

RECONSTITUIÇÃO DA PAISAGEM QUATERNÁRIA NA MARGEM LESTE DA ILHA DE MARAJÓ, PARÁ, BRASIL

Darciléa Ferreira Castro¹, Paulo Eduardo de Oliveira³, Dilce de Fátima Rossetti¹

¹Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, Rua dos Astronautas 1758-CP 515, 12245-970 São José dos Campos, SP, Brazil (darcicastro@yahoo.com.br)

²Universidade de São Paulo-USP, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental Rua do Lago, 562 Cidade Universitária 05508-080 São Paulo, SP, Brazil (paulo@bjd.com.br)

³Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, Rua dos Astronautas 1758-CP 515, 12245-970 São José dos Campos, SP, Brazil (rossetti@dsr.inpe.br)

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo integrar dados sedimentológicos, estratigráficos, palinologia, diatomáceas, datação ^{14}C , $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e C/N, a fim de reconstituir a evolução de paisagens no leste da Ilha do Marajó durante o final do Quaternário. O estudo foi baseado em cinco testemunhos de sondagem, com até 24 m de profundidade, distribuídos em um transecto proximal-distal de paleomorfologia previamente relacionada com um paleoestuário. As datações indicaram idades ^{14}C entre 42.580 (± 1430) anos A.P. e 3.184 (± 37) anos A.P. A análise faciológica e de isótopos estáveis indicou uma variedade de ambientes deposicionais típicos de estuário. Valores de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e C/N sugerem matéria orgânica oriunda de fontes diversas, com contribuição de plantas terrestres (principalmente plantas C_3), bem como fitoplâncton marinho e de água doce, como tipicamente esperado em estuários. Resultados das análises palinológicas mostraram que não houve mudança drástica nos padrões vegetacionais da ilha nos últimos 40.000 anos. Contudo mudança significativa, indicada por aumento de tipos herbáceos, foi detectada a partir de 6.790 (± 60) anos. Análises de diatomáceas foram consistentes com os valores isotópicos, indicando maior contribuição de fitoplâncton marinho. A integração dos dados é consistente com a existência de paleoestuário com domínio de onda no Pleistoceno Tardio e Holoceno no nordeste da Ilha do Marajó, previamente ao estabelecimento do lago Arari. O efeito tectônico parece ter sido de grande contribuição nos eventos transgressivos e regressivos registrados no Marajó durante este período. Isto porque a transgressão registrada antes de 29.000 anos A.P. ocorreu simultaneamente à forte tendência de queda eustática após o Último Máximo Interglacial. Além disso, a transgressão holocênica é registrada entre 9.000 e 5.000 anos A.P., portanto tendo início antes do pico transgressivo global do Holoceno médio. Da mesma forma, é mais provável que a mudança de vegetação registrada no Holoceno médio tenha sido promovida por tectônica.

Palavras-chave: Quaternário, Ilha de Marajó, Palinologia, Diatomácea, Fácies sedimentar, Isótopos, Nível relativo do mar

INTRODUÇÃO

O registro de depósitos quaternários tem aumentado em áreas costeiras da região Amazônica (Porsani, 1981; Costa et al., 1996; Rossetti & Valeriano, 2007). No entanto, estudos detalhados são ainda necessários visando interpretar seus ambientes de deposição, bem como reconstituir sua evolução ao longo do Quaternário. Em particular, faltam informações sobre a reconstituição das variações do nível relativo do mar ao longo da margem equatorial brasileira, de modo a possibilitar a inclusão dessa área em discussões de interesse regional e global enfocando clima, tectônica e eustasia. O presente trabalho representa um esforço de integração de vários tipos de dados, i.e., sedimentologia, estratigrafia, palinologia, diatomácea, datação ^{14}C , $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e C/N, objetivando reconstituir a evolução de paisagens no leste da Ilha do Marajó durante o final do Quaternário. Aspectos ligados a paleoambientes de sedimentação, padrões de vegetação, flutuações climáticas e variação do nível do mar serão abordados. Um total de 98 amostras de sedimentos argilosos e arenosos foi obtido de 85 m de testemunhos coletados com a sonda à percussão *Robotic Key System* (RKS). Estes testemunhos derivam de cinco poços (TSM4, TSM8, TSM10, TSM11 e TSM12) variando entre 10 e 24 m de profundidade, que foram distribuídos em um transecto proximal-distal correspondente a uma paleomorfologia em funil relacionada a um paleoestúário (Fig. 1A-B).

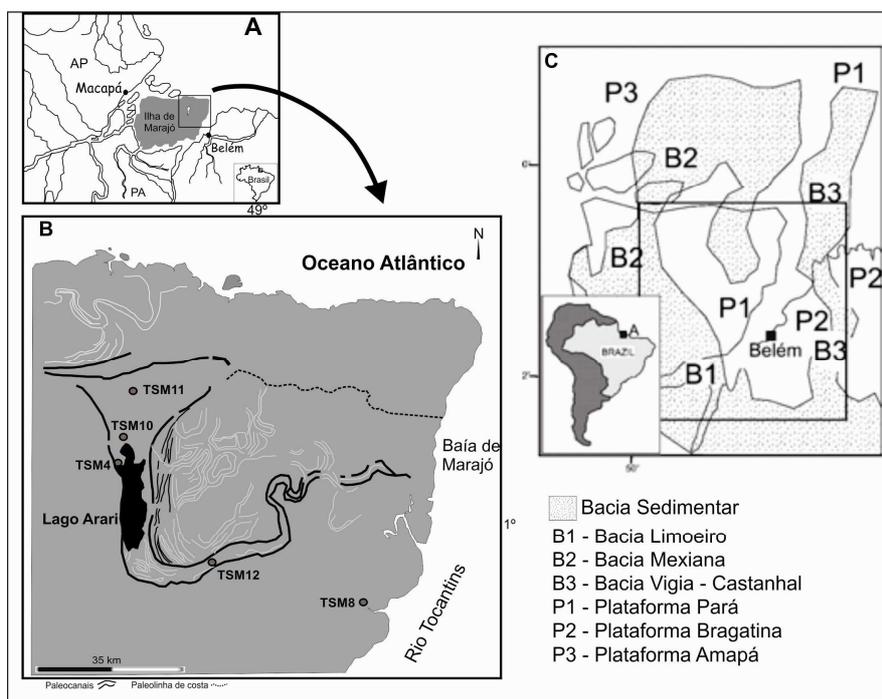


Fig. 1: (A-B) Mapa de localização da área de estudo na porção leste da Ilha de Marajó, com indicação dos testemunhos amostrados (p.e., TSM4 a TSM12). (C): Coluna estratigráfica simplificada da área de estudo.

CONTEXTO GEOLÓGICO

A porção leste da Ilha de Marajó acha-se, em grande parte, inserida na Plataforma do Pará, que corresponde a uma ampla área do embasamento tectonicamente estável entre bacias sedimentares (Fig.1C). Os seus limites correspondem à Sub-Bacia de Mexiana a noroeste, ao *Graben* do Limoeiro a sudoeste, e à Bacia Pará-Maranhão a sudeste. Esta plataforma, entretanto, apresenta inúmeras fossas pequenas, porém profundas (p.e., até 3500 m de profundidade) (Rezende & Ferradaes, 1971). A porção central da margem leste da Ilha de Marajó localiza-se em uma destas depressões, que tem direção norte-sul, e se estende para norte, onde se conecta com a Bacia de Mexiana (Azevedo, 1991). Esta bacia faz parte do Sistema de *Graben* do Marajó, tendo sido formada durante o processo de estiramento crustal vinculado com a abertura do Oceano Atlântico Equatorial do final do Jurássico/início do Cretáceo (Szatmari *et al.*, 1987). O preenchimento sedimentar da Bacia de Mexiana ainda é pouco conhecido (Avenius, 1988; Carvajal *et al.*, 1989), compreendendo estratos representativos das fases *sin-rift* e *pós-rift*, reconhecidos em subsuperfície. A fase *sin-rift* inclui sedimentos clástico-arenosos da Formação Breves e, na parte oeste da ilha, clásticos grossos e seixos aluviais da Formação Jacarezinho (Aptiano-Cenomaniano), além de siltitos-argilitos da Formação Anajás (Eocretáceo) (Avenius, 1988). A fase *pós-rift* corresponde aos sedimentos terciários das formações Limoeiro (Cretáceo Superior), Marajó (Paleoceno-Eoceno) e Formação Tucunaré (Quaternário).

SEDIMENTOLOGIA, ESTRATIGRAFIA, PALINOLOGIA, DIATOMÁCEAS, DATAÇÃO ^{14}C , ISÓTOPOS $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e C/N

As idades registradas variam entre 42.580 (± 1430) anos A.P. e 3.184 (± 37) anos A.P. Dados faciológicos indicaram depósitos de areias grossas a finas, com estratificações plano-paralelas ou cruzadas, e argilas, maciças ou laminadas, intercaladas por camadas heterolíticas. Estas sucessões apresentam padrão granocrescente e/ou granodecrescente ascendente. Valores de $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ e C/N sugerem matéria orgânica oriunda de fontes diversas, com contribuição de plantas terrestres (principalmente plantas C_3), bem como fitoplâncton marinho e de água doce, como tipicamente esperado em estuários. A combinação de dados isotópicos, C/N e associações de fácies, permitiu identificar ambientes deposicionais correspondentes a canal fluvial, planície de inundação, canal e planície de maré, bacia central, delta de maré, complexo barreira/*inlet* e lago. A análise palinológica apresentou mistura de táxons típicos de floresta, de vegetação aberta e de mangue. A assembléia polínica foi melhor representada nos testemunhos dos poços TSM8 e TSM4. Neste último, as oito amostras basais (i.e., MR248 a MR258) registraram tipos arbóreos, como *Alchornea*, Euphorbiaceae, *Euterpe*, Malpighiaceae e Moraceae/Urticaceae. Na vegetação de mangue, *Rhizophora* constituiu o gênero mais comum, enquanto Poacea e Cyperaceae foram os mais frequentes entre os táxons de ervas. Análises de diatomáceas dos testemunhos TSM8, TSM10 e TSM11, onde não houve registro polínico, foram consistentes com os valores isotópicos e de C/N, indicando intervalos com maior contribuição de matéria orgânica derivada de fitoplâncton marinho. Diatomáceas identificadas nestes testemunhos são, em grande parte, espécies e gêneros marinhos, como

Actinoptychus splendens, *Paralia sulcata*, *Coscinodiscus radiatus*, *Coscinodiscus* sp e *Thalassiosira* sp. Táxons continentais como *Actinella* sp1, *Aulacoseira*, *Eunotia zygodon*, *Desmogonium* e *Pinnularia* foram registrados em uma única amostra no topo do testemunho TSM8. Informações faciológicas, juntamente com dados isotópicos, elementares, ^{14}C , palinológicos e de diatomáceas, são consistentes com a existência de paleoestuário com domínio de onda no Pleistoceno Tardio e Holoceno no nordeste da Ilha do Marajó, previamente ao estabelecimento do lago Arari (Fig. 2). As fases iniciais propostas para a interrupção do influxo fluvial para o paleoestuário Arari coincidem com a formação de vegetação aberta na ilha e a conseqüente diminuição das áreas de mangue no Holoceno médio. O efeito da tectônica regional parece ter sido de grande contribuição nas mudanças da paisagem do Marajó durante o Pleistoceno e Holoceno. Divergência do nível relativo do mar proposto para a Ilha do Marajó em relação ao padrão global, combinado com o aumento de registro de atividade tectônica no Pleistoceno Tardio e Holoceno, levou à hipótese de que eventos transgressivos poderiam ter sido devidos à subsidência tectônica, e não à eustasia. A transgressão registrada antes de 29.000 anos A.P. ocorreu simultaneamente à forte tendência de queda eustática após o Último Máximo Interglacial. Além disto, a transgressão holocênica no Marajó é registrada entre 9.000 e 5.000 anos A.P., portanto tendo início antes do pico transgressivo global do Holoceno médio. Durante este período de ascensão eustática, o nível relativo do mar na Ilha de Marajó começou a estabilizar, processo este que culminou com a significativa progradação da costa no final deste período. Da mesma forma, é improvável que a abertura da vegetação, com aumento significativo em espécies herbáceas, registrada a partir do Holoceno médio tenha efeito climático, uma vez que ela ocorreu simultaneamente à mudança de clima relativamente menos úmido para relativamente mais úmido. A hipótese mais provável é que vegetação aberta tenha se estabelecido no leste da Ilha de Marajó em função de mudança hidrológicas, talvez promovida pela subsidência tectônica e subseqüente estabilização, culminada com a recente progradação da linha de costa.

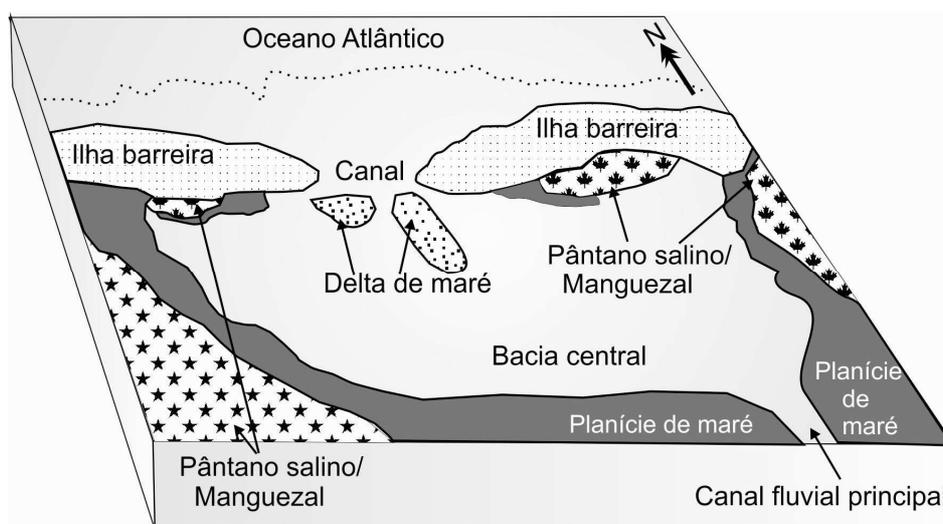


Fig. 2: Desenho esquemático representativo do sistema deposicional dominado por onda proposto para os depósitos estudados no leste da Ilha de Marajó durante o Pleistoceno Tardio ao Holoceno médio/tardio.

CONCLUSÃO

Análise de fácies indica uma variedade de ambientes deposicionais costeiros típicos de sistema estuarino na porção leste da Ilha de Marajó durante o final do Pleistoceno Tardio e Holoceno. Análises isotópicas foram parâmetros adicionais importantes nas interpretações paleoambientais e na reconstituição do padrão de oscilação do nível do mar. Em geral, os sedimentos contêm fontes de matéria orgânica variável entre fitoplâncton marinho, água doce e plantas terrestres, como esperado em ambientes estuarinos. A análise palinológica mostrou mistura de táxons típicos de floresta, vegetação aberta e de mangue, em geral sem mudanças drásticas nos padrões vegetacionais no leste da Ilha de Marajó nos últimos 40.000 anos. Entretanto, aumento significativo de tipos herbáceos, com espécies pioneiras representadas por *Alchornea* e *Moraceae/Urticaceae*, foi registrado em 6.790 (± 60) anos A.P., indicativo do início do estabelecimento da vegetação aberta na Ilha de Marajó, que se mantém até os dias atuais. A presença de intervalos ricos em diatomáceas marinhas serve para justificar sua ocorrência em estratos desprovidos de elementos palinológicos, uma vez que a concentração destes diminui em ambientes marinhos. Mudanças no nível relativo do mar no norte do Brasil refletem combinação entre eustasia e tectônica. O fator tectônico parece ter sido de grande contribuição nas mudanças da paisagem do Marajó durante o Pleistoceno e Holoceno, tendo forte influência na geração de espaço de acomodação, onde houve possibilidade de preservação de estratos quaternários contendo espessuras de várias dezenas de metros.

REFERÊNCIAS

- Avenius, c. g. 1988. Cronostratigraphic study of the post-rift/sin-rift unconformity, Marajó Rift system. *Texaco/Canada Report*, Belém, 6p.
- Azevedo, R. P. 1991. *Tectonic Evolution of Brazilian Equatorial Continental Margin Basins*. 1991. 412f. Tese (Doutorado) - Royal School of Mines Imperial College, London.
- Carvajal, D., Dorman, J T., Kenck, A. R., Key, C. F., Miller C. J., Specht, T.D. Final report of the third exploration phase, Marajó. *Texaco/Canada Report*, Belém, 1989. 61p.
- Costa, J. B., Bemerguy, R. L., Hasui, Y., Borges, M. S., Ferreira Junior, C. R. P., Bezerra, P., Costa, M. L., Fernandes, J. M. G. Neotectônica da região amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. *Geonomos*, Belo Horizonte, vol. n. 4, p. 23-44. 1996.
- Porsani, M. J. *Paleocanais, uma opção para prospecção de água subterrânea na Ilha de Marajó*. 1981. 109f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Belém.
- Rossetti, D. F., Valeriano, M. M. Evolution of the lowest Amazon basin modeled from the integration of geological and SRTM topographic data. *Catena*, United Kingdom, vol. 70, p. 253–265. 2007.
- Rezende, W., Ferradaes, J. Integração geológica regional da bacia sedimentar da Foz do Amazonas. Petrobras/Departamento de Exploração. *Relatório Interno*, Belém, vol. 27, p. 1971.