



**Paleoinvertebrados e Paleoambientes da Formação Pirabas  
(Mioceno inferior) em Aricuru, Município de Maracanã, Estado do Pará, Brasil**

Paleoinvertebrates and Paleoenvironments of the Pirabas Formation  
(Lower Miocene) at Aricuru Locality, Maracanã District, Pará State, Brazil

Vladimir de Araújo Távora & Salustriano Bosco Reis

*Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Geologia,  
Laboratório de Paleontologia, Caixa Postal 1611, 66075-110, Belém, Pará, Brasil*

*E-mails: vladimir@ufpa.br; petgeologia@ufpa.br*

Recebido em: 24/07/2014      Aprovado em: 30/01/2015

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2015\\_1\\_31\\_39](http://dx.doi.org/10.11137/2015_1_31_39)

## Resumo

O presente trabalho apresenta os resultados da caracterização sistemática dos paleoinvertebrados da Formação Pirabas na localidade Aricuru, nordeste do Estado do Pará. Foram estudados 203 espécimes agrupados em 25 espécies entre macroforaminíferos, corais, macrobriozóários, moluscos bivalvíos e gastrópodes, crustáceos decápodes e equinóides, bem como 67 icnofósseis do tipo *Thalassinoides*, icnitos de habitação e alimentação de crustáceos decápodes e peracarídeos. As características litológicas do afloramento aliadas aos requisitos ambientais e feições preservacionais dos paleoinvertebrados permitiram supor que as flutuações de batimetria e salinidade tiveram um reflexo direto no conjunto biótico, ainda que estas variações não tenham sido tão significativas. Os dados integrados sugerem que a porção da laguna na localidade Aricuru representa a sua parte mais distal, onde era menor a influência da hidrodinâmica deposicional e os episódios de variação do nível do mar tinham maior duração, permitindo a ocupação por uma associação de organismos em perfeita homeostasia.

**Palavras-chave:** Formação Pirabas; Paleoinvertebrados; Laguna

## Abstract

This work consists of a systematic study of fossil macroinvertebrates collected from Pirabas Formation, at Aricuru locality, northeast of Pará State. Were recognized 25 species including macroforaminifera, corals, macrobryozoans, bivalves and gastropods mollusks, decapod crustaceans and echinoids. Ichnofossils related to *Thalassinoides*, produced by decapoda crustacean and peracarids also occurs in the outcrop. The stratigraphic framework, environmental requirements and preservational features of paleoinvertebrate species of Aricuru outcrop allowed to assume that the fluctuations of bathymetry and salinity have not been very significant, but influenced the living species in the ecospace. These data suggest that the lagoon at Aricuru is its distal segment characterized by minor influence of the depositional hydrodynamic and the longer duration in the sea level fluctuations, occupied by a specialized fauna.

**Keywords:** Pirabas Formation; Paleoinvertebrates; Lagoon

## 1 Introdução

A sucessão miocênica do Estado do Pará desenvolveu-se sob condições de forte controle tectônico, com o desenvolvimento de vales incisivos que se encaixam ao longo de zonas de falhas (Rossetti & Góes, 2004). As estruturas que controlam o desenvolvimento da Formação Pirabas e do Grupo Barreiras são falhas normais NW-SE, inclinadas para NE, e falhas transcorrentes NE-SW, que funcionaram como zonas de transferência. Essa 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 um 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 conhecidos vales estuarinos incisivos, 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 da natureza estuarina desses estratos (Rossetti & Góes, 2004).

O rico e variado conteúdo fóssilífero desta unidade litoestratigráfica guarda associações peculiares que possuem significado paleoambiental e paleoecológico. Para a caracterização e refinamento dos ambientes deposicionais e aspectos paleoecológicos do sistema estuarino ao qual a Formação Pirabas está inserida, é fundamental que se determine a composição taxonômica em níveis genérico e específico, afim de que se possa identificar os táxons índices de ambientes, que permitam correlações ecoestratigráficas entre as áreas descontínuas de ocorrência dos sedimentitos

Pirabas, compensando o efeito das movimentações neotectônicas que atingiram os pacotes rochosos durante os tempos plio-peistocênicos. Recentemente, Távora *et al.* (2013) individualizaram quatro unidades paleoecológicas, cujo arranjo corrobora o padrão geral prográdacional evidenciado nas análises litofaciológicas.

A localidade Aricuru (Latitude  $0^{\circ} 42' 10''$  S, Longitude  $47^{\circ} 30' 43''$  W), selecionada para o desenvolvimento desta pesquisa, está situada a 2 km NWW da cidade de Maracanã, município de mesmo nome, litoral paraense (Figura 1), e apresenta um afloramento sob a forma de uma pequena falésia de aproximadamente 3,5 m de altura por 50 m de comprimento, parcialmente recoberta durante a maré alta (Figura 2). Foram individualizadas dez camadas horizontalizadas pertencentes à Formação Pirabas, incluindo uma alternância rítmica entre biocalcarenitos e margas localmente arenosas sobrepostos por três camadas correspondentes ao Grupo Barreiras. O contato entre as duas sequências estratigráficas é discordante, caracterizado por uma camada de argila vermelha (paleosolo?) seguindo de crosta ferruginosa.

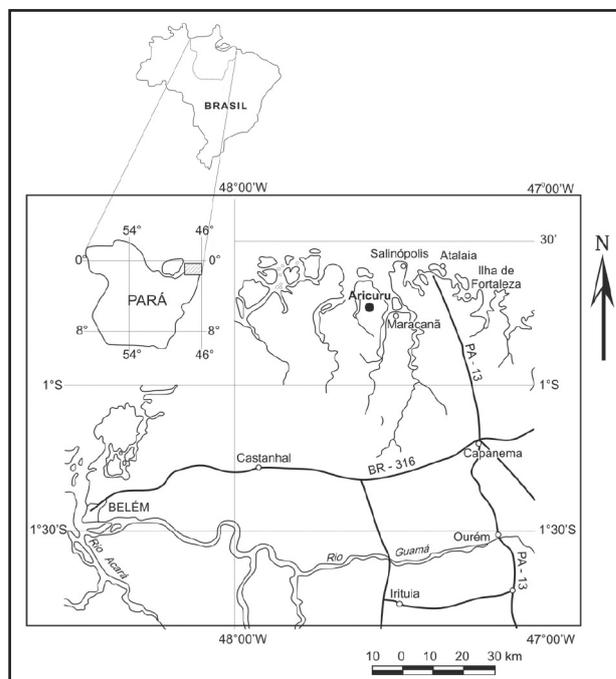


Figura 1 Mapa de localização da área estudada, a localidade Aricuru, município de Maracanã, Estado do Pará.

O conteúdo dos paleoinvertebrados da Formação Pirabas em Aricuru foi reconhecido por Távora (1992), porém apenas em nível

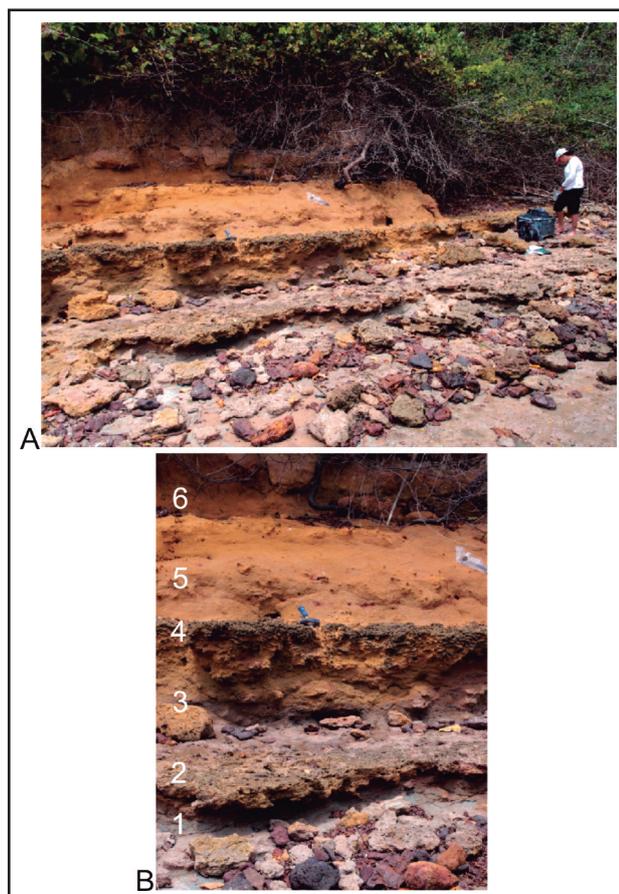


Figura 2 Afloramento de Aricuru: A. visão geral da alternância entre biocalcarenitos e margas; B. visão mais detalhada das camadas de 1 a 6.

supragenérico, considerando que o objetivo do trabalho naquele momento era efetivação de estudos detalhados de toda a sua Micropaleontologia. Assim, para preencher esta lacuna, a presente pesquisa trata sobre a caracterização destes indivíduos preservados nestas camadas. A partir disso, pretende-se efetivar as interpretações paleoambientais, calibrando-as com as fornecidas pelos microfósseis, em particular os foraminíferos.

## 2 Materiais e Métodos

Durante três dias em setembro do ano de 2010, o afloramento de Aricuru foi objeto de estudos sedimentológicos, estratigráficos e paleontológicos detalhados. Para cada camada foram executadas observações sedimentológicas e estratigráficas, minucioso exame da composição taxonômica e feições preservacionais, para a caracterização precisa das associações fóssilíferas e suas interrelações. Em

seguida os exemplares coletados mediante controle estratigráfico, foram tratados no laboratório para classificação sistemática mais refinada, e os táxons mais representativos foram ilustrados mediante câmera fotográfica digital Sony DSC-HX1. Ao final, com base nas observações de campo e laboratório e fundamentação teórica foram executadas as interpretações pertinentes aos dados obtidos.

## 3 Caracterização Sistemática

A associação macrofossilífera do afloramento da Formação Pirabas em Aricuru é rica, porém a diversidade específica é relativamente homogênea. Foram identificadas 25 espécies sendo nove indeterminadas (Figuras 3 e 4), cuja ocorrência ao longo do perfil é descontínua para a maior parte dos táxons, sugerindo que oscilações ambientais, preservacionais ou diagenéticas impediram que estes se distribuíssem ao longo do tempo da evolução paleoambiental da área. A coralinofauna é composta por 13 exemplares das espécies *Discotrochus* sp., *Flabellum chipolanum* Weisbord, 1971, *F. wailesi* Conrad, 1855 e *Fungia* (*Cycloseris*) *costulata* Ortmann, 1889, todos anermatípicos, com vestígios de recristalização. Foram recuperados ainda 39 fragmentos de colônias dos macrobriozóários *Cupuladria canariensis* (Busk, 1859) e *Steginoporella pirabensis* Barbosa, 1957, relativamente freqüentes nos biocalcarenitos e raros nas margas, e uma única carapaça completa de um crustáceo decápode com apêndices ainda articulados ao tórax, atribuído ao gênero *Pinnixa*. A classe Echinoidea está representada por 33 espinhos isolados, um fragmento de carapaça globular e duas placas esqueléticas isoladas, pertencentes aos representantes dos gêneros *Cidaris*, *Prionocidaris* e *Phyllacanthus priscus* Brito & Ramires, 1974. A maior representatividade quantitativa e qualitativa no perfil é do filo Mollusca, que abrange 14 espécies entre bivalvíos e gastrópodes. Esta paleomalacofauna é abundante e frequente em todas as camadas do perfil estudado, sendo que em ordem crescente de tamanho da população, os bivalvíos *Chlamys* sp. e *Plicatula eroessa* Maury, 1925 são os mais numerosos e de ocorrência mais contínua, sendo dominantes nos níveis margosos, e as cinco espécies de gastrópodes (*Amauropsis nativitatis* Maury, 1925, *Conus* sp., *Cypraea pennae* White, 1887, *Tritonidea amazonica* Maury, 1925 e *Trophon* sp.) concentram-

se principalmente nos biocalcarenitos. Completando a composição taxonômica dos macrofósseis em Aricuru, tem-se macroforaminíferos soritídeos e uma abundante trama icnofossilífera atribuída ao icnogênero *Thalassinoides*, nos biocalcarenitos das camadas 2, 4, 6, 8 e 10.

A paleofauna corrobora o aspecto moderno da fauna da Formação Pirabas, cujos elementos ou ainda existem hoje ou guardam extrema afinidade com seus aparentados atuais. Nesse panorama, era de se esperar o predomínio dos moluscos associados com equinóides regulares, corais anermatípicos e macrobriozóários, além de macroforaminíferos e icnofósseis produzidos por crustáceos.

#### 4 Considerações Paleoambientais

O perfil estratigráfico é caracterizado por uma ciclicidade deposicional, definida por uma alternância entre margas e biocalcarenitos, cujo grande volume de componentes terrígenos indica aporte de águas pluviais e fluviais. O padrão progradacional está representado por múltiplos episódios de variações do nível do mar. Durante as oscilações positivas, reconhecidas pelos horizontes margosos, o ambiente foi ocupado por espécies adaptadas a substratos moles (*softgrounds*), principalmente bivalvíos epibentônicos bissados e equinóides regulares. As oscilações negativas favoreceram a instalação de um substrato mais arenoso e bem consolidado (*hardgrounds*), que serviu de suporte para uma fauna de formas epibentônicas sésseis e vágeis.

Embora com variações na diversidade específica e tamanho das populações, a ocorrência contínua de elementos bióticos no perfil atesta que as águas sempre foram bem oxigenadas e de boa circulação. A ocorrência de apenas um macrofóssil corpóreo na camada 1, e a total ausência na camada 5 podem estar relacionadas com processos diagenéticos ou pela diminuição do aporte sedimentar, que impediu a acumulação de restos esqueletais, já que guardam ricas associações de foraminíferos, ostracodes e microbriozóários.

Quando houve a diminuição da lâmina d'água, a interface água-sedimento ficou mais sujeita a ação das ondas, aumentando o nível de energia do meio, inibindo a deposição de partículas e erodindo parcialmente o substrato. Além disso, a consequente restrição topográfica diminuiu a circulação de

água e aumentou a taxa de evaporação, por isolar parcialmente a comunicação com o mar aberto, tendo como reflexo mais direto um aumento na salinidade.

A análise dos parâmetros relacionados à tendência faunística entre os foraminíferos permitiu inferir uma deposição inicial em ambiente marinho raso com salinidade normal e águas límpidas (camada 1), e posterior instalação de uma plataforma lagunar com variações na salinidade (normal a hipersalina) e profundidade, a partir do tempo de deposição da camada 2. O predomínio dos rotalídeos e a baixa frequência de textularídeos excluem a possibilidade de hiposalinidade (Murray, 1973). A presença de formas planctônicas em todos os níveis sugere que a comunicação com o mar aberto foi mantida, mesmo durante os momentos de diminuição do nível do mar (Távora & Fernandes, 1999), quando se formaram bancos carbonáticos na laguna costeira.

A espécie *Amphistegina lessonii* (d'Orbigny) é indicadora de águas límpidas de áreas recifais e fundos ricos em algas calcárias, e muito resistente ao desgaste imposto pelo transporte e dissolução (Bruno *et al.*, 2009; Moraes & Machado, 2001). A sua ocorrência em todo o pacote sedimentar, em especial entre as camadas 6 e 9, onde ultrapassa 40% de frequência em relação aos demais táxons de foraminíferos, corrobora a comunicação da laguna com outras áreas do mar de Pirabas e conseqüentemente com o oceano. Isso pode ser dito porque *A. lessonii* viveu abundantemente no bioherma e seus representantes foram transportados pelos canais de maré até a laguna, por meios dos processos relacionados com a hidrodinâmica deposicional.

Os macroforaminíferos soritídeos e os corais escleractíneos são tipicamente marinhos de salinidade normal (Fernandes, 1979). Estes últimos estão representados por gêneros dotados de esqueleto espesso que lhes dava resistência a transporte hidráulico. O registro frequente dos indivíduos destes dois grupos traduz-se em outros elementos comprobatórios de que a laguna não era um corpo aquoso isolado, e teve comunicação com os outros elementos do sistema deposicional onde estava inserida.

Os representantes da macrobriozooфаuna são gêneros que dependem de grãos de areia ou silte para fixação da larva, diferenciação da ancéstrula

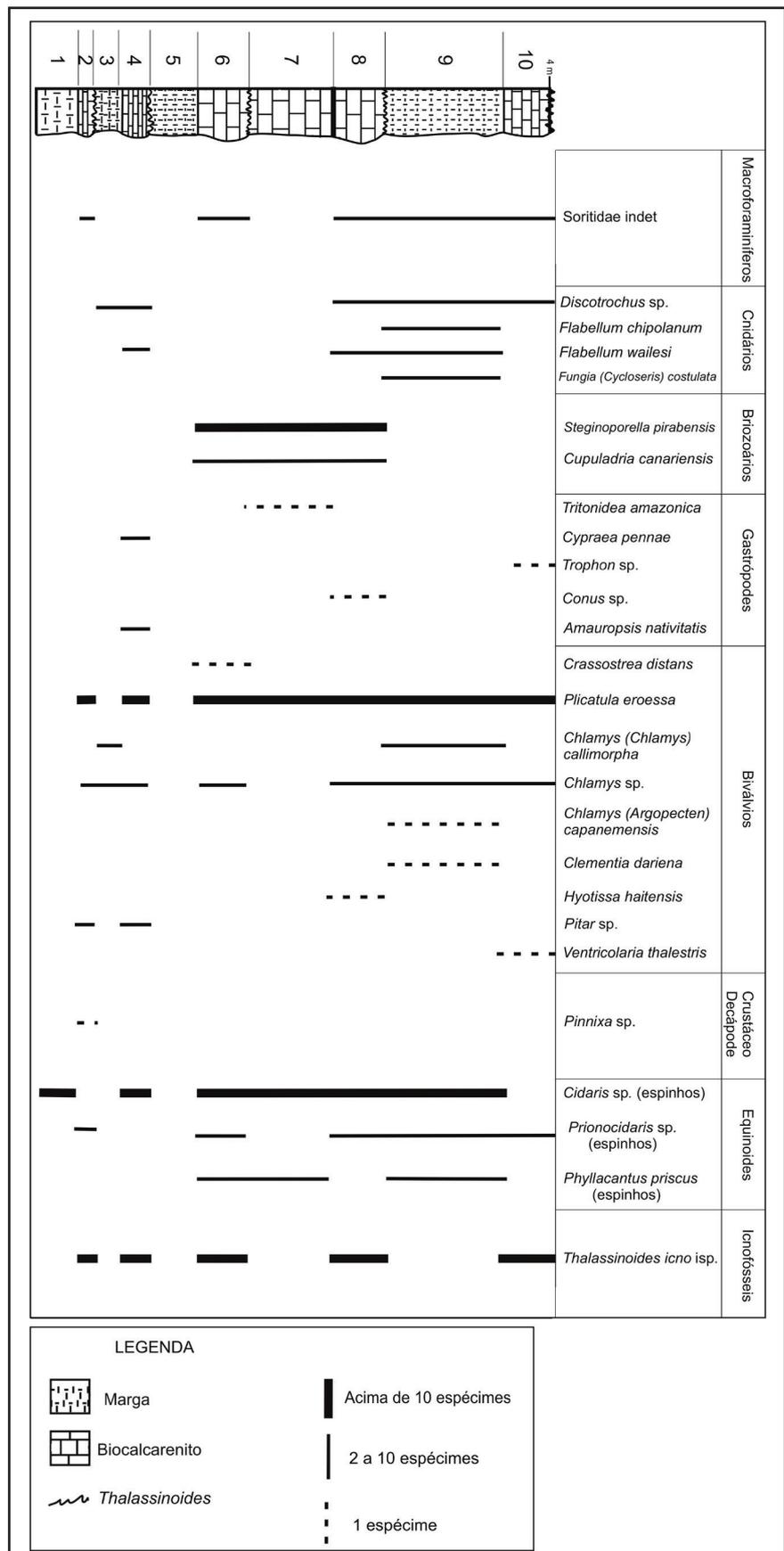


Figura 3 Distribuição dos paleoinvertebrados da Formação Pirabas em Aricuru.

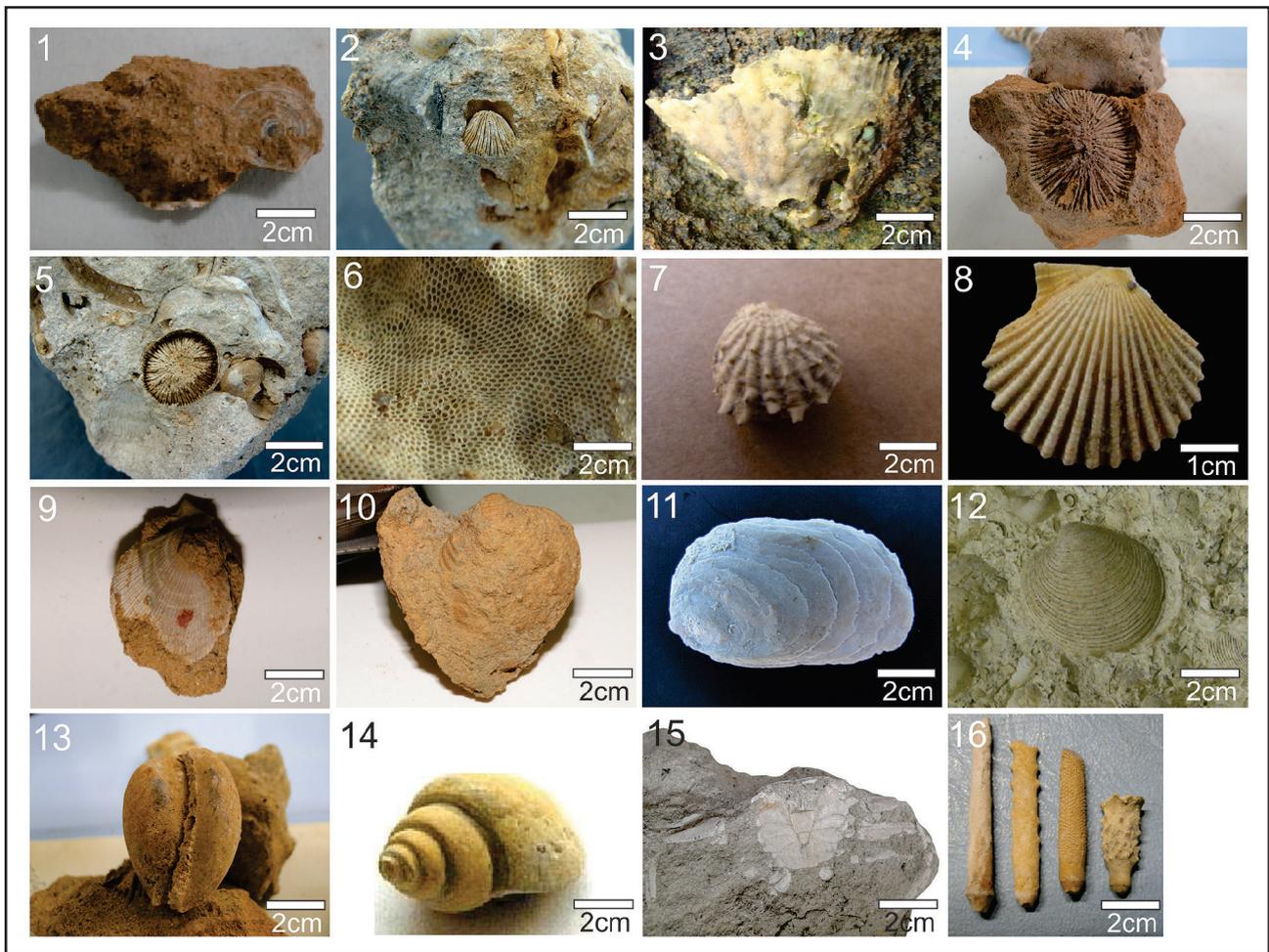


Figura 4 Espécies mais representativas da fauna de invertebrados da Formação Pirabas em Aricuru: 1. Macroforaminíferos soritídeos; 2. *Flabellum waillesi*; 3. *F. chipolanum*; 4. *Discotrochus* sp.; 5. *Fungia* (*Cycloseris*) *costulata*; 6 - *Steginoporella pirabensis*; 7. *Plicatula eroessa*; 8. *Chlamys* (*Argopecten*) *capanemensis* Ferreira, 1960; 9. *Chlamys* sp.; 10. *Clementia dariena* Maury, 1925; 11. *Crassostrea distans* White, 1887; 12. *Ventricolaria thalestris* Maury, 1925; 13. *Cypraea pennae*; 14. *Trophon* sp.; 15. *Pinnixa* sp.; 16. *Phyllacanthus priscus* (espinhos).

e posterior desenvolvimento da colônia, quando estes grãos podem ser incorporados ou abandonados (Smith, 1995). Sua ocorrência no intervalo entre as camadas 6 e 8, fundos arenosos, estão de acordo com as preferências ambientais destes queilostomados, com relação ao fator ambiental tipo de substrato. As espécies *Cupuladria canariensis* e *Steginoporella pirabensis* são tipicamente eurihalinas (Taylor, 2005), e por isso sugerem que a salinidade era anormal, tendendo a hipersalinidade, pois não há até o momento qualquer citação sobre a existência de *Cupuladria* em ambientes hiposalinos. Considerando que *Steginoporella* possui um complexo sistema hidrostático zoarial (hipostega), que impede a dissecação do polípido (Ryland, 1970), é possível atestar exposição subaérea para a fauna destes invertebrados nesta porção do perfil Aricuru.

A associação de moluscos bivalvíos é a mais rica e variada entre os invertebrados, seguindo uma tendência direta entre ocorrência e tipo de substrato. Os táxons *Ventricolaria thalestris* e *Pitar* sp. (vágéis) além dos ostreídeos *Crassostrea* e *Hyotissa* estão restritos aos *hardgrounds*, onde os dois últimos necessitam de um substrato rígido e estável para a sua fixação por cimentação. Em substratos finos e estáveis confinam-se *Chlamys* (*C.*) *callimorpha* e *C. (Argopecten) capanemensis*, dotados de concha delicada e hábito epibentônico sésil por bissação, encontrados em posição de vida na camada 9. A espécie mais abundante e de ocorrência mais expressiva e contínua é *Plicatula eroessa*, também epibentônica sésil por cimentação, porém devido a sua grande plasticidade ecológica, possui algumas variações no modo de fixação, de acordo com o

substrato do ecoespaço disponível. Nos substratos moles estão fixas a conchas de outros organismos, enquanto nos fundos rígidos e bem consolidados pode cimentar a valva inteira ou apenas a área dorsal, dependendo do nível de energia do meio. Nos *hardgrounds* de Aricuru ela aparece fixa pela área dorsal, nos níveis margosos ocorre fixa a conchas de gastrópodes e outros bivalvíos, e na camada 9 também são encontrados espécimens em posição de vida.

A espécie *Clementia dariena* parece ter sido transportada até a laguna, enquanto que *Chlamys* sp. ocorre como indivíduos fragmentados nos *hardgrounds* a quase completos nos *softgrounds*. As características preservacionais desta espécie de pectinídeo nos substratos rígidos sugere que sejam restos de espécimes que viveram durante o pulso positivo de oscilação do nível do mar imediatamente anterior, e foram submetidos a maior nível de energia do meio, atrito mecânico e retrabalhamento de curta duração.

Os gastrópodes estão representados por dois grupos morfológicos com significados ecológicos distintos. O primeiro é composto por elementos de concha espessa, espira alta e ornamentada por costelas radiais e estrias nos lábios (*Trophon* e *Amauropsis*), melhor adaptados a ambientes mais agitados com menor circulação de água e substratos arenosos e bem consolidados, preferindo as áreas mais altas da topografia subaquática local (Brusca & Brusca, 2003). O segundo grupo (*Conus*, *Cypraea* e *Tritonidea*) inclui formas de conchas com espira baixa a rebaixada, espessura variando entre moderada a bem espessa, e ornamentada por estrias, linhas espirais delicadas ou pequenos nódulos, típicos de meios pouco agitados e substratos lamosos, podendo também ocorrer em fundos arenosos e mais agitados (Brusca & Brusca, 2003).

A associação sugere ambiente com restrita circulação de águas costeiras, típico de lagunas, e também são táxons que suportam viver em locais temporariamente expostos à atmosfera, assim como o briozoário *Steginoporella*.

Os equinoides epifaunais identificados em Aricuru são eurihalinos (Brusca & Brusca, 2003), suportando gradientes de salinidade variando entre normal e acima da normal, e preferem habitats

protegidos, com fundos de granulação fina e estabilizados, preferencialmente sem a ação de ondas ou correntes de fundo. Estas espécies são adaptadas também a ambientes um pouco mais agitados e fundos arenoargilosos (Brusca & Brusca, 2003). Esta plasticidade ecológica favoreceu a sua ocorrência no perfil estudado, com exceção onde o conteúdo microfossilífero é raro (camada 1) ou ausente (camada 5).

O crustáceo decápode foi o único fóssil encontrado na camada 1. A preservação do exemplar quase completo, com o abdômen ainda unido com os apêndices articulados definindo a posição de escape que o caracteriza como autóctone, e seu ambiente de vida coincide com o sugerido pelas associações de foraminíferos bentônicos. A posição de escape está associada com morte catastrófica, causada provavelmente por um súbito aumento na taxa de sedimentação de curta duração, desencadeado por ondas de tempestade que induziram ação de correntes de lama, causando o sepultamento antes da morte (Távora & Viana, 2003).

Os icnofósseis atribuídos ao icnogênero *Thalassinoides* ocorrem como galerias de tamanho pequeno a médio, com ramificações horizontais ou oblíquas, representando uma combinação entre icnitos de habitação e alimentação, produzidos por crustáceos calianassídeos e peracarídeos (Fernandes *et al.*, 2002). Esta icnofábrica restringe-se aos *hardgrounds*, onde a lamina d'água era menor, o nível de energia mais agitado e o meio era mais oxigenado, tipificando ambiente restrito típico de laguna, associado com as áreas mais distais do sistema estuarino (Netto & Rossetti, 2003).

## 5 Contextualização

Os atributos litológicos do afloramento da Formação Pirabas em Aricuru, aliados aos requisitos ambientais e feições preservacionais dos paleoinvertebrados nele encerrados, bem como a calibração destes dados com os obtidos nas análises dos foraminíferos, sugerem que as flutuações de batimetria, salinidade e oxigenação tiveram um reflexo direto no conjunto biótico, ainda que estas variações não tenham sido tão significativas, já que a laguna se instalou a partir do tempo de deposição da camada 2 (Figura 5).

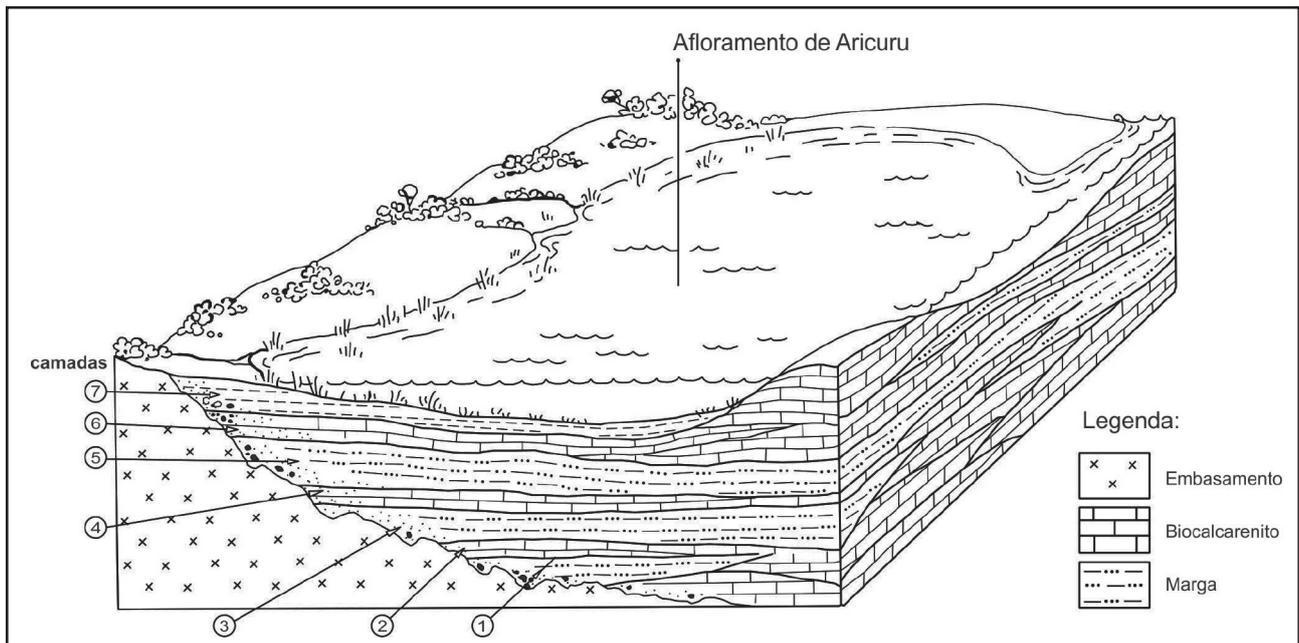


Figura 5 Bloco diagrama esquemático da laguna em Aricuru do ponto de vista da camada 7.

A presença de icnofósseis de crustáceos, equinoides e moluscos bivalvíos e gastrópodes, atestam águas bem oxigenadas e de boa circulação, porém com energia não tão alta para eliminar os elementos epifaunais. Além disso, os fragmentos das conchas pouco espessas de *Chlamys* sp. típicos de substratos moles, encontradas nos *hardgrounds* também são indicativas que o gradiente energético não alcançou níveis elevados.

Além da preferência substratal, batimétrica e de nível energético similares, entre os gastrópodes e crustáceos calianassídeos e peracarídeos, extrapola-se entre estes elementos uma relação ecológica de predação, pois sendo carnívoros, certamente os gastrópodes utilizavam os crustáceos como fonte de alimento.

A conexão da laguna com os outros ambientes do sistema estuarino em que estava inserida é comprovada pela presença dos corais escleractíneos, macroforaminíferos, foraminíferos planctônicos, os representantes do foraminífero bentônico *Amphistegina lessonii*, e a ocorrência do gênero de bivalvío *Clementia*, tipicamente marinhos. As flutuações na salinidade, de normal a hipersalina, atestada pelos foraminíferos bentônicos (Távora & Fernandes, 1999) são corroboradas pelos briozoários eurihalinos, moluscos e caráter alóctone dos corais escleractíneos e macroforaminíferos.

Segundo Hallam (1981) os *hardgrounds* se formam com frequência em lâminas d'água variando entre 0,5 e 1,0 m, que submete o conjunto biótico do meio a exposição subaérea ainda que temporária sugerida pelo briozoário *Steginoporella* e os gastrópodes de espira alta.

A associação mais significativa de paleoinvertebrados está concentrada nas camadas mais superiores, sugerindo que a fauna especializada a viver nestas condições ambientais estressantes atingiram a estabilização, adquirindo o controle efetivo do ecoespaço.

O paleoambiente lagunar do sistema deposicional da sequência Pirabas/Barreiras tem sua ocorrência mais expressiva na área do município de Capanema. O contexto geológico e paleontológico desta laguna na área de Maracanã é bem distinto, principalmente por incluir uma menor diversidade específica composta por táxons com elevada plasticidade ecológica ou especializados a ambientes restritos. As feições tafonômicas atestam que o conjunto fossilífero é composto predominantemente por elementos autóctones a parautóctones, cujas peculiaridades ambientais são muito destacadas. Os bioclastos sofreram transporte *post mortem* muito pequeno ou nulo, favorecendo o reconhecimento indubitável dos elementos que foram introduzidos por seleção hidráulica durante os eventos de variação positiva do nível do mar.

Pelo exposto, considera-se que a porção da laguna na localidade Aricuru representa a sua parte mais distal, 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 uma associação de organismos em perfeita homostasia.

## 6 Referências

- Bruno, R.L.M.; Araujo, H.A.B. & Machado, A.J. 2009. Análise das assembléias de foraminíferos no sedimento superficial do Recife de Fora, região sul da Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*, 39: 599-607.
- Brusca, R.C. & Brusca, G.J. 2003. *Invertebrates*. Massachusetts, Sinauer associates Inc. Publishers, 2<sup>nd</sup> edition, 895p.
- 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.
- Fernandes, A.C.S. 1979. Contribuição à Paleontologia do Estado do Pará. Scleractinia da Formação Pirabas (Mioceno Inferior) e suas implicações paleoecológicas (Coelenterata - Anthozoa). *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*, nova série, Geologia, 22: 1-22.
- Fernandes, A.C.S.; Borghi, L.; Carvalho, A.C.S. & Abreu, C.J. 2002. *Guia dos icnofósseis de invertebrados do Brasil*. New York, Editora Interciência, 260p.
- 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.
- Hallam, A.1981. *Facies interpretation and the stratigraphic record*. Oxford, W.H. Freeman and Company, 291p.
- Moraes, S. & Machado, A.J. 2001. Influência do transporte sobre a fauna de foraminíferos recentes da Praia do Forte, Bahia-Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO SOBRE CIENCIAS DEL MAR, 9, *Anais*. San Andrés isla, Colombia.CD-ROM.
- Murray, J.W. 1973. *Distribution and ecology of living benthonic foraminiferids*. New York, Crane Hussak & Co, 274p.
- Netto, R.G. & Rossetti, D.F. 2003. Ichnology and salinity fluctuations: a case study from the Early Miocene (Lower Barreiras Formation) of São Luis Basin, Maranhão, Brazil. *Revista Brasileira de Paleontologia*, 6:5-18.
- 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.
- Ryland, J.S. 1970. *Bryozoans*. London, Hutchinson University Library, 164p.
- Smith, A.M. 1995. Palaeoenvironmental interpretation using bryozoans: a review. *Geological Society of London, Special Publication*, 83: 231-243.
- Távora, V.A. 1992. *Ostracodes da Formação Pirabas (Mioceno Inferior) no Estado do Pará, Brasil*. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado, 88p.
- Távora, V.A. & Fernandes, J.M.G. 1999. Estudio de los foraminíferos de la Formación Pirabas (Mioceno Inferior), Estado do Pará, Brasil y su correlación com faunas Del Caribe. *Revista Geologica de America Central*, 22: 63-74.
- Távora V.A. & Viana. M.S.S. 2003. Carcinolites of the Pirabas Formation (Early Miocene), Pará state, Brazil. *Boletim do Museu Nacional, Geologia*, 71: 1-11.
- Távora, V.A.; Nunes, S.S. & Souza, K.S. 2013. *Paleoecologia da Formação Pirabas (Mioceno Inferior), Estado do Pará*. Contribuições à Geologia da Amazônia, Sociedade Brasileira de Geologia Núcleo Norte, v.8, p.235-251.
- Taylor, P.D. 2005. Bryozoans and palaeoenvironmental interpretation. *Journal of the Palaeontological Society of India*, 50 (2): 1-11.