

A INFLUÊNCIA MARINHA NOS SEDIMENTOS BARREIRAS

Dilce de Fátima Rossetti¹
Ana Maria Góes²
Werner Truckenbrodt²

RESUMO — Os sedimentos cenozóicos Barreiras ocorrem em uma extensa faixa ao longo da costa brasileira, desde o Rio de Janeiro até a desembocadura do Rio Amazonas. Estudos detalhados destes depósitos ainda são ausentes, com a exceção de alguns trabalhos recentemente desenvolvidos nas regiões nordeste e sudeste. A análise faciológica destes sedimentos na porção nordeste do estado do Pará sugere que sua deposição ocorreu mediante um sistema de leques aluviais-planície de areia (com freqüentes canalizações) — planície de lama, com possível influência marinha em sua porção mais distal. Estudos complementares nesta área e na parte norte do estado do Maranhão mostraram a existência de várias estruturas tais como acamamentos dos tipos flaser, wavy e linsen, acamamento cruzado sigmoidal, superfícies de reativação com mud drapes e mud cracks as quais são descritas neste trabalho. Estas estruturas são indicativas da influência de maré durante a sedimentação Barreiras, pelo menos na zona próxima à atual linha de costa.

PALAVRAS-CHAVE: Sedimentos Barreiras, Brasil, Pará, Maranhão, fácies de maré.

¹ SCT - CNPq / Museu Paraense Emílio Goeldi — Programa Ciências da Terra.

² Universidade Federal do Pará.

ABSTRACT — *The Cenozoic Barreiras sediments occur in an extended belt along the Brazilian coast from Rio de Janeiro to the mouth of the Amazon river. Detailed studies of these deposits are lacking, with the exception of some recent works carried out in Northeastern and Southeastern Regions. The facies analysis of these sediments in the Northeastern part of the State of Pará suggests that their deposition took place in an alluvial fan-sand flat-mud flat system, possibly influenced by marine processes. Complementary studies in this area and in the Northern part of the State of Maranhão showed the existence of various structures such as flaser, wavy and lenticular bedding, sigmoidal cross bedding, reactivation surfaces with mud drapes, and mud cracks, described in this paper. These structures are indicative of tidal influence during the deposition of the Barreiras Sediments, at least in the zone near the present day coast line.*

KEY WORDS: Barreiras Sediments, Brazil, Pará, Maranhão, Tidal facies.

INTRODUÇÃO

Os sedimentos designados, genericamente, de Barreiras correspondem a uma extensa seqüência siliciclástica cenozóica que aflora, principalmente, ao longo de uma estreita faixa paralela à costa brasileira, estendendo-se desde o Rio de Janeiro até as proximidades da foz do Amazonas. Até a década de 70, a despeito das diversas publicações existentes sobre este tema, verifica-se que foram raros os trabalhos apresentando descrições detalhadas ou perfis estratigráficos que fornecessem informações mais esclarecedoras sobre seu ambiente deposicional (por exemplo, Bigarella 1975). Entretanto, por se constituir em uma grande lacuna na compreensão da geologia do Cenozóico brasileiro, estes sedimentos vêm sendo investigados de maneira mais detalhada, sendo que uma série de novos dados tem sido recentemente acrescentada. Com isto, ressurgiram diversas discussões, não apenas com relação ao modelo deposicional (Bossi et al. 1982; Alheiros et al. 1988; Rossetti et al. 1989), mas também quanto a sua idade máxima (Arai et al. 1988) e relacionamento com as demais unidades cenozóicas (Góes et al. 1990).

De acordo com a análise faciológica realizada em sedimentos que ocorrem na Zona Bragantina, estado do Pará, Rossetti et al. (1989) interpretaram os depósitos Barreiras como um sistema de leques aluviais-planície de areia (com freqüentes canalizações)-planície de lama. Neste trabalho, foi sugerido que a área de deposição encontrava-se muito próxima à linha de costa, sendo que a sedimentação teria sido influenciada por processos marinhos. A continuidade das pesquisas naquela região, associada a novas observações obtidas em diversos pontos do litoral do estado do Maranhão (Figura 1), forneceu informações complementares e mais seguras a respeito da influência de marés durante a deposição do Barreiras. Assim, no presente trabalho, são apresentadas características estruturais e texturais que sustentam a atuação de significativos processos marinhos na porção distal do sistema deposicional Barreiras, traduzida por depósitos cíclicos de planície de maré.

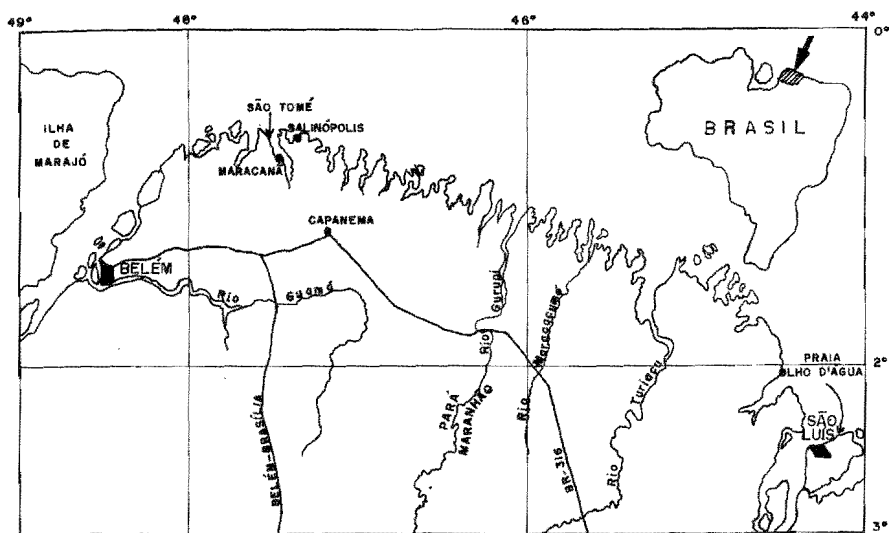


Figura 1 — Localização da área e dos perfis apresentados.

DESCRIÇÃO DAS ESTRUTURAS

Contrariamente ao que se tem registrado na literatura, os Sedimentos Barreiras apresentam uma considerável variedade de estruturas sedimentares, as quais foram descritas com detalhe em Rossetti et al. (1989). Grande parte destas, mais facilmente visualizadas em falésias costeiras, mostra diversas características que, em seu conjunto, apontam para uma sedimentação através de correntes de maré. Estas estruturas, que consistem genericamente de diversos tipos de acamamento tais como lenticular, *wavy* (Figura 2) e *flaser*, estratificações cruzadas, superfícies de reativação, marcas onduladas e gretas de ressecamento (Figura 3), serão mais detalhadamente comentadas na seqüência.

Os arenitos, em geral de granulometria média a fina, apresentam estratificação cruzada principalmente dos tipos tabular e acanalada (Figura 4a), de pequeno e médio porte. Uma das feições mais marcantes associada a estas estruturas são lâminas de argila. Estas ocorrem em diferentes situações, ora recobrimdo superfícies de erosão fortemente onduladas (Figura 4b) ou planas, que marcam o limite entre os *sets*, ora ressaltando superfícies que interrompem ou são paralelas aos *foresets*. De modo geral, lâminas de argila podem ser visualizadas em grande parte da porção distal e, até mesmo, intermediária do sistema deposicional Barreiras, constituindo-se em uma de suas características mais persistentes. Na Zona Bragantina, mesmo em locais onde o intemperismo atuou com grande intensidade, estas feições podem ser facilmente observadas, sendo que, inclusive, salientam as estratificações cruzadas. É o caso de afloramentos

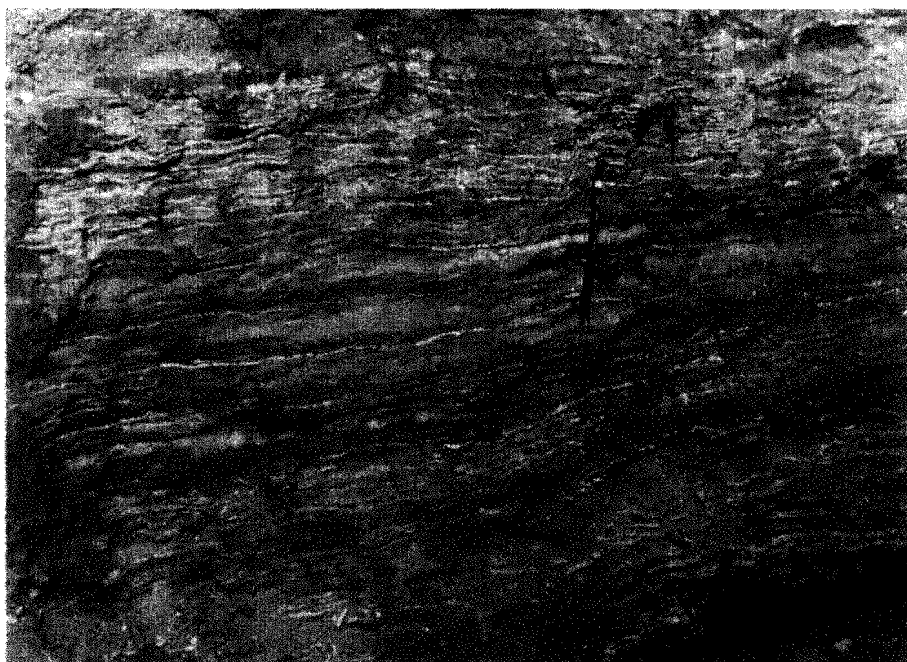


Figura 2 — Acamamento do tipo *wavy* (São Tomé, Maracanã).

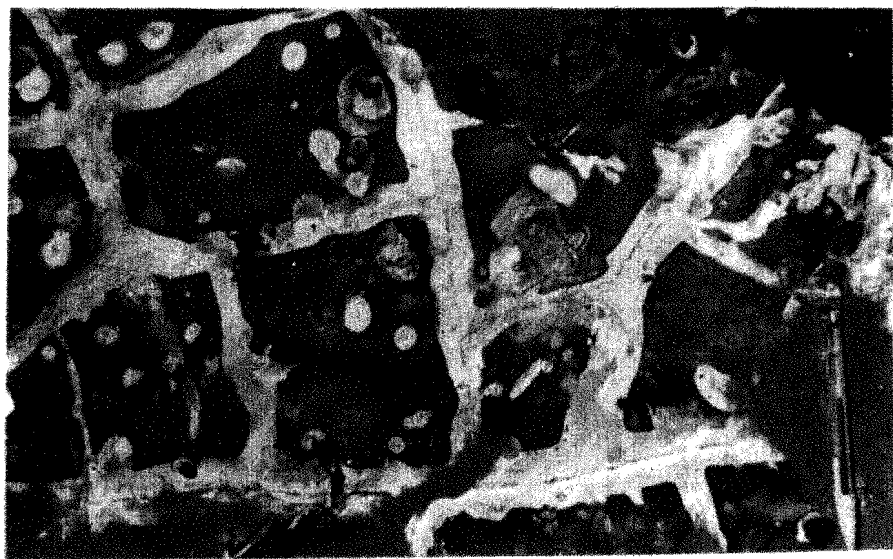


Figura 3 — Gretas de ressecamento, salientadas por desferificação. Notar manchamentos arredondados, provavelmente produzidos por raízes (São Tomé, Maracanã).

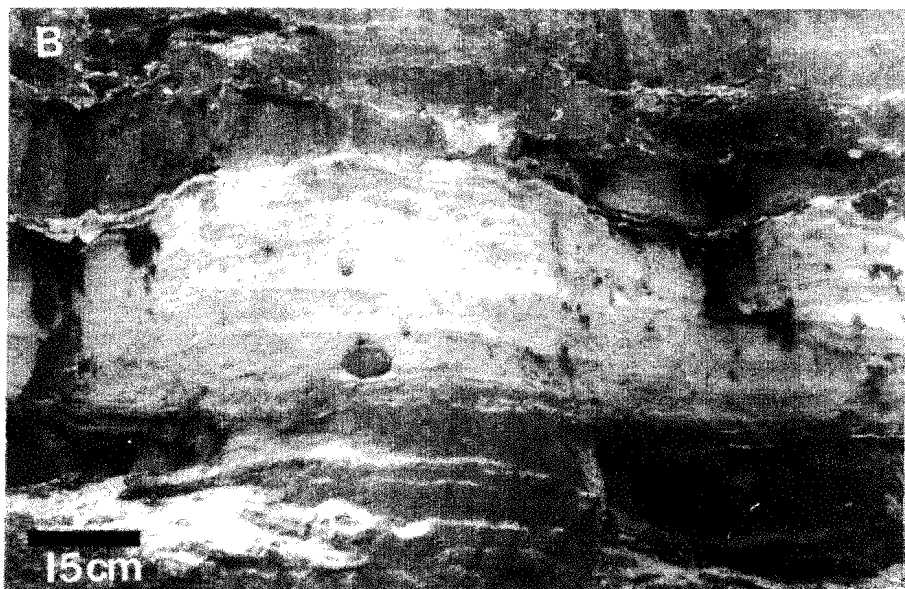
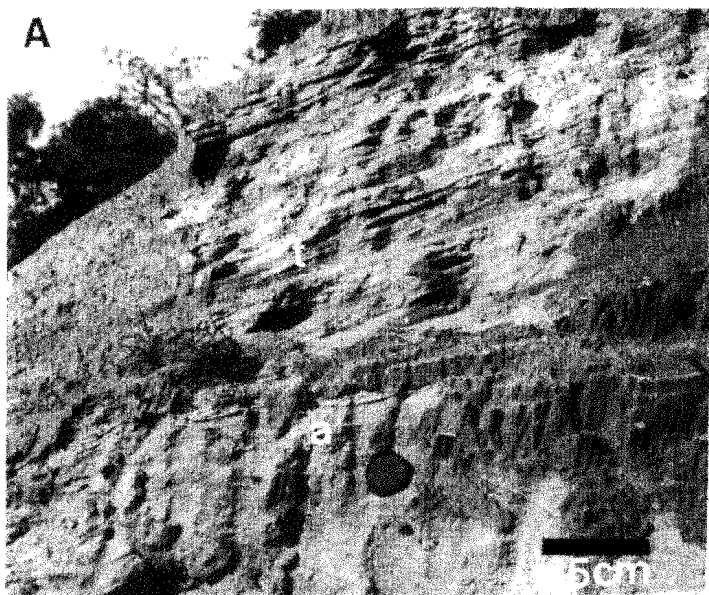


Figura 4 — a) Estratificação cruzada tabular (t) e acanalada (a); b) Estratificação cruzada acanalada, cujo *set* foi erodido e recoberto por argila (São Tomé, Maracanã).



Figura 5 — Intercalações de arenitos e folhelhos, os quais estão dispostos em camadas aproximadamente paralelas e lateralmente contínuas (Proximidades de Capanema, Pará).

localizados próximos a Capanema, onde ocorrem arenitos e folhelhos intercalados, dispostos em camadas paralelas e contínuas lateralmente (Figura 5).

São observados, ainda, arenitos de granulometria fina a muito fina que ocorrem sob forma de lentes apresentando, internamente, estratificação cruzada duplamente tangencial; em níveis adjacentes, esta apresenta ocasionalmente mergulhos em sentidos contrários. Os *sets* com feição sigmoidal (Figura 6) contém, aproximadamente, 1,5 metros de comprimento e 10-15 centímetros de espessura, sendo também individualizados por lâminas de argila. Em intervalos onde ocorrem camadas mais espessas de folhelho, verificam-se lentes similares de arenito, isoladas, de pequena espessura e, em geral, inferiores a 30 centímetros de extensão.

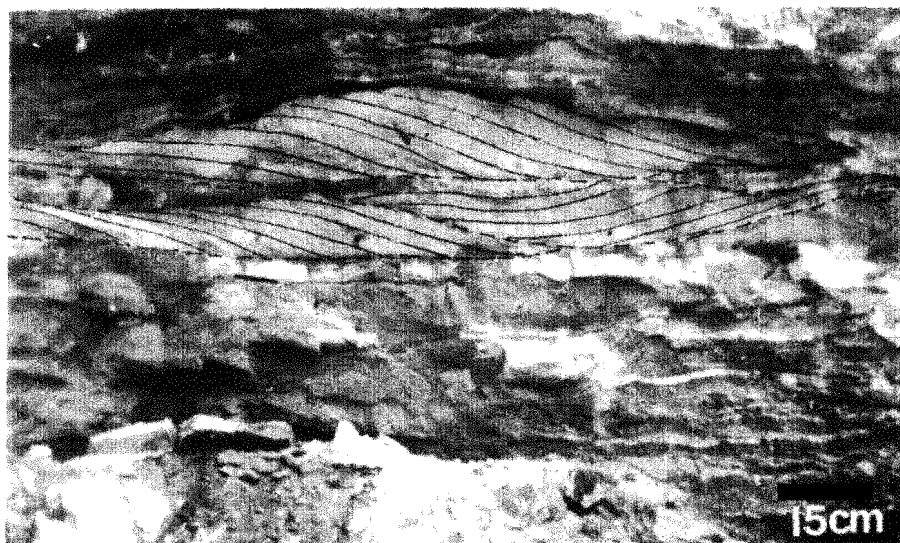


Figura 6 — Arenito com estratificação cruzada com forma sigmoidal. Notar que as lentes encontram-se limitadas por argilas (São Tomé, Maracanã).

A distribuição da razão areia/folhelho durante a deposição foi bastante fluante, mostrando que houve períodos de alternância de sedimentação de carga de fundo e de suspensão. O registro de tais condições é demonstrado pela presença de acamamento do tipo lenticular, como comentado acima, e *wavy*, este produzido devido à participação de argila e areia em porcentagens aproximadamente equivalentes. Estes dois tipos de acamamento acham-se intimamente relacionados, ocorrendo em intervalos apresentando, em média, 50 centímetros de espessura, lateralmente contínuos ou interrompidos por estruturas de corte e preenchimento. Em locais onde houve predomínio de deposição arenosa, a argila esteve presente sob forma de estrutura *flaser* ou *mega-flaser*. As figuras 7 e 8 apresentam o empilhamento vertical destes diferentes tipos de acamamento e o relacionamento com as demais fácies dos Sedimentos Barreiras que ocor-

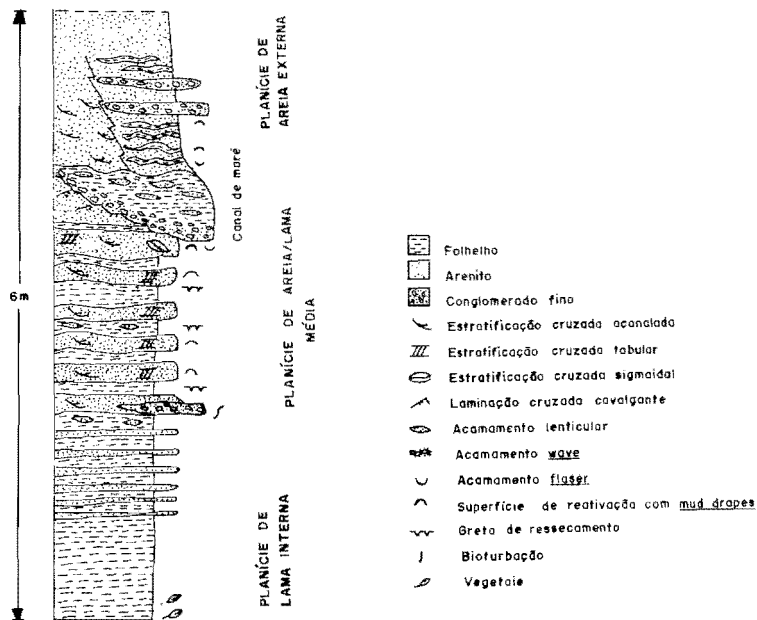


Figura 7 — Perfil composto da localidade de São Tomé (Proximidades de Maracanã), mostrando feições de planície de maré.

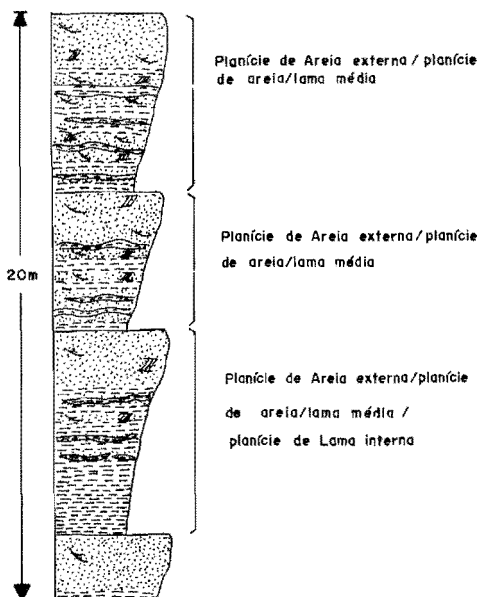


Figura 8 — Perfil esquemático da Praia de Olho D'Água, São Luís, mostrando deposição cíclica de planície de maré (ver legenda na figura 7).

rem na localidade de São Tomé e na praia Olho D'Água, em São Luís, respectivamente.

Na localidade de São Tomé, Rossetti et al. (1989) observaram, em arenitos de granulometria grossa a conglomerática que ocorrem como preenchimento de canal, freqüentes lâminas de argila, as quais são suavemente onduladas e mostram-se dispostas paralelas a sub-paralelas (Figura 10). Neste canal, sobre o depósito de fundo, houve entulhamento com um espesso pacote de argila (Figura 9), que se destaca por apresentar delgadas lentes de areia fina a muito fina intercaladas.

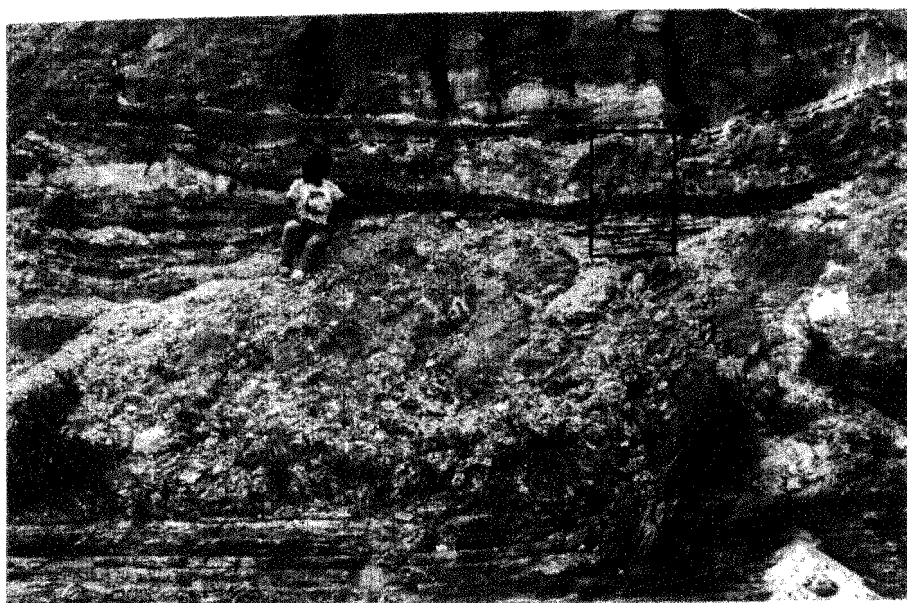


Figura 9 — Canal de maré, ressaltado pelo pontilhado. O quadro corresponde à localização da foto 10 (São Tomé, Maracanã).

Relacionadas com as feições estruturais acima descritas, ocorre, ainda, grande quantidade de marcas onduladas simétricas (Figura 11) e, nas intercalações e/ou interlaminacões argilosas são verificadas delicadas gretas de ressecamento.

Embora não tenha sido descrito detalhadamente, é importante ressaltar, também, a freqüente presença de estruturas bioturbadas relacionadas com os Sedimentos Barreiras.

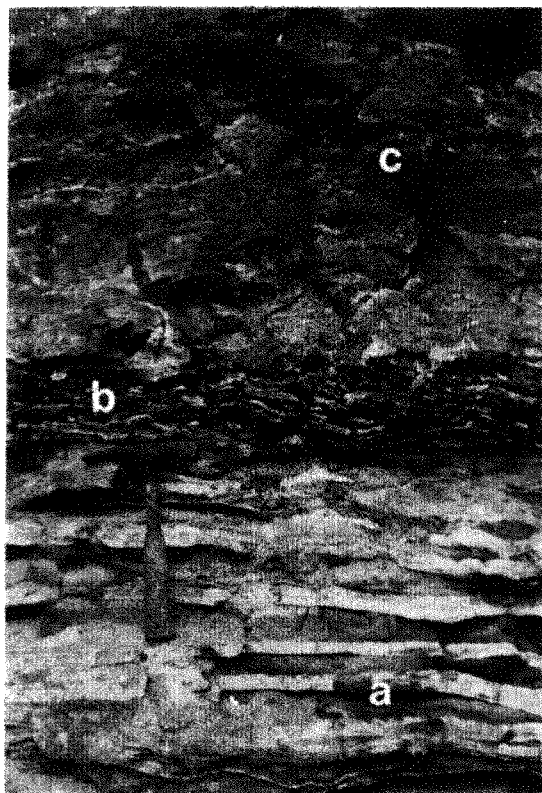


Figura 10 — (Detalhe da foto 9). Da base para o topo: intercalação de arenitos com estratificação cruzada e folhelhos com camadas suavemente onduladas (a); arenitos grossos a conglomeráticos de fundo de canal, apresentando delicadas lâminas de argila, também suavemente onduladas e, por vezes, rompidas (b); pacote argiloso, representando o entulhamento do canal, contendo pequenas lentes de arenito (c) (São Tomé, Maracanã).



Figura 11 — Marcas onduladas simétricas (Proximidades de Pinheiro, Maranhão).

DISCUSSÃO

Apesar de muitas das estruturas sedimentares acima descritas não serem, por si só, diagnósticas, podendo ser encontradas em uma grande variedade de ambientes, determinadas feições são, em seu conjunto, decisivas na atribuição de correntes de maré à deposição de uma parte dos sedimentos Barreiras.

As correntes de maré possuem, como característica fundamental, assimetria de tempo-velocidade (Visser, 1980), a qual é produzida pela sobreposição do fluxo principal com outro subordinado. O produto final no registro geológico traduz-se por uma assembléia de estruturas sedimentares que reflete a alternância do regime energético e fluxos em sentidos contrários. Desta forma, são gerados acamamentos dos tipos lenticular, *wavy e flaser*, bem como estratificações cruzadas apresentando mergulhos opostos, respectivamente. Porém, apesar da estratificação do tipo espinha-de-peixe ser uma feição bastante segura na interpretação ambiental, não é comum nos depósitos de maré, pois o aspecto bidirecional do fluxo é geralmente mascarado pelo seu caráter assimétrico (Kreisa & Moiola 1986). Sedimentos depositados durante o estágio de corrente dominante são, em geral, erodidos e recobertos por argilas durante o período em que se verificam fluxos subordinados e falta d'água, o que gera superfícies de reativação (Reading 1986).

Todas essas estruturas foram observadas, em maior ou menor escala, nos Sedimentos Barreiras, sendo que, entre elas, as superfícies de reativação serão destacadas em função de apresentarem características específicas para a interpretação ambiental.

As superfícies de reativação são ressaltadas por lâminas de argila dispostas entre os *sets* ou *foresets* das estratificações cruzadas. Superfícies de reativação são comuns em sistemas deposicionais influenciados por maré, embora possam ocorrer também em outros ambientes onde o fluxo é unidirecional, como em canais fluviais (Mowbray & Visser 1984). Entretanto, segundo critérios apresentados por estes autores, conclui-se que as superfícies de reativação presentes nos Sedimentos Barreiras possuem características de terem sido produzidas por correntes de maré. Os principais aspectos utilizados para a distinção foram a constância e o fato de serem recobertas por argilas (*mud-drapes*); estas duas características não são comuns a outros ambientes. Adicionalmente, salienta-se que as peculiaridades observadas em depósitos de preenchimento de canal, como descritas anteriormente, são incompatíveis com processos fluviais, sendo que, por outro lado, coadunam-se perfeitamente com a hidrodinâmica das correntes de maré.

Estratificações cruzadas com forma sigmoidal podem ser originadas em quaisquer ambientes, desde que ocorram condições de alta energia e elevada concentração de sedimentos em suspensão (Roe 1987). No entanto, acredita-se que a formação de feições sigmoidais presentes nos Sedimentos Barreiras possa ser atribuída à ação de correntes de maré. Como mostra o perfil da Figura 7, o relacionamento espacial de tais estruturas com outras sugestivas da influência de marés, permite advogar que sua geração ocorreu sob estas mesmas condições. A distribuição das estruturas observadas neste perfil e naquele apresentado na

Figura 8, bem como a presença de gretas de ressecamento, sustentam sedimentação em planície de maré. A presença abundante do palinomorfo *Zonocostites ramonae* (Arai et al. 1988), apontando fácies de mangue, também é compatível com esta interpretação.

Diante dessas interpretações, cabe fazer ainda mais uma consideração. Rossetti et al. (1989) interpretaram intercalações de areia/argila localizadas nas proximidades de Capanema como depósitos continentais de amplas planícies, adjacentes ao sistema de leques aluviais. Porém, o acentuado paralelismo e grande continuidade lateral apresentados por estas camadas, associado à presença de lâminas de argila recobrimdo *foresets* de estratificações cruzadas, pode também ser reflexo de sedimentação influenciada por processos marinhos, similarmente ao que se verifica nos depósitos situados próximos à atual linha de costa. Infelizmente, o intemperismo foi tão intenso, que grande parte das estruturas sedimentares acham-se obliteradas, impossibilitando interpretações mais definitivas.

CONCLUSÕES

As estruturas sedimentares e o arranjo faciológico, verificados na porção distal do sistema deposicional Barreiras, revelam a presença de ambiente de planície de maré. De acordo com informações palinológicas, conclui-se que esta acha-se associada a mangues, possivelmente relacionados a um sistema estuarino. Entretanto, somente a continuidade das pesquisas poderá fornecer dados complementares mais conclusivos a respeito desta hipótese.

Embora as estruturas estejam bastante obliteradas em áreas afastadas da atual zona costeira, estratos apresentando acentuada continuidade lateral e contendo lâminas argilosas recobrimdo *foresets* de estratificações cruzadas, sugerem que a influência marinha nos Sedimentos Barreiras possa ter sido mais ampla do que comumente se acredita.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos ao Prof. Rodi Ávila Medeiros, pelo acompanhamento de campo e pelas valiosas discussões, as quais foram de fundamental importância na elaboração deste trabalho. Os agradecimentos são também dirigidos ao CNPq, MPEG e UFPA pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALHEIROS, M. M.; LIMA FILHO, M. F.; MONTEIRO, F. A. J. & OLIVEIRA FILHO, J. 1988. Sistemas deposicionais na Formação Barreiras no nordeste oriental. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, *Anais*, 2: 753-760. Belém, Sociedade Brasileira de Geologia.
- ARAI, M.; UESUGUI, N.; ROSSETTI, D.F.; GÓES, D.F. 1988. Considerações sobre a cidade do Grupo Barreiras no nordeste do estado do Pará. CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 35, *Anais*, 2: 738-752. Belém, Sociedade Brasileira de Geologia.
- BIGARELLA, J. J. 1975. The Barreiras Group in northeastern Brazil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, Rio de Janeiro, 47: 365-393. Suplemento.

- BOSSI, G. E.; ROLIM, J. L.; ANDREIS, R. R. 1982. El Grupo Barreiras en noreste brasilenno. CONGRESO LATINO-AMERICANO DE GEOLOGIA, 5, *Actas*, 1: 173-190. Buenos Aires.
- GÓES, A. M.; ROSSETTI, D. F.; NOGUEIRA, A. C. R.; TOLEDO, P. M. 1990. Modelo deposicional preliminar da Formação Pirabas. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Sér. Ciênc. Terra*.
- KREISA, R. D. & MOIOLA, R. J. 1986. Sigmoidal tidal bundles and other tide-generated sedimentary structures of the Curtis Formation, Utah. *Geol. Soc. Am. Bull. Tulsa*, 97: 381-387.
- MOWBRAY, T. & VISSER, M. J. 1984. Reactivation surfaces in subtidal channel deposits, Qoster-schelde, southwest Netherlands. *J. Sedim. Petrol.*, 54: 811-824.
- READING, H. G. 1986. *Sedimentary environments and facies*. Boston, Blackwell Scientific Publications. 615 p.
- ROE, S. L. 1987. Cross strata bedforms of probable transitional dune to upper plane-bed origin from a Late Pre-Cambrian fluvial sandstone, northern Norway. *Sedimentology*, Amsterdam, 34: 89-101.
- ROSSETTI, D. F.; TRUCKENBRODT, W. & GÓES, A. M. 1989. Estudo paleoambiental e estratigráfico dos sedimentos Barreiras e pós-Barreiras na Região Bragantina, nordeste do estado do Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Sér. Ciênc. Terra*, 1(1): 25-74.
- VISSER, M. J. 1980. Neap-spring cycles reflected in Holocene subtidal large-scale bedform deposits. A preliminary note. *Geology*, 8: 543-546.

Recebido em 26.06.90
Aprovado em 28.08.90