

Quantificação da biomassa e do Carbono em Rhizophora mangle, Avicennia shaueriana e Laguncularia racemosa no manguezal da laguna de Itaipu, Niterói – RJ¹.

Luciana Cogliatti - Carvalho

Pesquisadora e doutora em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

lucogliatti@yahoo.com.br

Sérgio de Mattos Fonseca

Pesquisador da APREC Ecossistemas Costeiros (www.aprec.org.br) e doutorando do Programa de Pós – Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Viçosa

sergio@aprec.org.br

RESUMO

Ecossistema em geral associado à Mata Atlântica ou a Floresta Tropical úmida, os manguezais não tem sido lembrados em estudos sobre o seqüestro de carbono pela comunidade científica. A eficiência para este fim das espécies de sua flora pode ser comparada com aquela das espécies de outros biomas, assim como a valoração econômica – ecológica desses esforços. O presente trabalho atendeu a um estudo de viabilidade para seqüestro de carbono em projetos de reflorestamento de manguezais, com apoio do Fundo Nacional do Meio Ambiente – FNMA – e da Embaixada dos Países Baixos.

A quantidade de carbono encontrado armazenado no manguezal da laguna de Itaipú, Niterói, RJ, (76,09 ton/ha) é, como esperado, menor do que a encontrada por Rezende *et al.* (2001) para áreas de floresta de terra firme (111,65 ton/ha) e de floresta alagável (98,58), embora nestes dois últimos valores estejam incluídos também o carbono estocado nas raízes. Entretanto, o estoque de carbono no mangue de Itaipú é maior do que o encontrado por aqueles mesmos autores para o cerrado (31,46 ton/ha) e para campos de várzea (6,84). Estes resultados são esperados visto que a biomassa em áreas de florestas é maior do que em áreas de manguezal, sendo a estrutura, o porte e a riqueza de espécies vegetais maiores em áreas de floresta. Os manguezais são caracterizados por possuírem poucas espécies e de pequeno a médio porte.

São diversos e muitas vezes contrários os resultados dos estudos sobre a quantificação exata do fluxo de carbono entre a biosfera e a atmosfera. Alguns autores assumem um balanço negativo e outros positivo, atribuindo a diferentes fatores a capacidade de fixar e emitir C para a atmosfera. Como sumidouros de C, estariam as florestas em expansão e o acúmulo de matéria orgânica no solo (Houghton *et al.* 1983). Daí deduz-se que os manguezais podem funcionar como importantes sumidouros de C, principalmente nas áreas reflorestadas.

1.0 - Manguezais e o seqüestro do carbono atmosférico

Atualmente a farta bibliografia discorre sobre as diversas experiências e comprovações da eficiência de projetos de reflorestamento em ecossistemas, da floresta tropical ao cerrado. A relação crescimento e biomassa de espécies como *Tabebuia vellosi* e outras da floresta atlântica, comumente usadas em projetos

¹ VI Simpósio de Ecossistemas Brasileiros – Programa e Resumos, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, INPA, São José dos Campos, 2004.

de reflorestamento, é conhecida e associada à eficiência de seqüestro de carbono em comparação a espécies exóticas, como por exemplo o eucalipto. Os manguezais, ecossistema geralmente associado à Mata Atlântica ou a Floresta Tropical úmida, e não menos importante, não tem sido lembrados nesses estudos pela comunidade científica (Fonseca, 2003). A eficiência para o sequestro do carbono atmosférico das espécies de sua flora pode ser comparada com aquela das espécies da Mata Atlântica ou de outros biomas, assim como a valoração econômica – ecológica desses esforços. Fonseca (1998) vem desenvolvendo plantio de *Laguncularia racemosa* e outras nativas em Itaipu, RJ, Field (1997) organizou coletânea que descreve as principais experiências de restauração de ecossistemas manguezais entre os trópicos, ambos disponibilizando dados que aguardam sistematização para correlação da biometria com o sequestro do carbono atmosférico. Não se trata de uma tarefa simples, porém factível, como ressalta Carson *apud* Fonseca (1998; 2001):

“ This is not to say that contingent valuation could not be used to value a program to prevent global warming, but rather that valuing a program to prevent global warming is likely to be more difficult than valuing a set of tropical rainforests.”

2.0 - O ecossistema de manguezal numa visão ecológica

O termo manguezal é utilizado para descrever os ecossistemas costeiros que ocorrem em regiões tropicais e sub-tropicais do mundo, em locais de transição entre ambientes terrestres e marinhos. No Brasil, ocupam de 10.000 a 25.000 km² (6 a 15 % das áreas de manguezal no planeta). Este ecossistema é caracterizado por uma variedade de espécies vegetais arbóreas e arbustivas, além de micro e macroalgas, adaptadas às condições limitantes de salinidade e de substrato inconsolidado e pouco oxigenado, freqüentemente submerso pelas marés. A fauna característica é composta por espécies também adaptadas a estas condições ambientais (Schaeffer-Novelli, 1995; Soares, 1997). Já o termo “mangue” origina-se do vocábulo Malaio, “manggimanggi” e do inglês mangrove, servindo para descrever as espécies vegetais que vivem no manguezal (Soares, 1997).

Dos 7408 km de extensão da costa brasileira, 6786 km é formado por manguezais, que cobrem cerca de 25.000 km, com exceção apenas do Estado do Rio Grande do Sul. Ao longo do Amapá, os manguezais são dominados por *Avicennia*, formando extensos “siriubais”, sendo o mangue vermelho (*Rhizophora*) menos comum nesta área (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2002).

3.0 - O estudo da biomassa vegetal em manguezais

Principalmente a partir do final dos anos 80, o estudo da biomassa em áreas de manguezal tem sido cada vez mais abordado, com objetivos diversos: quantificação da produção primária do ecossistema (e.g. Christensen, 1978; Lee, 1989); ênfase da ação de herbívoros sobre a vegetação (e.g. Wolcott & O`Connor, 1992); avaliação das condições (grau de maturidade, desenvolvimento estrutural e níveis de estresse) em que se encontra o ecossistema (e.g. Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1985); determinação do grau de recomposição de áreas degradadas (e.g. Citron-Molero & Schaeffer-Novelli, 1992); exploração madeireira e silvicultura (e.g. Sukardjo & Yamada, 1992); e auxílio na elaboração de um plano de manejo em manguezais (Ong *et al.*, 1984; Armitage, 2002). Neste penúltimo trabalho, foi demonstrado que, numa área de manguezal na Malásia, a produção de pescado associada ao manguezal era duas vezes maior que a produção advinda da extração de madeira. O último trabalho foi um estudo realizado em área de manguezal na

Indonésia, cujo plano de manejo objetiva a conservação dos manguezais e a mitigação dos impactos socioeconômicos causados pelo desenvolvimento da aquicultura.

O manejo adequado de um ecossistema objetiva atingir o maior aproveitamento possível com a menor intervenção e o menor custo (Cintron, 1987). Sob o aspecto ecológico, tais custos seriam a perda de função e/ou estrutura do ecossistema, que poderia ser acessado através do estudo das alterações na biomassa, determinando as alterações estruturais e funcionais do ecossistema e a valoração econômica do sistema natural (Soares, 1997).

A biomassa vegetal acumulada nos manguezais é determinada pelas taxas de fotossíntese, respiração e acúmulo de C incorporado nos compartimentos lenhosos em relação aos compartimentos menos duráveis, como folhas e frutos (Soares, 1997 *apud* Clough & Attiwill, 1982). Em termos estruturais, a biomassa depende da composição de espécies, da estrutura da comunidade, da forma de crescimento e da idade da comunidade, refletindo-se essas características basicamente na altura e na densidade das árvores. A quantidade de carbono nas plantas é, por sua vez, aproximadamente 50% da sua biomassa (peso seco).

4.0 - Os manguezais como sumidouros de carbono atmosférico

As florestas tropicais úmidas são caracterizadas por uma alta taxa de produtividade primária, retendo um considerável estoque de carbono, principalmente na sua fase de crescimento, quando as árvores removem grandes quantidades de carbono da atmosfera. Estudos recentes demonstram estimativas de sequestro de carbono em árvores de diversos ecossistemas (ex.: áreas de floresta de terra firme - 82,66 ton/ha - e cerrado - 12,10 ton/ha) (Rezende *et al.*, 2001). O ecossistema de manguezal é praticamente ignorado nas estimativas do carbono existentes (muitas vezes englobado como floresta tropical de uma forma geral), apesar de ocuparem grande parte da linha de costa mundial, com 16 milhões de hectares (aenger *et al.*, 1983), e possuírem alta produtividade.

Entretanto, as queimadas, os desmatamentos e o uso indevido da floresta contribuem para o desequilíbrio da concentração de carbono na atmosfera, despertando um alarmante sentimento de preocupação com relação às consequências ocasionadas pelos efeitos deste desequilíbrio, que contribui para o efeito estufa, gerando mudanças significativas no planeta. Neste último século, estimativas do Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (IPCC) apresentaram um aumento de 0,3°C a 0,6°C na temperatura global. A duplicação da quantidade de CO₂ na atmosfera acarretará em um aquecimento entre 1,5°C e 5,5°C (Loehle & LeBlanc, 1996).

De fato, existe uma falta de consenso sobre diversos aspectos referentes às mudanças globais e ao balanço global do C, principalmente no que diz respeito aos fluxos de C entre os diversos compartimentos envolvidos e a questão do equilíbrio do balanço global do C. As emissões de CO₂ pela queima de combustíveis fósseis e pela destruição e alteração da cobertura vegetal (principalmente florestas) é contrabalanceada pela absorção nos oceanos e na biosfera terrestre (áreas remanescentes e em regeneração). Como produtores e armazenadores de matéria orgânica, os manguezais tem importante papel no ciclo global do carbono e no processo de aquecimento global do planeta (Soares, 1997).

O mangue se constitui num dos mais produtivos ecossistemas do planeta. Sua importância não se encerra no fato de ser provedor e mantenedor da biodiversidade, de colaborar na manutenção das bacias flúvio - marinhas e de estar diretamente relacionado com a sustentação de inúmeras e importantes atividades econômicas humanas. Sugerimos que este ecossistema também possa funcionar como um grande depósito

para o seqüestro de carbono da atmosfera, contribuindo para mitigar o efeito estufa no planeta. As espécies de manguezal maximizam o potencial para aquisição de C nas folhas e galhos, crescendo em altura e minimizando o desenvolvimento das raízes, quando a disponibilidade de luz e nutrientes em seu habitat é abundante.

5.0 - Objetivos gerais do estudo

Desenvolver metodologia para obtenção da biomassa vegetal a ser aplicada em projetos em áreas de manguezal, sendo este potencial sumidouro de C atmosférico.

5.1 - Objetivos específicos

- i) levantar e relatar referências bibliográficas sobre os manguezais brasileiros e estrangeiros;
- ii) levantar e relatar metodologia para avaliar a composição quali-quantitativa (biomassa e densidade populacional) de espécies da flora (*Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* e *Avicennia shaueriana*) dos manguezais, sendo estas espécies potenciais sumidouros de C atmosférico;
- iii) estimar as áreas potenciais de reflorestamento de manguezal no entorno da Lagoa Itaipu e Piratininga.

6.0 - Localização das atividades do Projeto

A área de estudo compreende o manguezal presente na região leste da Lagoa de Itaipu, localizada nas coordenadas 43°02' a 43°03' W e 22°57' a 22°58' S, no bairro de Itaipu, município de Niterói, Estado do Rio de Janeiro. A região apresenta um gradiente de salinidade entre 21% e 31%, devido à circulação da água e ação dos ventos. Em toda parte da Lagoa e junto à desembocadura do Rio João Mendes encontra-se *Avicennia shaueriana* (Tavares & Albuquerque, 1989), além das espécies *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*.

7.0 - Metodologia

Estimativa da Biomassa (peso seco)

Para se quantificar a biomassa das espécies vegetais, utiliza-se, basicamente, dois métodos: o destrutivo e o não-destrutivo. O método destrutivo tem sido bastante utilizado e consiste no corte e pesagem das partes das árvores em parcelas selecionadas. Entretanto, consideramos este método não aplicável a áreas de manguezal, que estão seriamente ameaçadas e já extintas em algumas regiões. O mangue de Itaipú, em particular, encontra-se sob sério risco de desaparecer, principalmente pelo soterramento e pela especulação imobiliária. Por isso, optamos por utilizar o outro método, baseado em amostragem não destrutiva da vegetação, utilizando dados dendrométricos (ex.: diâmetro do tronco a altura do peito e altura da copa) que são aplicados em equações para estimativa da biomassa (peso seco) já desenvolvidas para estas mesmas espécies (Soares, 1997). Apenas para a espécie *A. shaueriana* não foi desenvolvida uma equação para determinar sua biomassa. Por isso, optamos por aplicar para esta espécie a equação da espécie (*R. mangle* ou *L. racemosa*) que obtiver os valores de DAP e altura mais similares a ela. Para testar qual espécie não difere estatisticamente em relação ao DAP e altura de *A. Shaueriana*, utilizamos análise de variância (ANOVA) seguida do Teste de Tukey (Zar, 1999).

Para a coleta dos dados dendrométricos, foram distribuídas 7 parcelas de 100 m² (10 x 10 m) no entorno da lagoa, amostrando aleatoriamente 700 m² do mosaico vegetacional do manguezal e as diferentes estações, as quais representam toda a heterogeneidade da área. O número de parcelas foi proporcional ao tamanho total da área, de forma que áreas muito grandes não fossem subamostradas, ou áreas muito pequenas não fossem superamostradas. As parcelas foram delimitadas por um cordel de 20 metros, de forma que pudesse delimitar dois lados da parcela. Dentro de cada parcela, utilizando um protocolo de campo, registramos:

Espécie;

Altura da árvore (em m) – utilizamos um clinômetro e um bastão de 2 m com precisão de 5 cm;

DAP (diâmetro do tronco à altura do peito – registrado à 1 m do solo – em cm) – utilizamos um paquímetro com precisão de 0,05 mm. Foi utilizada a média dos DAPs quando a árvore possuía bifurcações no tronco.

A estimativa da biomassa leva em conta os ramos, galhos principais, tronco e partes lenhosas. Em cada uma das espécies, a biomassa (peso seco) foi estimada através da equação: $\ln(\text{biomassa}) = a + b \ln(\text{DAP}^2 \times \text{altura})$

Laguncularia racemosa: $a = 4,32920$; $b = 0,90825$

Rhizophora mangle: $a = 4,60574$; $b = 0,93137$

Avicennia shaueriana: $a = 4,60574$; $b = 0,93137$ (Tukey; $P = 0,994$).

A biomassa total de cada espécie é o somatório do peso seco calculado para cada indivíduo da espécie encontrado em todas as parcelas. Este valor foi extrapolado para um hectare.

Estimativa do carbono

A quantidade de carbono nestas plantas é 50% do seu peso seco, o qual é determinado pelas equações.

Estimativa da Densidade (Magurran, 1988)

A densidade, que é o número de indivíduos por medida de área (hectare ou metro) foi calculada:

Por espécie: Número de indivíduos de cada espécie / área total amostrada

Total: Número total de indivíduos / área total amostrada

Preparação de excicatas

As folhas, flores e frutos de cada uma das espécies vegetais estudadas foram coletados em campo e ensacadas em sacos plásticos separados e etiquetados, contendo as informações de local, data e nome do coletor. As partes coletadas da planta foram secas em estufa ou ao sol (processo mais lento) e colocadas em prensas (pranchas de madeira trançada) com papelão e papel toalha ou jornal para auxiliar a secagem total do material. As excicatas foram conservadas em sacos plásticos com naftalina e depositadas num herbário.

Estimativas de áreas potenciais de manguezal em Piratininga

Utilizando fotografias aéreas (1:6000) da Lagoa de Piratininga, estimamos as áreas reais e potenciais de manguezal no seu entorno. Após copiarmos as delimitações das áreas de vegetação da fotografia para um papel vegetal milimetrado, recortamos a área real ou potencialmente ocupada por manguezal e a pesamos

numa balança eletrônica de precisão. Sendo o peso de um quadrado 1 x 1 cm do papel vegetal milimetrado conhecido, foi possível determinar a área total de interesse.

8.0 - Resultados e Discussão

A área total do entorno da Lagoa de Piratininga real ou potencialmente ocupável por vegetação de manguezal é de 95.580 m². Já em Itaipu, essa mesma área é de 191.160 m².

Foi estimado um total de 152,19 ton/ha de biomassa (peso seco), armazenando 76,09 ton/ha de carbono (tabela 1). Os valores de densidade, biomassa e carbono armazenado nas três espécies estudadas estão na tabela 1.

Tabela 1 – Valores de densidade, biomassa e carbono armazenado em *Avicennia shaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* no manguezal de Itaipú, Niterói, RJ.

Espécie	Densidade (ind/ha)	Biomassa (ton/ha) (peso seco)	Carbono (ton/ha)
<i>Avicennia shaueriana</i>	2971	119,58	59,79
<i>Laguncularia racemosa</i>	3271	31,43	15,72
<i>Rhizophora mangle</i>	57	1,18	0,59
TOTAL	-	152,19	76,09

A equação empregada para a estimativa da biomassa a partir de dados dendrométricos das espécies foi desenvolvida por uma regressão comum para duas áreas de manguezal (Bertioga e Guaratiba). Embora seja de áreas diferentes, a equação utilizada foi elaborada para as mesmas espécies deste trabalho.

A metodologia empregada (método não destrutivo) é preferencialmente utilizada pois trata-se de uma área de manguezal bastante ameaçada. Rezende *et al.* (2001) sugerem que a amostragem destrutiva nesta metodologia é necessária apenas na primeira amostragem, para se obter os dados a serem aplicados na equação. Uma vez estabelecido o modelo matemático, este pode ser aplicável para a estimativa da biomassa em todas as comunidades que se desenvolvem em condições ambientais similares, ou seja, no mesmo ecossistema. Por isto, os modelos desenvolvidos por Soares (1997) são aplicáveis no presente estudo por terem sido desenvolvidos para as mesmas espécies (com exceção de *A. Shaueriana*) e características do mesmo ecossistema (manguezal).

A quantidade de carbono armazenado no manguezal de Itaipú (76,09 ton/ha) é, como esperado, menor do que a encontrada por Rezende *et al.* (2001) para áreas de floresta de terra firme (111,65 ton/ha) e de floresta alagável (98,58), embora nestes dois últimos valores estejam incluídos também o carbono estocado nas raízes. Entretanto, o estoque de carbono no mangue de Itaipú é maior do que o encontrado por aqueles mesmos autores para o cerrado (31,46 ton/ha) e para campos de várzea (6,84). Estes resultados são esperados visto que a biomassa em áreas de florestas é maior do que em áreas de manguezal, sendo a

estrutura, o porte e a riqueza de espécies vegetais maiores em áreas de floresta. Os manguezais são caracterizados por possuírem poucas espécies e de pequeno a médio porte.

São diversos e muitas vezes contrários os resultados dos estudos sobre a quantificação exata do fluxo de carbono entre a biosfera e a atmosfera. Alguns autores assumem um balanço negativo e outros positivo, atribuindo a diferentes fatores a capacidade de fixar e emitir C para a atmosfera. Como sumidouros de C, estariam as florestas em expansão e o acúmulo de matéria orgânica no solo (Houghton *et al.* 1983).

Além de funcionarem como importantes sumidouros de C, as áreas de manguezal que forem reflorestadas podem funcionar como importantes filtradoras de metais, contribuindo para a implantação de um sistema eficiente de tratamento de efluentes em águas costeiras. Trabalhos realizados pela Universidade Federal Fluminense (UFF) demonstram que, embora os manguezais estejam acumulando elevadas concentrações de metais, as plantas que os compõem apresentam baixíssimas concentrações dos mesmos metais.

Apesar de sua clara ligação com os diversos dispositivos legais que lhe conferem a proteção integral, o mangue destaca-se como um dos ecossistemas costeiros mais ameaçados. Concluímos ressaltando a importância do ecossistema de manguezal:

- como provedor e mantenedor da biodiversidade
- como mantenedor das bacias flúvio-marinhas
- como sustentador de inúmeras e importantes atividades econômicas humanas.
- como sumidouro de carbono da atmosfera, contribuindo para amenizar o efeito estufa no planeta, contribuindo para o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

9.0 - Referências Bibliográficas

ARMITAGE, D. 2002. Socio-institutional dynamics and the political ecology of mangrove forest conservation in Central Sulawesi, Indonésia. *Global Environmental Change* 12: 203-217.

CARSON, Richard T.: Valuation of tropical rainforests: philosophical and practical issues in the use of contingent valuation, in *Ecological Economics*, n. 24/1, Elsevier Science, Ireland, 1998.

CINTRON, G. 1987. Caracterización y manejo de Areas de Manglar. // *Anais do I Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese dos conhecimentos*. Vol. 3. Academia de Ciências do Estado de São Paulo. Cananéia, São Paulo. Pp. 77-97.

CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1985. Características y desarrollo structural de los manglares de norte y sur America. *Ciencia Interamericana* 25(1-4): 4-15.

CINTRÓN-MORELLO, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1992. Ecology and management of New World mangroves. *In Coastal Plant communities of Latin America*. Ed. U. Seeliger. Academic Press, California. Pp. 233-258.

CHRISTENSEN, B. 1978. Biomass and primary production of *Rhizophora apiculata* Bl. in a mangrove in Southern Thailand. *Aquatic Botany* 4: 43-52.

FIELD, Colin (org), *La Restauración de Ecosistemas de Manglar*, ISME - Sociedad Internacional para Ecosistemas de Manglar, Editora de Arte, Managua, 1997.

FONSECA, Sérgio Mattos: *Relatórios de Campo do Projeto Manguezais de Itaipu*, Niterói, RJ, Brasil, mimeo, 1998.

- FONSECA, Sérgio Mattos, O Valor de Existência de um Ecossistema Costeiro Tropical, Através da Disposição ao Trabalho Voluntário, Programa de Pós – Graduação em Ciência Ambiental da Universidade Federal Fluminense, dissertação de mestrado, Niterói, 2001.
- FONSECA, Sérgio Mattos, Avaliação de Projetos para Recuperação de Ecossistemas Manguezais, como Contribuição ao Seqüestro do Carbono Atmosférico e a Mitigação do Efeito Estufa Antrópico, Programa de Pós – Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo, projeto de tese de doutorado, São Paulo, 2003.
- HOUGHTON, R.A., HOBBIE, J.E., MELILLO, J.M., MOORE, B., PETERSON, B.J., SHAVER, G.R., WOODWELL, G.M., Changes in the carbon content of terrestrial biota and soils between 1860 and 1980: a net release of CO₂ to the atmosphere, *Ecological Monographs*, 53, p. 235-262, 1983.
- JACKSON, M. L. 1962. Organic matter determinations for soils. *In*: Soil Chemical Analysis. Prantice-Hall Inc., Englewood Clifts, NJ. p.215-219.
- LEE, S.Y. 1989. Litter production and turnover of the mangrove *Kandelia candel* (L.) Druce in a Hong Kong tidal shrimp pond. *Estuarine, Coastal and shelf Science* 29: 75-87.
- LOEHLE, C. & LEBLANC, D. 1996. Model-based assessments of climate change effects on forests: a critical review. *Ecological Modelling* 90: 1-31.
- MAGURRAN, A. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Croom Helm Limited, London, 179 p.
- REZENDE, D., MERLIN, S. & SANTOS, M. 2001. Sequestro de carbono, uma experiência concreta. Palmas: Instituto Ecológica.
- SAENGER, P., HEAGERL, E.J. & DAVIE, J.D.S. 1983. Global status of mangrove ecosystems. *Environmentalist* 3(Supl. 3): 1-88.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (ed.) 1995. Manguezal: ecossistema entre a terra e o mar. Caribbean Ecological Research. São Paulo. 64 pp.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y, CINTRON-MOLERO, G., SOARES, M.L.G. & DE-ROSA, T. 2002. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 3: 561-570.
- SOARES, M.L.G. 1997. Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brazil – análise de modelos. Vol. 1. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo.
- SUKARDJO, S. & YAMADA, I. 1992. Biomass and productivity of a *Rhizophora mucronata* Lamarck plantation in Tritith, Central Java, Indonesia. *Forest Ecology and Management* 49(3-4): 195-209.
- TAVARES, M.S. & ALBUQUERQUE, E.F. 1989. Levantamento taxonômico preliminar dos Brachyura (Crustacea: Decapoda) da Lagoa de Itaipú, Rio de Janeiro, Brasil. *Atlântica* 11(1): 101-108.
- WOLCOTT, D.L. & O`CONNOR, N.J. 1992. Herbivory in crabs: adaptations and ecological considerations. *American Zoologist* 32: 370-381.
- ZAR, J.H. 1999. Biostatistical analysis. Prentice Hall, New Jersey.