

## Coletores Para Quantificar a Entrada de Sedimentos em Florestas de Várzea Estuarina





**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Amapá  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
100**

**Coletores Para Quantificar a Entrada de  
Sedimentos em Florestas de Várzea Estuarina**

*Ana Cláudia Lira-Guedes  
Jailson Araujo Ferreira  
Nagib Jorge Melém Júnior  
Marcelino Carneiro Guedes*

**Embrapa Amapá  
Macapá, AP  
2018**

**Embrapa Amapá**  
Endereço: Rodovia Juscelino Kubitschek, nº 2.600,  
Km 05, CEP 68903-419  
Caixa Postal 10, CEP 68906-970, Macapá, AP  
Fone/Fax: (96) 3203-0201  
www.embrapa.br  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da  
Embrapa Amapá

Presidente  
*Ana Cláudia Lira-Guedes*

Secretária-Executiva  
*Valeria Saldanha Bezerra*

Membros  
*Adelina do Socorro Serrão Belém, Adilson  
Lopes Lima, Eliane Tie Oba Yoshioka,  
Elisabete da Silva Ramos, Leandro Fernandes  
Damasceno, Silas Mochiutti*

Supervisão editorial e Normalização  
bibliográfica  
*Adelina do Socorro Serrão Belém*

Revisão textual  
*Elisabete da Silva Ramos*

Editoração eletrônica  
*Fábio Sian Martins*

Foto da capa  
*Ana Cláudia Lira-Guedes*

Cadastro Geral de Publicações da Embrapa  
(CGPE)  
*Ricardo Santos Costa*

**1ª edição**  
Publicação digitalizada (2018)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Amapá

---

Coletores para quantificar a entrada de sedimentos em florestas de várzea estua-  
rina / Ana Cláudia Lira-Guedes...[et al.]- Macapá: Embrapa Amapá, 2018.

PDF (16 p.) : il. -- (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amapá;  
ISSN 1517- 4867, 100).

1. Solo florestal. 2. Solo hidromórfico. 3. Amostragem. 4. Sedimentação. 5.  
Geomorfologia. 6. Pluviometria. I. Lira-Guedes, Ana Cláudia. II. Título. III. Série.

---

CDD 631.450981

© Embrapa, 2018

## Sumário

---

Resumo .....	5
Abstract .....	7
Introdução .....	8
Material e Métodos .....	10
Resultados e Discussão .....	12
Conclusão.....	14
Agradecimentos.....	14
Referências .....	14



# Coletores Para Quantificar a Entrada de Sedimentos em Florestas de Várzea Estuarina

Ana Cláudia Lira-Guedes<sup>1</sup>

Jailson Araujo Ferreira<sup>2</sup>

Nagib Jorge Melém Júnior<sup>3</sup>

Marcelino Carneiro Guedes<sup>4</sup>

**Resumo** – O entendimento sobre o “sistema solo” em florestas de várzea ainda é muito incipiente, principalmente quando se trata de florestas do estuário amazônico. Nesses solos, parece que a fertilidade está muito associada ao aporte do sedimento depositado. O objetivo deste trabalho foi verificar um método de coleta mais adequado para quantificar o aporte de sedimento, que chega com a inundação pelas marés, ao interior de floresta de várzea estuarina. O estudo foi realizado durante o período de abril a agosto de 2012, em uma floresta de várzea estuarina, em Mazagão, AP. Foram abertos 3 transectos de 700 metros de comprimento, distantes entre si por 100 metros. Foram demarcados quatro pontos e em cada um foram alocados um conjunto de três coletores: 1) cone de trânsito invertido; 2) tubo de PVC; e 3) bandeja plástica. Cada um dos coletores foi enterrado e, periodicamente, todo o material armazenado era coletado. Esse material foi deixado em repouso, separando o sobrenadante do sedimento, que foi seco a 45 °C e determinada sua massa seca. A bandeja obteve maior massa de sedimento em suspensão, por ter maior volume, mas, foi também a que apresentou a maior variação. Ao comparar a quantidade de sedimentos, em função do volume dos coletores, o cone foi o que apresentou maior média, embora não tenha havido diferença estatística entre os três coletores. A média geral dessa entrada foi de 20 g por litro, ou seja, 2% da massa de água que adentrou na floresta ficou retida na área como sedimento. O método mais adequado para quantificar o aporte

---

<sup>1</sup> Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciências da Engenharia Ambiental, pesquisadora da Embrapa Amapá, Macapá, AP

<sup>2</sup> Engenheiro florestal, Macapá, AP

<sup>3</sup> Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ciências do Solo, pesquisador da Embrapa Amapá, Macapá, AP

<sup>4</sup> Engenheiro florestal, D.Sc. em Recursos Florestais, pesquisador da Embrapa Amapá, Macapá, AP

do que chega no interior de floresta de várzea estuarina é o cone de trânsito invertido.

**Termos para indexação:** transporte de sedimentos, solo hidromórfico, marés, Rio Amazonas.

## Collectors to Quantify the Sediment in Floodplain Forests

**Abstract** -The knowledge about the “soil system” in floodplain forests is still little, above all when it is forests of the Amazonian estuary. In these soils, fertility seems to be strongly associated with the deposited sediment. The objective of this work was to verify the most adequate collection method to quantify the sediment input, which arrives in the interior of the estuarine floodplain forest. The study was performed during the period of April to August of 2012, in a estuarine floodplain forest, in Mazagão, AP. Three transects of 700 meters of length were opened, distant from each other in 100 meters. Four points were located and at each point a set of three methods were used to quantify the sediment mass: 1) inverted traffic cone, 2) PVC pipe and; 3) tray. The collectors was buried and periodically all the stored material was collected. This material was allowed to stand, separating the supernatant from the sediment, which was dried at 45 °C and its dry mass determined. The tray was the type of collector that obtained the largest suspended sediment mass because it had a larger volume, but it was also the one that had the largest mass variation. When comparing the amount of sediment, in function of volume of the collectors, the cone presented highest average, although there was not statistical difference between the three collectors. The overall mean sediment input was 20 g/L, that is, 2% of the mass of water that entered the forest, was retained in the area as sediment. The most appropriate method to quantify the contribution of what arrives in the interior of the estuarine floodplain forest is the inverted traffic cone.

**Index terms:** transport of sediments, hidromorphic soil, tides, Amazon River.

## Introdução

---

Os solos das florestas de várzea apresentam, de um modo geral, textura Franco-siltosa (Guimarães et al., 2013; Pinto, 2014), caracterizados por se apresentarem frágeis e, de acordo com Pinto (2014) e Valente et al. (1998), férteis, com saturação por bases igual ou superior a 50%. A fitofisionomia dessas florestas é diferenciada (Carim et al., 2008) e parece depender da fertilidade de seu solo (Aparício, 2011). Todavia, o entendimento do “sistema solo” nessas florestas, principalmente em se tratando de florestas de várzea estuarina, influenciadas pelas marés oceânicas, ainda são incipientes, sobretudo, quando se trata do estuário do Rio Amazonas.

A taxa de deposição ou de retirada de sedimentos e nutrientes, que rege esse sistema, pode variar em função do relevo da área e da proporção de águas pluviais e oceânicas que chegam ao Rio Amazonas e seus afluentes. A sedimentação tem relação com a distância do oceano e do curso de água, com a época do ano que rege o regime pluviométrico e com as fases da lua, que regulam as marés. Meade et al. (1979) verificaram que a localidade mais a jusante da foz do Rio Amazonas, portanto mais distante do Oceano Pacífico, apresentou uma concentração de sedimento menor, quando comparada àquelas mais próximas desse oceano.

Nas florestas de várzeas estuarinas, o relevo não apresenta elevadas oscilações altimétricas, sendo relativamente plano (Rabelo, 2008), formando pequenas depressões, “bacias”, afastadas das margens do rio principal e dos canais que cortam a floresta. Quando há aumento das águas pluviais e/ou oceânicas, o rio principal e seus canais transbordam (maré alta), transportando para o interior da floresta um grande aporte sedimentar. Os pulsos de maré acontecem duas vezes ao dia nessas florestas. A costa de Mazagão, por exemplo, é classificada, de acordo com Nunes Filho (2016), como sendo do tipo mesomarés, com amplitude entre 2 m e 4 m.

Como se sabe, a biologia do solo apresenta grande influência na formação e fertilidade do solo. Entretanto, nos solos de várzea estuarina, de acordo com Rodrigues et al. (2010), a fertilidade parece estar mais

associada ao aporte de sedimento depositado, do que à biologia edáfica. Meade et al. (1979) publicaram estimativas da quantidade de sedimentos que o Rio Amazonas lança no mar. Esse montante variava entre 0,4 e  $1,0 \times 10^9$  t ano<sup>-1</sup>. No entanto, Laraque et al. (2005) mencionam que essas taxas podem oscilar de 10 a 560 t km<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup>, variando significativamente entre as águas claras, águas negras e as águas brancas ou barrentas. Sendo essas últimas, objeto deste trabalho, provenientes das zonas da Cordilheira dos Andes.

Pereira et al. (2006) salientam que na foz do Rio Amazonas as concentrações mais elevadas de material em suspensão (máxima em 2.300 mg L<sup>-1</sup>) encontram-se próximos à costa. Lima et al. (2001) verificaram que os rios da costa amapaense, decorrentes da forte influência das marés oceânicas, apresentam algumas peculiaridades: águas brancas, salobras e elevado teor de sedimentos. Nos meses de novembro e maio, o teor de sedimentos pode variar de 1,2% a 1,6%, respectivamente.

Como pode-se perceber, o ecossistema de floresta de várzea estuarina é extremamente dinâmico. O que rege essa dinâmica são as marés responsáveis pelo transporte de sedimentos para formação do solo sob a floresta inundada, fundamental para a sua fertilidade. No entanto, até o momento não há uma metodologia adequada para quantificar o aporte de sedimentos que compõem o solo sob essas florestas. Os trabalhos sobre essa temática, estão mais voltados para soluções de engenharia hidráulica e/ou com vistas a melhorar a gestão dos recursos hídricos. Para tanto, vários trabalhos podem ser mencionados (Scapin et al., 2007; Silva; Santos, 2008; Montanher, 2013; Loures 2014). Esses autores trabalharam com modelos matemáticos para estimar a descarga de sedimento e, em alguns casos, usando inclusive imagens de satélite.

Quando se trata de coleta de sedimento em campo, alguns equipamentos (dragas) podem ser encontrados, até mesmo para comercialização, via web. Contudo, esses equipamentos servem para coleta imediata e mais voltada para sedimento de fundo (Gomes; Filizola, 2006). Para os sedimentos em suspensão existem metodologias para coleta da água do corpo hídrico+sedimento (Silva, 2012). Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar um método de coleta mais adequado para quantificar o aporte de sedimento que chega com a inundação pelas marés, ao interior de floresta de várzea estuarina.

## Material e Métodos

O estudo foi realizado durante o ano de 2012, em uma área de 55,94 ha de floresta de várzea estuarina, situada nas coordenadas geográficas  $0^{\circ}6'43,96''S$  e  $51^{\circ}16'45,28''W$ , localizada no Campo Experimental de Mazagão, município de Mazagão, AP, pertencente à Embrapa Amapá.

Para quantificar o aporte de sedimentos pelas marés no interior de floresta de várzea estuarina foram testados três métodos de coleta: 1) cone de trânsito invertido, com capacidade para 7 L, que teve as aberturas da extremidade de menor diâmetro, isoladas com câmara de borracha de espessura de 2 mm e lacre metálico (braçadeira); 2) tubo de PVC de 200 mm de diâmetro (com capacidade para 7 L), que teve uma de suas extremidades isolada com um “cap” de mesmo diâmetro e cola adesiva de PVC; e 3) bandeja plástica (25 cm de comprimento x 25 cm de largura x 13 cm de profundidade) com capacidade para 17 litros.

Para a instalação da experimentação, inicialmente foram abertos três transectos de 700 metros de comprimento, distantes entre si por 100 metros, dispostos perpendicularmente ao leito do Rio Furo do Mazagão (Figura 1), no qual demarcou-se 12 pontos de coleta (quatro em cada transecto) para realização da amostragem. Com o intuito de realizar uma amostragem eficiente da área estudada, na extensão dos transectos foi realizado um cami-



Figura 1. Área de estudo, localizada no município de Mazagão, AP.

nhamento para a verificação e marcação de pontos em diferentes condições topográficas – correspondendo a áreas de microrrelevo alto e baixo, ou seja, de menor e maior influências dos ciclos de marés.

Em cada ponto foi alocado um conjunto de coletores de quantificação (um cone invertido, um tubo de PVC e uma bandeja plástica), onde foram enterados ao nível do solo e presos com ganchos, confeccionados com ferro de estribo (Figura 2).



**Figura 2.** Os três tipos de coletores usados para a coleta de sedimento que chega com a inundação pelas marés no interior de floresta de várzea estuarina. Cone de trânsito invertido (A). Bandeja plástica (B). Tubo de PVC (C).

A coleta do material de sedimento foi realizada no período de abril a agosto, totalizando oito coletas. A primeira coleta foi realizada dois dias após a instalação dos conjuntos de coletores, sendo as demais coletas sem um intervalo padrão. As datas de cada coleta estão indicadas na Tabela 1 e Figura 3. O sedimento presente em cada coletor foi armazenado em sacos plásticos de 30 kg, devidamente etiquetados, e transportados para a Embrapa Amapá.

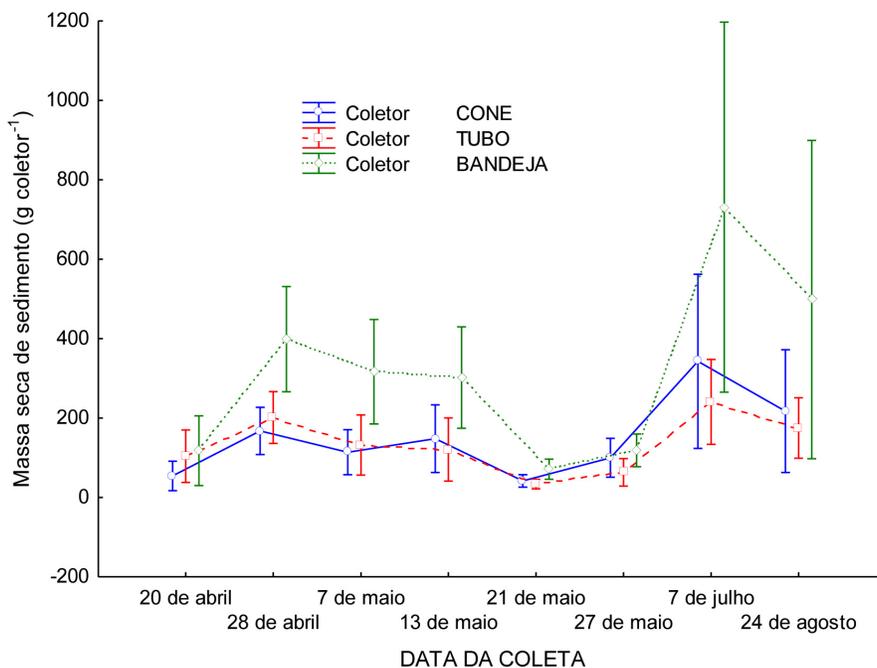
Na sede da Embrapa Amapá, todo o material coletado (sedimento +água+material vegetal) foi levado ao Galpão de Recepção de Amostras, onde foi depositado em baldes plástico de 10 L, após a lavagem do material vegetal (folhas, ramos, galhos, etc.) que estava nos coletores. Essa lavagem foi realizada com água destilada para a retirada do sedimento aderido, de maneira que o mesmo fosse também direcionado ao balde.

Após esse procedimento, o material foi deixado em repouso no balde plástico, para que houvesse a decantação, sendo possível separar o sedimento do sobrenadante. Depois da separação, o sedimento foi seco em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 45 °C, e pesado em balança semianalítica para determinação de massa seca.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey.

## Resultados e Discussão

A bandeja foi o tipo de coletor que obteve maior massa de sedimento, por ter um maior volume (equivalente a 17 litros). No entanto, foi também o que teve a maior variação em torno da média da massa de sedimento e maior intervalo de confiança (Figura 3), já que se trata de um recipiente bem aberto e com pouca profundidade. Assim, o sedimento transportado pela maré e alojado na bandeja, fica também propenso a ser levado pela maré. Por isso, fica evidente que esse tipo de coletor não seria o mais adequado para quantificação de sedimento, mesmo apresentando como vantagem a maior praticidade e melhor manuseio no campo, assim como o tubo de PVC.



**Figura 3.** Massa seca (g) de sedimento coletado para cada data de coleta e tipo de coletor (média em todos os pontos de coleta), em uma floresta de várzea estuarina no município do Mazagão, AP.

Ao comparar a quantidade de sedimentos retidos, em função do volume dos coletores (Tabela 1), observa-se que o cone apresentou maior média, embora não tenha havido diferença estatística entre eles ( $GL=22$ ,  $F=916$ ,  $p=0,42$ ). Quando o rio transborda e a água invade a floresta, durante a maré cheia, transporta e armazena o sedimento no interior dos coletores.

No caso do cone comparado ao tubo de PVC, há menor influência das marés na retirada do sedimento depositado, porém sem influência significativa. Mas o cone apresenta como vantagem, a maior altura e também uma geometria, que vai afunilando à medida que se aprofunda no solo, diminuindo a propensão da saída do sedimento previamente depositado.

**Tabela 1.** Valores médios de massa seca ( $g L^{-1}$ ) de sedimento coletado em três tipos de coletores no interior de uma floresta de várzea estuarina, localizada no município de Mazagão, estado do Amapá, em 2012.

Data	Média do cone	Média do tubo	Média da bandeja
20/abr.	7,75	14,86	6,93
28/abr.	23,95	28,75	23,46
07/maio	16,27	18,87	18,62
13/maio	21,15	17,24	18,88
21/maio	5,96	4,83	4,18
27/maio	14,26	9,05	6,97
07/jul.	48,99	34,39	46,60
24/ago.	31,05	25,00	29,33
Média	21,17	19,12	19,37

Os dados aqui apresentados não são corroborados por outras pesquisas, visto que nenhum estudo, até então, foi realizado com esse propósito. E embora ainda haja carência de esforços para elucidar lacunas do conhecimento referentes a essa temática, pode-se dizer que, com base neste estudo, o uso do cone de trânsito invertido é o método mais adequado para quantificar o aporte de sedimento que chega no interior da floresta de várzea estuarina. O cone apresenta menor variação entre as repetições e ao longo do tempo, e, por meio da coleta com o cone, é possível estimar com confiança, sem diferença significativa em relação aos outros coletores, a entrada de sedimento em uma mesma quantidade de água que adentra na floresta.

A média geral dessa entrada foi de 20 g por litro, ou seja, 2% da massa de água barrenta do Rio Furo do Mazagão que adentrou na floresta, ficou retida na área como sedimento. Com isso, sabendo a altura da maré e a área inundada, é possível estimar a sedimentação que está colaborando para a formação do solo da várzea. No entanto, deve-se evitar generalizações para grandes áreas e para o ano todo, devido ao período amostral e às variações observadas na sedimentação em função do microrrelevo da planície de várzea.

O cone não apresentou quantidade suficiente de massa seca para a realização das análises laboratoriais (fertilidade e física do solo). Sendo assim, recomenda-se o uso de cones de maiores capacidades volumétricas (acima de 15 L), para que se possa realizar também as análises de fertilidade e física de sedimento e obter melhor entendimento da dinâmica desse ecossistema na entrada de nutrientes por meio do sedimento, que é responsável, em grande parte, pela fertilidade de solo do ambiente de várzea.

## Conclusão

---

O método mais adequado para a coleta de sedimentos em suspensão para quantificar o aporte do que chega no interior da floresta de várzea estuarina é o cone de trânsito invertido.

## Agradecimentos

---

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pelo apoio estrutural e suporte financeiro do Projeto Florestam (SEG 02.09.01.012.00).

Aos empregados do Campo Experimental de Mazagão, da Embrapa Amapá, Adinomar Rodrigues Nunes, Adjalma dos Santos Souza, Adjard Loureiro Dias, Carlos Alberto Belo Barreto, Enoque da Silva Lima, José Barbosa da Costa e Manoel Jonas de Jesus Viana, pelo apoio na coleta e transporte de sedimento no interior da floresta.

## Referências

---

APARÍCIO, W. C. da S. **Estrutura da vegetação em diferentes ambientes na Resex do Rio Cajari**: interações solo-floresta e relações com a produção de castanha. 2011. 150 f. Tese (Doutorado em Silvicultura) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CARIM, M. de J. V.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S. Composição florística e estrutura de floresta de várzea no Município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 79, p. 191-201, set. 2008.

GOMES, M. A. F.; FILIZOLA, H. F. Amostragem de sedimentos para análise de metais pesados. In: FILIZOLA, H. F.; GOMES, M. A. F.; SOUZA, M. D. de. **Manual de procedimentos de coleta de amostras em áreas agrícolas para análise da qualidade ambiental: solo, água e sedimentos**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2006. cap. 10, p. 119-125.

GOOGLE EARTH. **Município de Mazagão, AP**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 23 out. 2017.

GUIMARÃES, S. T.; LIMA, H. N.; TEIXEIRA, W. G.; NEVES JÚNIOR, A. F.; SILVA, F. W. R.; MACEDO, R. S.; SOUZA, K. W. Caracterização e classificação de gleissolos da várzea do rio Solimões (Manacapuru e Iranduba), Amazonas, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 2, p. 317-326, 2013.

LARAQUE, A.; FILIZOLA, N.; GUYOT, J. Variations spatio-temporelles des bilans sédimentaires dans le bassin amazonien brésilien, à partir d'un échantillonnage décadaire. In: IAHS SCIENTIFIC ASSEMBLY, 7th., 2005, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Foz do Iguaçu: IAHS, 2005. CD-ROM.

LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C. da. **Várzeas flúvio-marinhas da Amazônia Brasileira: características e possibilidades agropecuárias**. Belém, PA: FCAP. Serviço de Documentação e Informação, 2001. 342 p.

LOURES, R. S. **Cálculo analítico do diâmetro representativo da partícula do leito para emprego nas equações de cálculo do transporte de sedimentos em escoamento com superfície livre: o rio Paraibuna como estudo de caso**. 2014. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais.

MEADE, R. H.; NORDIN JÚNIOR, C. F.; CURTIS, W. F.; RODRIGUES, F. M. C.; VALE, C. M. do; EDMOND, J. M. Transporte de sedimento no rio Amazonas. **Acta Amazônica**, v. 9, n. 3, p. 543-547, set. 1979.

MONTANHER, O. C. **Modelos empíricos para estimativa da concentração de sedimentos em suspensão em rios amazônicos de águas brancas a partir de imagens Landsat 5**. 2013. 145 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

NUNES FILHO, J. R. **Modelagem da inundação de florestas de várzea do estuário amazônico**. 2016. 132 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá, Macapá.

PEREIRA, S. B.; LIMA, W. N.; EL-ROBRINI, M. Caracterização química e aspectos geoquímicos relevantes da matéria orgânica de sedimentos em suspensão na foz do rio Amazonas. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi: Ciências Naturais**, v. 1, n. 1, p. 167-179, jan./abr. 2006.

PINTO, E. R. **Associação da macrofauna edáfica com atributos físico-químicos do solo e com a produção de andiroba em florestas de terra firme e várzea do estuário amazônico**. 2011. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado do Amapá, Macapá.

RABELO, B. V. (Coord). **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE**. 3. ed. rev. ampl. Macapá: IEPA, 2008. 140 p.

RODRIGUES, F. L. M.; PINTO, E. R.; LIRA, A. C. S. de; MELEM JUNIOR, N. J.; GUEDES, M. C. Associação dos atributos da fertilidade, granulometria e biologia do solo com a produção de sementes de andiroba e distância do Rio Amazonas, Macapá - AP. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 29.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 13.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 11.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 8., 2010, Guarapari. **Fontes de nutrientes e produção agrícola: modelando o futuro: anais**. Viçosa, MG: SBCS, 2010.

SCAPIN, J.; PAIVA, J. B. D.; BELING, F. A. Avaliação de métodos de cálculo do transporte de sedimentos em um pequeno rio urbano. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 12, n. 4, p. 5-21, 2007.

SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. Estimativa da produção de sedimentos mediante uso de um modelo hidrossedimentológico acoplado a um SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n. 5, p. 520–526, 2008.

SILVA, S. B. e. **Interações geoquímicas na superfície de gleissolos no Estuário Amazônico**. 2012. 100 f. Tese (Doutorado em Geoquímica e Petrologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

VALENTE, M. A.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; RODRIGUES, T. E.; SANTOS, P. L. dos; SILVA, J. M. L. da; CARDOSO JUNIOR, E. Q. **Solos da ilha de Santana, município de Santana, Estado do Amapá**. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1998. 33 p. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 138).



**Embrapa**

---

**Amapá**

MINISTÉRIO DA  
**AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO**



CGPE 14289