

TAFONOMIA DE FORAMINÍFEROS DA FORMAÇÃO PIRABAS (MIOCENO INFERIOR), ESTADO DO PARÁ

Vladimir de Araújo TÁVORA & Jaqueline Rosa COELHO

Laboratório de Paleontologia, Departamento de Geologia, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará.
Campus Universitário do Guamá. CEP 66075-110. Belém, PA. Endereço eletrônico: vtavora@orm.com.br.

Introdução
Procedência do Material
Afloramento
Perfurações
Análise Microfaunística
Tafonomia
Abrasão e Fragmentação
Dissolução
Bioerosão
Transporte
Tafofácies
Considerações Paleoambientais
Considerações Finais
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO – Este trabalho versa sobre análise tafonômica dos foraminíferos da Formação Pirabas procedentes de um afloramento e quatro perfurações situados nos municípios de Maracanã, Bragança e Capanema, nordeste do Estado do Pará. Os espécimens reconhecidos nas seções estudadas pertencem à associação *Ammonia beccarii*, de lagunas rasas com substrato carbonático de granulação fina. Mostram grau de fragmentação moderado, vestígios incipientes de abrasão, três estágios de dissolução e, bioerosão por atividade algálica e micróbios. Com relação ao transporte, tipificam o grupo de transporte II, guardam evidências de transporte por *bed load*, situam-se no campo I dentro da classificação quanto ao grau de alteração, devido à preservação de 70% da associação original, e podem ser enquadradas dentro do campo da Tafofácies I. O paleoambiente pode ser definido como lagunar, eutrófico, com variações de salinidade, profundidade, relevo de fundo e firmeza do substrato, com oscilações do nível do mar e comunicação com mar aberto, conforme atestam *Amphistegina*, *Archaias*, *Cibicides* e os táxons planctônicos. Os dados tafonômicos comprovam alta energia do meio durante o evento de soterramento, que pode estar associada com ondas de tempestade.

Palavras-chave: Tafonomia, foraminíferos, Formação Pirabas, Mioceno.

ABSTRACT – V. de A. Távora & J.R. Coelho – *Taphonomy of the foraminifera of the Pirabas Formation (Lower Miocene), State of Pará.* This paper deals with taphonomy of the foraminifera from the Pirabas Formation, collected in one outcrop and four drillings executed in the Maracanã, Bragança and Capanema districts, northeastern Pará State. The recognized species belong to the *Ammonia beccarii* association, of shallow lagoonal environment with calcareous and fine substratum. They show moderate degree of fragmentation, ineffective abrasion, three stages of dissolution and bio-erosion by filamentous algae and microbes. The association defines the transport group II, show evidences of bed load transport and is located in the field I of the alteration degree, due to the preservation of 70% of original association, and may be framed in the field of Tafofacies I. The paleo-environment is lagoonal, eutrophic, with variations in salinity, bathymetry, basal relief and substratum hardness, with small fluctuations of the sea level and communication to open sea, according with *Amphistegina*, *Archaias*, *Cibicides* and the planktonic taxa. The taphonomic data attest high level of energy of environment during the burial event, associated with storm waves.

Keywords: Taphonomy, Foraminifera, Pirabas Formation, Miocene.

INTRODUÇÃO

Os foraminíferos da Formação Pirabas têm sido estudados desde Petri (1957), que apresentou os primeiros resultados sobre sua taxonomia e significado paleoambiental, biocronológico e paleobiogeográfico. Em sua pesquisa, o autor reconheceu 75 espécies procedentes de amostras de 17 pontos aflorantes da unidade, principalmente no litoral paraense. Fernandes (1984) ampliou este conhecimento, registrando a ocorrência de mais 87 espécies, oriundas de amostras de três perfurações realizadas no Município de

Capanema, e uma perfuração na zona urbana de Belém. Nesse estudo, foram confirmadas as espécies assinaladas por Petri e, também foram reconhecidos táxons planctônicos, reconhecidamente de grande valor bioestratigráfico, como *Globorotalia kugleri*, *Globigerinoides primordius*, *G. altiapertura*, *G. trilobus trilobus* e *Globoquadrina dehiscens*, que permitiram situar a deposição da Formação Pirabas no intervalo Aquitaniano-Burdigaliano, correlacionada com as biozonas internacionais N4 e N5 de Blow (1969).

Pesquisas subseqüentes ampliaram o conhecimento paleoambiental, paleobiogeográfico e bioestratigráfico em outras áreas de ocorrência da Formação Pirabas, tais como nos municípios de Maracanã (Távora & Fernandes, 1999) e Bragança (Araújo, 2003; Silva, 2004). Nas associações então analisadas, observou-se

que os foraminíferos possuem feições de preservação de grande valor para a interpretação da dinâmica ambiental durante o evento de soterramento.

Este trabalho descreve feições tafonômicas a partir de tecas de foraminíferos da Formação Pirabas e discute seu significado para interpretações geológicas.

PROCEDÊNCIA DO MATERIAL

Os foraminíferos analisados são oriundos de um afloramento na localidade de Aricuru, Município de Maracanã, e das perfurações F-NC/05, F-NC/018 e RKS-3, todas localizadas no Município de Bragança, sendo as duas primeiras situadas na localidade Nova Canindé, a 39 km da cidade de Bragança, e a última na planície costeira. Também foram utilizados para esta pesquisa, o furo de sondagem CB-UFPa-P1(85), situado no Município de Capanema (Figura 1). A Formação Pirabas nos perfis investigados é composta por calcários de composição variável, intercalados com argilas, folhelhos e margas.

AFLORAMENTO

O afloramento Aricuru localiza-se a 2 km nor-noroeste da cidade de Maracanã. Constitui-se em uma falésia de 3 m de altura por 50 m de comprimento, que permanece recoberta pela água durante a maré alta. Foram individualizadas dez camadas com espessura variável entre 5 e 80 cm, onde se intercalam *soft grounds* e *firm grounds*.

PERFURAÇÕES

As perfurações F-NC/05 e F-NC/018 foram realizadas pela Secretaria de Indústria, Comércio e Mineração do Estado do Pará (SEICOM), através do Projeto Calcário. Da perfuração F-NC/05 foram examinadas as associações de foraminíferos em 15 níveis, entre 4,40 m e 29,60 m, intervalo equivalente à Formação Pirabas. No furo F-NC/018, a Formação Pirabas ocorre entre 5,0 m e 20,45 m, tendo sido seu conteúdo microfaunístico investigado em 18 níveis

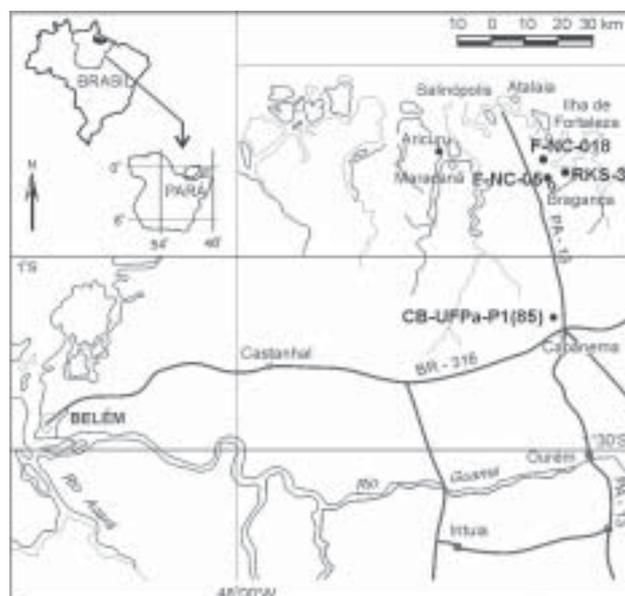


FIGURA 1. Mapa de Localização do afloramento e perfurações estudadas.

distintos. A perfuração RKS-3 foi realizada pelo Projeto MADAM (*Mangrove Dynamic and Management*), atingindo 18,10 m de profundidade; a Formação Pirabas ocorre entre 12,67 m e 17,80 m e sua fauna de foraminíferos foi investigada em dez níveis.

Localizado a 18 km nor-noroeste da cidade de Capanema, o furo CB-UFPa-P1(85) foi realizado pela Cimentos do Brasil S/A (CIBRASA) e, alcançou 36 m de profundidade. Foram analisados sete níveis situados entre 4,50 m e 33,30 m.

ANÁLISE MICROFAUNÍSTICA

No afloramento de Aricuru, a partir de 37 espécies de foraminíferos bentônicos foram reconhecidas duas biofácies: uma de plataforma rasa, na camada 1, e uma de caráter lagunar, com flutuações na profundidade e salinidade, correspondentes às camadas de 2 a 10. Foi também assinalada na associação, a ocorrência de nove espécies planctônicas (Távora & Fernandes, 1999).

Nas perfurações F-NC/05 e F-NC/018 foram

identificadas 32 e 31 espécies bentônicas, bem como 10 e 11 planctônicas, respectivamente. Em ambas foi caracterizada apenas uma biofácies, de ambiente lagunar normal a hipersalino (Silva, 2004). Na perfuração RKS-3 foram identificadas 23 espécies de foraminíferos bentônicos e 8 de planctônicos. As suas variações qualitativas e quantitativas reproduzem ao longo do perfil uma única biofácies, ambiente lagunar

com salinidade normal a acima da normal (Araújo, 2003). No furo CB-UFPa-P1(85) foram reconhecidas 21 espécies bentônicas e 8 planctônicas, que caracterizam uma biofacies lagunar na base (nível 33,30 m) e de plataforma interna no topo (nível 4,50 m). Não foi possível delimitar a transição entre as duas biofacies, devido ao pobre registro foraminíferológico nos níveis intermediários (Fernandes & Távora, 1990).

Os foraminíferos reconhecidos nas seções estudadas podem ser consideradas como pertencentes à associação *Ammonia beccarii* de Murray (1991), devido à ocorrência das espécies *Ammonia beccarii*, *Criboelphidium poeyanum*, *Quinqueloculina* spp., *Triloculina* spp., *Elphidium galvestonense* e *Nonionella atlantica*. São formas detritívoras e herbívoras, viventes em lagunas com batimetrias de até 10 m, de substrato de granulação fina e composição carbonática, que ocorrem nos Estados Unidos, México, Venezuela, Porto Rico e Índias Ocidentais.

Estes táxons índices, no entanto, estão acompanhados por *Archaias angulata*, *Cibicides pseudoungerianus*, *C. refugens*, *C. lobatulus*, e *Amphistegina lessonii*, típicos de ambiente esteno-biônico, uma estreita faixa que existia dentro do subambiente nerítico de salinidade normal (ecofacies Castelo). Também associados às formas lagunares, aparecem táxons de foraminíferos planctônicos, viventes em ambientes marinhos distais, a partir da zona de plataforma continental média.

A composição taxonômica apresenta espécies misturadas, advindas de ambientes adjacentes, supondo-se transporte de espécimens francamente marinhos para dentro da laguna, caracterizando que a mesma tinha ligação com mar aberto.

TAFONOMIA

O estudo dos processos tafonômicos atuais permite extrapolar para os fósseis a intensidade dos processos físicos e biológicos contemporâneos, que deixam registrados nos restos esqueletais as suas respectivas assinaturas tafonômicas. Os processos atuantes na formação da concentração fossilífera podem ser subdivididos em duas categorias. A primeira, compreende os processos que causam modificações no esqueleto e incluem incrustação, fragmentação, abrasão, dissolução e bioerosão/corrosão. Na segunda, estão os processos que afetam as relações entre os bioclastos, tais como orientação e articulação (Parsons & Brett, 1991).

Os foraminíferos distinguem-se dos grãos sedimentares em forma, tamanho, composição da parede e microestrutura. Por essa razão fornecem assinaturas tafonômicas indicativas das conseqüências preservacionais dos processos geológicos atuantes na

crosta terrestre. A sua grande variabilidade morfológica, ainda que homomórfica em algumas famílias, possibilita testar hipóteses sobre paleoecologia evolutiva, pois a preservação é um reflexo direto da paleoquímica da água do mar, padrões de circulação, sedimentação e ação bioerosiva (Wetmore, 1987).

Os estudos de tafonomia comparativa em associações de foraminíferos bentônicos ainda são restritos a alguns aspectos preservacionais ou a táxons específicos. Atualmente, as pesquisas têm sido direcionadas para análises experimentais de abrasão e resistência à dissolução, dissolução *in situ* e bioerosão; através desses aspectos têm sido formuladas e testadas hipóteses sobre perdas de informações na transição populações vivas/populações fósseis. Com isso, pode-se identificar distorções nos gradientes batimétricos, resultantes de dominâncias específicas produzidas pelos fatores tafonômicos e seus gradientes (Martin & Liddell, 1991).

ABRASÃO E FRAGMENTAÇÃO

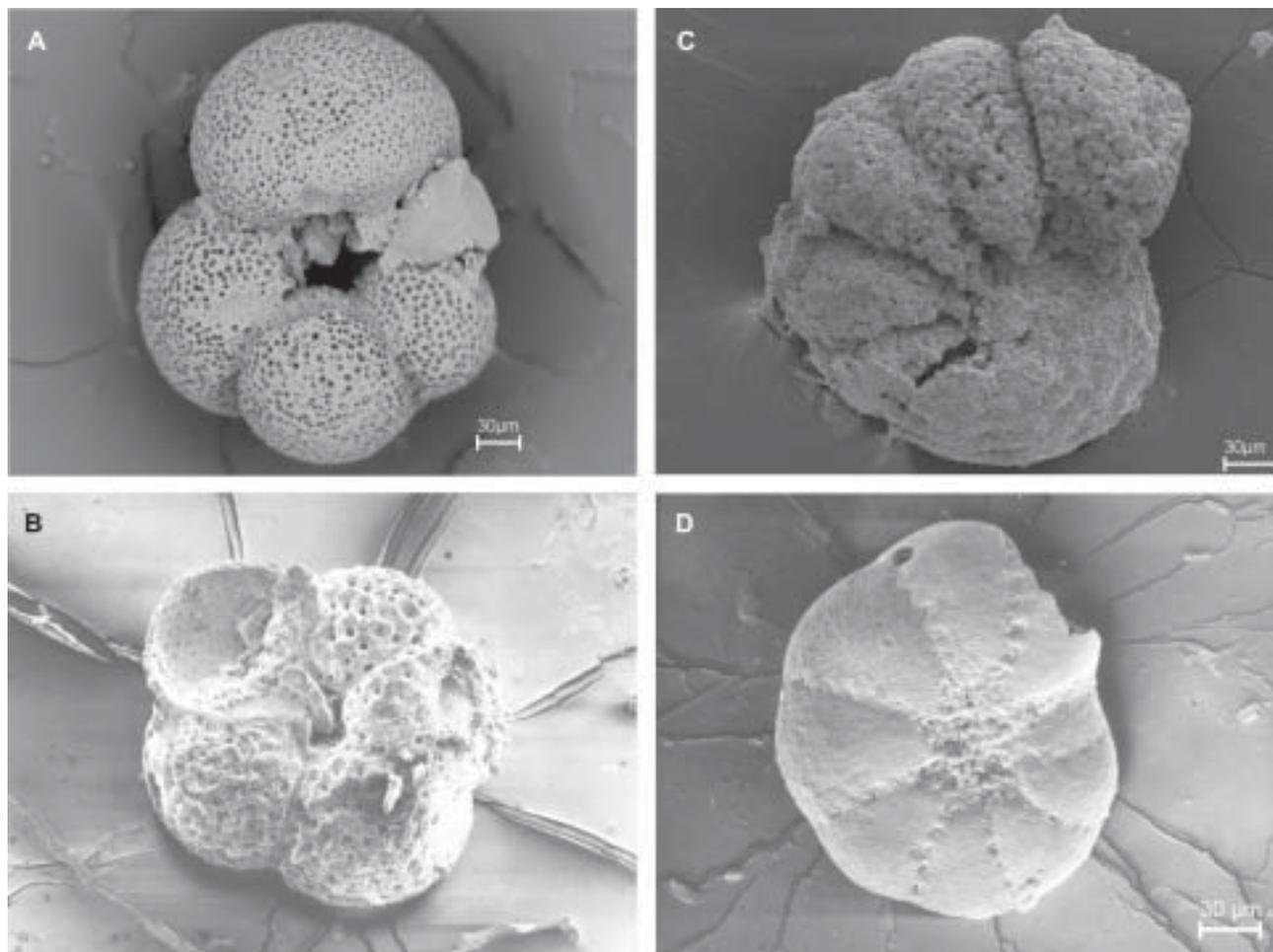
Forma, composição e estrutura da teca não são os fatores que influenciam diretamente na redução da teca por abrasão. O tipo de sedimento constituinte do substrato e a espessura da testa, ao contrário, são os parâmetros mais importantes para medir a influência da abrasão na destruição de elementos das associações de foraminíferos. A alteração da composição original de um dado conjunto faunístico pode ser expressiva e influenciar a interpretação final. Em ambientes deposicionais carbonáticos, as tecas não chegam a ser destruídas pelo simples atrito com os sedimentos do substrato. Mesmo nos ambientes de alta energia (*backreef* e *forereef*) as tecas não são totalmente destruídas por abrasão. Experimentos comprovaram que esse padrão é diferenciado nos ambientes deposicionais mistos e siliciclásticos, o que bem caracteriza um contraste tafonômico (Martin & Liddell, 1991).

O grau de fragmentação reflete o nível de energia física de um determinado ambiente. A quebra dos restos esqueletais resulta do seu impacto com rochas, seixos ou outros bioclastos. É nas áreas de fraqueza das conchas que ocorre sua fragmentação, como mudanças na estrutura esqueletal e mineralogia, linhas de ornamentação ou bruscas mudanças na convexidade (Parsons & Brett, 1991).

A associação foraminíferológica é composta por formas inteiras a pouco fragmentadas, com espessura variável entre delicada a robusta, em proporções equilibradas. Estas feições preservacionais ainda permitem o fácil reconhecimento dos foraminíferos em nível específico, corroborando o exposto acima, de que é incipiente a intensidade da abrasão em ambientes deposicionais carbonáticos. O grau de fragmentação

moderado reflete a alta energia ambiental durante o evento de soterramento, pois apenas um meio altamente

energético pode quebrar bioclastos de tamanho tão reduzido (Prancha 1: A e B).



PRANCHA 1. Fotomicrografias sob M.E.V. **A:** *Globorotalia kugleri*, mostrando incipiente grau de abrasão. **B:** *Glogigerina angustiumbilitata*, exibindo moderada taxa de fragmentação. **C:** *Elphidium sagrum*, mostrando feições do estágio I de dissolução. **D:** *Elphidium* sp., mostrando feições do estágio II de dissolução.

DISSOLUÇÃO

Em condições normais, os restos esqueléticos mantêm-se em equilíbrio com a química da água onde vivem. Quando ocorre dissolução de carapaças calcárias, significa que este equilíbrio foi quebrado por flutuações na temperatura, pH ou pCO_2 . Esta desarmonia ocorre provavelmente no micro-habitat circundante dos restos. Na zona tafonomicamente ativa (ZTA), as águas intersticiais tornam-se supersaturadas em $CaCO_3$ e ocorre produção de ácido sulfúrico a partir da degradação do carbono orgânico e oxidação do sulfeto de hidrogênio na interface óxica-anóxica. Os elementos bioturbadores misturam o ácido com o sedimento de fundo, induzindo a rápida produção de

sulfato, misturando-o com as águas superficiais, assim resultando na dissolução de restos esqueléticos de composição carbonática (Parsons & Brett, 1991).

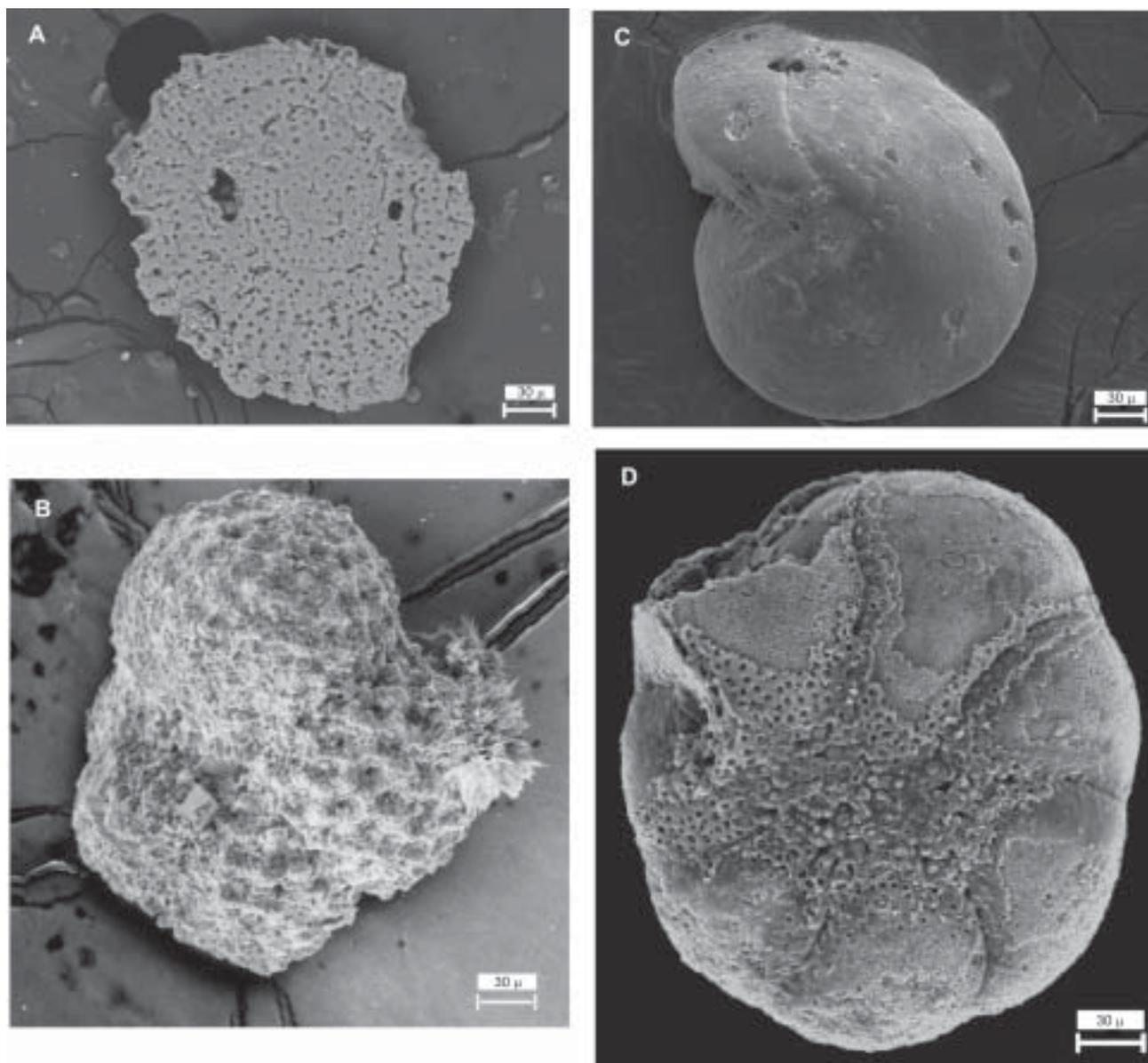
Embora as espécies calcárias apresentem dissolução diferencial, variável de acordo com seu ambiente de vida, foi possível definir que a resistência à dissolução está diretamente ligada à espessura da parede e a fatores ligados aos demais elementos faunísticos associados, tais como a degradação do cimento orgânico por ação de bactérias e fluidos do trato digestivo das formas sedimentívoras com pH baixo, principalmente em substratos ricos em matéria orgânica (Parsons & Brett, 1991).

Grande parte dos foraminíferos examinados neste trabalho, apresenta sinais de dissolução, desencadeada

a partir da super-saturação das águas em carbonato de cálcio, seja nas que contactam o fundo (interface água-sedimento) ou nos interstícios dos grãos sedimentares. A dissolução também pode ser consequência da oxidação da matéria orgânica nos sedimentos superficiais de granulação fina.

As tecas de foraminíferos bentônicos analisados apresentam diferentes estágios de dissolução a saber: estágio I – superfície da teca com textura grossa, opaca, pseudornamentada por punctas e últimas câmaras

quebradas (Prancha 1: C); estágio II – últimas câmaras quebradas e remoção das camadas de carbonato de cálcio das câmaras ainda inteiras (Prancha 1: D); estágio III – fragmentação de todas as câmaras (Prancha 2: A). As tecas das formas planctônicas não apresentam feições de dissolução do estágio I, corroborando a idéia de que as tecas dos bentônicos são mais resistentes. Provavelmente, esta menor resistência está associada à sua estrutura porosa, menor espessura e forma das câmaras (Prancha 2: B).



PRANCHA 2. Fotomicrografias sob M.E.V. **A:** *Spirillina vivipara*, mostrando feições do estágio III de dissolução.

B: *Globorotalia opima*, exibindo feições de dissolução. **C:** *Cibicides* sp., mostrando microperfurações atribuídas a micróbios. **D:** *Elphidium* sp., mostrando bioerosão produzida por filamentos algálicos.

BIOEROSÃO

A destruição biológica das tecas de foraminíferos ocorre como resultado da atividade de vários microorganismos, especialmente bactérias, cianobactérias e fungos. Bioerosão de tecas por agentes microscópicos parece concentrar-se em sedimentos de águas calmas. Padrões de estruturas produzidas por microperfuradores dependem do organismo produtor e do tipo de substrato. Em muitos casos, a atividade perfurante se concentra próximo das margens das tecas, áreas mais suscetíveis à fragmentação. As estruturas mais comuns de bioerosão reportam a microperfurações por atividade algálica, bem mais evidente nas formas epibentônicas, por ficarem expostas na interface água-sedimento.

Nas populações de foraminíferos estudadas neste trabalho, evidências de bioerosão total ou parcial, como produto de atividade algálica e micróbios são frequentes em *Archaias angulata*, *Amphistegina lessonii*, *Cibicides* sp. e *Elphidium* spp. São reconhecidas microperfurações e numerosos filamentos, que podem ou não erodir a margem da teca (Prancha 2: C e D).

TRANSPORTE

A intensidade do transporte de teca de foraminíferos pode ser caracterizada a partir da sua forma, tamanho e abundância relativa, assim como pela granulometria do substrato, que podem sugerir a distância na qual a teca foi projetada para acima do fundo. Para isso, as formas esféricas, discóides e cilíndricas, em ordem de confiabilidade, são as utilizadas neste tipo de análise. De acordo com Martin & Liddell (1991), a velocidade com que as tecas são jogadas contra o substrato, antes de serem depositadas, e as velocidades de tração/saltação, quando plotadas em um gráfico linear, permitem a caracterização de quatro grupos de transporte, que podem ser correlacionados com diferentes tafofácies.

As associações de foraminíferos examinadas nesta pesquisa possuem tecas lenticulares e densas, representantes dos gêneros *Archaias* e *Amphistegina*; estas são facilmente removidas, porém redepositam-se rapidamente. A ocorrência destes gêneros e suas respectivas mobilizações permitem enquadrar os foraminíferos da Formação Pirabas das seções pesquisadas no grupo de transporte II, comuns nas tafofácies II, III e IV.

Considerando que nas associações ocorrem formas juvenis de espécies grandes e adultas de espécies pequenas, com poucos táxons sésseis cimentantes, pode-se afirmar que o conjunto microfaunístico sofreu transporte por *bed load*, segundo os critérios de Murray (1991). As populações são nitidamente constituídas por espécies misturadas, advindas de ambientes adjacentes

à laguna, aumentando a diversidade específica original. A presença de *Archaias angulata*, *Amphistegina lessonii* e *Cibicides* spp., típicos de ambiente esteno-biônico, bem como o registro dos táxons planctônicos *Globigerina* spp., *Globigerinoides* spp. e *Globorotalia kugleri*, caracterizam esta mistura faunal.

Com relação ao grau de alteração das associações foraminiferológicas (Murray, 1991), os representantes do grupo nos sedimentitos Pirabas situam-se no campo I, já que as mudanças *post-mortem* são mínimas, um padrão típico das lagunas cenozóicas. O conjunto original foi alterado, seja por adição de táxons vivos em ambientes próximos, seja por obliteração morfológica por dissolução ou oxidação do cimento orgânico de exemplares de espécies tipicamente lagunares. Porém, as suas características mais diagnósticas foram preservadas, tais como a ocorrência contínua de espécies com plasticidade ecológica, oportunísticas, e a ocorrência contínua e o predomínio de *Ammonia* e *Elphidium/Criboelphidium*.

TAFOFÁCIES

Tafofácies é o agrupamento de associações faunísticas que possuem histórias tafonômicas similares, que pode ser útil na interpretação de ambientes deposicionais antigos, por meio da quantificação das assinaturas tafonômicas.

O efeito dos processos tafonômicos na acumulação de associações de foraminíferos é melhor evidenciado nos ambientes com sedimentação carbonática. Isso acontece porque é possível reconhecer e por vezes quantificar os gradientes relacionados com a batimetria, tais como turbulência da água, taxa de sedimentação, conteúdo de carbono orgânico, química da água, bioerosão e bioturbação. Também nestes ambientes é possível avaliar os correspondentes gradientes tafonômicos atuantes após a morte dos indivíduos, a saber: abrasão, dissolução e transporte. Ainda que preliminarmente, Martin & Liddell (1991) desenvolveram um modelo com seis diferentes tafofácies, capaz de testar a influência dos contrastes ecológicos e tafonômicos, na morfologia da teca, evolução e preservação ao longo do tempo.

As associações estudadas nesta pesquisa caracterizam-se por uma mistura diversa de elementos com suscetibilidades diferentes a transporte ou destruição. Constam delas formas alóctones resistentes à abrasão e tecas, pequenas a grandes, de miliolídeos e peneroplídeos autóctones pouco resistentes à abrasão. O conjunto faunístico e a sedimentologia física sugerem tratar-se de um meio de baixa energia com transporte *post-mortem* muito pequeno. Pelo exposto, as associações estudadas são enquadradas dentro do campo da Tafofácies I de Martin & Liddell (1991).

CONSIDERAÇÕES PALEOAMBIENTAIS

A caracterização paleoambiental das seções estudadas foi efetivada a partir de vários critérios, tais como a abundância relativa de espécimens (A.R.E.), táxons dominantes, tamanho dos espécimens e indicadores ambientais (informações atualísticas).

Sob o ponto de vista qualitativo, a fauna de foraminíferos é monótona. Os gêneros *Ammonia*, *Elphidium/Criboelphidium*, *Bolivina*, *Cibicides* e *Amphistegina*, todos típicos de águas rasas, são os mais comuns em todos os níveis e camadas das perfurações e afloramento investigados. Convém ressaltar que a ocorrência e predomínio, em alguns níveis e camadas, de *Amphistegina*, bem como o registro de *Cibicides* e *Archaias* nas associações, não podem ser considerados, por se tratarem de formas esteno-biônicas, e por isso, elementos alóctones.

Considerando os critérios aplicados para a caracterização paleoambiental, foram reconhecidas algumas biofácies, grande parte individualizadas como de ambiente lagunar eutrófico, com variações na salinidade, profundidade, relevo de fundo e firmeza do substrato. Apenas no nível 4,50 m da perfuração CB-UFPa-P1(85) e na camada 1 do afloramento de Aricuru foi reconhecida uma biofácies de ambiente de plataforma rasa. As sucessivas variações nas associações foraminíferológicas permitem reconhecer ainda, oscilações do nível do mar, já assinaladas previamente por Fernandes (1984).

A relação foraminíferos planctônicos/foraminíferos bentônicos (P/B) é um critério que não pode ser considerado, haja vista a presença de fauna alóctone. A aplicação resultaria em caracterização de ambiente deposicional de plataforma inferior a talude superior (Tipsword et al., 1966). Este dado não é compatível com os parâmetros obtidos por meio das formas bentônicas, bem mais precisos e diagnósticos. A relação P/B oscilou entre 4,27% e 32%, chegando a 48,93% no nível 6 (6,60 m- 7,20 m) da perfuração F-NC/018.

Assim, a ocorrência de foraminíferos planctônicos e o registro dos gêneros bentônicos *Amphistegina*, *Cibicides* e *Archaias*, estes tipicamente marinhos plataformais, comprovam a comunicação da laguna com mar aberto. O número considerável destes elementos alóctones em determinados níveis e camadas pode estar, inclusive, relacionado com ondas de tempestades, que teriam carregado grandes quantidades destes foraminíferos para dentro da laguna.

Confrontando estes dados com os obtidos na análise tafonômica, acrescenta-se que o grau de abrasão e fragmentação, dissolução e transporte, comprovam alta energia do meio durante o evento de soterramento. As feições bioerosivas resgatam condições de ambiente de águas calmas a pouco agitadas, em tempos pré-soterramento, comprovado também pelo registro de zoários flexíveis e de crescimento ereto, de microbriozoários como *Crisia elongata* e *Flustra peregrina*.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo permitiu avaliar que análises das feições preservacionais em microfósseis podem subsidiar interpretações da dinâmica deposicional durante o evento de soterramento tão eficazmente quanto os paleo-invertebrados, elementos mais comumente utilizados em

pesquisas tafonômicas. Este trabalho abre também espaço para abordagens fóssil-diagenéticas para os foraminíferos, bem como abordagens similares com outros grupos microfossilíferos da Formação Pirabas, tais como microbriozoários e ostracodes.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam os mais sinceros agradecimentos ao Prof. Dr. Cláudio Nery Lamarão, chefe do Laboratório de Microscopia Eletrônica do Departamento de Geoquímica e Petrologia da Universidade Federal do Pará, pelas ilustrações dos exemplares aqui apresentadas, e à Secretaria de Indústria, Comércio e Mineração do Estado do Pará, na pessoa do Geólogo João Bosco, pela cessão das amostras das perfurações de Nova Canindé.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ARAÚJO, T.C.C. **Micropaleontologia da Formação Pirabas (Eomioceno) no Furo RKS-3, Planície Costeira de Bragança, Estado do Pará.** Belém, 2003. 58 p. Trabalho (Conclusão de Curso) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará.
2. BLOW, W.H. Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In: R. BRONNIMANN & H.H. RENZ (Eds.), **Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils.** Leiden (Netherlands): E.J. Brill, p.199-475, 1969. (International

- Conference Planktonic Microfossils, 1, 1967, Geneva).
3. FERNANDES, J.M.G. Paleoecologia da Formação Pirabas, Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 33, 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Geologia, 1984, v. 1, p. 330-340.
 4. FERNANDES, J.M.G. & TÁVORA, V.A. Estudos dos foraminíferos da Formação Pirabas procedentes do furo CB-UFPa-P1(85), município de Capanema, Estado do Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 36, 1990, Natal. **Anais...** Natal: Sociedade Brasileira de Geologia, 1990, v. 1, p. 470-475.
 5. MARTIN, R.E. & LIDELL, W.D. The taphonomy of foraminifera in modern carbonate environments: implications for the formation of foraminiferal assemblages. In: DONOVAN, S.K. (Coord.), **The processes of fossilization**, Columbia University Press, p. 170-193, 1991.
 6. MURRAY, J.W. **Ecology and paleoecology of benthic foraminifera**. Longman Scientific & Technical, 397 p., 1991.
 7. PARSONS, K.M. & BRETT, C.E. Taphonomic processes and biases in modern marine environments: an actualistic perspective on fossil assemblage preservation. In: DONOVAN, S.K. (Coord.), **The processes of fossilization**, Columbia University Press, p. 22-65, 1991.
 8. PETRI, S. Foraminíferos miocênicos da Formação Pirabas. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**, v. 216, Geologia, n. 16, p. 1-79, 1957.
 9. SILVA, K.J. **Micropaleontologia da Formação Pirabas (Eomioceno) no Furo F-NC/05, Nova Canindé, Município de Bragança, Estado do Pará**. Belém, 2004. 63 p. Trabalho (Conclusão de Curso) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará.
 10. TÁVORA, V.A. & FERNANDES, J.M.G. Estudio de los foraminíferos de la Formación Pirabas (Mioceno Inferior), Estado do Pará, Brasil, y su correlación com faunas del Caribe. **Revista Geológica de América Central**, n. 22, p. 59-70, 1999.
 11. TIPSWORD, H.L.; SELTZER, F.M.; SMITH, F.L. Interpretation of the depositional environment in Gulf Coast Petroleum Exploration from paleoecology and related stratigraphy. Geological Society of Texas, **Transactions Gulf Coast Association of Geological Societies**, v. 16, p. 119-130, 1966.
 12. WETMORE, K.L. Correlations between test strength, morphology and habitat in some benthic foraminifera from the coast of Washington. **Journal of Foraminiferal Research**, v. 17, n. 1, p. 1-13, 1987.

*Manuscrito Recebido em: 16 de março de 2006
Revisado e Aceito em: 26 de julho de 2006*