

Características Sedimentares Fluviais Associadas ao Grau de Preservação da Mata Ciliar - Rio Urumajó, Nordeste Paraense

Roney Nonato Reis de BRITO¹, Nils Edvin ASP^{2*}, Colin Robert BEASLEY³, Helane Súzia Silva dos SANTOS

RESUMO

Os rios são os agentes mais importantes no transporte dos sedimentos para as áreas mais baixas dos continentes e para o mar. Além dos efeitos diretos do clima local, a cobertura vegetal atua no controle da descarga e no suprimento de sedimentos. Sendo assim, o presente trabalho enfoca o padrão de distribuição granulométrica do rio Urumajó (nordeste paraense) em relação ao estado de preservação da mata ciliar. Cinco estações (A-E) foram estabelecidas de forma a registrar um transecto da nascente à foz do rio. Nessas estações, procedeu-se com a caracterização da mata ciliar, bem como do seu grau de preservação. Além disto, elaborou-se um perfil transversal ao canal para cada estação, com coleta de cinco amostras de sedimentos em cada perfil. Estes foram submetidos à análise granulométrica, que resultou na obtenção de valores da média, mediana, seleção, assimetria e curtose. Com os resultados foi possível reconhecer as características sedimentares normais do rio, onde areia média é a principal classe granulométrica transportada. Foram observadas nas estações A e C a clara tendência das amostras serem moderadamente bem selecionadas e aproximadamente simétricas, com dominância absoluta de areia média, o que está diretamente relacionado ao seu bom estado de preservação. Significativas variações granulométricas nas estações B, D e E foram associadas com o processo erosivo das margens do rio, consequência da degradação da mata ciliar. Além disso, foi constatada a influência das correntes de maré na sedimentologia da estação E, subsidiando também a delimitação do ambiente estuarino que se encontra associado ao canal fluvial.

PALAVRAS-CHAVE: Sedimentologia fluvial, Mata ciliar, Preservação ambiental.

Fluvial Sedimentology Associated with the Degree of Preservation of the Riparian Vegetation, Urumajó River, PA / Brazil

ABSTRACT

Rivers are the main ways of sediment transport from inland to the coastal zone and oceans. Despite direct influence of climate, the vegetation coverage plays a central role in liquid and solid fluvial discharge. In this context, the present work aimed to study the fluvial sedimentology of the Urumajó River (Pará, Brazil) in relation to the preservation state of riparian vegetation. Sediment samples were collected at five sites (A to E), including a five-sample transversal profile at each site. The sites were distributed from the source to the estuarine area. The characteristics and preservation state of the riparian vegetation were analyzed at each site as well. The collected sediments were submitted to grain size analysis, where mean grain size, median, asymmetry, selection and kurtosis were obtained. The results made it possible to recognize the regular characteristics (sites A and C), which included median sand as the main sediment class and well-sorted and approximate symmetric grain size distribution, directly related to the well-preserved riparian vegetation at sites A and C. On the other hand, sites B, D and E showed substantial differences in relation to the regular pattern. This fact could be associated to the vegetation degradation at those sites, resulting in margin erosion. Furthermore, at site E, reflexes of tide influence on the sediment characteristics could be observed, subsidizing the estuary delimitation.

KEYWORDS: Fluvial sedimentology, Riparian vegetation, Environmental conservation.

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Ambiental UFPA/Bragança. Alameda Leandro Ribeiro, s/n, Bairro Aldeia. CEP 68600-000 Bragança/PA. e-mail: roneynr@yaho.com.br

² Laboratório de Geologia Costeira - LAGECO - IECOS/UFPA. Alameda Leandro Ribeiro, s/n, Bairro Aldeia. CEP 68600-000 Bragança/PA. e-mail: nilsasp@ufpa.br *autor para correspondência

³ Laboratório de Malacologia - IECOS/UFPA. Alameda Leandro Ribeiro, s/n, Bairro Aldeia. CEP 68600-000 Bragança/PA. e-mail: beasley@ufpa.br

INTRODUÇÃO

Os rios representam um dos mais importantes agentes geológicos e desempenham papel de grande relevância no modelado do relevo, no condicionamento ambiental e na própria vida do ser humano (Suguió, 2003). Assim como a água constitui o principal agente do intemperismo e erosão, são os rios os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas dos continentes e para o mar (Christofolletti, 1980).

As características dos sedimentos transportados por um rio dependem, principalmente, de fatores como a velocidade média da corrente (produto da declividade média), tipo de material fonte, clima e cobertura vegetal da bacia de drenagem, especialmente da mata ciliar imediatamente adjacente aos cursos de água. Estes fatores estão bastante interligados e em estudos geomorfológicos e hidrológicos se torna difícil a compreensão destas relações quando vários destes fatores variam espacial e temporalmente dentro da bacia de drenagem.

A sedimentologia fluvial em regiões com forte pressão antrópica é especialmente complexa, uma vez que as atividades humanas afetam os fatores naturais mencionados acima. Entre as possíveis interferências nos processos de erosão e transporte de sedimentos em sistemas fluviais pode-se destacar o desmatamento e atividades agropecuárias, bem como a utilização da água e alteração dos cursos dos rios.

Neste contexto se enquadra a região nordeste do estado do Pará, onde um clima tropical úmido resulta em abundantes rios e córregos perenes com grandes volumes de sedimento envolvidos nos processos de erosão, transporte e deposição. A região pertence ao domínio amazônico, estando localizada no chamado "arco de desmatamento" e é considerada antropizada desde a década de 1960 (Théry & Mello, 2005). Justamente nesta faixa, áreas ainda bem preservadas estão sob crescente pressão das atividades humanas sobre as bacias de drenagem, seus cursos de água e mata ciliar associada. Nesta área se encontra o rio Urumajó, objeto do presente estudo.

O rio Urumajó é um pequeno sistema fluvial situado na região nordeste do estado do Pará onde se observa uma baixa urbanização e boa preservação da mata ciliar. Os locais onde esta vegetação está degradada correspondem, geralmente a áreas de lazer, pontes e estradas ou ainda pequenos vilarejos. O objetivo principal deste estudo é investigar as características sedimentares naturais (em particular as granulométricas) e o estado de preservação da mata ciliar ao longo do rio Urumajó. Mais além, outro objetivo é correlacionar estes aspectos, como, por exemplo, por meio dos efeitos da degradação da vegetação nas características sedimentares, investigando a importância da vegetação para contenção de erosão e manutenção dos recursos hídricos na região e fornecendo subsídios para estudos similares em outras áreas.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde à bacia de drenagem do rio Urumajó, situada na região nordeste do estado do Pará, aproximadamente entre as latitudes 01° S e 01°23' S, e as longitudes de 046°37' W e 046°44' W (Figura 1). Esta área apresenta precipitação anual elevada, principalmente entre os meses de janeiro e junho, com temperaturas relativamente altas durante todo o ano. As temperaturas e precipitações elevadas na região são bastante favoráveis ao intemperismo, erosão e transporte de sedimentos pelos sistemas fluviais.

O comprimento do rio desde a nascente até a foz, próxima à cidade de Augusto Corrêa, é de cerca de 50 km e a área formada pela sua bacia hidrográfica é de aproximadamente 544 km². A partir de dados de altimetria por radar (dados SRTM) estimou-se a elevação máxima de 95 m e elevação média de 34 m para a bacia. A área de estudo faz parte da bacia sedimentar de Bragança-Vizeu, que ocupa uma área de 5.000 km² no nordeste do Estado do Pará, sendo limitada pela Plataforma de Ilha de Santana ao norte, rochas metamórficas do Cinturão Gurupi a oeste, e rochas ígneas e metamórficas do Cráton São Luís a sul e leste (Rossetti & Góes, 2004).

Cerca de 73% da cobertura sedimentar superficial da área faz parte do Grupo Barreiras, datado do Paleógeno, é constituída por sedimentos siliciclásticos inconsolidados, de granulometria variável, incluindo de argilas a cascalhos (Schobbenhaus et al., 2004). Os outros 27% correspondem a coberturas recentes do Holoceno, compostas por sedimentos inconsolidados, de granulometria predominantemente fina nas camadas superiores (silte e argila), embora em volume as areias sejam mais abundantes no pacote holocênico (Souza Filho et al., 2005). Além do ambiente fluvial propriamente dito, estes sedimentos vêm sendo depositados em ambientes costeiros como manguezais, praias e estuários.

COLETA E ANÁLISE DE SEDIMENTOS

A metodologia aplicada no presente estudo consistiu na coleta e análise de sedimentos do leito do rio ao longo de seu curso principal em estações pré-determinadas, onde também foram analisadas as características da mata ciliar. Posteriormente os dados de sedimentologia e vegetação foram correlacionados e interpretados.

As coletas de sedimento foram realizadas entre os meses de fevereiro e julho de 2006, onde foram definidas cinco estações amostrais: A (S 01°22'21,3" - W 046°41'49,1"), B (S 01°13'34,8" - W 046°38'08,5"), C (S 01°07'54,7" - W 046°37'06,4"), D (S 01°05'20,2" - W 046°36'41,6") e E (S 01°04'08,6" - W 046°36'18,7"). As estações de amostragem foram escolhidas de maneira a abranger desde a nascente até a foz do rio Urumajó (Figura 1), observando também

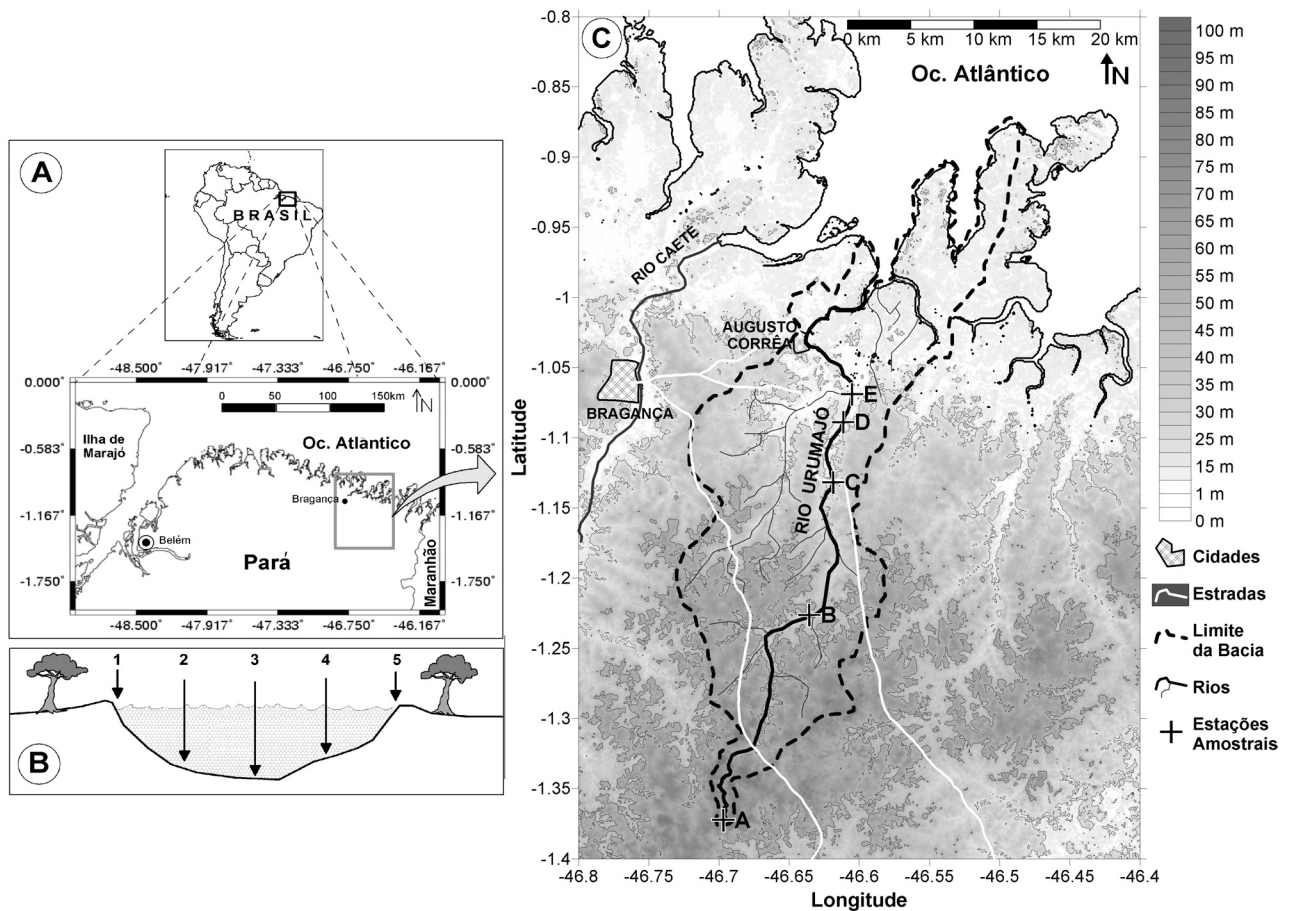


Figura 1 - Localização da área de estudo, no nordeste do Pará (A), com o esquema amostral em cada estação (B) e o Modelo Digital de Elevação da área com base em dados SRTM, incluindo a hidrografia e localização das estações (C).

a facilidade de acesso. As estações foram posicionadas com GPS (Sistema de Posicionamento Geográfico por Satélites), sendo que em cada estação foi definido um perfil de margem a margem do rio, onde foram coletadas cinco amostras (pontos): A1-5, B1-5, C1-5, D1-5 e E1-5, perfazendo, portanto, um total de vinte e cinco amostras. O material foi coletado manualmente nas estações A, B, C, e D, enquanto que na região estuarina (estação E) foi utilizada uma draga busca-fundo operada por meio de uma pequena embarcação. Foram retirados sedimentos do leito do rio de uma camada de aproximadamente dez centímetros.

Foram coletadas aproximadamente 500 gramas de sedimento para cada amostra, que foram devidamente etiquetadas e acondicionadas em sacos plásticos, sendo a seguir encaminhadas ao laboratório para secagem em estufa com temperatura de 60 °C durante 24 horas. A análise granulométrica foi feita através de peneiramento mecânico. O intervalo utilizado entre as peneiras foi de 1 Φ da escala Wentworth (1922), a fim de se obter a variação granulométrica das amostras. As amostras foram subamostradas com massa

fixada em 100 g. Cada subamostra foi agitada durante 10 minutos, conforme metodologia descrita em Lindholm (1987). O material retido em cada peneira foi pesado e os parâmetros estatísticos foram calculados segundo as equações de Folk & Ward (1957).

Os parâmetros considerados na análise estatística foram média, mediana, seleção (desvio padrão), assimetria e curtose. A distribuição dos tamanhos de grãos de cada amostra foi analisada estatisticamente através das equações propostas por Folk & Ward (1957), com a utilização do programa SYSGRAN (Camargo, 1999).

ANÁLISE DA VEGETAÇÃO

O objetivo da observação da vegetação é exatamente o de explicar a sua importância e contribuição para a distribuição de sedimento no canal fluvial. Para isso considerou-se uma distância de aproximadamente 30 m a partir de cada margem. As características foram organizadas em forma de tabela e adaptadas de acordo com as condições regionais. Critérios de pontuação foram utilizados a partir do trabalho de Petersen

(1992), a fim de se estimar o grau de preservação para cada estação. Os critérios adotados foram:

- A extensão da zona da vegetação ripária;
- O padrão de uso da terra logo após a zona ripária;
- O seu estado de preservação;
- A presença ou não de vegetação e o tipo desta; e
- Presença de vegetação aquática.

Para cada critério foram atribuídos valores relativos que variaram de 0 (degradação total) a 1 (preservação absoluta) com pontuações correspondentes às situações encontradas nos locais de coleta (adaptado do trabalho de Petersen, 1992). Valores superiores a 0,84 indicam locais considerados bem preservados, assim como valores inferiores já indicam necessidade de manejo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Calliari (1980) por meio dos parâmetros estatísticos, obtidos a partir da análise granulométrica, é possível expressar e comparar distribuições de tamanho de grão de maneira qualitativa e quantitativa. Os parâmetros estatísticos obtidos para as 25 amostras analisadas são apresentados na Tabela 1. Na distribuição dos tamanhos de grão se observou uma tendência clara das amostras serem unimodais, com distribuição normal de frequências, o que valida os cálculos estatísticos utilizados (Folk & Ward, 1957).

Como demonstra a Tabela 1, os sedimentos estão concentrados na classe de tamanho areia (-1 Φ a 4 Φ), com exceção da amostra E4 coletada na foz do rio, que apresentou acentuada concentração de silte e argila (> 4 Φ). A amostra B1 tem menor quantidade de areia se comparada com as demais coletadas na mesma estação (B). As amostras D2, D4 e D5 apresentaram percentagens altas de cascalho, com D5 também constituída de lama. A classe de cascalho obteve também valores consideráveis nas amostras E1 e E5 (32 e 42%, respectivamente).

Os resultados granulométricos mostram que, para todas as estações, o principal tamanho de grão transportado pelo rio Urumajó é areia média (0,25 a 0,5 mm de diâmetro), condicionado pelas velocidades de corrente operantes. As velocidades de corrente típicas do rio Urumajó (e.g. 0,5 m/s) não propiciam que os sedimentos mais grossos (principalmente cascalho) sejam transportados por longas distâncias, o que está, portanto, associado a fontes mais locais. Além das velocidades de corrente relativamente baixas, a erosão das margens e a conseqüente exposição de sedimentos grossos do grupo Barreiras evidenciam isto. Da mesma forma, os sedimentos finos, transportados em suspensão, normalmente não se depositam no canal fluvial, já que as velocidades de corrente se mantêm acima dos valores que permitiriam a decantação. Por outro lado, as areias finas e médias são transportadas e acumuladas ao longo do canal fluvial por longas distâncias. Assim, as demais frações granulométricas (cascalhos e lama)

Tabela 1 - Parâmetros granulométricos e classificação dos sedimentos estudados ("M." ou "m." = muito).

Amostra	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose
A1	Areia média	Pobre	Positiva	Mesocúrtica
A2	Areia média	Moderada	Positiva	Mesocúrtica
A3	Areia média	Moderada	Positiva	Mesocúrtica
A4	Areia média	Moderada	Aprox. simétrica	Mesocúrtica
A5	Areia média	Moderada	Positiva	Mesocúrtica
B1	Areia média	Pobre	Negativa	M. platicúrtica
B2	Areia média	Pobre	Positiva	Mesocúrtica
B3	Areia média	Moderada	Negativa	Mesocúrtica
B4	Areia média	Moderada	Aprox. simétrica	Platicúrtica
B5	Areia fina	Moderada	Positiva	Leptocúrtica
C1	Areia fina	Moderada	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
C2	Areia média	Moderada	Aprox. simétrica	Mesocúrtica
C3	Areia média	Moderada	Aprox. simétrica	Leptocúrtica
C4	Areia média	Moderada	Positiva	Mesocúrtica

Tabela 1 - Continuação

Amostra	Classificação	Seleção	Assimetria	Curtose
C5	Areia média	Moderada	Negativa	Mesocúrtica
D1	Areia fina	Pobre	Negativa	Leptocúrtica
D2	Areia média	Pobre	M. negativa	M. platicúrtica
D3	Areia média	Pobre	Negativa	Mesocúrtica
D4	Areia grossa	Moderada	Positiva	M. platicúrtica
D5	Areia média	Pobre	Negativa	Platicúrtica
E1	Areia m. grossa	Moderada	Negativa	M. platicúrtica
E2	Areia grossa	Moderada	Aprox. simétrica	Mesocúrtica
E3	Areia média	Moderada	Positiva	Mesocúrtica
E4	Silte grosso	Muito boa	Aprox. simétrica	Platicúrtica
E5	Areia m. grossa	Moderada	Aprox. simétrica	M. platicúrtica

podem ser consideradas contribuições atípicas, de outros agentes de transporte (p.e. correntes de maré), ou do resultado da degradação ambiental e erosão nas margens dos canais.

Para correlacionar as amostras de maneira mais eficiente, foram utilizados diagramas de dispersão. Através do cruzamento de parâmetros granulométricos, estes mostram similaridades e diferenças entre amostras e estações de acordo com a distância (dispersão) dos pontos (Suguio, 1973). A seguir, são apresentados os diagramas de assimetria versus média (a), seleção versus média (b) e assimetria versus seleção (c) (Figura 2). Esses parâmetros são os mais significativos e foram os que melhor representaram as relações entre amostras e estações.

Nos três gráficos se percebe que, amostras derivadas de perfis localizados mais próximos da foz (estuário) apresentam maiores diferenças dos parâmetros granulométricos entre as amostras de uma mesma estação. Isto é demonstrado pelo aumento na área do polígono formado pelas amostras em uma mesma estação. Um fator que pode estar determinando tal situação é a degradação da vegetação ripária por ação antrópica, que aumenta nas estações mais próximas da foz (Tabela 2), elevando o grau de erodibilidade das margens do rio.

Esta condição faz com que os sedimentos das margens sejam inseridos no canal. O papel da mata ciliar na manutenção dos canais fluviais é bastante discutido na literatura científica. Bons exemplos são os trabalhos de Kageyama (1986) e Lima (1989), segundo os quais as matas ciliares atuam como barreira física, regulando os processos de troca entre os sistemas terrestre e aquático, desenvolvendo condições propícias à infiltração, evitando a erosão e assoreamento. Sua presença, portanto,

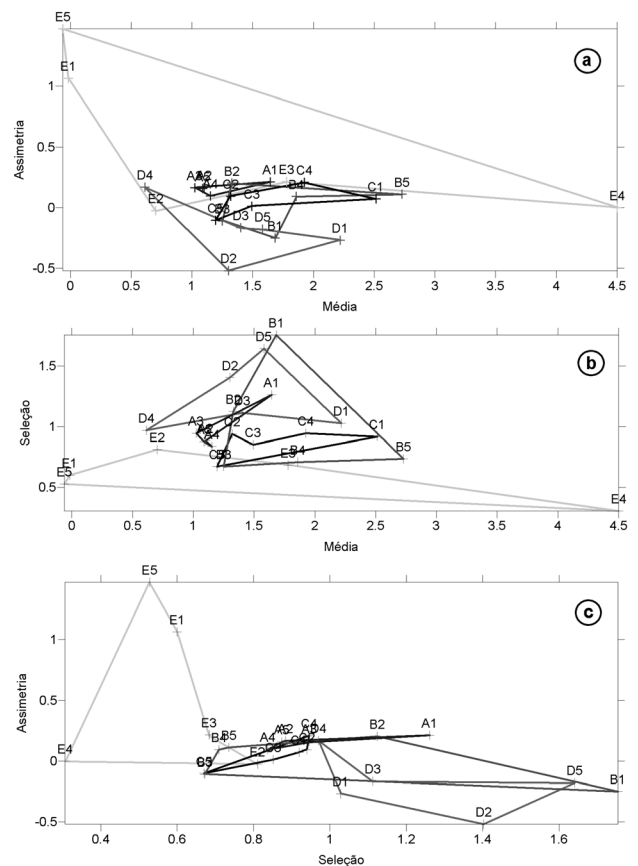


Figura 2 - Diagramas de dispersão de assimetria x média (a), seleção x média (b) e assimetria x seleção (c). Amostras da estação A em azul, B em vermelho, C em preto, D em verde e E em amarelo (estuário).

Tabela 2 - Pontuações para cada critério adotado em relação à mata ciliar e média final para todas as estações amostrais.

Critérios adotados	Estação A	Estação B	Estação C	Estação D	Estação E
Extensão da zona da vegetação ripária	1	1	1	0,67	0,67
Padrão de uso da terra logo após a zona ripária	1	1	1	1	1
Seu estado de preservação	1	0,67	1	0,34	0,67
Presença ou não de vegetação e o tipo desta	1	1	1	1	0,6
Presença de vegetação aquática	0,75	0,5	0,75	1	1
Média para cada estação	0,96	0,84	0,96	0,76	0,76

reduz significativamente a possibilidade de “contaminação” dos cursos de água por sedimentos que normalmente não seriam transportados pelo fluxo.

Os resultados para a vegetação ripária podem ser visualizados detalhadamente na Tabela 2. A nascente (estação A) e a estação C obtiveram a mesma pontuação total (0,96) sendo, portanto, consideradas estações bem preservadas. As amostras das estações A e C podem ser consideradas típicas ou normais. Como observado na Tabela 1, suas amostras não diferem muito entre si e apresentam franca tendência a serem aproximadamente simétricas, moderadamente selecionadas, mesocúrticas e com média e moda na classe de areia média em 9 das 10 amostras. Estas características indicam, além da óbvia ausência de efeitos de maré (agente hidrodinâmico capaz de influenciar a granulometria flúvio-estuarina), a boa qualidade ambiental e estado de preservação daqueles locais (Figura 3a).

A estação B recebeu pontuação total de 0,84, está, portanto, no limite das categorias “bem preservada” e “com necessidade de algum manejo” na escala adotada. Esta situação retrata bem a realidade local, onde a vegetação de pequeno porte foi removida, mas a vegetação de grande porte foi preservada. A referida estação teve uma forte “contaminação”, em especial na amostra B1, próxima a uma das margens. Sua distribuição granulométrica apresentou baixa seleção e alta assimetria. Apesar de ter sido considerada uma estação bem preservada em termos vegetais para os padrões adotados neste trabalho, a estação B, como mencionado anteriormente, teve sua vegetação rasteira e arbustiva bastante afetada. Como consequência, o escoamento pluvial superficial, bem como a própria corrente do rio em momentos de elevação de nível e vazão, carrega sedimentos das margens (próxima de B1) para o leito do rio (Figura 3b).

As estações D e E receberam a mesma pontuação total (0,76), tendo necessidades de manejo. Estas são áreas significativamente afetadas quanto a sua composição vegetal (Figura 3c), em especial a estação D, que é usada como balneário pela população local. Construções, assim como o corte de árvores, são bem notados neste local, fator determinante na erosão e no transporte de sedimento para

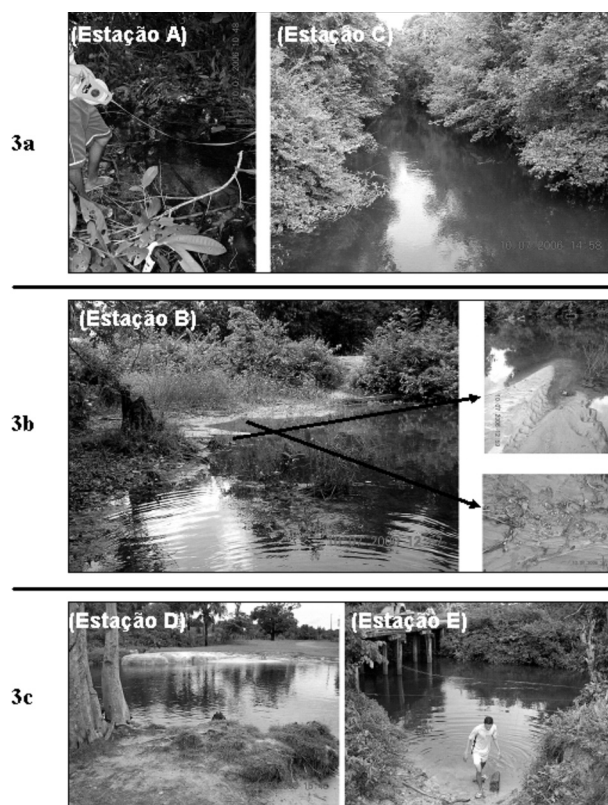


Figura 3 - Aspecto das estações de coleta evidenciando o bom estado de preservação para as estações A e C (3a) e degradação nas estações B (3b), D e E (3c).

o canal (Briant et al., 2005). Há forte contaminação por sedimentos grossos no canal, consequência da degradação da vegetação tanto arbustiva como arbórea.

A corrente é relativamente intensa e constante ao longo do rio durante todo ano (0,25 a 0,5 m/s) o que impossibilita a decantação das partículas menores como silte e argila, que permanecem em suspensão e transporte. No entanto, essas partículas conseguem decantar quando próximas da desembocadura, já no domínio estuarino, onde os efeitos da maré resultam em períodos diários de estagnação da corrente. A presença efetiva de lama nas amostras da estação E comprova isto.

Do ponto de vista dinâmico, o limite continental do estuário é aquele atingido pelos efeitos físicos da maré (Fairbridge, 1980), o que de fato ainda ocorre na estação E, e se torna cada vez mais intenso ao norte desta, em direção ao mar. Em regiões de regime semi-diurno de marés, como o caso da área aqui estudada, ocorrem quatro períodos diários onde as velocidades de corrente tendem a ser nulas: dois períodos de baixa-mar e dois de preamar. No caso da estação E, estes períodos de estagnação ocorrem, geralmente duas vezes ao dia, uma vez que durante a baixa-mar a vazão fluvial garante velocidades de corrente razoáveis. A vegetação de mangue nas margens da estação E evidencia a influência das marés neste local.

De qualquer forma, definições do limite continental do estuário, baseadas na salinidade (Pritchard, 1967), se mostram incoerentes na área de estudo, sendo a definição de Fairbridge (1980), baseada no efeito físico da maré, mais aplicável. Embora as variações de nível (maré) não tenham sido monitoradas, a presença de fácies sedimentares de maré coincide, normalmente com a influência física da mesma (Dalrymple et al., 1992).

No caso da estação E, a maior diversidade entre as amostras não está associada apenas à adição de sedimentos finos por conta da maré. Nas amostras próximas à margem (E1 e E5) há, também grande contribuição de sedimentos grossos (cascalho e areia muito grossa, Tabela 2), o que seria um indicativo de degradação da vegetação ripária naquele local, como foi de fato observado. A maré é um segundo agente hidrodinâmico que contribui para a variabilidade no tamanho de grão entre as amostras da estação E.

De maneira geral as informações obtidas anteriormente podem ser visualizadas de forma resumida na Figura 4, onde os parâmetros estatísticos foram recalculados com base na média aritmética da análise granulométrica das cinco amostras de cada estação e então comparados ao grau de preservação das mesmas.

As amostras, em vista dos fatores estatísticos, tenderiam a uma distribuição granulométrica natural ou normalizada onde, em primeira instância, os parâmetros mudam em direção à foz do rio devido ao gradual aumento de largura, profundidade e vazão média do rio. Próximo à foz surge uma nova tendência (natural) de mudança em função do gradual aumento da influência da maré. Por outro lado, a Figura 4 aponta variações significativas nos valores que fogem a esta tendência natural. A estação B tem pouca vegetação arbustiva, o que é um contribuinte para carga de sedimento no rio, mas os parâmetros mediana, seleção e média demonstram que a granulometria ainda segue um padrão esperado, com um leve aumento do grau de seleção e uma diminuição do tamanho médio em relação à estação A (cabecera). Por outro lado, a assimetria se apresentou negativa, o que refletiria

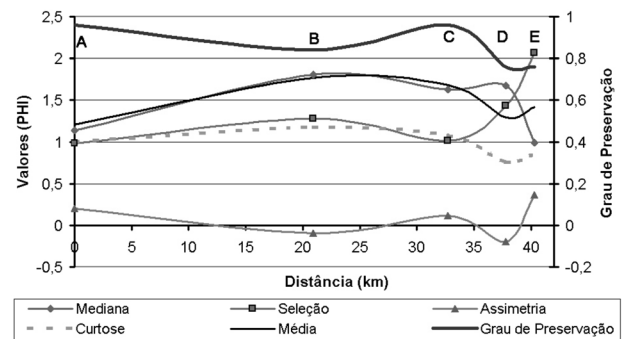


Figura 4 - Médias dos parâmetros estatísticos e grau de preservação das estações ao longo do rio.

a contribuição de sedimentos grossos como resultado da degradação da vegetação.

As variações mais significativas estão na estação D e a degradação da mata ciliar é seu principal responsável já que a maré exerce pouca influência neste local. Na estação E, além de certa degradação na vegetação, o efeito das correntes de marés é determinante na distribuição granulométrica local.

A boa resposta das características sedimentares ao estado de preservação da mata ciliar e ao efeito da maré está, também relacionada a dois fatores importantes. Um geomorfológico: a declividade do canal fluvial, que é muito regular da nascente até o início do domínio estuarino; e outro geológico: a cobertura sedimentar da área, a qual apresenta mudanças significativas apenas na transição do platô costeiro para a planície costeira (Souza Filho, 2000), o que representa também a transição do domínio fluvial para o estuarino. Para outros sistemas fluviais topográfica e geologicamente mais complexos, a correlação poderia ser incoerente.

CONCLUSÕES

Neste estudo foi possível caracterizar o sedimento normalmente transportado pelo rio, sendo areia média a principal classe granulométrica encontrada, com exceção da estação E.

A falta ou deficiência na vegetação das margens do rio aumenta a diferença no tamanho das partículas entre amostras de uma estação, onde a degradação da mata ciliar é o fator preponderante na contaminação do rio por sedimentos que, no geral não são transportados pela corrente, em especial nas estações B e D.

A estação E está sujeita a dois fatores que contribuem com a deposição de diferentes frações de sedimentos no canal: as correntes de maré e a degradação da mata ciliar.

A boa preservação vegetal das estações A e C, tanto arbórea como arbustiva proporcionou pouca diferença granulométrica entre as amostras. Isto é evidenciado pela baixa dispersão

(Figura 2), por predominar a classe de areia média, bem como a seleção ser moderada, em nove de dez amostras.

Mudanças substanciais na granulometria de amostras de uma mesma estação no rio Urumajó são indícios de degradação da mata ciliar, da influência da maré ou ainda ambos os fatores (Estação E), uma vez que tanto a declividade quanto a formação geológica sobre a qual o rio flui, são muito regulares. Sendo assim, pode-se considerar que esses dois últimos fatores deixam de agir como agentes causadores de variações granulométricas ao longo do canal e a granulometria constitui um satisfatório parâmetro de qualidade ambiental.

Na estação mais próxima do domínio estuarino (E), a influência das correntes de maré propiciou a decantação de partículas menores como silte e argila, provavelmente pela drástica redução nas velocidades de corrente nos momentos de preamar, mas eventualmente pela floculação associada à salinidade, resultando em aumento na velocidade de decantação.

Observou-se a tendência (esperada) de uma gradual diminuição do tamanho médio de grão e um aumento no grau de seleção da nascente em direção à foz, com uma assimetria moderadamente positiva. Com a degradação da vegetação, a assimetria foi o parâmetro granulométrico que mais foi afetado, tornando-se negativa nas estações degradadas (B e D). Com a influência da maré na região da foz (estação E, estuário), a assimetria tornou-se significativamente positiva, pela contribuição de sedimentos finos associados à maré.

AGRADECIMENTOS

Aos colaboradores em geral, colegas que ajudaram nas coletas, ao laboratório de moluscos UFPA/Bragança, por ter cedido equipamento para análise granulométrica e ao Programa PARD/UFPA pela concessão de uma bolsa de iniciação científica.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Briant, R.M.; Bateman, M.D.; Coope, R.; Gibbard, P.L. 2005. Climatic control on Quaternary fluvial sedimentology of a Fenland Basin river, England. *Sedimentology*, 52: 1397-1423.
- Calliari, L.J. 1980. *Aspectos sedimentológicos e ambientais na região estuarial da Lagoa dos Patos*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências/Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 190pp.
- Camargo, M.G. 1999. Software para análise granulométrica SysGran, versão 2.4, Curitiba, UFPR. Disponível em www.cem.ufpr.br/sysgran. Acesso em 29/05/2006.
- Christofolletti, A. 1980. *Geomorfologia*. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, SP, 188pp.
- Dalrymple, R.W.; Zaitlin, B.A.; Boyd, R. 1992. Estuarine facies models: conceptual basis and stratigraphic implications. *Journal of Sedimentary Petrology*, 62(6): 1130 - 1146.
- Fairbridge, R. W. 1980. The Estuary: its definition and geodynamic cycle. In: Olausson, E.; Cato, I. (Eds). *Chemistry and Biogeochemistry of Estuaries*. New York, John Wiley and Sons, p. 1-35.
- Folk, R.L.; Ward, W.C. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27(1): 3-26.
- Kageyama, P.Y. 1986. *Estudo para a implantação de matas de galeria na bacia hidrográfica do Passa Cinco visando à utilização para abastecimento público*. Relatório de Pesquisa/USP, Piracicaba, 236pp.
- Krumbein, W.C. 1934. Size frequency distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 4: 65-77.
- Lima, W.P. 1989. Função hidrológica da mata ciliar. In: Simpósio Sobre Mata Ciliar. Anais do Simpósio Sobre Mata Ciliar. Fundação Cargil, Campinas, p. 11-19.
- Lindholm, R.C. 1987. *A Practical Approach to Sedimentology*. Allen & Unwin, Londres, UK, 276pp.
- Petersen, R.C. 1992. The RCE: riparian, channel, and environmental inventory for small streams in the agricultural landscape. *Freshwater Biology*, 27: 295-306.
- Pritchard, D. W. 1967. Observations of circulation in coastal plain estuaries. In: Lauff, J. H. (Ed.). *Estuaries*. Washington, AAAS, p. 37-44.
- Rossetti, D.F.; Góes, A.M. 2004. *O Neógeno da Amazônia Oriental*. Editora do Museu Emílio Goeldi, Belém, PA, 222pp.
- Schobbenhaus, C.; Gonçalves, J.H.; Santos, J.O.S.; Abram, M.B.; Neto, R.L.; Matos, G.M.; Vidotti, R.M.; Ramos, M.A.B. & Jesus, J.D.A. 2004. Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informações Geográficas- SIG e 46 folhas na escala 1:1.000.000. CPRM, Brasília. 41 CD-ROMS. ISBN: 85-7499-099-4.
- Souza Filho, P.W.M. 2000. Tectonic control on the coastal zone geomorphology of the northeastern Pará State. *Revista Brasileira de Geociências*, 30: 523-526.
- Souza Filho, P.W.M.; Cohen, M.C.L.; Lara, R.J.; Lessa, G.C.; Behling, H.; 2005. *Holocene Evolution and Fácies Model of the Bragança Macrotidal Flat, Northern Brazil*. In: Anais do 10º Congresso da ABEQUA, Guarapari/ES – Brasil. Paper 301, 6pp.
- Suguio, K. 2003. *Geologia Sedimentar*. Edgard Blücher Ltda./EDUSP, São Paulo, SP, 400pp.
- Suguio, K. 1973. *Introdução à Sedimentologia*. Edgard Blücher Ltda./EDUSP, São Paulo, SP, 317pp.
- Théry, H.; Mello, N.A. 2005. *Atlas do Brasil: Disparidades e Dinâmicas do território* - São Paulo: Editora Universidade de São Paulo, 312pp.
- Wentworth, C.K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30: 377-392.

Recebido em 20/08/2008

Aceito em 07/12/2008