, 124p. In: GRAY, M.E. 2002. *Figures of Molluscous animals*. London, 4, 1-219.
- Haszprunar, G. 1985. The Heterobranchia- a new concept of the phylogeny of the higher Gastropoda. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, 23(1):15 – 37.
- Hendy, A.J.W.; Jones, D.S.; Moreno, F.; Zapata, V. & Jaramillo, C. 2015. Neogene molluscs, shallow marine paleoenvironments, and chronostratigraphy of the Guajira Peninsula, Colombia. *Swiss Journal of Paleontology*, 134: 45- 75.
- Ibaraki, M. 2002. Pliocene-Pleistocene planktonic foraminifera from the East Pacific Ocean of Costa Rica and their paleoceanographic implications. *Marine Micropaleontology*, 46: 13- 24.
- Iturralde-Vinent, M.A. 1993. Cuban geology: a new plate-tectonic synthesis. *Journal of Petroleum Geology*, 17 (1): 39- 69.
- Jung, B.A.P. 1965. Miocene Mollusca from the Paraguana Peninsula, Venezuela. *Bulletins of American Paleontology*, 49(223): 385-652.
- Katuna, M.P.; Geisler, J.H. & Colquhoun, D.J. 1997. Stratigraphic correlation of Oligocene marginal marine and fluvial deposits across the middle and lower coastal plain, South Carolina. *Sedimentary Geology*, 108: 181- 194.
- Lamarck, J.B.P.A.M. 1816. Liste des objets représentés. In: *Tableau encyclopédique et méthodique de trois règnes de la nature, livr. 84*, Paris, 16p.
- Landini, W.; Bianucci, G.; Carnevale, G.; Ragaini, L.; Sorbini, C.; Valleri, G.; Bisconti, M.; Cantalamessa, G. & Di Celma, C. 2002. Late Pliocene fossil of Ecuador and their role in the development of the Panamic bioprovince after the rising of Central American isthmus. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 39: 27- 41.
- Leal, C.G.; Junqueira, N.T.; Santos, H.A. & Pompeu, P.S. 2013. Variações ecomorfológicas e de uso do habitat em *Piabina argentea* (Characiformes, Characidae) da Bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais, Brasil. *Iheringia, série Zoologia*, 103 (3): 222- 231.
- Mange, M.A. & Otvos Jr, E.G. 2005. Gulf coastal plain evolution in West Louisiana: Heavy mineral provenance and Pleistocene alluvial chronology. *Sedimentary Geology*, 182(1): 29- 57.
- Maury, C.J. 1922. Recent Mollusca of the Gulf of Mexico and Pleistocene and Pliocene species from the Gulf States. *Bulletins of American Paleontology*, 9(38): 33-172.
- Maury, C.J. 1925a. Fósseis terciários do Brasil com descrição de novas formas cretáceas. *Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil, Monografia*, 4, 665 pp.
- Maury, C.J. 1925b. A further contribution to the Paleontology of Trinidad (Miocene horizons). *Bulletins of American Paleontology*, 10(42): 1-250.

- Nielsen, S.N. & Frassinetti, D. 2007. The Miocene Architectonicidae (Gastropoda) of Chile. *Paläontologische Zeitschrift*, 81(3): 291-303.
- Noronha, A.C.S. & Moraes, G.J. 2002. Variações morfológicas intra e interpopulacionais de *Euseius citrifollus* Denmark & Muma e *Euseius concordis* (Chant) (Acari, Phytoseiidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, 19 (4): 1111- 1122.
- Padilla, D.K. & Savedo, M.M. 2013. A systematic review of phenotypic plasticity in marine invertebrate and plant systems. In: LESSER, M. (Ed.) *Advances in Marine Biology*, Academic Press, v.65, p.67- 94.
- Palmer, R.H. 1945. Outline of the geology of Cuba. *Journal of Geology*, 53(1): 1- 34.
- Pakkasmaa, S. & Piironen, J. 2001. Water velocity shapes juveniles salmonids. *Evolutionary Ecology*, 14: 721- 730.
- Perrilliat, M.C. & Flores-Guerrero, P. 2011. Moluscos de la Formación Agueguexquite (Plioceno Inferior) de Coatzacoalcos, Veracruz, Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28 (3): 379- 397.
- Poppe G.T. & Goto, Y. 1991. *European Seashells*. Wiesbaden, Verlag Christa Hemmen, v.1., 352 p.
- Pulley, T.E. 1952. An illustrated check list of the marine mollusks of Texas. *Texas Journal of Sciences*, 4(2): 167-186.
- Richards, H.G. 1943. Pleistocene mollusks from Margarita island, Venezuela. *Journal of Paleontology*, 17 (1): 120-123.
- Rios, E.C. 2009. *Compendium of Brazilian sea shells*. Rio Grande, Evangraf, 676p.
- Röding, P.F. 1798. *Museum Boltenianum sive catalogus cimeliorum et tribus regnis naturae quae olim collegerat Joa. Fried Bolten, M.D.p.d. pars secunda continens conchylia sive testacea univalvia, bivalvia & multivalvia*. Hamburg, 199p.
- Rossetti, D.F. & Góes, A.M. 2004. Geologia. In: ROSSETTI, D.F. & GÓES, A.M (Eds.) *O Neógeno da Amazônia Oriental*. Coleção Friederich Katzer, Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi, p.13-52.
- Smith, C.J.; Collins, L.S.; Jaramillo, C. & Quiroz, L.I. 2010. Marine paleoenvironments of Miocene-Pliocene formations of north-central, Falcón state, Venezuela. *Journal of Foraminiferal Research*, 40 (3): 266- 282.
- Távora, V.A.; Imbeloni, E.F.F.; Cacula, A.S.M. & Baia, N.B. 2004. Paleoinvertebrados. In: ROSSETTI, D.F. & GÓES, A.M. (eds.), *O Neógeno da Amazônia Oriental*. Coleção Friederich Katzer, Belém, Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi, p. 111-131.
- Távora, V.A.; Santo, A.A.R. & Nogueira Neto, I.L.A. 2010. Eventos biológicos da Formação Pirabas (Mioceno Inferior). *Revista Brasileira de Geociências*, 40(2): 256-264.
- Ward, L.W. 1992. Molluscan biostratigraphy of the Miocene, middle Atlantic coastal plain of North America. *Virginia Museum of Natural History Memoir*, 2: 1- 159.
- Ward, L.W. & Blackwelder, B. 1980. Stratigraphic revision of Upper Miocene and Lower Pliocene beds of the Chesapeake Group, middle Atlantic coastal plain. *Geological Survey Bulletin 1482-D*: 1- 61.
- Weisbord, N.E. 1929. Miocene Mollusca of northern Colombia. *Bulletins of American Paleontology*, 14 (54): 1-57.
- Weisbord, N.E. 1962. Late Cenozoic Gastropoda from northern Venezuela. *Bulletins of American Paleontology*, 42(193): 1-672.
- White, C.A. 1887. Contribuições à Paleontologia do Brasil. *Arquivos do Museu Nacional*, 7: 1-273.
- Wirtz, P. 2005. Eight gastropods new for the marine fauna of Madeira Arquipélago. *Life and Marine Sciences*, 22A: 81- 84.
- Wood, L.J. 2000. Chronostratigraphy and tectonostratigraphy of the Columbus basin, eastern offshore Trinidad. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 84 (12): 1905-1928.
- Woodring, W.P. 1959. Geology and Paleontology of Canal Zone and adjoining parts of Panama. Descriptions of tertiary mollusks (gastropods: Vermetidae to Thaididae). *Geological Survey Professional Paper*, 306 B: 147-239.
- Woodring, W.P. 1970. Geology and Paleontology of Canal Zone and adjoining parts of Panama. Descriptions of tertiary mollusks (gastropods: Eulimidae, Marginellidae to Helminthoglyptidae). *Geological Survey Professional Paper*, 306-D: 299- 452.
- Woodring, W.P. 1974. Affinities of Miocene marine molluscan faunas of Pacific side of Central America. *Publicaciones Geológicas del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial*, 4: 179- 188.
- Woodring, W.P. 1978. Distribution of Tertiary marine molluscan faunas in southern Central America and northern South America. *Institut Geologico Universidad Autonome*, 101: 153-166

Recebido em: 28/05/2020

Aprovado em: 04/12/2020

Como citar:

Távora, V.A. & Azevedo, J.V.T.C. 2021. Revisão Sistemática da Família Architectonicidae (Gastropoda) da Formação Pirabas (Mioceno Inferior), Estado do Pará, Brasil. *Anuário do Instituto de Geociências*, 44: 35020. DOI 1982-3908_2021_44_35020