

## IMPORTÂNCIA DA ANINGA (*Montrichardia linifera*) NA RETENÇÃO DE SEDIMENTOS NA BAIJA DO GUAJARÁ, PA

Dayse Fernanda Ferreira Teixeira<sup>1</sup>, Brenda Santos Siqueira<sup>2</sup> e Jose Henrique Cattanio<sup>3</sup>

**Resumo:** Entender o papel de plantas que compõe as margens dos rios na Amazônia, principalmente nas áreas marginais das grandes cidades, em relação à contenção de encostas e barrancos, é elemento fundamental na contenção de erosão e segurança social. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo estudar o papel da Aninga (*Montrichardia linifera*) na retenção de sedimentos e contenção da erosão marginal na orla da Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, durante a maré equinocial de março (2011). Foram realizados estudos para quantificação do movimento de sedimentos através do método com pinos de erosão e da coleta de sedimentos com folhas plásticas. Os resultados revelam que áreas com Aninga retêm maior quantidade de sedimentos em comparação a áreas em que esta planta não ocorre. Na orla da UFPA é perceptível a contenção da erosão com a preservação do solo/barranco quando existe a Aninga.

**Palavras-chave:** Mata ciliar. Erosão fluvial. Retenção de sedimentos. Amazônia. *Montrichardia linifera*.

### 1 Introdução

Os rios são essencialmente agentes de erosão, transporte e deposição de sedimentos da superfície terrestre, tendo como destino final os oceanos. O fluxo de água é uma das forças mais potentes que opera na superfície da Terra, tanto em termos de energia cinética como no total de fragmentos transportados (CHRISTOFOLETTI, 1981). As práticas que mais comprometem o ciclo hidrossedimentológico são a agricultura, urbanização, mineração, construção de estradas, retificação e o barramento dos cursos d'água, pois alteram a dinâmica das águas e o regime fluvial (BORDAS; SEMMELMANN, 2004).

A erosão marginal, ou erosão das margens de um rio, como componente da erosão fluvial, é aquela que destrói as margens dos rios, desempenhando importante papel no aumento da largura do canal. Este tipo de erosão contribui significativamente no incremento da carga de sedimento de fundo dos rios e provoca destruição progressiva da área marginal, desvalorizando os terrenos ribeirinhos e limitando o seu uso (THORNE; TOVEY, 1981). As principais mudanças ocasionadas no ambiente, tanto pelos fatores naturais como pelas ações humanas, provocam

grandes problemas no meio físico, sendo um desses problemas a alteração do curso do rio, o que influencia na qualidade e quantidade da água (CARVALHO, 1994). Estas mudanças aumentam os casos de assoreamento e enchentes na rede de drenagem urbana e contribui para a sedimentação na calha do rio.

Para Carvalho (2000), considera-se área degradada àquela que, após distúrbio, teve eliminados os seus meios de regeneração natural, apresentando baixa possibilidade de recuperação sem a intervenção humana. Em contraste, é considerada área perturbada a que sofreu distúrbio, mas manteve meios de regeneração biótica. Em ecossistemas degradados, a ação antrópica é necessária para sua recuperação. Segundo Fernandez (1990) a erosão marginal (beira de rios) é o recuo linear das margens, devido à remoção dos materiais do barranco pela ação fluvial (correntes e ondas) ou por forças de origem externa (precipitação). De acordo com Thorne e Tovey (1981), erosão marginal é um processo geomorfológico de grande transcendência e sua importância prática e científica, aumentou nas últimas décadas devido a três principais razões: primeiro, a erosão da margem desempenha um papel importante no controle da largura do canal; segundo, esta erosão contribui

<sup>1</sup>E-mail: df-teixeira@live.com

<sup>2</sup>E-mail: brenda\_santos87@yahoo.com.br

<sup>3</sup>E-mail: cattanio@ufpa.br

significativamente no incremento da carga de fundo dos rios; e, terceiro, a destruição progressiva da área marginal provoca a diminuição da propriedade desvalorizando os terrenos ribeirinhos e limitando o seu uso adequado além de produzir desastres sociais.

A região do estuário amazônico é influenciada por macromarés semidiurnas, formando planícies de maré arenosas e lamosas, sendo que nos meses de março (período chuvoso) e setembro (período seco) ocorrem as marés equinociais, que acontecem nos períodos em que o Sol, no seu movimento relativo, passa pelo plano equatorial terrestre. Nesta ocasião a amplitude da maré é máxima, podendo chegar até quatro metros entre a maré mais baixa e a mais alta, e gerando erosão marginal dos rios, principalmente em áreas com ausência de vegetação (GREGÓRIO; MENDES, 2009).

A baía do Guajará, que margeia a cidade de Belém (PA), tem forma alongada e estreita, comunica-se com a baía do Marajó e sofre influência direta das marés oceânicas. Esta baía recebe principalmente as águas barrentas dos rios Pará, Tocantins, Acará, Mojú e Guamá (GREGÓRIO; MENDES, 2009). A grande quantidade de material em suspensão é proveniente das atividades erosivas das margens dos rios, sendo esse material composto principalmente de argila, fazendo com que as águas fiquem turvas com coloração amarelada (PENTEADO, 1968). Segundo Gregório e Mendes (2009) as correntes de maré e fluvial desempenham papel fundamental nos processos de sedimentação da baía do Guajará, intensificado pela diferença de densidade entre a água doce e salgada, que favorece a deposição de lamas.

Para a preservação dos recursos hídricos e do solo é importante a proteção das áreas de preservação permanente, situadas ao longo das margens dos rios, no entorno de nascentes, lagos, ou reservatórios de águas naturais (SOUZA et al., 2004). Esta vegetação presente ao longo dos corpos hídricos traz ao ecossistema a função protetora sobre os recursos naturais bióticos e abióticos, sendo importante na regularização e manutenção da vazão dos cursos hídricos e aporte de sedimentos, diminui as perdas por erosão para o ecossistema aquático e ainda preserva a fauna e a flora (CECONI, 2010). Estes locais são protegidos por lei, constituindo-se em

áreas de preservação permanente da flora e fauna (RACHWAL; CAMATI, 2001).

A Aninga, *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott, pertencente à família das Araceae, é uma macrófita aquática vastamente distribuída nas várzeas mazônicas e igualmente encontrada em diversos ecossistemas inundáveis como os igapós, margens de rios, furos e igarapés, ocorrendo também em outros estados do Brasil e até no Suriname (AMARANTE et al., 2009). Por ser uma espécie pioneira, apresenta considerável importância ecológica na formação das margens de rios e igarapés de águas barrentas, pois é a primeira vegetação na formação de ilhas aluviais, formando extensas populações clonais pela brotação de caules subterrâneos e submersos (AMARANTE et al., 2011).

Para as comunidades que utilizam as várzeas para fins agropastoris, a Aninga representa um “problema”, pois a consideram invasora competitiva, devido à rápida recuperação de seus rizomas depois de um desbaste, prejudicando, assim, a manutenção da área para plantio de culturas de subsistência dos pequenos agricultores (MACEDO et al., 2005), além do que dificulta a visão do rio, proporciona abrigo a animais peçonhentos, sendo considerada venenosa pelos ribeirinhos, devido a sua seiva causar queimaduras na pele e em contato com os olhos poder provocar cegueira.

Entender o papel destas plantas que compõe as margens dos rios na Amazônia, principalmente nas áreas marginais das grandes cidades, em relação à contenção de encostas e barrancos, é elemento fundamental na contenção de erosão e segurança social. Portanto, este trabalho teve como intenção verificar o quanto de sedimentos é retido quando uma encosta é povoada por Aningas em comparação aos locais sem vegetação.

## 2 Material e métodos

### 2.1 Área de estudo

A área de estudo está localizada nas coordenadas geográficas 01°28'41,3" de latitude sul e 48°27'29,0" de longitude oeste, dentro do campus da Universidade Federal do Pará (UFPA), em Belém (PA). A área territorial da UFPA é de aproximadamente 3,3 km<sup>2</sup>, possuindo 2,0 km de orla aberta para a margem leste da baía do Guajará (Figura 1), a qual sofre influência da maré

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)  
v.16, n. 2, p. 6-19, jul./dez. 2014

com uma variação diária do nível do rio que pode chegar até 3,6 m em condições sizígia (influência da lua). Devido ao grande volume

de água transportado, a salinidade nas águas da baía do Guajará é muito baixa (GREGÓRIO; MENDES, 2009).

**Figura 1 - Vista Parcial da área da Universidade Federal do Pará, destacando-se a orla onde foi realizada a pesquisa de campo. Os pontos ⊕ e ○ marcados na figura representam respectivamente presença ou ausência de Aninga**



Fonte: Adaptado de Google Earth (2014)

## 2.2 Clima

Em termos climáticos, segundo a classificação de Köppen (PEEL, FINLAYSON; MCMAHON, 2007), o clima da região é do tipo *Afi*, que corresponde a climas tropicais úmidos, com a precipitação mensal mínima de 60 mm e um total anual acima de 2.300 mm (MORAES et al., 2005), sem estação fria e com temperatura média de 28 °C, e amplitude entre a temperatura média do mês mais quente e do mais frio sendo inferior à 5 °C (BASTOS, 1982). A região tem duas estações bem definidas, sendo uma mais chuvosa que vai de janeiro a junho e outra menos chuvosa que vai de julho a dezembro.

## 2.3 Geologia e geomorfologia

O terreno do Campus é de formação sedimentar holocênica, contendo planície de

inundação, com camadas superficiais argilosas orgânicas moles em espessura variável de 20 a 40 m aproximadamente, cujo lençol freático encontra-se em média a 1,4 m de profundidade (FERREIRA, 1995).

A quantidade de material em suspensão varia mais durante um ciclo de maré do que ao longo do ano, ficando ao redor de 115 mg L<sup>-1</sup> e 100 mg L<sup>-1</sup> para o período chuvoso e seco, respectivamente (GREGÓRIO; MENDES, 2009). Os sedimentos encontrados são provenientes da Formação Barreiras (Mioceno), composta por arenitos, siltitos, argilitos e alguns conglomerados (ROSSETTI, 2001).

### 2.3.1 Vegetação

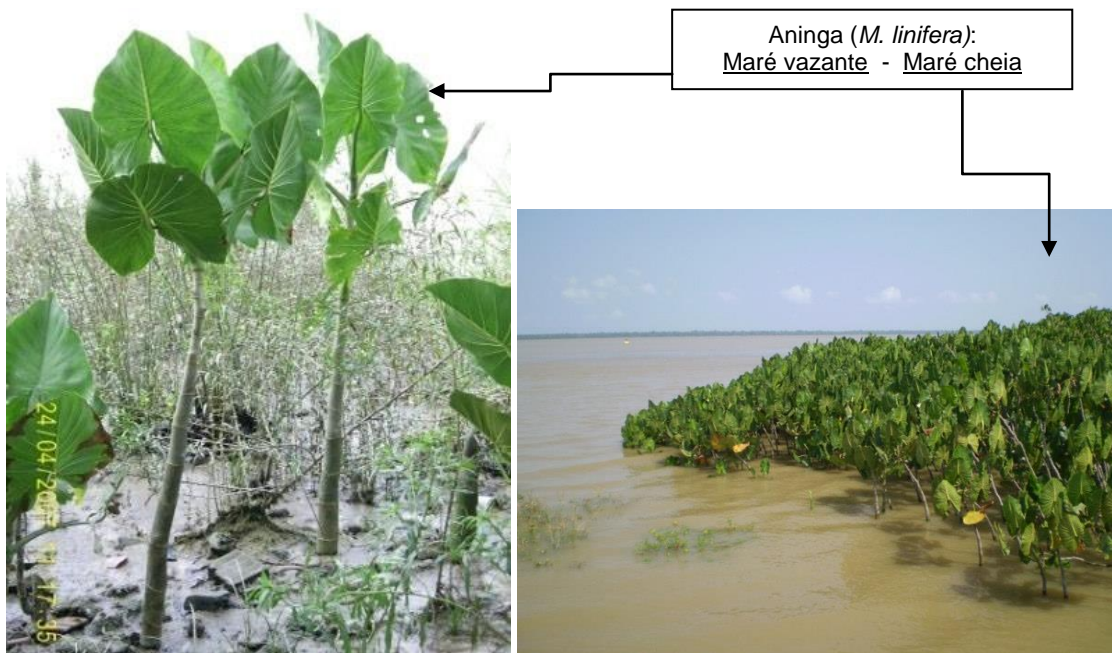
O terreno da UFPA é constituído por áreas úmidas periodicamente inundadas pelo transbordamento lateral da baía de Guajará, promovendo interação entre os ecossistemas

REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)  
v.16, n. 2, p. 6-19, jul./dez. 2014

aquáticos e terrestres. A vegetação é do tipo de florestas inundáveis e macrofilas, que fornecem alimento e abrigo para a vida aquática e terrestre, e de pastos naturais (LISBOA, 2011). Entretanto, grande parte da

área está sem a vegetação original, restando apenas algumas ilhas de vegetação onde se pode identificar a macrófita aquática *Montrichardia linifera* denominada neste trabalho de Aninga (Figura 2).

**Figura 2 - Aningas no Campus da Universidade Federal do Pará (UFPA), próximo ao restaurante universitário, podendo-se observar a diferença entre a maré baixa e maré cheia**



Fonte: Adaptado de Amarante et al. (2009)

Segundo Abreu et al. (2006), a Aninga é vastamente distribuída nas várzeas amazônicas e igualmente encontrada em diversos ecossistemas inundáveis como os igapós, margens de rios, furos e igarapés. Esta espécie pertence à família Araceae, tem característica herbácea com 4-6 m de altura, limbo foliar de cerca de 45-66 cm de comprimento e 35-63 cm de largura (MACEDO et al., 2005), com frequentes cristais de oxalato de cálcio (LINS; OLIVEIRA, 1994). A Aninga forma grandes populações às margens dos rios e igarapés (Figura 2), além de se distribuir socialmente pelas margens, oferecendo resistência ao escoamento das águas, é considerada uma planta pioneira por colonizar o solo nu das margens dos rios.

O processo de ocupação no Campus do Guamá iniciou sobre o leito dos igarapés e se intensificou na década de 1980, provocando o desmatamento e erosão das margens, e como consequência o assoreamento, ocasionado também pelo lançamento de detritos. Com assoreamentos dos igarapés a profundidade diminuiu, tal como a capacidade de contenção do volume

de água corrente, que invade as áreas marginais e ameaçam a saúde humana principalmente quando a vazão aumenta (FERREIRA, 1995). A construção do Campus da UFPA alterou as características da várzea e da cobertura vegetal o que ocasionou a produção de um novo ambiente apesar de sua capacidade produtiva e resiliência natural, e o atual processo de expansão do Campus está levando à degradação progressiva dessas áreas (LISBOA, 2011).

#### 2.4 Delimitação da área de estudo

Durante o mês de março de 2011, foram selecionadas seis áreas (parcelas) ao longo da extensão da orla do Campus Setor II – Profissional, da Universidade Federal do Pará (UFPA), margem direita do rio Guamá, em Belém, no estado do Pará (Figura 1). Das seis parcelas escolhidas três apresentavam Aningas e três não. As parcelas foram divididas em 2 grupos, o primeiro grupo que compreende as parcelas 1, 3 e 5 não possuía em sua cobertura vegetal a planta

Aninga (SA), sendo que no segundo grupo, das parcelas 2, 4 e 6 a Aninga estava presente (CA) (Figura 1).

## 2.5 Pinos de sedimentação

Um dos métodos utilizado para a quantificação da erosão marginal ao longo da orla da UFPA foi com pinos de erosão. A técnica com pinos foi discutida e amplamente revisada por Lawler (1978) e empregada posteriormente por Hooke (1979), entre outros. Esse método consiste na inserção perpendicular de pinos de aço na face do barranco para medir a erosão por meio da superfície de exposição dos pinos.

No presente trabalho, os pinos usados foram de madeira, medindo 20 cm cada um. Os pinos, em um total de quatro por parcela, foram introduzidos na margem direita da baía do Guajará, em direção perpendicular ao escoamento do rio (da margem para dentro do rio), havendo um distanciamento de 2 m entre eles, ou seja, a distância entre o primeiro pino (P1), que se localizou a margem do barranco, até o quarto pino (P4) foi de 6 m. Cada pino foi enterrado a uma profundidade de aproximadamente 10 cm, colocados no local de amostragem no dia 04/03/2011, lua nova, quando foi realizada a primeira leitura da altura dos pinos e considerado como marco zero nas medições. As leituras foram realizadas com o auxílio de uma régua de 30 cm nos dias 15, 23 e 31 de março tendo sido programadas para ocorrer nos períodos das marés com maior amplitude (luas nova e cheia) e nas marés com menor amplitude (lua minguante e crescente).

## 2.6 Coleta de material através de folhas plásticas

Durante a maré baixa (lua crescente, 17/03/2011), foram colocadas sobre o leito do rio, em cada uma das parcelas acima descritas, três folhas de plástico com mesma área (29,5 cm x 21,0 cm), contendo 20,0 g de areia seca esparramada sobre cada folha plástica, as quais foram presas com grampos de ferro. As folhas estavam localizadas a 2,0 e a 4,0 m da margem do rio. Após um ciclo da maré, duas marés baixas e duas marés altas, as folhas de plástico foram coletadas e o material remanescente acima da folha foi seco em estufa, a 120 °C, durante 24 horas, sendo em seguida pesado em laboratório. A

diferença existente entre o peso no intervalo de tempo de amostragem correspondeu à quantidade de areia retirada ou de sedimentos depositados sobre o plástico.

## 2.7 Dados de precipitação e maré

As informações sobre a precipitação foram obtidas na junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo que as informações sobre a altura das marés, tomadas em relação ao porto de Belém, foram obtidas junto ao Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

## 2.8 Análise estatística

A análise estatística verificou se houve diferença significativa entre as médias calculadas com a resposta dos pontos de mesma altura em relação à margem do rio, através do método ANOVA com análise de fator duplo com repetição, olhando a interação entre a presença e ausência de Aninga com os tempos de medição, usando para isto o programa Systat.

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Precipitação

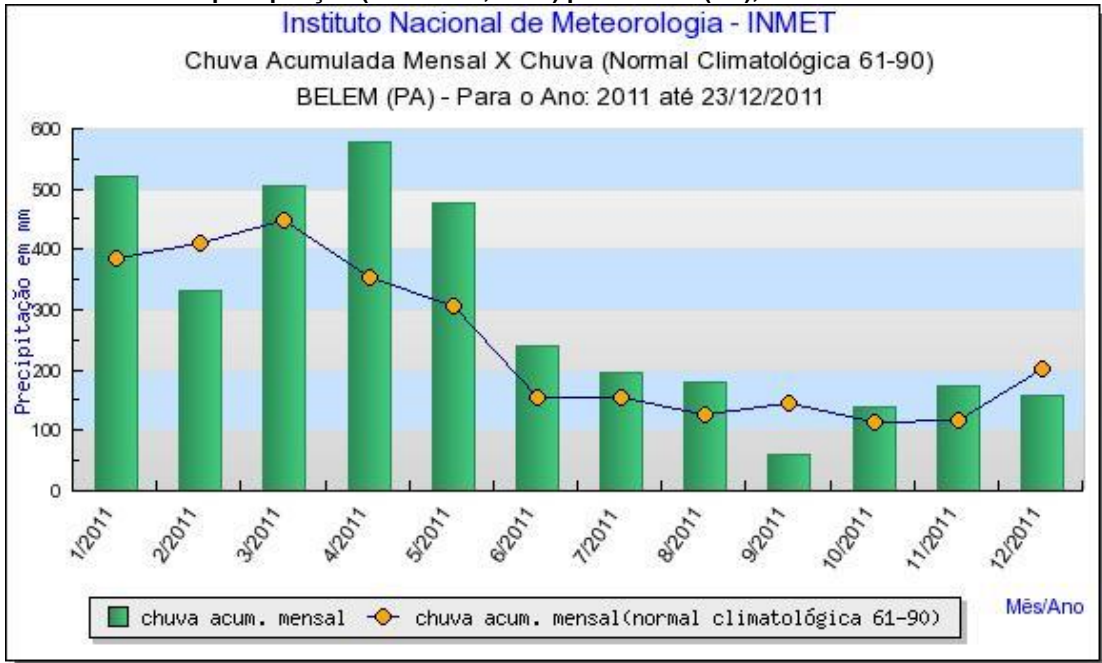
A partir das médias climatológicas da precipitação, observa-se que em Belém o período de maior intensidade de chuva para o ano de 2011 foi entre os meses de janeiro a junho, sendo que o mês mais chuvoso foi o mês de abril, com mais de 550 mm de chuva (Figura 3). O total acumulado do mês de março de 2011 foi de aproximadamente 502 mm, sendo 15,1% acima da normal climatológica do período de 30 anos, compreendido entre 1961 e 1990 da precipitação para o mesmo mês, que é de 436 mm (Figura 3), portanto a precipitação incidente no município de Belém, durante março foi maior que a média climatológica para a região.

A distribuição das chuvas para o mês de março foi ao longo de todo o mês (Figura 4) sendo que apenas no 15º dia não foi observado nenhuma chuva no dia da coleta nem no dia anterior, entretanto foi o período com maior quantidade de chuva entre duas amostragens quando choveu, aproximadamente, 224 mm. O período de

menor precipitação foi após a segunda medição, apresentando apenas 81,5 mm. Foram registrados valores acima de 30 mm, nos dias 05, 12, 13, 16 e 27, sendo que no

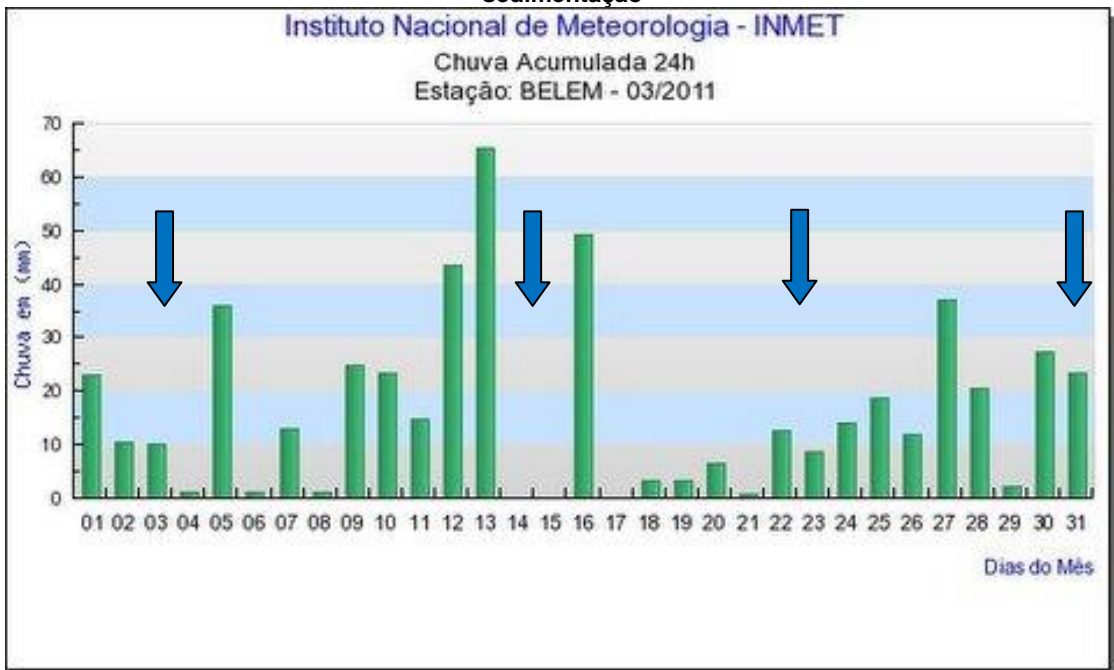
13º dia ocorreu o máximo valor de precipitação do mês, com quantidade acumulada de 66 mm.

Figura 3 - Precipitação pluviométrica acumulada mensal (barras) e normal climatológica da precipitação (1961-1990, linha) para Belém (PA), ano de 2011



Fonte: Adaptado de INMET (2014)

Figura 4 - Precipitação pluviométrica acumulada diária para a cidade de Belém (PA), para o mês de março de 2011, sendo que as setas mostram os dias onde foram feitas as leituras dos pinos de sedimentação



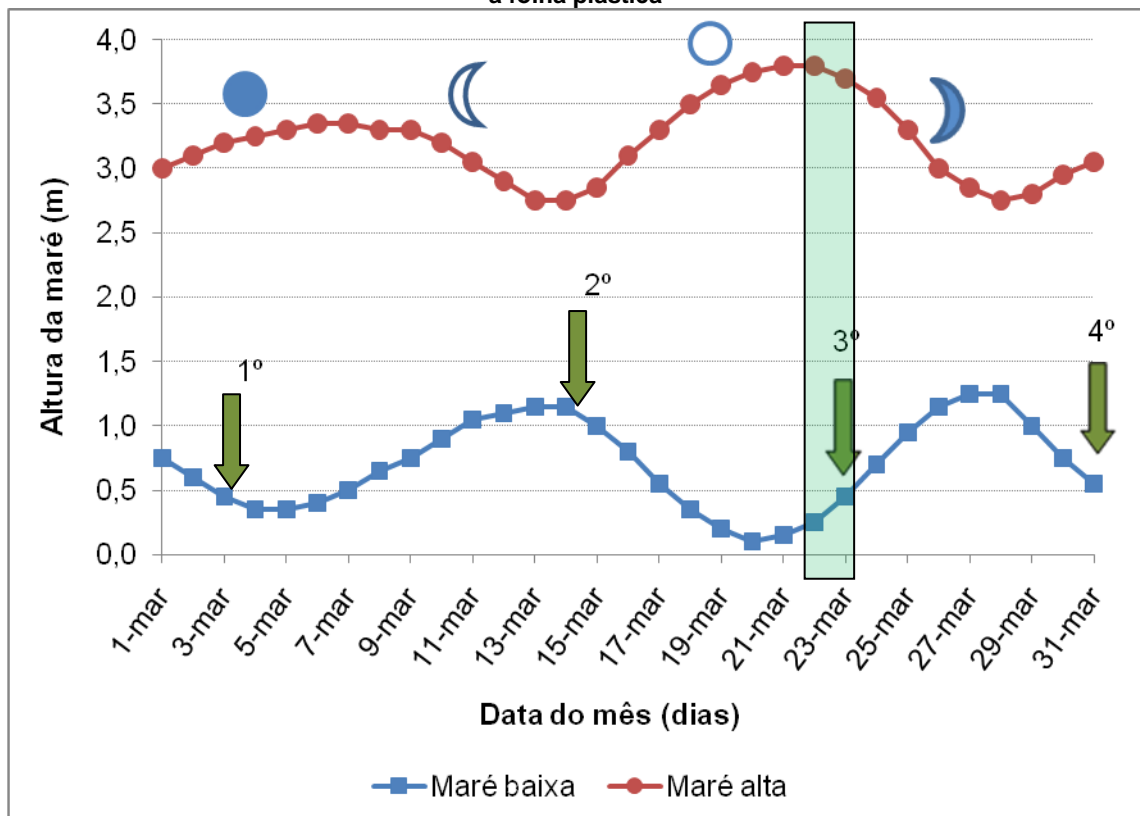
Fonte: Adaptado de INMET (2014)

É interessante notar que apesar de o mês de março não ter sido o mês mais chuvoso neste ano, ele foi o mês com mais dias com chuva (Figura 4), as quais foram distribuídas por todo o mês, observando-se que apenas em três dias não choveu (Figura 4). Este fato pode influenciar fortemente na sedimentação, haja vista que nos locais onde não tiver barreira, principalmente nas marés baixas, a água da chuva pode levar os sedimentos, depositados na maré alta, para dentro do rio.

### 3.2 Marés

As marés para o mês de março de 2011 foram relativamente altas, alcançando a altura máxima de 3,80 m nos dias 21 e 22, dois dias após a lua cheia que aconteceu no dia 19 (Figura 5). Neste mesmo período foi verificada a menor maré (dia 20/03) com uma altura de 0,10 m do nível do mar. O pico das marés ocorreu dois dias após o dia de lua cheia (na Figura 5 estão apresentadas a ocorrência da lua nova, crescente, cheia e minguante).

**Figura 5 - Altura média das marés (baixa e alta), e as fases das luas correspondentes, para o município de Belém (PA), sendo as setas (↓) representando os dias da medição dos pinos de sedimentação, e a faixa (█) representa o dia de medição para coleta de sedimentos depositada sobre a folha plástica**



Fonte: Autores (2014)

Durante o movimento das marés percebe-se que a amplitude entre a maré mais baixa e a maré mais alta são maiores na lua nova e cheia (Figura 5). Este fato é de grande importância quando se mede a deposição de sedimentos na baía, e por este motivo o período de medição dos pinos (Figura 5, setas) foi sempre realizado após as luas nova, crescente, cheia e minguante. Sendo que a folha para coleta de material de sedimentos foi implantada no campo no dia

17/03, antes do início da maior maré na orla da UFPA, e coletada após a lua Cheia (Figura 5, faixa).

Entre os dias 17 e 23/03, quando as folhas de coleta de sedimentos permaneceram no campo, choveu um total de 233,1 mm, sendo que apenas no dia 22/03 choveu 97,8 mm. As chuvas quando ocorrem no momento da maré cheia, acima de 2,0 m do nível do mar, não produzem modificações na coleta de sedimentos pelas

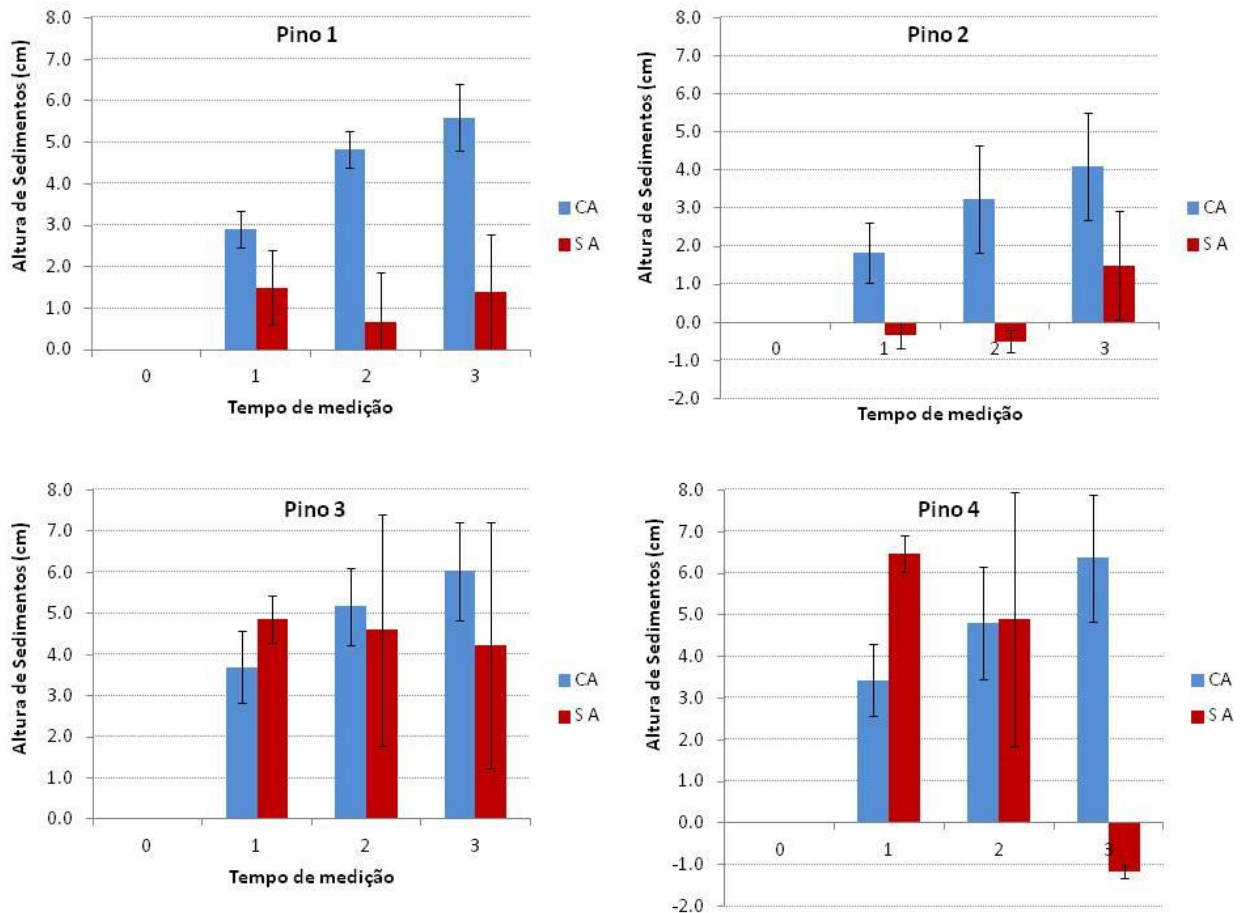
folhas, entretanto quando estas ocorrem nas marés abaixo desta cota é possível haver a lavagem de sedimentos de dentro das folhas de coleta, devido à argila ser facilmente transportada pela água.

### 3.3 Pinos de sedimentação

Os pinos de sedimentação revelaram que existe um comportamento diferenciado em relação ao afastamento da margem em direção ao leito do rio e entre os tratamentos de com e sem aninga (Figura 6). Quando se compara o pino 1, mais próximo da margem, entre os dois tratamentos (CA e SA) o resultado mostra uma retenção de sedimentos significativamente maior ( $p < 0,05$ ) para o tratamento com aninga (CA) em todos os tempos de medição. Ao analisar o pino 2, apesar de haver uma maior retenção de sedimentos pelo tratamento CA, e que o

tratamento sem aninga (SA) mostrou nos dois primeiros tempos de medição uma retirada de sedimentos, esta diferença não foi significativa ( $p > 0,05$ ). No pino 3 apenas no primeiro tempo de medição (T1) é que o tratamento CA revelou um significativo ( $p < 0,05$ ) maior acúmulo de sedimentos em comparação ao SA. No pino 4, o que fica mais distante da margem do rio, no primeiro tempo de medição (T1) houve uma significativa ( $p = 0,01$ ) maior retenção de sedimentos no tratamento SA, sendo que no tempo de medição seguinte (T2) não apresentou uma diferença significativa entre os dois tratamentos ( $p = 0,428$ ). Entretanto, devido a enorme retirada de sedimentos no ultimo tempo de amostragem dentro do tratamento SA (Figura 6), a diferença entre os dois tratamentos foi significativa ( $p < 0,01$ ), tendo o tratamento CA um acúmulo de sedimentos.

**Figura 6 - Altura média de sedimentos (cm) dos Pinos de sedimentação, nas parcelas com Aninga (CA) e sem Aninga (SA), durante os quatro tempos de medição, na orla da UFPA, Belém (PA). Barras representam o erro padrão da média**



Fonte: Autores (2014)



REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)  
v.16, n. 2, p. 6-19, jul./dez. 2014

Em todos os tempos de medição existiu um significativo ( $p < 0,05$ ) maior acúmulo de sedimentos dentro do tratamento CA, sendo que em nenhuma das medições foi encontrado uma diminuição no acúmulo de sedimentos em todos os pinos analisados (Figura 6). Entretanto, no tratamento SA em todos os pinos foi observado, em um ou mais tempo de medição, a retirada de sedimentos pelo movimento das águas do rio, e apenas no tempo de medição 1 houve uma significativa ( $p < 0,01$ ) diferença entre os pinos para este tratamento.

As águas após a lua cheia (terceiro tempo e segunda medição, Figura 5) depositaram uma maior sedimentação no pino 1, entretanto nos pinos 1, 2 e 4, sem a cobertura de Aninga (SA) houve uma retirada de sedimentos (Figura 6). Estes resultados mostram que a movimentação da água, motivada pela maré, ocasiona uma maior

retirada de sedimentos onde não existe a proteção das Aningas, mesmo que as Aningas não cheguem até o ponto amostrado, como no caso do pino 4, o qual está mais dentro do rio (Figura 7). No pino 2 apesar de a sedimentação ter sido menor em comparação aos outros pinos, no tratamento SA houve uma significativa ( $p < 0,05$ ) retirada de sedimentos nos dois primeiros tempos de medição. Já no pino 4, quando comparado os tempos de medição no tratamento SA, todo o sedimento depositado após a maré alta da lua nova foi retirado pela maré alta da lua cheia, mostrando uma significativa diminuição na quantidade de sedimentos (Figura 6). Esta mesma figura mostra claramente que, nos locais próximos da margem, as marés altas retiram os sedimentos onde não tem Aninga e continuam a depositar os sedimentos nos locais onde existe a ocorrência de Aninga.

**Figura 7 - Representação esquemática das Aningas formando uma barreira natural a correnteza do rio Guamá, na orla da UFPA, Belém (PA)**



Fonte: Autores (2014)

Os pinos que ficaram mais distante da margem também apresentaram uma diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos, entretanto nas medições 3 e 4

houve uma significativa maior deposição de sedimentos em comparação a primeira medição nos pinos sem Aninga (Figura 6). Pode-se afirmar que nos locais sem a Aninga

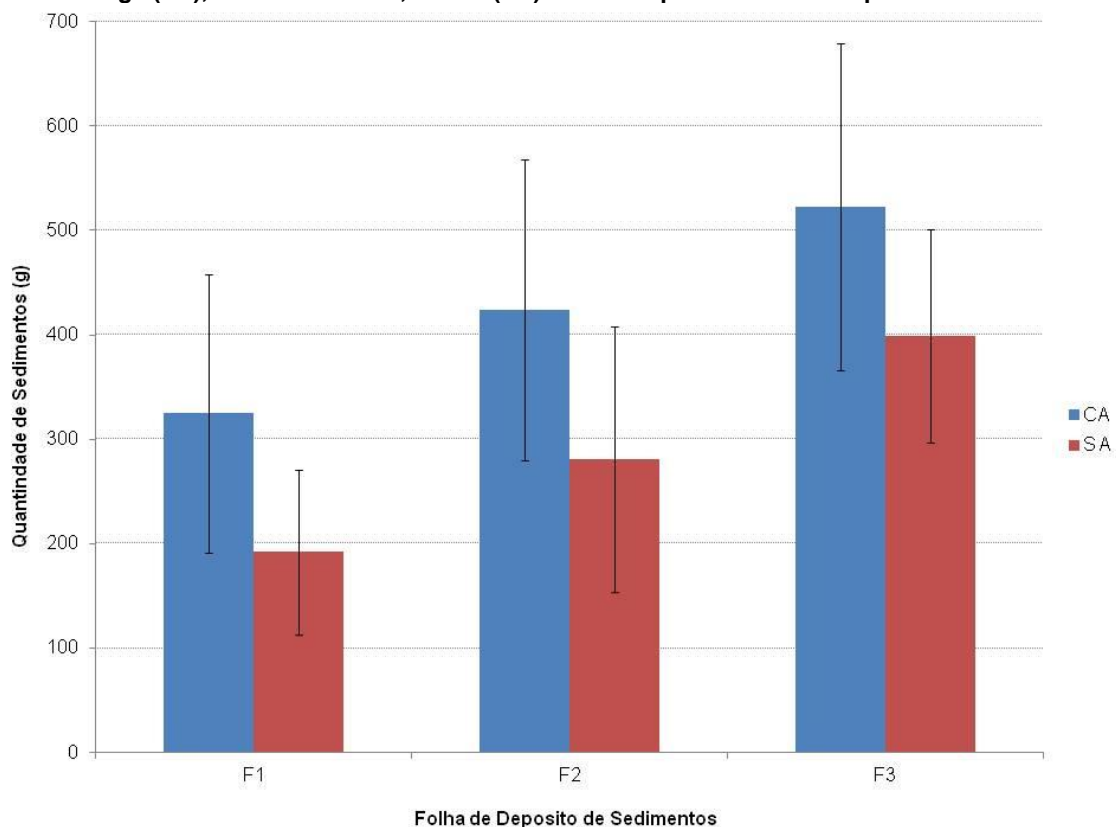
o movimento das águas está retirando os sedimentos da margem do rio e depositando mais para dentro do rio, sendo que os pinos que se localizaram a 6 m da margem (pino 4) mostraram uma retirada de sedimentos após a primeira medição. Esta maior retirada de sedimentos está associada a maior movimentação de água pelas marés da lua cheia (Figura 5).

Devido à distância entre os pinos ser previamente determinada como constante isto fez com que alguns pinos (3 e 4) se localizassem em locais sem a vegetação de Aninga, mesmo nos locais onde o tratamento era com Aninga. Estes pinos podem estar dentro de uma canalização da correnteza para estas áreas, haja vista que as Aningas formam uma barreira natural à correnteza (Figura 2 e 7). Neste sentido alguns locais onde o tratamento foi CA os pinos localizados fora da cobertura desta vegetação, podem ter apresentado menos sedimentos depositados devido ao aumento da correnteza nestes locais (Figura 7). Contudo, o que se percebe claramente é que com a presença das Aningas há uma

deposição de sedimentos nas margens do rio, e uma retirada de sedimentos do leito do rio, fato este não observado no tratamento SA.

As folhas de sedimentação apresentaram um acréscimo não significativo ( $p > 0,05$ ) de sedimentos entre os tratamentos durante o período de estudo nos dois tratamentos estudados (Figura 8). Ao final do experimento houve um acúmulo total de 3.811,4 g ( $6,2 \text{ g cm}^{-2}$ ) nos locais CA, enquanto que nas parcelas SA o acúmulo total foi de 2.615,7 g ( $4,2 \text{ g cm}^{-2}$ ). Ao final de sete dias de estudo no tratamento CA houve uma deposição de  $324,5 \pm 133,6 \text{ g}$ ,  $423,5 \pm 144,2 \text{ g}$  e  $522,4 \pm 156,5 \text{ g}$  de sedimentos nas folhas 1, 2 e 3, respectivamente. No tratamento SA a deposição de sedimentos foi 40,8%, 33,6% e 23,7% menor nas folhas 1, 2 e 3, respectivamente, quando comparado com o tratamento CA. A maior quantidade de sedimentos registrada foi de 758,6 g na folha 3 (F3), localizada entre os pinos 3 e 4 no tratamento CA.

**Figura 8 - Quantidade de sedimentos (g) depositados nas Folhas 1 (próximo a margem), 2 (a 2 m da margem) e 3 (a 4 m da margem) para coleta de sedimentos, em parcelas com Aninga (CA) e sem Aninga (SA), na orla da UFPA, Belém (PA). Barras representam o erro padrão da média**



É interessante notar, que diferentemente dos pinos, nos dois tratamentos as folhas apresentaram um aumento progressivo na deposição de sedimentos, mesmo havendo ocorrido 233,1 mm de chuva no período, sendo que em média a diferença de deposição de sedimentos foi de 132,9 g a mais para os locais onde existe Aninga e as folhas onde houve a maior deposição de sedimentos foi as que estavam mais longe da margem do rio. Sabe-se que as matas ciliares, onde estão inseridas as espécies de Aninga, funcionam como uma barreira natural, tendo como uma de suas funções a de conter os processos erosivos, pois funcionam como uma barreira a força das águas e das marolas, como também evitam que os sedimentos oriundos da erosão se depositem no leito do rio, o que levaria a diminuição de seu volume. Em virtude disto, as áreas com Aninga, localizadas na área de abrangência do rio, evitam a chegada das ondas nas margens dos rios e retêm maiores quantidades de sedimentos em comparação com as áreas onde não existe a Aninga.

Segundo Gregório e Mendes (2009) a baixa topografia, o grande aporte fluvial e a atuação das correntes de maré são os principais controladores da deposição e da dispersão de sedimentos na área pesquisada. Sendo que estes mesmo autores revelam que os sedimentos lamosos predominam (72%), tendo a ocorrência de sedimentos arenosos nas zonas de fortes correntes de maré. As ondas atuam diretamente na re-suspensão de sedimentos sendo as correntes de maré e o vento os que desempenham papel mais importante na definição do padrão de transporte, na realocação e dispersão sedimentar (OGSTON; STERNBERG; NITTRouer, 2005). Entretanto, se o suprimento de sedimentos é alto, a dispersão e a deposição são complexas (WALSH; NITTRouer, 2004), com a sazonalidade das variáveis ambientais (maré, chuva, descarga de água doce e de sedimentos, poluição etc.) afetando diretamente a relação entre a quantidade de material transportado/depositado (NITTRouer; DEMASTER, 1986; DYER; CHRISTIE; WRIGHT, 2000).

Nos ambientes dominados por maré, à medida que se aproxima da foz diminui a intensidade das correntes fluviais e aumenta a das correntes de maré (DALRYMPLE;

CHOI, 2004). Neste sentido, considerando a orientação praticamente vertical da baía do Guajará, as correntes de maré diminuem de intensidade para o sul, e as correntes fluviais para o norte (GREGÓRIO; MENDES, 2009). Os intensos processos erosivos observados na mesma região, Silveira (2003) os relaciona diretamente com as correntes fluviais e, secundariamente, com as ondas de N/NE. Estes mesmo autores afirmam que as ondas N/NE causam acentuado desmoronamento da margem e sugerem a migração de sedimentos para o norte do canal do rio Guamá e para oeste do canal de vazante da baía do Guajará, justamente onde se encontra a orla da UFPA.

### 3.4 Processo erosivo

Os resultados apresentados neste trabalho são respaldados pela análise visual entre enorme diferença das áreas que abrigam vegetação de mata ciliar, como a aninga, e áreas perturbadas que perderam suas características naturais, sofrendo danos ocasionados pelos processos erosivos. Na orla da UFPA é perceptível a contenção da erosão, com a preservação do solo/barranco quando existe a Aninga (Figura 9A) em comparação com as áreas em que está planta não ocorre (Figura 9B). Nesta figura pode-se ver claramente, onde as Aningas foram retiradas pela ação do homem existe a exposição das raízes das árvores com risco de queda da vegetação e intensificação do processo erosivo, o que não acontece onde existe Aninga.

Para manter as áreas a orla da UFPA “limpa” e que facilite a visão do rio, a Prefeitura da UFPA usa a mão de obra para cortar a Aninga e outras espécies que crescem na beira da baía do Guajará. Com isto, as áreas ficam desprovidas de vegetação e estão sujeitas ao aumento do processo erosivo.

É imprescindível que os gestores públicos percebam que o reflorestamento da orla, principalmente no que tange ao uso da Aninga como fator de contenção de sedimentos e de diminuição da força da correnteza e marolas, seja empregado junto com atividades de manutenção da diversidade florística. Também é importante a eliminação do corte das Aningas ainda existentes para manutenção da biodiversidade e impedimento dos processos erosivos.

Figura 9 - Foto de áreas com Aninga (A) e sem Aninga (B) acometidas por erosão no Campus Profissionalizante (Campus II), na orla da Universidade Federal do Pará, Belém, PA



Fonte: Autores (2014)

#### 4 Considerações finais

A Aninga proporciona uma deposição de sedimentos nos locais onde se desenvolvem, sendo que a retirada das Aningas produz uma retirada dos sedimentos na margem da baía do Guajará e um aumento de deposição dos sedimentos no

leito da baía, intensificando o processo erosivo as margens da baía.

A retirada das Aningas produz um processo de erosão nas margens da baía do Guajará, fato que não é observado nos locais com Aningas onde existe uma tendência a aumentar a biodiversidade de espécies e uma reconstrução da mata ciliar.

#### 5 The importance of aninga (*Montrichardia linifera*) in sediments retention in the Guajará bay, PA

**Abstract:** Understand the role of plants that composes the riverbanks in the Amazon, especially in marginal areas of large cities, in relation to the containment hillsides and ravines, is a key element in erosion control and social security. Therefore this work aims to study the role of Aninga (*Montrichardia linifera*) in the sediments retention and containment of marginal erosion at the edge in the Federal University of Pará (UFPA), in Belem, during the March equinoctial tide (2011). Studies to quantify the movement of sediment were performed with the erosion pins and collecting sediment with plastic sheets methods. The results showed that areas with Aninga retain greater amount of sediment compared to areas where this plant does not occur. At the UFPA edge is perceptible the erosion decrease and soil/ravine conservation when there is Aninga in the riverbank.

**Keywords:** Riparian forest. Aninga; Fluvial erosion; Sediment Retention. Amazônia. *Montrichardia linifera*.

**REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)**  
**v.16, n. 2, p. 6-19, jul./dez. 2014**

**6 Referências**

- ABREU, E.M.A.d.; FERNANDES, A.R.; MARTINS, A.R.A.; RODRIGUES, T.E. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solo de várzea baixa do Rio Guamá. **Acta Amazônica**, v. 36, n. 1, p. 11-18, 2006.
- AMARANTE, C.B., SILVA, J.C.F., MÜLLER, R.C.S.; MÜLLER, A.H. Avaliação da composição mineral do chá da folha senescente de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Araceae) por espectrometria de absorção atômica com chama (FAAS). **Quim. Nova**, v. 34, n. 3, p. 419-423, 2011.
- AMARANTE, C.B., SILVA, J.C.F., SOLANO, F.A.R., NASCIMENTO, L.D., MORAES, L.G., SILVA, G.F., UNO, W.S. Spectrometric study of the leaves of *Aninga* (*Montrichardia linifera*) collected from the Guama River, Campus of UFPA, Belém-PA. A contribution to the chemical study of the Araceae family. **Revista Científica da UFPA**, v. 7, p.1-19, 2009.
- BASTOS, T.X. O clima da Amazônia Brasileira segundo Köppen. Pesquisa em Andamento, v. 87, p. 1-4, 1982.
- BORDAS, M.P., SEMMELMANN, F.R. Elementos de Engenharia de Sedimentos. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia. Ciência e aplicação**. 3ª edição. Porto Alegre. Editora da UFRGS/ABRH, 2004.
- CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia Prática**. Rio de Janeiro: CPMR, 1994.
- CARVALHO, P.E.R. Técnicas de recuperação e manejo de áreas degradadas. Em: GALVÃO, A. P. M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Colombo: EMBRAPA Florestas. p. 251– 268, 2000.
- CECONI, D.E. 2010. **Diagnóstico e recuperação da mata ciliar da Sanga Lagoão do Ouro na microbacia hidrográfica do Vacacaí-Mirim, Santa Maria - RS**. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria. 2010.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1981.
- DALRYMPLE, R.W. & CHOI, K. Morphologic and facies trends through the fluvial-marine transposition in tide dominated depositional system: A schematic framework for environmental and sequence-stratigraphic implications. **Earth Science Reviews**, v. 81, p. 135-174, 2004.
- DYER, K.R., CHRISTIE, M.C. & WRIGHT, E.W.. The classification of intertidal mudflats. **Continental Shelf Research**, v. 20, p. 1039-1060, 2000.
- FERNANDEZ, O.V.Q. **Mudanças no canal fluvial do rio Paraná e processos de erosão nas margens; Região de Porto Rico-PR**. Dissertação (Instituto de Geociências e Ciências Naturais) - UNESP, Rio Claro, 1990.
- FERREIRA, C. **Produção do espaço urbano de degradação ambiental: um estudo sobre a várzea do Igarapé do Tucunduba, Belém – Pará**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação - Departamento de Geografia) – FFCH/ USP, São Paulo, 1995.
- GREGÓRIO, A.M.d.S. & MENDES, A.C. Batimetria e sedimentologia da baía de Guajará, Belém, Estado do Pará, Brasil. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 5, n. 9, p. 53-72, 2009.
- Google Earth. Disponível em : <<https://www.google.com.br/maps/@-1.4747287,-48.4509098,525m/data=!3m1!1e3?hl=pt-BR>>. Acesso em: 19 ago. 2014.
- HOOKE, J.M. An analysis of the processes of river bank erosion. **Journal of Hydrology**, v. 42, n.1–2, p. 39–62, 1979.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em : <[http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg\\_dspDadosCodigo.php?QTIwMQ==](http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo.php?QTIwMQ==)>. Acesso em: 26 dez. 2011.
- LAWLER, D.M. The use of erosion pins in river banks. **Swansea Geographer**, v. 16, p. 9-18, 1978.
- LINS, A.L.F.A. & OLIVEIRA, P.L. Origem, aspectos morfológicos e anatômicos das raízes embrionárias de *Montrichardia linifera* (arruda) Schott (Araceae). B. Museu Paraense Emílio Goeldi, **Série Bot.**, v.10, n. 2, p. 221-236, 1994.
- LISBOA, L.S. Uso e ocupação do solo na UFPA, Amazônia, Brasil: história, evolução e desafios. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- MACEDO, E.G., SANTOS-FILHO, B.G.d., POTIGUARA, R.C.d.V., SANTOS, D.S.B.d. Anatomia e arquitetura foliar de *Montrichardia linifera* (Arruda) Schott (Aracea) espécie da várzea amazônica. B. Museu Paraense Emílio Goeldi, **Série Ci. Nat.**, v.1, n.1, p. 19-43, 2005.
- MORAES, B.C.d., COSTA, J.M.N.d., COSTA, A.C.L.d., COSTA, M.H. Spatial and temporal variation of precipitation in the State of Pará. **Acta Amazonica**, v. 35, n.2, p. 207-214, 2005.

**REA – Revista de *estudos ambientais* (Online)**  
**v.16, n. 2, p. 6-19, jul./dez. 2014**

NITTROUER, C.A.; DEMASTER, D.J. Sedimentary processes on the Amazon continental shelf: past, present and future research. **Continental Shelf Research**, v. 6, p. 5-30, 1986.

OGSTON, A.S., STERNBERG, R.W. & NITTROUER, C.A. New advances in fine-sediment transport. Em BRINK, K.H. & ROBINSON, A.R. (Eds.). *The Sea*, Vol. 10, *The Global Coastal Ocean, multiscale Interdisciplinary Processes*, John Wiley & Sons, New York: Wiley, p. 101-128, 2005.

PEEL, M.C., FINLAYSON, B.L., & MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 11, n.5, p. 1633-1644, 2007.

PENTEADO, A. R. Belém do Pará: Estudo de Geografia Urbana. v. 1. **Coleção Amazônica**. Série José Veríssimo. Universidade Federal do Pará - UFPA, 1968

RACHWAL, M.F.G; CAMATI, A.R. **Diagnóstico expedido sobre ocupação e conservação dos ambientes ciliares do município de Pinhais**. Colombo: Embrapa Florestas. 2001. 43 p. (Documentos, 64).

ROSSETTI, D.F. Late Cenozoic sedimentary evolution in northeastern Pará, Brazil, within the

context of sea level changes. **Journal of South America Earth Sciences**, v. 14, p. 77-89, 2001.

SILVEIRA, F.L. de. Marés, fases principais da Lua e bebês. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 20, n. 1, p. 10-29, 2003.

SOUZA A.L., MELLO, C.F., CARDOSO, C.d.L., BARBAS, V.J.L.; SUZA, A.d.S. Uso Racional e Sustentável da Água na Aqüicultura. Em A questão da água na grande Belém. UFPA. Fundação Heinrich Böll. p 247, 2004.

THORNE, C.R.; TOVEY, N.K. Stability of composite river banks. **Earth Sur. Proc. Landforms**, v. 6, p. 469-484, 1981.

WALSH, J.P.; NITTROUER, C.A. Mangrove-bank sedimentation in a mesotidal environment with large sediment supply, Gulf of Papua. **Marine Geology**, v. 8, p. 225-248, 2004.

## 7 Agradecimentos

A Higor Santiago pelo auxílio na implantação do experimento e na coleta das informações. Ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelos dados climatológicos e de chuva usados neste trabalho. Ao Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) pelos dados de maré.