



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ – UESC**  
Departamento de Ciências Biológicas  
Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais  
Área de concentração: Ecologia

**DECOMPOSIÇÃO DAS FOLHAS DE *Rhizophora mangle* E  
*Laguncularia racemosa* EM UM MANGUEZAL DE ILHÉUS,  
BAHIA**

**MACROFAUNA BENTÔNICA ASSOCIADA À  
DECOMPOSIÇÃO FOLIAR DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS  
EM UM MANGUEZAL EM ILHÉUS, BAHIA**

**ALEXANDRA BOMFIM DE OLIVEIRA**

**ILHÉUS – BAHIA  
JANEIRO - 2010**

**ALEXANDRA BOMFIM DE OLIVEIRA**

**DECOMPOSIÇÃO DAS FOLHAS DE *Rhizophora mangle* E  
*Laguncularia racemosa* EM UM MANGUEZAL DE ILHÉUS,  
BAHIA**

**MACROFAUNA BENTÔNICA ASSOCIADA À  
DECOMPOSIÇÃO FOLIAR DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS  
EM UM MANGUEZAL EM ILHÉUS, BAHIA**

Dissertação apresentada, para obtenção do título de  
Mestre em Sistemas Aquáticos Tropicais, à  
Universidade Estadual de Santa Cruz.

Área de Concentração: Ecologia e Meio Ambiente

Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Alexandra Elaine Rizzo

Co-Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Erminda da Conceição  
Guerreiro Couto

**ILHÉUS – BAHIA  
JANEIRO - 2010**

O48

Oliveira, Alexandra Bomfim de.

Decomposição das folhas de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* em um manguezal de Ilhéus, Bahia. Macrofauna bentônica associada à decomposição foliar de duas espécies arbóreas em um manguezal em Ilhéus, Bahia/ Alexandra Bomfim de Oliveira. – Ilhéus, BA: UESC, 2009.

52f. : il. ; anexos

Orientadora: Alexandra Elaine Rizzo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais.

Inclui bibliografia.

1. Ecologia dos manguezais – Ilhéus(BA). 2. Biodegradação. I. Título.

CDD 577.698098142

Alexandra Bomfim de Oliveira

**Decomposição das folhas de *Rhizophora Mangle* e *Laguncularia Racemosa* em um manguezal de Ilhéus, Bahia.**

**Macrofauna bentônica associada à decomposição foliar de duas espécies arbóreas em um manguezal em Ilhéus, Bahia.**

Comissão examinadora

---

Dr<sup>a</sup>. Alexandra Elaine Rizzo  
UERJ/ Departamento de Zoologia  
(orientadora)

---

Dr<sup>a</sup>. Erminda da Conceição Guerreiro Couto  
UESC/ Departamento de Ciências Biológicas  
(co-orientadora)

---

Dr<sup>a</sup>. Fernanda Jordão Guimarães  
UESC/ Departamento de Ciências Biológicas  
(membro externo)

---

Dr. Eduardo Gross  
UESC/ Departamento de Ciências Agrárias  
(membro externo)

---

Dr<sup>a</sup>. Kátia Regina Vieira de Rezende  
UESC/ Departamento de Ciências Biológicas  
(membro externo)

*Dedico este feito, a minha mãe que proporcionou a possibilidade de realização do meu maior sonho – estudar. O seu apoio e incentivo foram imprescindíveis para mais esta conquista. Amo você!*

## AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha família, pelo apoio e, principalmente, por suportar meus surtos e estresses ao longo do mestrado.

A Alexandra Rizzo e Erminda da Conceição Guerreiro Couto, pela orientação acadêmica e pelos ensinamentos de como um profissional deve ou não deve se comportar, o que contribuiu significativamente para minha formação pessoal e profissional.

Aos professores, pelos ensinamentos e pelo auxílio na construção da dissertação.

Aos meus colegas de curso, que sofreram, enlouqueceram, cresceram e se divertiram junto comigo ao longo desses dois anos.

Aos amigos, que contribuíram com as coletas, análises de laboratório e análises estatísticas.

Ao Ruy, inventor, pescador e auxiliar de campo, indispensável na condução das coletas.

A Universidade Estadual de Santa Cruz, pela infra-estrutura e oportunidade da formação profissional.

Ao CNPq (CNPq/CTHidro 14/2005 processo 133343-2006/5), por viabilizar a realização deste estudo.

A CAPES-DS pela concessão da bolsa.

E a todos que de certa forma contribuíram para a concretização deste momento.

Muito obrigada!!!

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>7</b>
<b>Abstract/ key-words.....</b>	<b>7</b>
<b>Resumo/palavras-chave.....</b>	<b>8</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>9</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>12</b>
Área de estudo.....	12
Experimento de decomposição.....	13
Análises de dados.....	14
<b>Resultados.....</b>	<b>15</b>
<b>Discussão.....</b>	<b>18</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>31</b>
<b>Abstract/ key-words.....</b>	<b>31</b>
<b>Resumo/palavras-chave.....</b>	<b>31</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>32</b>
<b>Materiais e Métodos.....</b>	<b>32</b>
1. Área de estudo.....	32
2. Experimento.....	33
3. Análise de dados.....	33
<b>Resultados.....</b>	<b>33</b>
<b>Discussão.....</b>	<b>40</b>
<b>Referências Bibliográficas.....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>44</b>

Decomposição das folhas de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* em um manguezal de Ilhéus, Bahia.

Decomposition of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* leaves in a mangrove from Ilhéus, Bahia State (Brazil).

Alexandra Bomfim de Oliveira

Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, CEP 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil.

E-mail: [christambell@yahoo.com.br](mailto:christambell@yahoo.com.br)

**Decomposition of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* leaves in a mangrove from Ilhéus, Bahia State (Brazil).**

**Abstract:** In a mangrove in the Cachoeira River estuary, Ilhéus, Bahia, the decomposition of senescent leaves of *Rhizophora mangle* Linnaeus. and *Laguncularia racemosa* Gaertn. was studied at different localities. The litter-bag method and the Olson exponential model were applied to estimate the decomposition process. The pattern of decay of leaf material of both species was similar to those reported in literature, with rapid initial weight loss, followed by deceleration and then slow weight loss. *Laguncularia racemosa* had higher decay constants in all the study sites, which suggests that its leaves are more easily degraded than the leaves of *R. mangle*. The constantly submerged site had the highest decay constant ( $0.022 \text{ g.g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  for *R. mangle* and  $0.031 \text{ g.g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  for *L. racemosa*), with times of 135 and 98 days, respectively, to lose 95 % of the leaf material. Benthic macrofaunal individuals were recorded in the litter bags from the fifth day of the installation of the experiment, which indicates their importance in the first phase of decomposition in this mangrove. The decay constants of the leaf litter, apparently, do not follow a latitudinal gradient. In the Ilhéus mangrove, the constants were, in general, higher than those reported in other tropical and subtropical regions. This suggests that the process of decomposition acts differently in response to the environmental conditions in each locality.

**Keywords:** litter bags, decay constant, leaf degradability



**Decomposição das folhas de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* em um manguezal de Ilhéus, Bahia.**

**Resumo:** A decomposição de folhas senescentes de *Rhizophora mangle* Linnaeus. e *Laguncularia racemosa* Gaertn. foi estudada em um manguezal no estuário do rio Cachoeira (Ilhéus, Bahia), em diferentes pontos. O método “litter bag” e o modelo exponencial de Olson foram utilizados para estimar as taxas de decomposição. O padrão de decaimento do material foliar remanescente das espécies de mangue se apresentou dentro do reportado na literatura, com perda de peso inicial rápida, seguida de sua desaceleração e perda de peso lenta. *Laguncularia racemosa* apresentou maiores constantes de decaimento em todas as estações de estudo, o que sugere que suas folhas devem ser mais facilmente degradáveis do que as folhas de *R. mangle*. A estação permanentemente submersa apresentou a mais alta constante de decomposição ( $0,022 \text{ g.g}^{-1}.\text{d}^{-1}$  para *R. mangle* e  $0,031 \text{ g.g}^{-1}.\text{d}^{-1}$  para *L. racemosa*), com tempo de 135 e 98 dias, respectivamente, para que 95% do material fosse decomposto. A macrofauna bentônica foi registrada nos “litter bags” a partir do quinto dia da instalação do experimento, o que sugere sua importância nos primeiros estágios de decomposição nesse manguezal. As constantes de decaimento do detrito foliar não seguem, aparentemente, um gradiente latitudinal. No manguezal de Ilhéus elas foram, em geral, maiores do que as encontradas em outras regiões tropicais e subtropicais. Isso sugere que o processo de decomposição responde às condições ambientais de cada lugar fazendo com que os fatores envolvidos atuem de maneiras diferentes.

**Palavras-chaves:** “litter bags”, constante de decaimento, degradabilidade foliar.

## Introdução

Manguezais são ecossistemas constituídos por assembléias de árvores tolerantes a variações na salinidade. Dominam a paisagem na zona entremarés ao longo das linhas de costa, estuários e ilhas em regiões tropicais e subtropicais do mundo (Middleton & Mckee 2001). Esse ambiente de transição entre ecossistemas terrestres e marinhos disponibiliza recursos para muitos organismos, integrando redes tróficas pelágicas e bentônicas. Comunidades ribeirinhas utilizam manguezais como fonte de madeira, combustível, comida, e outros produtos. Isto combinado com a exploração econômica e comercial que, em vários locais no mundo, ocorre em grande escala e muitas vezes em níveis insustentáveis, pode alterar o funcionamento desse ecossistema (Alongi et al. 2000, Elison 2008).

O manguezal tem sua importância reconhecida por reduzir significativamente a erosão na linha de costa e contribuir expressivamente para a fertilidade das águas costeiras, devido à produção de grande quantidade de matéria orgânica, principalmente na forma de serapilheira, cujos produtos da decomposição podem ser exportados e entrarem nas cadeias alimentares (Odum & Heald 1975). Apesar desse ecossistema ser altamente produtivo (Kristensen et al. 2008), a contribuição real do carbono oriundo dele para as teias tróficas *in situ*, estuarinas e em águas adjacentes, bem como o balanço exportação/importação é ainda fonte de muita divergência (Dittmar et al. 2001). Estudos indicam que uma fração significativa da produção primária é realmente exportada via ciclo de marés como matéria orgânica dissolvida (MOD), porém, mesmo com tal relevância, ainda não está claro o que ocorre com essa MOD nos oceanos, o que impossibilita afirmar que esta contribui expressivamente com as redes tróficas oceânicas (Dittmar et al. 2006).

Estudos realizados nos Estados Unidos e Austrália têm mostrado a importância da dinâmica dos manguezais na exportação de detritos, bem como para o ciclo de nutrientes e para ecossistemas costeiros adjacentes (Odum & Heald 1975, Middleton & Mckee 2001). Uma das etapas mais importantes da ciclagem de nutrientes é a decomposição da serapilheira. Esta inclui folhas, galhos, flores, frutos (propágulos em manguezais) e outras partes de plantas, bem como alguns restos animais e material fecal (Golley et al. 1975). Após sua queda, a serapilheira pode ser decomposta rapidamente na superfície do solo. A decomposição possibilita que parte do carbono incorporado na biomassa vegetal pela fotossíntese retorne à atmosfera como dióxido de carbono e que os outros elementos absorvidos sejam transferidos para uma forma novamente utilizável pelas plantas.

Cintrón & Schaeffer-Novelli (1981) destacam que uma parte substancial da produtividade bruta do ecossistema (entre 20 e 40%) se converte em folhas, flores e frutos que eventualmente caem no solo e passam a constituir a serapilheira. As folhas tornam-se o componente principal, representando entre 70 e 80% do peso de matéria seca total.

A velocidade de decomposição das folhas de mangue é bastante variável dependendo do local onde caem, do local para onde poderão ser transportadas, da natureza e idade do material foliar, bem como da espécie (Adaime 1985). Pesquisadores sugerem que a constituição química das folhas pode acelerar ou retardar a decomposição (Ashton et al. 1999, Kristensen et al. 2008). As folhas do gênero *Rhizophora* possuem constituintes mais difíceis de degradar (Middleton & Mckee 2001) o que as faz decompor mais lentamente do que as folhas dos gêneros *Laguncularia* e *Avicennia*.

A decomposição *in situ* representa uma pequena fração da remineralização, uma vez que a maior parte do material produzido é carregada rapidamente durante cada ciclo de maré. Porém, em um estudo realizado no manguezal da Baía de Sepetiba (RJ), os teores de carbono encontrados no sedimento foram semelhantes aos das folhas de mangue, sugerindo que elas foram a principal fonte de carbono orgânico para o sedimento da área (Lacerda et al. 1986).

A decomposição ocorre através da fragmentação mecânica seguida de colonização ou utilização direta de matéria orgânica particulada ou dissolvida por microrganismos. Desta forma, o processo de decomposição envolve basicamente duas etapas: (1) perda de peso rápida - comandada por processos físico-químicos e causada por lixiviação; e (2) perda de peso lenta - resultante da ação de processos biológicos que envolvem fragmentação mecânica e degradação de compostos estruturais por fungos e bactérias (Polunin 1982). Esse processo é regulado, principalmente, por três grupos de variáveis: a natureza da comunidade decompositora, as características do material orgânico que determinam sua degradabilidade e as condições físico-químicas do ambiente, as quais são controladas pelo clima e pelas características edáficas locais (Matos et al. 2007).

Estudos desenvolvidos em manguezais na costa nordeste brasileira ainda são escassos e os que exploram a decomposição foliar está disponível em Couto & Lima (1997) baseado em um experimento pontual realizado em Sergipe. Desta forma, o conhecimento adquirido no corrente trabalho ampliará a compreensão do funcionamento desse ecossistema na região e permitirá comparações com manguezais de outras localidades.

Este estudo investigou: (1) as taxas de decomposição foliar de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*; e (2) a diferença na velocidade de decomposição entre as espécies e as estações de estudo.

### **Material e métodos**

**Área de estudo.** A bacia hidrográfica do Rio Cachoeira inicia-se próximo ao limite do semi-árido baiano e sua foz deságua na Baía do Pontal em Ilhéus, Bahia. Na sua porção estuarina os manguezais do Rio Cachoeira ocupam uma área de aproximadamente 248 ha (Martins 2008). Muitos destes manguezais sofrem uma série de impactos como o lançamento de esgoto proveniente de doze municípios, uso inadequado do solo, desmatamento da mata ciliar e contaminação por metais pesados (Souza 2005, Santos 2007, Silva 2007).

A região possui clima tropical Af de Köppen, quente e sempre úmido, sem estação seca definida. A temperatura média anual é de 24,0 °C, variando entre 17,0 e 30,5 °C (Nacif et al. 2004). O período mais chuvoso ocorre entre maio a agosto (concentrando-se principalmente entre junho e agosto), com média anual de 2.179 mm, máxima de 2.628 mm e mínima de 1.737 mm (SEPLANTEC 1993).

O manguezal selecionado para este estudo possui cerca de 1 km de extensão e situa-se na porção média do estuário (14°49'00"S/ 39°03'36"W e 14°49'14"S/ 39°03'29"W). Os bosques de mangue apresentam grande número de árvores adultas bem espaçadas entre si. A área se apresenta anastomosada, formando pequenas ilhas e vários canais de escoamento preferencial de água (Santos et al. 2008).

O período de estudo se estendeu de junho de 2008 a abril de 2009. A primeira estação (I) foi estabelecida na borda do manguezal, em condição de submersão constante, sujeita a ação das correntes de maré de enchente e vazantes.

Três parcelas de 100 m<sup>2</sup> (10 x 10 m), que constituíram as demais estações (II, III e IV), foram delimitadas ao longo de um transecto perpendicular ao canal principal. A estação II está posicionada dez centímetros abaixo das estações III e IV as quais estão no mesmo nível (Figura 1). A fitossociologia de cada uma das parcelas, apresentada na Figura 1, foi previamente estudada por Santos (2009).

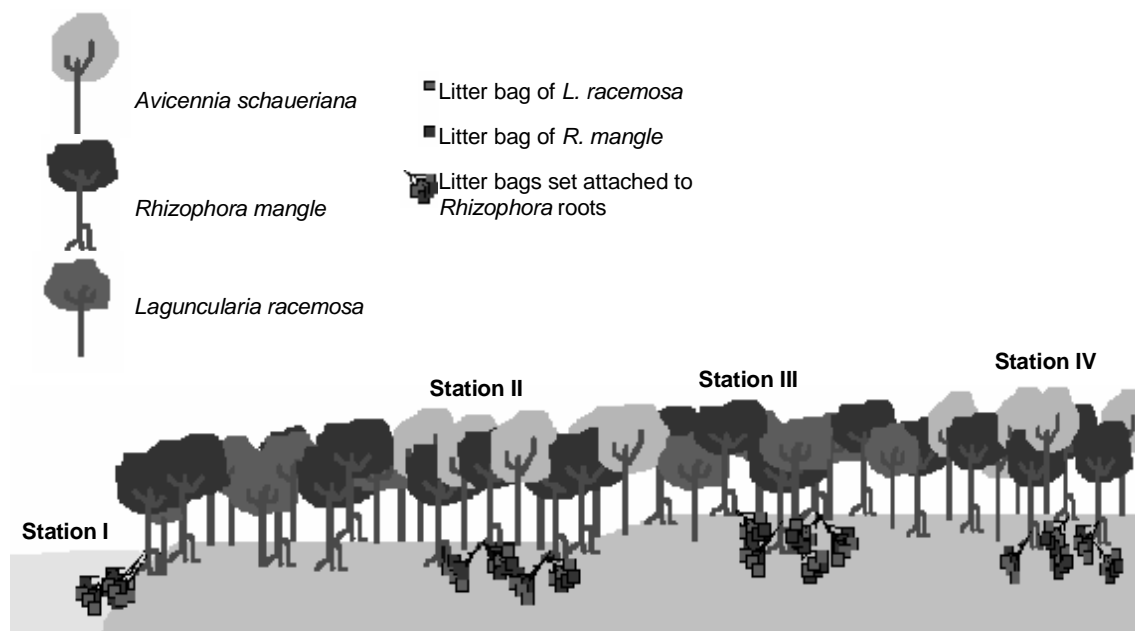


Figura 1. Desenho ilustrativo da composição do bosque, nível de emersão das estações e disposição dos "litter bags" das duas espécies, *R. mangle* e *L. racemosa*, em um manguezal de Ilhéus, Bahia.

Figure 1. Design of the mangrove profile, immersion level of the stations and litter bags of *R. mangle* and *L. racemosa*, Ilhéus, Bahia (Brazil).

**Experimento de decomposição.** A técnica de "perda confinada" por bolsas de decomposição ou "litter bag" (Mason 1980) foi utilizada para estudar a decomposição foliar. Folhas senescentes, de coloração amarela, das espécies *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* foram coletadas, lavadas em água

corrente, separadas em grupos de 20 g (peso fresco), em um total de 342 amostras. Três réplicas para cada espécie de mangue foram secas em estufas a 60°C durante 72 h e o resultado considerado como 100% do peso seco inicial. As amostras restantes foram acondicionadas em sacos de nylon com malha de 2 mm, com tamanho de 20 x 20 cm. Um total de catorze conjuntos de seis “litter bags” (três de cada espécie) foram instalados sobre a superfície do sedimento sendo amarrados em raízes de *R. mangle* presentes em cada estação (Figura 1).

Em catorze tempos de coleta realizados em 1, 3, 5, 7, 15, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 210, 270 e 300 dias após a instalação do experimento, um conjunto de “litter bags” foi recolhido por estação. O material encontrado em seu interior foi cuidadosamente lavado sobre peneiras com malhas de 0,5 mm de abertura, específicas para reter a macrofauna bentônica. Os detritos vegetais foram secos em estufa a 60°C por aproximadamente 72 h, até alcançarem peso constante. A macrofauna retida foi fixada em álcool 70%, e, posteriormente, identificada e quantificada sob microscópio estereoscópico.

**Análise de dados.** As taxas de decomposição (constante  $k$ ) foram estimadas seguindo Olson (1963) através do modelo exponencial:  $w_t = w_o \cdot e^{-kt}$ . Onde  $w_t$  corresponde ao peso da matéria remanescente no tempo  $t$ ,  $w_o$  o peso inicial,  $t$  o tempo,  $k$  a constante da taxa de decomposição, e  $e$  a base do logaritmo natural. A partir dos valores de  $k$  foi possível calcular os tempos necessários para a decomposição de 50% ( $0,693 \cdot k^{-1}$ ) e 95% ( $3 \cdot k^{-1}$ ) do material foliar.

O teste ANOVA One-way (programa Statistica® 6.0) foi aplicado para testar a diferença ( $p < 0,05$ ) no decaimento do material remanescente foliar entre as estações (I, II, III, IV). Os valores de  $k$  obtidos foram logaritimizadas o que tornou a curva de decaimento linear e permitiu o uso do teste ANCOVA (programa Statistica®

6.0) para analisar a diferença ( $p < 0,05$ ) entre as taxas de decomposição das duas espécies de mangue (*Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*).

## Resultados

As duas espécies apresentaram um padrão de decaimento de material foliar remanescente semelhante para todas as estações (Figura 2). A fase inicial, aproximadamente 30-45 dias após a instalação do experimento, foi mais rápida, com ambas as espécies atingindo a meia vida neste período. Após 45 dias a perda de peso tornou-se mais lenta.

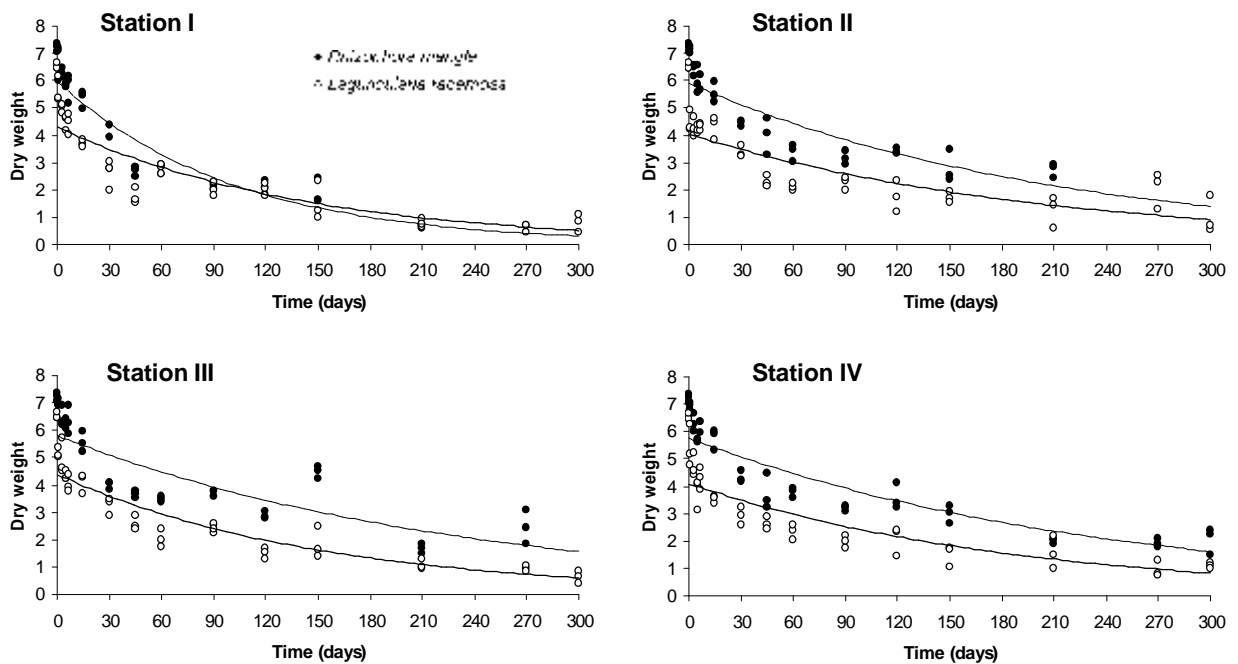


Figura 2. Decaimento do peso seco médio do material foliar remanescente de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* ao longo do tempo para as quatro estações de estudo em um manguezal em Ilhéus-Bahia (junho/2008 – abril/2009).

Figure 2. Decay of the dry weight of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* leaf material remaining for four stations in a mangrove from Ilhéus, Bahia, Brazil (June/2008 – April/2009).



A constante de decomposição foi menor para *Rhizophora mangle*, quando comparada a de *Laguncularia racemosa*, em todas as estações, demonstrando que as folhas desta decompõem mais rapidamente (Tabela 1).

Tabela 1. Constante de decomposição (k), meia vida ( $T_{50\%}$ ) e 95% do tempo de vida ( $T_{95\%}$ ) do material foliar remanescente de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* nas estações de estudo (Cálculos de k,  $T_{50\%}$  e  $T_{95\%}$  para 30º dia do experimento).

Table 1. Decay constant (k), life-half ( $T_{50\%}$ ) and 95% life time ( $T_{95\%}$ ) of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* leaf material remaining in study plots (Calculation of k,  $T_{50\%}$  e  $T_{95\%}$  for 30º day).

Mangrove	Station	k (g.g <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> )	r <sup>2</sup>	Equation	T <sub>50%</sub> (days)	T <sub>95%</sub> (days)
<i>Rhizophora mangle</i>	I	0,022	0,91	Wt = 6,49e <sup>-0,013t</sup>	31	135
	II	0,016	0,80	Wt = 6,35e <sup>-0,006t</sup>	43	185
	III	0,020	0,73	Wt = 6,27e <sup>-0,005t</sup>	35	152
	IV	0,017	0,85	Wt = 6,20e <sup>-0,005t</sup>	40	174
<i>Laguncularia racemosa</i>	I	0,031	0,83	Wt = 5,14e <sup>-0,012t</sup>	23	98
	II	0,022	0,73	Wt = 4,64e <sup>-0,007t</sup>	32	137
	III	0,023	0,85	Wt = 4,96e <sup>-0,010t</sup>	30	129
	IV	0,027	0,77	Wt = 4,76e <sup>-0,008t</sup>	26	111

A estação I apresentou a constante de decomposição mais alta (0,022g.g<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> para *R. mangle* e 0,031g.g<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> para *L. racemosa*), calculando-se um tempo de 135 e 98 dias, respectivamente, para que 95% do material fosse decomposto (Tabela 1).

A estação II apresentou a menor constante (0,016 g.g<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> para *R. mangle* e 0,022g.g<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> para *L. racemosa*), obtendo-se uma previsão de 185 e 137 dias, respectivamente, para decompor 95% do material foliar. A análise de variância (ANOVA) apresentou homogeneidade (p > 0,05) entre as estações para o decaimento do material foliar remanescente de cada uma das espécies de mangue.

Os valores da constante  $k$  e os dias de coleta foram logaritimizados e os valores de ambas as espécies de mangue foram apresentados juntos (Figura 3). A análise de covariância (ANCOVA) testou as retas, determinando diferença significativa (a:  $F = 76,72$  e  $p = 0,000$ ; b:  $F = 51,15$  e  $p = 0,000$ ) entre as constantes  $k$  ao longo do tempo. Isso indica que o processo de decomposição foliar ocorreu de forma similar entre as estações, mas que houve heterogeneidade no decaimento do material entre *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*.

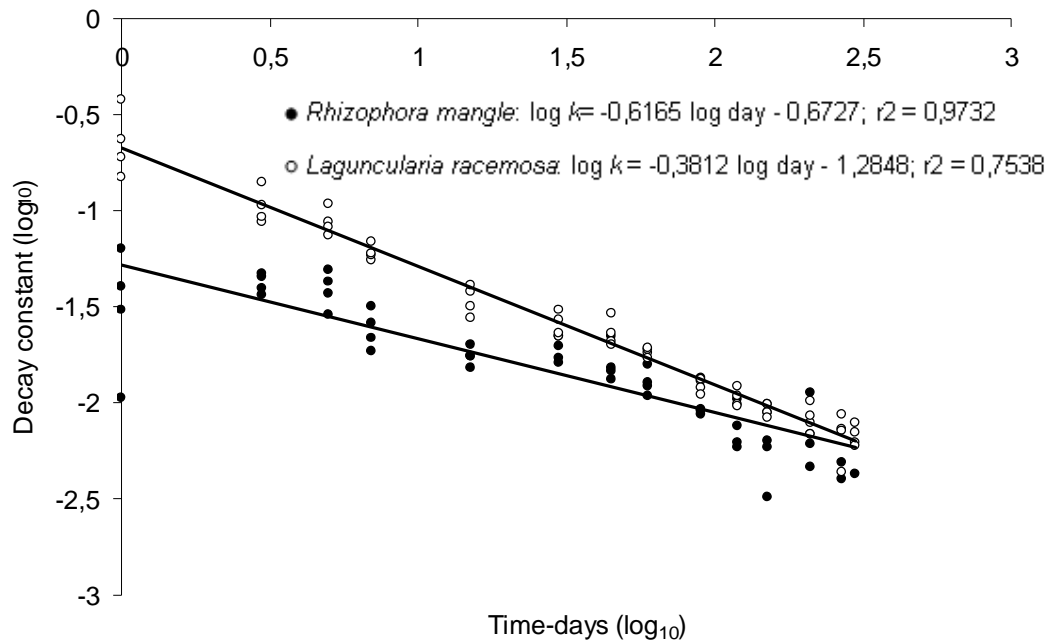


Figura 3. Constante de decaimento ( $k$ ) do material foliar remanescente de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* ao longo do tempo em um manguezal de Ilhéus, Bahia, Brasil (junho/2008 – abril/2009).

Figura 3. Decay constant ( $k$ ) of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* leaf material remaining a long time in a mangrove from Ilhéus, Bahia, Brazil (June/2008 – April/2009).

A macrofauna bentônica associada ao processo de decomposição foliar foi registrada a partir do quinto dia da instalação deste experimento. O número total de organismos nos "litter bags" de *Rhizophora mangle* foi maior do que no de *Laguncularia racemosa*. Para ambas, o filo Annelida (Oligochaeta e Polychaeta) apresentou maior abundância. O subfilo Crustacea foi representado por peracáridos (Amphipoda e Tanaidacea) e decápodes. No subfilo Hexapoda foram registradas apenas formas jovens e pupas (Oliveira et al. capítulo 2).

### **Discussão**

O método de perda confinada proporciona um microhábitat e microclima que difere do ambiente natural. Assim, os resultados obtidos através deste método podem não refletir o processo real que ocorre no campo, mas oferece uma indicação da potencial fragmentação do material (Middleton & Mckee 2001). Ele reflete tendências e permite comparar os resultados entre espécies e locais (Wieder & Lang 1982), o que o torna muito aplicável.

O modelo exponencial utilizado neste estudo é extensivamente usado tanto para ambientes terrestres quanto para aquáticos. A fácil aplicabilidade e a possibilidade de comparações entre constantes de decaimento e meia vida tem difundido seu uso (Ashton et al. 1999). Os resultados gerados parecem ser bem representativos quando os coeficientes de determinação ( $r^2$ ) apresentam valores próximos a 1 (Twilley et al. 1997, Aké-Castillo et al. 2006). Os coeficientes de determinação neste estudo apresentaram valores altos para *Rhizophora mangle* (0,73 - 0,91) e para *Laguncularia racemosa* (0,73 - 0,85), indicando que este modelo foi apropriado para descrição do processo *in situ*.

O padrão de decaimento do material foliar de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* encontra-se dentro do reportado na literatura (Adaime 1985,

Sessegolo & Lana 1991, Couto & Lima 1997, Twilley et al. 1997, Silva et al. 1998, Ashton et al. 1999, Middleton & Mckee 2001, Holmer & Olsen 2002, Bosire et al. 2005, Aké-Castillo et al. 2006, Matos et al. 2007). O experimento demonstrou uma perda de peso inicial rápida, seguida de sua desaceleração e perda de peso lenta. Nos primeiros estágios do processo de decomposição, a perda é atribuída à lixiviação da matéria orgânica dissolvida, quando os compostos solúveis em água são rapidamente liberados após a lise das células vegetais (Adaime 1985). Em seguida à lixiviação, populações de bactérias e fungos colonizam o detrito vegetal e decompõem compostos estruturais (Middleton & Mckee 2001). O detrito proveniente de vegetais vasculares, associados aos microrganismos aumenta o valor nutricional pelo acréscimo em nitrogênio, o que atrai invertebrados bentônicos que promovem fragmentação mecânica e aceleram a ação de bactérias e fungos (Odum & Heald 1975).

Durante os dois primeiros meses, o processo de decomposição pode ser atribuído principalmente à lixiviação e ação de bactérias e fungos (Aké-Castillo et al. 2006). Neste estudo, esses dois fatores foram predominantes por 30 a 45 dias, quando ocorreu a queda de peso mais rápida - cerca de 50% nas duas espécies de mangue. Outro fator relevante foi que invertebrados bentônicos, sobretudo anfípodas, foram encontrados nos "litter bags" de ambas as espécies de mangue, após cinco dias de instalação do experimento. Um estudo realizado com detrito foliar de *Laguncularia racemosa* em Sergipe registrou a presença da macrofauna a partir do quarto dia (Couto & Lima 1997). Isso indica que, nestas regiões, a macrofauna bentônica desempenha um importante papel na decomposição foliar, mesmo nos primeiros estágios do processo.

Os grupos de organismos mais representativos nos “litter bags” pertencem aos Oligochaeta, Polychaeta e Crustacea. Estes invertebrados bentônicos contribuíram com o processo de decomposição através do consumo de detrito e, principalmente, por promover sua fragmentação. Estudos demonstram que a macrofauna associada à decomposição desempenha um importante papel, sendo crucial para que o processo se conclua (Couto & Lima 1997, Ashton et al. 1999, Middleton & Mckee 2001, Kristensen et al. 2008).

O detrito foliar de *Laguncularia racemosa* apresentou maiores constantes de decaimento em todas as estações, o que sugere que os compostos químicos que constituem as folhas desta espécie devem ser mais facilmente degradáveis ou palatáveis do que os que constituem as folhas de *Rhizophora mangle*. A constituição química foliar torna-se a possível explicação já que ambas as espécies foram submetidas às mesmas condições ambientais em cada estação e a composição da macrofauna bentônica dentro dos “litter bags” foi muito semelhante.

As diferenças na qualidade foliar (morfologia, textura e composição) são conhecidas por afetar as taxas de decomposição (Twilley et al. 1997, Ashton et al. 1999). Os dois fatores-chave da constituição química das folhas envolvidos na decomposição são concentração de tanino e valor nutricional, este último definido pela concentração de nitrogênio (Ashton et al. 1999). As folhas de *Rhizophora* possuem alta concentração de tanino em sua composição e isso pode ser aversivo aos detritívoros, além de retardar a colonização microbiana (Ashton et al. 1999, Kristensen et al. 2008). Bernini e colaboradores (2006), estudando a composição química foliar de espécies de mangue no Estado do Espírito Santo, notaram que as folhas de *Laguncularia racemosa* apresentaram maior concentração de nitrogênio quando comparadas as de *Rhizophora mangle*, indicando que as primeiras possuem

um maior valor nutricional e, portanto, são mais facilmente decompostas. Isso explicaria as menores constantes de decaimento, em todas as estações, apresentadas pelas folhas de *R. mangle*.

A análise das constantes de decaimento e dos dias de coleta, após logaritimização, para ambas as espécies apresentam, a partir de 30 dias, uma sobreposição de valores indicando que o decaimento das duas espécies torna-se similar. Isso sugere que após o período de intensa lixiviação e ação de bactérias e fungos, o detrito das espécies torna-se igualmente atrativo para invertebrados bentônicos, pois compostos químicos aversivos foram degradados e o valor nutricional elevado pela presença de microrganismos.

O processo de decomposição foliar que ocorre em locais permanentemente submersos, independente da espécie de mangue, tende a ser acelerado em comparação a região entremarés. Os experimentos conduzidos nesses locais apresentaram valores de  $k$  maiores em todos os estudos disponíveis (Tabela 3), com exceção de Ponte et al. (1984), para a espécie *Laguncularia racemosa*. Pesquisadores sugerem que essa tendência pode ser causada pelos altos níveis de lixiviação originada da ação mecânica da água, pela abundância de organismos fragmentadores de detrito que proporcionam a rápida colonização por bactérias e fungos, pelo transporte do material a cada ciclo de maré, e pelas condições aeróbicas favorecidas pela água oxigenada (Sessegolo & Lana 1991, Couto & Lima 1997).

O método utilizado provoca, intrinsecamente, condições de anaerobiose já que as folhas estão confinadas pelos sacos de nylon e com o tempo há o acúmulo de sedimento. Porém, em locais submersos, esses artefatos estariam sendo constantemente “lavados” com parte do sedimento sendo removido, além de

disporem de oxigênio na coluna d'água, o qual diminuiria o efeito de anaerobiose (Sessegolo & Lana 1991). As regiões entremarés possuem períodos variados de imersão. E isso somado ao acúmulo de sedimento e a menor força de arraste da água, quando comparados aos locais imersos, favoreceria a anaerobiose e retardaria a decomposição.

Altas taxas de decomposição em manguezais estão associadas a inundações mais freqüentes das marés (Twilley et al. 1997). Middleton & Mckee (2001) sugeriram que locais freqüentemente submersos promovem condições mais estáveis para a temperatura e a disponibilidade de oxigênio, promovendo uma preservação da mistura e taxas de decaimento mais elevadas. Isso pode se estender a locais permanentemente imersos que se apresentariam mais estáveis em comparação aos locais entremarés localizados em pontos mais altos, onde a temperatura teria maior variação e as condições de aerobiose seriam limitadas.

Apesar da estação I ter apresentado maiores constantes de decaimento foi verificada homogeneidade estatística entre as estações. A diferença no nível de imersão parece não ser relevante para o processo de decomposição foliar neste manguezal. Provavelmente, isso é resultado da sutil diferença no posicionamento das estações e pela área ser anastomosada, com vários canais preferenciais de escoamento de água, que permitiriam para toda extensão da região entremarés um tempo de imersão semelhante minimizando o efeito da diferença de posicionamento das estações.

As constantes de decomposição do detrito foliar no manguezal de Ilhéus (Bahia) foram, em geral, superiores às registradas em outros manguezais tropicais e subtropicais. Os valores de  $k$  de *Rhizophora mangle* na região entremarés aproximaram-se das encontradas por Twilley et al. (1997), no Equador, para

espécies do mesmo gênero. Os demais estudos apresentaram valores em torno de 0,006-0,009 g.g<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> para espécies do gênero *Rhizophora*, com exceção de Bosire et al. (2005), que analisando mangues reflorestados obtiveram constantes mais elevadas, entre 0,015 e 0,058 g.g<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>. Para *Laguncularia racemosa* as constantes da região entremarés se aproximaram das encontradas por Ponte et al. (1984) e foram superiores às demais, com exceção de Couto & Lima (1997) que apresentaram um valor de 0,066 g.g<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup> em locais submersos (Tabela 3). Aparentemente, as constantes de decaimento não seguem um gradiente latitudinal, já que o detrito foliar de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* apresentam grande variação nas taxas de decaimento (Tabela 2).

A decomposição foliar, portanto, parece ser regulada (1) pelas características de cada espécie (constituição química e valor nutricional) que determinam sua degradabilidade; (2) pela comunidade de organismos (microbiana e bentônica) envolvida na fragmentação mecânica do detrito foliar e decomposição de seus compostos estruturais; e (3) pelas condições ambientais peculiares de cada região que podem influenciar nos fatores que comandam a decomposição.



Tabela 2. Constante de decomposição (k), meia vida ( $T_{50\%}$ ) e 95% do tempo de vida ( $T_{95\%}$ ) do material foliar remanescente de espécies de mangue.

Table 2. Decay Constant (k), life-half ( $T_{50\%}$ ) and 95% life time ( $T_{95\%}$ ) of leaf litter remaining of mangrove species.

Mangrove Species	Localization	k (g.g <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup> )	r <sup>2</sup>	T <sub>50%</sub> (days)	T <sub>95%</sub> (days)	Condition of experiment	Litter bags mesh size (mm <sup>2</sup> )	Reference
<i>Rhizophora mangle</i>	Gulf of Mexico	0.005-0.008	0.63-0.84	144 - 70	-	subtidal	1	Aké-Castillo et al. (2006)
	<b>Ilhéus, BA (Brazil)</b>	<b>0.022</b>	<b>0.91</b>	<b>31</b>	<b>135</b>	<b>subtidal</b>	<b>2</b>	<b>This study</b>
	<b>Ilhéus, BA (Brazil)</b>	<b>0.016-0.020</b>	<b>0.73-0.85</b>	<b>43-35</b>	<b>184 – 152</b>	<b>intertidal</b>	<b>2</b>	<b>This study</b>
	Rio de Janeiro (Brazil)	0.009	0.88	77	-	intertidal	3	Matos et al. (2007)
	Rio de Janeiro (Brazil)	0.009	-	77	-	intertidal	1	Silva et al. (1998)
	Santos, SP (Brazil)	0.012	-	56	-	subtidal	1,5	Ponte et al. (1984)
	Santos, SP (Brazil)	0.007	-	99	-	intertidal	1,5	Ponte et al. (1984)
	Paraná (Brazil)	0.015	-	46	-	subtidal	2	Sessegolo & Lana (1991)
Paraná (Brazil)	0.006	-	115	-	intertidal	2	Sessegolo & Lana (1991)	
<i>Rhizophora apiculata</i>	Malaysia	0.009	0.63	76	-	intertidal	1	Ashton et al. (1999)
	Tayland	0.007	-	99	-	intertidal	2	Holmer & Olsen (2002)
<i>Rhizophora mucronata</i>	Malaysia	0.006	0.67	122	-	intertidal	1	Ashton et al. (1999)
	Kenya	0.015-0.058	0.77-0.94	47-12	-	intertidal	1	Bosire et al. (2005)
<i>Rhizophora</i> spp.	Ecuador	0.003-0.016	-	231-43	-	intertidal	1	Twilley (1997)
<i>Laguncularia racemosa</i>	Sergipe (Brazil)	0.066	0.63	10	-	subtidal	2	Couto & Lima (1997)
	Sergipe (Brazil)	0.012	0.66	58	-	intertidal	2	Couto & Lima (1997)
	<b>Ilhéus, BA (Brazil)</b>	<b>0.031</b>	<b>0.83</b>	<b>23</b>	<b>98</b>	<b>subtidal</b>	<b>2</b>	<b>This study</b>
	<b>Ilhéus, BA (Brazil)</b>	<b>0.022-0.027</b>	<b>0.73-0.85</b>	<b>32-26</b>	<b>137 – 111</b>	<b>intertidal</b>	<b>2</b>	<b>This study</b>
	Rio de Janeiro (Brazil)	0.009	0.97	80	-	intertidal	3	Matos et al. (2007)
	Santos, SP (Brazil)	0.012	-	58	-	subtidal	1,5	Ponte et al. (1984)
	Santos, SP (Brazil)	0.022	-	31	-	intertidal	1,5	Ponte et al. (1984)
	Paraná (Brazil)	0.016	-	43	-	subtidal	2	Sessegolo & Lana (1991)
Paraná (Brazil)	0.012	-	57	-	intertidal	2	Sessegolo & Lana (1991)	

**Agradecimentos.** Ao Paulo R. Nucci, Eduardo Gross e Kátia R. V. Rezende pelo auxílio, respectivamente, na identificação de decápodes, análise de dados e testes estatísticos. Ao Sr. Ruy R. Cavalcante, condutor de barco, inventor de instrumentos de coleta e indispensável auxiliar de campo. Aos colegas que auxiliaram em campo, laboratório e construção de idéias: Lorena Santos, Fênix Sampaio, Débora Daltro, Verônica Viana, Cybelle Longhini, Zita Tabosa e Dinara Mercês. À Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) pela logística. Este trabalho foi financiado pelo CNPq através do edital CNPq/CTHidro 14/2005 (processo 133343-2006/5). A autora contou parcialmente com bolsa CAPES-DS.

### **Referências Bibliográficas**

ADAIME RR (1985) Produção do bosque de mangue da Gambôa Nóbrega (Cananéia, 25° lat. S - Brasil). Tese, Universidade de São Paulo, São Paulo

AKÉ-CASTILLO JA, VÁZQUEZ G, LÓPEZ-PORTILLO J (2006) Litterfall and decomposition of *Rhizophora mangle* L. in a coastal lagoon in the southern Gulf of Mexico. *Hydrobiologia* 559: 101-111

ALONGI DM, TIRENDI F, TROTT LA, XUAN TT (2000) Benthic decomposition rates and pathways in plantations of the mangrove *Rhizophora apiculata* in the Mekong delta, Vietnam. *Mar Ecol Prog Ser* 194: 87-101

ASHTON EC, HOGARTH PJ, ORMOND R (1999) Breakdown of mangrove leaf litter in a managed mangrove forest in Peninsular Malaysia. *Hydrobiologia* 413: 77-

BERNINI E, SILVIA MAB, CARMO TMS, CUZZUOL GRF (2006) Composição química do sedimento e de folhas das espécies do manguezal do estuário do Rio São Mateus, Espírito Santo, Brasil. Rev Bras de Bot 29(4): 689-699

BOSIRE, J. O., DAHDOUH-GUEBAS, F., KAIRO, J. G., KAZUNGU, J., DEHAIRS, F. & KOEDAM, D. (2005) Litter degradation and CN dynamics in reforested mangrove plantations at Gazi Bay, Kenya. Biol. Cons. 126: 287–295

CINTRÓN G, SCHAEFFER-NOVELLI Y (1981) Roteiro para estudo dos recursos de marismas e manguezais. Relatório Interno, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo

COUTO ECG, LIMA GC (1997) Decomposição de *Laguncularia racemosa* Gaertn. em diferentes regimes de inundação no manguezal da ilha das tartarugas (Sta. Luiza do Itanhy-SE). In: Actas X Semana de Geoquímica / IV Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa. Anais... Braga, Portugal

DITTMAR T, LARA RJ, KATTNER G (2001) River or mangrove? Tracing major organic matter sources in tropical Brazilian coastal waters. Mar Chem 73: 253-271

DITTMAR T, HERTKORN N, KATTNER G, LARA RJ (2006) Mangroves, a major source of dissolved organic carbon to the oceans. Global Biogeochemical Cycles 20: GB1012, doi: 10.1029/2005GB002570

ELISON AM (2008) Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: Moving beyond roving banditry. Jour. of Sea Res. 59: 2-15

GOLLEY FB, MCGINNIS JT, CLEMENTS RG, CHILD GI, DUEVER MJ (1975) Mineral cycling in a tropical moist forest ecosystem. University of Georgia Press, Athens

HOLMER M, OLSEN AB (2002) Role of decomposition of mangrove and seagrass detritus in sediment carbon and nitrogen cycling in a tropical mangrove forest. *Mar Ecol* 230: 87-107

KRISTENSEN E, BOUILLON S, DITTMAR T, MARCHAND C (2008) Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. *Aquat Bot* in press. doi: 10.1016/j.aquabot. 2007.12.005

LACERDA LD, REZENDE CE, MATINELLI LA, OVALLE ARC, MOZETO A, NOGUEIRA F, VICTORIA RL, BARAGON GT, CUNHA CT, SOUZA CAR (1986) Composição isotópica de carbono em componentes de um ecossistema de manguezal na Baía de Sepetinga, Rio de Janeiro. *Ciência e Cultura* 38 (10): 1714-1717

MARTINS PTA (2008) Análise de intervenções antrópicas no manguezal do Rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia. Dissertação, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 85p

MASOM C F (1980) Decomposição. EPU: Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo

MATOS, T.B., BERNINI, E.M & REZENDE, C. E. 2007. Decomposição de folhas de *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* do manguezal do estuário do Rio Paraíba do Sul, Estado do Rio de Janeiro. In: Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar - XII Colacmar Florianópolis. Anais... Florianópolis: cd

MIDDLETON BA, MCKEE KL (2001) Degradation of mangrove tissues and implications for peat formation in Belizean island forests. Jour. of Ecol. 89: 818–828

NACIF PGS, COSTA LM, SAADI A, FERNANDES FILHO EI, KOSTA OV (2004) Ambientes Naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira. In: PRADO PI, LANDAU E, MOURA RT, PINTO LP, ALGER K, FONSECA G (org) Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia. 1 ed. Ilhéus: IESB/Conservation International/CABS/UFMG

ODUM WE, HEALD EJ (1975) Mangrove forests and aquatic productivity. In: HASLER AO (ed). An introduction to land-water interactions. Springer-Verlag, Berlin

OLIVEIRA, A. B., COUTO, E. C. G., RIZZO, A. E. (Em prep.) Macrofauna bentônica associada à decomposição foliar de duas espécies arbóreas em um manguezal em Ilhéus, Bahia. Biota Neotropica

OLSON JS (1963) Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological system. Ecol 44: 322-331

POLUNIN, NVC (1982) Process in the decay of reed (*Phragmites australis*) litter in freshwater. In: GOPAL, B, TURNER, RE, WETZEL, PG, WHIGHAM, DF (eds.). Wetlands – Ecology and Management. National Institute of Ecology and International Scientific Public

PONTE ACE, FONSECA IAZ, MARQUES M, FREITAS ML, CLARO MSCA (1984) Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em ecossistema de mangue. In: Congresso Sociedade Botânica de São Paulo. Anais... São Paulo

- SANTOS, DF (2007) Distribuição do carbono inorgânico total e estimativa qualitativa do balanço autotrofia/heterotrofia no estuário do Rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia. Dissertação, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia
- SANTOS LL (2009) Estrutura e serapilheira em um manguezal de Ilhéus, Bahia, Brasil. Dissertação, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia
- SANTOS LL, MARTINS PA, COUTO EC (2008) Structure of mangroves vegetation and human impacts along Cachoeira River, northern Brazil. In: Aslo Summer Meeting. Anais... St. John's
- SEPLANTEC CEI. (1993) Informações básicas dos municípios baianos: Região Litoral Sul. Governo do Estado da Bahia, Salvador, BA
- SESSEGOLO GC, LANA PC (1991) Decomposition of *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* leaves in a Mangrove of Paranaguá Bay (Southeastern Brazil). Bot Mar. 34: 285-289
- SILVA, MAM (2007) Nutrientes inorgânicos dissolvidos e clorofila-a na coluna de água no estuário do Rio Cachoeira, Ilhéus – BA. Dissertação, Universidade Estadual de Santa Cruz, Bahia
- SILVA CAR, LACERDA LD, OVALLE AR, REZENDE CE (1998) The dynamics of heavy metals through litterfall and decomposition in a red mangrove forest. Mang. and Salt Mars. 2: 149–157
- SOUZA, MFL (2005) Nutrient Biogeochemistry and Mass Balance of a tropical Estuary: Estuary of Cachoeira River, Northern Brazil. International Jour. of Ecol. and Env. Sci. 31(3): 177-188

TWILLEY RR, POZO M, GARCIA VH, RIVERA-MONROY VH, ZAMBRANO R,  
BODERO A (1997) Litter dynamics in riverine mangrove forests in the Guayas  
River estuary, Ecuador. *Oecol.* 111: 109-122

WIEDER RK, LANG GE (1982) A Critique of the Analytical Methods Used in  
Examining Decomposition Data Obtained From "litter bags". *Ecol.* 63: 1636-1642

## **Macrofauna bentônica associada à decomposição foliar em um manguezal em Ilhéus, Bahia.**

### **Benthic macrofauna associated the decomposition of leaves in a mangrove from Ilhéus, Bahia State (Brazil).**

*Alexandra Bomfim de Oliveira\**

\*Autor para correspondência: Universidade Estadual de Santa Cruz, Campus Soane Nazaré de Andrade, Programa de Pós-Graduação em Sistemas Aquáticos Tropicais, Departamento de Ciências Biológicas, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, CEP 45662-900, Ilhéus, Bahia, Brasil. ().  
E-mail: [christambell@yahoo.com.br](mailto:christambell@yahoo.com.br)

#### **Benthic macrofauna associated the decomposition of leaves in a mangrove from Ilhéus, Bahia State (Brazil).**

**Abstract:** We identified and quantified the benthic macrofauna associated with decomposing leaves of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa*, to observe the differences in the abundance and composition of macrofauna between these mangrove species, and to examine whether the abundance and composition of organisms changed with different stations and collection times. Benthic macrofauna, mainly polychaetes and amphipods, was recorded from the fifth day after the installation of the experiment. Annelids, including Oligochaeta and Polychaeta were the most numerous group. Crustacea were represented by peracarids (Amphipoda and Tanaidacea) and decapods. Among the Hexapoda, only juvenile forms and pupae were present. The most abundant species of polychaete was *Perinereis brevicirrata*, followed by *Capitella* cf. *capitata*, *Heteromastus filiformis* and *Neanthes succinea*. There was no statistical difference between the macrofauna of mangrove species, seasons, or times of collection, with exception of the litter bags of *Rhizophora mangle* between times of collection. The colonization of detritus by benthic invertebrates followed a successional sequence during the process of decomposition. This suggests that the density of these organisms and their foraging behavior affect the rates of leaf decomposition of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa*.

**Keywords:** Annelida, litter bag, succession of benthic macrofauna.

#### **Macrofauna bentônica associada à decomposição foliar de duas espécies arbóreas em um manguezal em Ilhéus, Bahia.**

**Resumo:** Este estudo teve como objetivo identificar e quantificar a macrofauna bentônica associada à decomposição foliar de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*, verificar se há diferença na abundância e composição da macrofauna entre as espécies de mangue, e examinar se ocorreu alteração na abundância e composição de organismos entre as diferentes estações e tempos de coleta. A macrofauna foi registrada a partir do quinto dia após a instalação do experimento. Annelida apresentou maior abundância sendo representada por Oligochaeta e Polychaeta. Crustacea foi representado por peracáridos (Amphipoda e Tanaidacea) e decápodes. Dentre os Hexapoda foram registradas apenas formas jovens e pupas. Não houve diferença estatística da macrofauna entre as espécies de mangue, estações e tempos de coleta, com exceção dos "litter bags" de *Rhizophora mangle* que apresentaram diferença na macrofauna entre os tempos de coleta. A seqüência da colonização do detrito por invertebrados bentônicos demonstrou que existe uma sucessão ao longo do processo de decomposição. Isso sugere que a densidade destes organismos e o seu comportamento de forrageio influenciaram as taxas de decomposição foliar de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*.

**Palavras-chaves:** Annelida, "litter bag", sucessão da macrofauna bentônica.



## Introdução

Estuários são reconhecidos por proporcionarem diversos habitats, sendo considerados ecossistemas de transição entre ambientes ribeirinhos, terrestres e marinhos. Em geral, são caracterizados por apresentarem condições hidrológicas e químicas imprevisíveis em escala espaço-temporal (Kanaya & Kikuchi 2008). A macrofauna bentônica é um dos elementos estruturais da rede trófica desse ecossistema e apresenta um importante papel na dinâmica do sistema (Ysebaert & Herman 2002; Kanaya & Kikuchi 2008). Os manguezais, localizados ao longo de estuários, constituem um importante habitat, e freqüentemente, abrigam uma abundante e diversificada comunidade de invertebrados bentônicos, que podem servir como fonte de alimento para a fauna residente e transiente (Kristensen et al 2008). Um considerável número dessas espécies que residem ou transitam nesse ambiente são comercialmente importantes e capturadas para o consumo humano (Kristensen et al 2008).

A macrofauna bentônica é classificada como o grupo de organismos associado ao substrato que são visíveis a olho nu, mas, em geral apenas identificáveis com auxílio de microscópio estereoscópico. Os invertebrados bentônicos de fundos inconsolidados são representados, principalmente, por espécies de anelídeos poliquetas, crustáceos e moluscos, que alternam sua dominância de acordo com a variação das condições abióticas (Paiva et al. 2005). Além desses organismos existem outros grupos incluindo Porifera, Nematoda, Sipuncula, Plathyhelminthes e Urochordata (Elison 2008). Esses animais vivem toda sua vida ou parte do seu ciclo no substrato dos manguezais e dependem da entrada de alimento (plâncton e/ou detrito), além de muitos serem consumidores primários que incorporam matéria orgânica de diferentes fontes para dentro do sistema (Muniz & Venturini 2001; Kanaya & Kikuchi 2008).

As altas taxas de degradação de detrito e eficiente reciclagem de nutrientes que proporcionam a alta produtividade característica dos manguezais (Odum & Heald 1975, Bosire et al. 2005, Kristensen et al. 2008) têm como um dos elementos principais a macrofauna bentônica. A matéria orgânica produzida em manguezais forma a base de uma intrincada rede trófica detritívora. Folhas recentemente caídas primeiramente passam pelo processo de lixiviação (Adaime 1985) e rapidamente são invadidas por microrganismos que decompõem componentes estruturais (Middleton & Mckee 2001). Estes formam uma fina película sobre a superfície foliar aumentando o valor nutricional e atraindo invertebrados bentônicos. A fauna bentônica, além de consumir o material foliar, promove sua fragmentação mecânica acelerando a ação de bactérias e fungos (Odum & Heald 1975, Ponte et al. 1984) o que torna a decomposição mais rápida. Os detritos provenientes de vegetais vasculares, associados a microrganismos, são ingeridos por invertebrados detritívoros, que por sua vez se constitui em alimento para outros organismos de maior porte, estabelecendo desta forma a complexa rede trófica característica dos manguezais (Odum e Heald 1975).

Comunidades bentônicas têm demonstrado relevância em avaliações de qualidade ambiental. Por isso, estudos ecológicos relacionados com esses grupos de organismos se empenham em compreender os fatores que influenciam sua distribuição em escala espaço-temporal. Diversos trabalhos têm demonstrado que a macrofauna bentônica associada à decomposição também desempenha um importante papel, sendo crucial para que o processo se conclua (Couto & Lima 1997, Ashton et al. 1999, Middleton & Mckee 2001, Kristensen et al. 2008, Oliveira et al., em prep.). O conhecimento destes organismos e de seus hábitos alimentares pode fornecer informação para que o processo de decomposição foliar seja melhor compreendido. As pesquisas que exploram esse assunto são escassas, já que em sua maioria, elas apenas citam a macrofauna envolvida na decomposição ou a ação de caranguejos sobre o detrito.

Desse modo, este estudo se propõe a (1) identificar e quantificar a macrofauna bentônica associada à decomposição foliar de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*, (2) verificar se há diferença na composição da macrofauna entre essas duas espécies de mangue, e (3) examinar se ocorre alteração na composição de organismos entre as diferentes estações e tempos de coleta.

## Material e Métodos

### 1. Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Rio Cachoeira deságua na Baía do Pontal, em Ilhéus (Bahia), e os manguezais de seu estuário ocupam uma área de aproximadamente 248 ha (Martins 2008), enfrentando uma aceleração do processo de eutrofização, devido às atividades humanas (Souza 2005, Santos 2007, Silva 2007). O clima tropical Af de Köppen, quente e sempre úmido, não apresenta estação seca definida. A temperatura média anual é de 24°C, se estendendo de 17,0 a 30,5°C (Nacif et al. 2004). Entre maio a agosto ocorre o

período mais chuvoso, concentrando-se, principalmente, entre junho e agosto, com médias anuais de 2.179 mm, máxima de 2.628 mm e mínima de 1.737 mm (SEPLANTEC 1993).

A área de estudo situa-se na porção média do estuário (14° 49' 00" S/ 39° 03' 36"W e 14° 49' 14"S/ 39° 03' 29"W), e possui cerca de 1 km de extensão.

## 2. Experimento

O estabelecimento das quatro estações de estudo, uma permanentemente submersa e as demais na região entremarés, ocorreu ao longo de um transecto perpendicular ao canal principal de água.

A técnica “litter bag” foi utilizada para estimar o processo de decomposição foliar de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*. Catorze conjuntos com seis “litter bags” (três de cada espécie de mangue) foram dispostos em cada uma das estações.

No período de junho de 2008 a abril de 2009 foram realizadas catorze coletas de um conjunto de “litter bags” para obtenção da macrofauna bentônica associada ao processo de decomposição foliar. A Tabela 1 demonstra quantos dias depois da instalação do experimento cada uma das catorze coletas foi realizada.

Tabela 1. Tempo de coleta e seus respectivos dias de realização após a instalação do experimento de decomposição.

Table 1. Collection time and their respective days of achievement after the installation of decomposition experiment.

Collection time	Installation of experiment	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Number of days	0	1	3	5	7	15	30	45	60	90	120	150	210	270	300

O material dos “litter bags” foi cuidadosamente lavado sobre peneiras com malhas de 0,5 mm de abertura, específicas para reter a macrofauna bentônica. Os organismos retidos foram fixados em álcool 70%, identificados e quantificados sob microscópio estereoscópico com auxílio de bibliografia especializada. Quando necessário, exemplares de espécies foram encaminhados a especialistas para identificação ou confirmação.

## 3. Análise de dados

Análise descritiva foi realizada para demonstrar a abundância da macrofauna bentônica nas estações de estudo ao longo do tempo. A diferença estatística ( $p < 0,05$ ) da abundância e riqueza dos organismos entre as estações e entre tempos de coleta para cada uma das espécies de mangue, e entre as espécies de mangue foi verificada através da ANOVA One-way (programa Statistica® 6.0). A análise de similaridade de percentagens (SIMPER) (programa Primer 5.0) determinou os grupos de organismos mais representativos em diferentes estações e tempos de coleta; os dados foram transformados  $[\log(x+1)]$ .

## Resultados

A macrofauna bentônica associada ao processo de decomposição foliar foi registrada a partir do terceiro tempo de coleta, quinto dia da instalação do experimento, nos “litter bags” de ambas as espécies de mangue (Figura 1). A macrofauna, desde então, foi observada em, pelo menos, uma das estações até o final do experimento. A estação I apresentou organismos até o tempo de coleta 6 (30 dias), depois deste período eles reapareceram no tempo 11 (150 dias) para as duas espécies de mangue, e no tempo 13 (270 dias) e 14 (300 dias) apenas para *L. racemosa*. As estações II a IV apresentaram um registro mais regular de organismos, ocorrendo picos nos tempos 7 (45 dias), 10 (120 dias) e 11 (150 dias) para *R. mangle* e 6 (30 dias), 7 (45 dias) e 13 (270 dias) para *L. racemosa*.

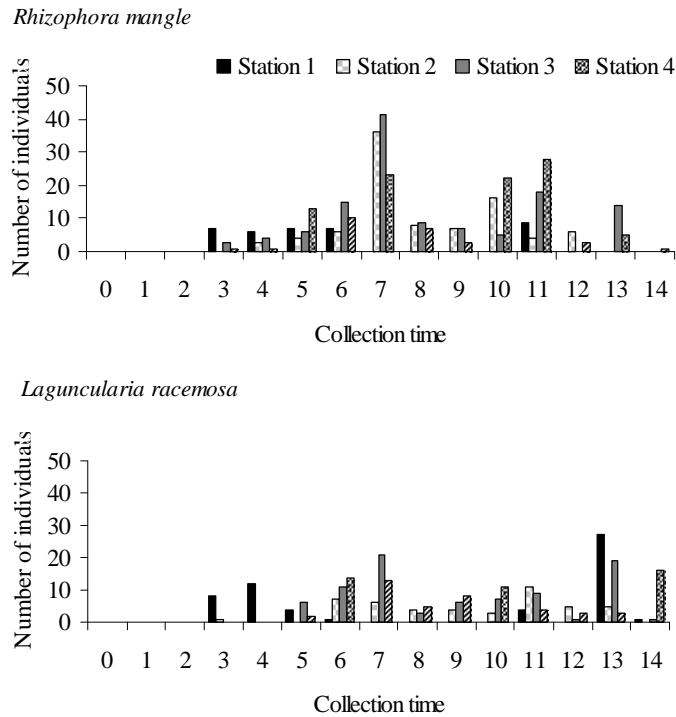


Figura 1. Abundância total da macrofauna bentônica encontrada no interior dos “litter bags” de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* por estação ao longo dos 14 tempos de coletas.

Figure 1. Total abundance of the benthic macrofauna found inside the litter bags of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* for stations along of 14 collection sample times.

O número total de indivíduos nos “litter bags” de *R. mangle* foi maior (n=364) do que o de *L. racemosa* (n=261). Para ambas, Annelida apresentou maior abundância (Tabela 2) representada por Oligochaeta com 188 indivíduos para *R. mangle* e 111 para *L. racemosa* e Polychaeta, com 103 e 99 indivíduos, respectivamente. Crustacea foi representado por peracários (Amphipoda e Tanaidacea) e decápodes. Dentre os Hexapoda foram registradas apenas formas jovens e pupas de insetos, sendo Tabanidae o grupo mais abundante.

Tabela 2. Número total de indivíduos da macrofauna bentônica associada ao processo de decomposição foliar de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* ao longo do experimento (junho/2008 – abril/2009).

Table 2. Total number of individuals of benthic macrofauna associated to the process of leaf decomposition of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* along of the experiment (June/2008 – April/2009).

Mangrove Species	Benthic Macrofauna			Total
	Crustacea	Hexapoda	Annelida	
<i>Rhizophora mangle</i>	61	12	291	364
<i>Laguncularia racemosa</i>	34	17	210	261
<b>Total</b>	95	29	501	625

Polychaeta apresentou a segunda maior abundância sendo o grupo mais regular entre as coletas, seguido pelos crustáceos, principalmente, anfípodes. Oligochaeta foi responsável pelos picos de macrofauna bentônica nos tempos 7 (45 dias), 10 (120 dias) e 11 (150 dias) para *R. mangle* e 6 (30 dias), 7 (45 dias) e 13 (270 dias) para *L. racemosa*. Na estação I não houve registro de oligoquetas e larvas de inseto durante o período de estudo, enquanto que, nas demais estações foram observados todos os grupos taxonômicos registrados.

A abundância e a riqueza dos invertebrados bentônicos para cada uma das espécies de mangue apresentou homogeneidade estatística ( $p > 0,05$ ) entre as estações. Entre os tempos de coleta os “litter bags” de *Rhizophora mangle* apresentaram diferença significativa tanto para abundância quanto para riqueza. Para os “litter bags” de *Laguncularia racemosa* foi verificada similaridade estatística ( $p > 0,05$ ) para abundância e riqueza entre os tempos de coleta. Entre as espécies de mangue a abundância e riqueza também foram similares ( $p > 0,05$ ).

Os invertebrados bentônicos registrados foram identificados até o menor nível taxonômico possível (Tabela 3). O nível específico só foi possível para anelídeos poliquetas, sendo a espécie mais abundante entre eles *Perinereis brevicirrata*, seguida de *Capitella* cf. *capitata*, *Heteromastus filiformis* e *Neanthes succinea*. Os crustáceos apresentaram, com exceção dos anfípodes que foram morfotipados, indivíduos muito jovens o que não permitiu o avanço da identificação, sendo o grupo Brachyura o mais representativo com 14 indivíduos. Dentre as larvas e pupas de insetos, destacou-se a família Tabanidae. Os oligoquetas, apesar de registrarem a maior abundância, não foram morfotipados e permaneceram em nível de grande grupo.

Os grupos taxonômicos típicos dos tempos de coleta de cada espécie de mangue foram representados por anelídeos (poliquetas e oligoquetas), crustáceos (caranguejos e anfípodes) e larvas de inseto, sendo que os “litter bags” de *Laguncularia racemosa* apresentaram, dentre os crustáceos, destaque apenas para os caranguejos Grapsidae e nenhuma relevância para as pupas de Tabanidae (Tabela 4).

A contribuição dos táxons característicos dos tempos de coleta permite visualizar a seqüência dos organismos ao longo do tempo e que a comunidade dentro dos “litter bags” torna-se mais complexa e rica apresentando um maior número de grupos típicos. O detrito foliar de *Rhizophora mangle*, em geral, apresentou ao longo do tempo maior número de táxons quando comparado a outra espécie de mangue. O tempo 10 (120 dias) teve a maior riqueza com 4 grupos taxonômicos, enquanto, *Laguncularia racemosa* apresentou 3 grupos taxonômicos como maior riqueza nos tempos 6 (30 dias) e 13 (270 dias) (Tabela 4).

*Perinereis brevicirrata* foi caracterizada como uma espécie típica a partir dos primeiros tempos de coleta nos “litter bags” de ambas as espécies de mangue, além da contribuição do anfípode *Corophium* sp. em *Rhizophora mangle*. Os oligoquetas tiveram representatividade a partir do tempo 6 (30 dias) de coleta para as duas espécies de mangue. As larvas de insetos só se apresentaram típicas para os “litter bags” de *Rhizophora mangle* no tempo 7 (45 dias) de coleta (Tabela 4).

Dentre os grandes grupos típicos representados nos “litter bags” de ambas as espécies de mangue, Polychaeta e Oligochaeta apresentaram maior contribuição em um maior número de coletas, sendo que Crustacea e Hexapoda mostraram pequena representatividade (Figura 2). A estação I, tanto para o detrito foliar de *Rhizophora mangle* quanto de *Laguncularia racemosa*, apresentou maior contribuição dos grupos típicos Polychaeta e Crustacea (Figura 3). A estação II e III para *R. mangle* indicou Oligochaeta, Polychaeta e Crustacea, com destaque para os poliquetas na estação II e oligoquetas e poliquetas na estação III. Para *L. racemosa* as estações II e III tiveram maior contribuição de Oligochaeta e Polychaeta tendo os oligoquetas maior contribuição em ambas às estações. A estação IV apresentou para *R. mangle* os quatro grupos taxonômicos, com maior contribuição dos oligoquetas, para *L. racemosa* os crustáceos não tiveram representatividade e os oligoquetas e poliquetas tiveram destaque.

Tabela 3. Abundância dos grupos taxonômicos registrados nos “litter bags” de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* em todos os tempos de coleta (junho/2008 – abril/2009).

Table 3. Abundance of taxonomic groups recorded in the litter bags of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* in all time collection (June/2008 – April/2009).

Grupo taxonômico	<i>Rhizophora mangle</i>														<i>Laguncularia racemosa</i>													
	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	Total	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	Total	Total geral	
Filo Annelida																												
Polychaeta																												
Capitellidae																												
<i>Heteromastus filiformis</i>								1		6			7										2	25		27	34	
<i>Capitella cf. capitata</i>			2	7	1		7	7	1		1		26							1	2	9	2			14	40	
Nereididae																												
<i>Perenereis brevicirrata</i>	2	4	2	5	2	9	2	11	8		1		46	2		1	8	1	8			6	11			37	83	
<i>Neanthes succinea</i>		1	1		1	1			5				9				2					2	2		3	9	18	
<i>Ceratonereis excisa</i>									1				1														1	
Goniadidae																												
<i>Glycinde multidentis</i>									1				1														1	
Hesionidae																												
Dorvilleidae														2												2	2	
Oligochaeta			2	23	92		6	14	34		16	1	188									1			17	15	111	299
Filo Arthropoda																												
Crustacea																												
Decapoda																												
Penaeidae									1				1															1
Caridea			1										1	1												1	2	
Brachyura				1	1	1		2					5															5
Grapsidae									2	1			3										3		1	4	7	
<i>Pachygrapsus</i> sp																												
Ocypodidae								2					2															2
Peracarida																												
Amphipoda																												
<i>Corophium</i>		6	3			1		3	1				14	1	1											2	16	
Amphipoda 1	1	1		1				1					4					1								1	5	
Amphipoda 2			13										13															13
Amphipoda 3						2			1				3			1										1	4	
Amphipoda 4						1							1										1			1	2	
Amphipoda 5	6		4										10		10	3										13	23	
Amphipoda juvenil														1		1										2	2	
Isopoda						1							1					1				1			2	3		
Hexpoda																												
Odonata (Aesnidae CF)																	5									5	5	
Hemiptera CF								1					1														1	
Halipidae (coleoptera)																		1								1	1	
Amphozodae																												
<i>Amphizoa</i> sp.		1				1							2														2	
Empididae																			1							1	1	
Diptera																												
Chironomidae																				1						1	1	
Tabanidae					3	3	1						7					1				2		1	1	2	7	14
Insecta não identificado			2										2			1										1	3	
Total	9	13	30	37	100	20	16	42	55	7	18	1	348	7	11	12	31	39	11	16	20	26	8	47	18	246	594	

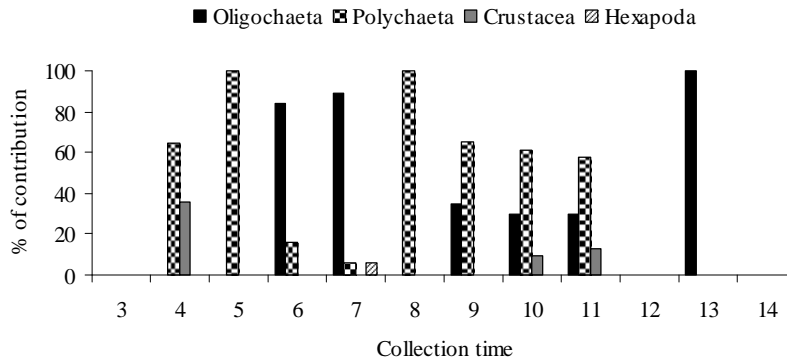
Tabela 4. Grupos taxonômicos de invertebrados bentônicos típicos dos “litter bags” de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* ao longo de tempos de coleta.  
 Table 4. Taxonomic groups of typical benthic invertebrates of the litter bags of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* a long collection time.

	Collection time																								
	T3		T4		T5		T6		T7		T8		T9		T10		T11		T12		T13		T14		
Σ A. A.	A. A.	%	A. A.	%	A. A.	%	A. A.	%	A. A.	%	A. A.	%	A. A.	%	A. A.	%	A. A.	%	A. A.	%	A. A.	%	A. A.	%	
<b><i>Rhizophora mangle</i></b>																									
Taxonomic group																									
Oligochaeta	59,6	*	*					5,8	84,2	30,7	88,7			2	35,0	4,7	29,9	8,5	30,0	*	*	8	100	**	**
Polychaeta	17,4			1	64,8	0,5	100	1,3	15,8	0,7	5,7	3	100	3	65,0	6	61,0	2	57,4						
<i>Perenereis brevicirrata</i>	12,8	*	*	1	64,8	0,5	100	1,3	15,8	0,7	5,7	3	100	0,7	33,9	3,7	29,9	2	57,4	*	*				
<i>Capitella cf. capitata</i>	4,7	*	*											2,3	31,2	2,3	31,2			*	*				
Crustacea	2,7			1,5	35,2											0,7	9,1	0,5	12,6						
Ocypodidae	0,7	*	*													0,7	9,1			*	*				
<i>Corophium</i> sp.	1,5	*	*	1,5	35,2															*	*				
Grapsidae	0,5	*	*															0,5	12,6	*	*				
Hexapoda	1									1	5,65														
Tabanidae	1	*	*							1	5,65									*	*				
Σ A. A.				2,5		0,5		7		32,3		3		5		11,3		11				8			
Number of taxons				2		1		2		3		1		3		4		3				1			
<b><i>Laguncularia racemosa</i></b>																									
Oligochaeta	33,5					*	*	5,3	72,7	11,7	100			4,67	100	2,7	65,2					4,3	42,1	5	100
Polychaeta	20,8	1	100					2,5	27,3			2,7	100			2	34,8	5	100	0,7	57,4	7	57,86		
<i>Perenereis brevicirrata</i>	10,4	1	100			*	*	2	8,9			2,7	100			2	34,8	2,8	47,7						
<i>Heteromastus filiformis</i>	6,9					*	*													0,7	57,4	6,3	32,9		
<i>Capitella cf. capitata</i>	2,3					*	*											2,3	52,4						
<i>Neanthes succinea</i>	1,3					*	*	0,5	18,4													0,8	25,0		
Crustacea	1																			1	42,6				
Grapsidae	1					*	*													1	42,6				
<i>Corophium</i> sp.				**	**	*	*																		
Amphipoda 5				**	**	*	*																		
Σ A. A.		1						7,8		11,7		2,7		4,7		4,7		5		1,7		11,3		5	
Number of taxons		1						3		1		1		1		2		2		2		3		1	

\* all similarities are zero

\*\* less than 2 samples in group

*Rhizophora mangle*



*Laguncularia racemosa*

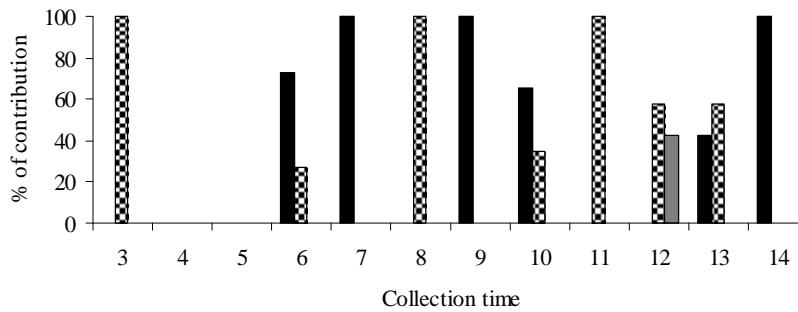
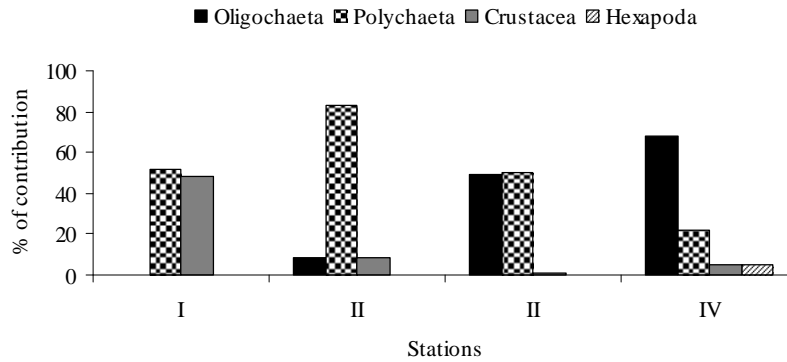


Figura 2. Contribuição dos grandes grupos de invertebrados bentônicos típicos dos “litter bags” de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* ao longo dos tempos de coleta (junho/2008 – abril/2009) em Ilhéus, BA.  
 Figure 2. Contribution of the groups of typical benthic invertebrates of the litter bags of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* a long collection time (junho/2008 – abril/2009) in Ilhéus, BA.

*Rhizophora mangle*



*Laguncularia racemosa*

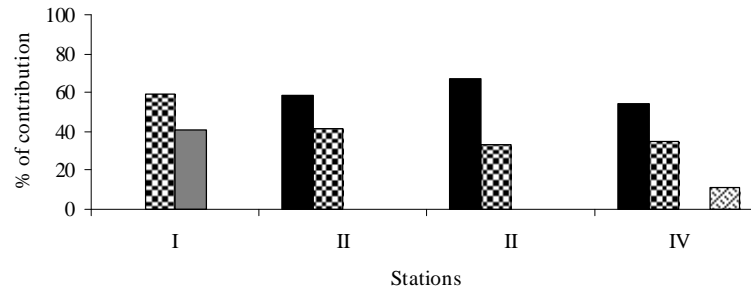


Figura 3. Contribuição dos grandes grupos de invertebrados bentônicos típicos dos “litter bags” de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* entre as estações de estudo (junho/2008 – abril/2009) em Ilhéus, BA.

Figure 3. Contribution of the groups of typical benthic invertebrates of the litter bags of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* in the stations of study (junho/2008 – abril/2009) in Ilhéus, BA.



## Discussão

A macrofauna bentônica registrada corresponde aos grupos taxonômicos, geralmente, verificados em estudos de decomposição em manguezais (Ponte et al. 1984, Ashton et al. 1999, Middleton & Mckee 2001, Bosire et al. 2005, Aké-Castillo et al. 2006). Estes organismos contribuíram com o processo de decomposição através do consumo de detrito e, principalmente, por promover sua fragmentação. As atividades de maceração proporcionada pelo organismo fragmentador, aparentemente, auxilia na degradabilidade do detrito por aumentar o efeito superfície/área proporcionando um maior acesso ao ataque microbiano (Kristensen et al. 2008).

Os trabalhos realizados até o momento não disponibilizam, em geral, o primeiro registro da presença da macrofauna nos “litter bags”. Entretanto, Couto e Lima (1997) estudando a decomposição foliar de *Laguncularia racemosa*, em Sergipe (Brasil), registraram invertebrados bentônicos no quarto dia após a instalação do experimento – tempo semelhante ao encontrado neste estudo. Isso sugere que mesmo nos primeiros estágios de decomposição onde dominam a lixiviação e a ação de bactérias e fungos, a macrofauna bentônica pode desempenhar um importante papel se tornando essencial (Oliveira et al capítulo 1), já que na sua ausência a decomposição só ocorreria até certo ponto (Ashton 1999).

As estações de estudo não diferiram estatisticamente na abundância e composição da macrofauna bentônica indicando que o tempo de imersão não foi o fator mais relevante. A pequena diferença topográfica no posicionamento entre as estações e o alto grau de anastomosamento da área pode ter provocado uma certa homogeneidade no tempo de imersão refletindo tanto nas taxas de decomposição quanto nos invertebrados bentônicos (Oliveira et al. capítulo 1). Apesar disso, a ausência de oligoquetas e larvas de inseto na estação I foi registrada sugerindo que este local apresenta fatores que podem limitar a presença destes organismos.

A abundância e composição da macrofauna também não apresentaram diferença significativa entre as espécies de mangue. Entretanto, a abundância de organismos foi maior nos “litter bags” de *Rhizophora mangle* (aproximadamente 100 indivíduos a mais) que nos de *Laguncularia racemosa*. Isso não era esperado já que folhas de *R. mangle*, devido a seus constituintes químicos, são menos palatáveis do que as de *L. racemosa*. Os organismos registrados até quinze dias após a instalação do experimento foram poliquetas e, principalmente, anfípodes, os quais, provavelmente, agiram como fragmentadores; os “litter bags” de *R. mangle* apresentaram quase o dobro de anfípodes neste período. A intensa fragmentação causada por esses organismos, provavelmente, tornou o detrito de ambas as espécies de mangue igualmente atrativo. Os Oligochaeta, que foram a causa da maior abundância dos “litter bags” de *R. mangle*, surgiram a partir de quinze e trinta dias após a instalação do experimento para, respectivamente, *R. mangle* e *L. racemosa*. A partir desse período o detrito estava mais palatável devido à intensa lixiviação, à ação de bactérias e fungos e à fragmentação por anfípodes, o que tornou mais fácil o acesso de detritívoros. Isso pode ser corroborado ao serem analisadas as constantes de decaimento de *R. mangle* e *L. racemosa* apresentadas por Oliveira et al. (capítulo 1), após quinze dias de instalação do experimento, as constantes de ambas as espécies se tornam muito próximas indicando que o decaimento de ambas passa a ser semelhante.

Em um estudo desenvolvido no Quênia, os Amphipoda constituíram o grupo dominante no processo de decomposição foliar sugerindo a sua importância na fragmentação do detrito (Bosire et al. 2005). Middleton e Mckee (2001) destacam a presença de caranguejos e anfípodes como o fator que triplicou a velocidade do processo de fragmentação foliar. Outro estudo realizado no Golfo do México enfatiza a importância dos gastrópodes no processo de decomposição (Aké-Castillo et al. 2006). Neste estudo, Annelida foi o grupo de destaque, já que os oligoquetas e poliquetas foram os mais abundantes.

Os oligoquetas, apesar do elevado número de indivíduos e grande representatividade nos “litter bags” ambas as espécies de mangue, foram registrados em sete tempos de coleta de forma não contínua. Os poliquetas, apresentando a segunda maior representatividade, foram observados em onze e dez tempos de coleta consecutivos nos “litter bags” de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*, respectivamente, sendo representados principalmente pelas famílias Nereididae e Capitellidae para ambas as espécies de mangue.

As espécies de nereidídeos encontradas foram *Perinereis brevicirrata*, a mais abundante entre os poliquetas e até então não registrada na costa baiana, *Neanthes succinea* e um indivíduo de *Ceratonereis excisa*. A família Nereididae é onívora em sua maioria e, apesar de suas notáveis mandíbulas, poucas espécies podem ser consideradas carnívoras (Fauchald & Jumars 1979). Em geral, elas alteram seu modo de alimentação facilmente de acordo com a disponibilidade de alimento no ambiente, sendo diversas espécies capazes de absorver matéria orgânica dissolvida.

*Perinereis brevicirrata* foi registrada a partir de cinco dias após a instalação do experimento e se apresentou como espécie típica em oito e cinco tempos de coleta para os “litter bags” de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*. Provavelmente, ela agiu como uma fragmentadora, já que algumas espécies do gênero

*Perinereis* e alimentam de microalgas e diatomáceas (Fauchald & Jumars 1979). Esses microorganismos podem ter se desenvolvido na superfície do detrito foliar das espécies de mangue e atraído esses poliquetas. Além disso, com o passar do tempo, devido à versatilidade alimentar dos nereidídeos, essa espécie pode também ter se alimentado do material em decomposição agindo como um detritívoro. *Neanthes succinea* é considerada comedora de depósito de superfície (Fauchald & Jumars 1979) e foi inicialmente observada sete dias após a instalação do experimento, sugerindo que o detrito a partir desse período tenha sido consumido diretamente.

Os capitelídeos são classificados como comedores não seletivos de depósito (Fauchald & Jumars 1979). As espécies encontradas neste estudo, pertencentes a essa família, foram *Capitella* cf. *capitata* e *Heteromastus filiformis*. A primeira, considerada indicadora de áreas enriquecidas organicamente, foi a segunda mais abundante dentre os poliquetas, sendo registrada a partir de quinze dias da instalação do experimento, provavelmente, usando diretamente o detrito foliar como alimento, já que tem a capacidade de absorver amido primário dissolvido (Fauchald & Jumars 1979). *Heteromastus filiformis*, sendo um comedor de depósito, possivelmente, também teve ação direta sobre o detrito.

Os Hexapoda foram pobremente representados neste estudo, tendo como destaque apenas a família Tabanidae, que surgiu como táxon típico apenas para os “litter bags” de *Rhizophora mangle*. As larvas dos indivíduos dessa família são consideradas carnívoras (Pennak 1978) e surgiram após quarenta e cinco dias da instalação do experimento. Houve o registro de outros carnívoros em pequeno número, como os poliquetas *Glycinde multidentis* e uma espécie não identificada da família Dorvilleidae, além das larvas de Hemiptera e Odonata.

O descrito acima sugere que, primeiramente, o detrito foi invadido pela macrofauna bentônica fragmentadora (Amphipoda e *Perinereis brevicirrata*), permitindo uma maior colonização por microrganismos que tornaram o material mais atrativo para os detritívoros, que surgiram na seqüência representados por oligoquetas e poliquetas. O registro de animais considerados como essencialmente carnívoros foi feito após quinze dias da instalação do experimento, quando já existiam presas disponíveis no interior dos “litter bags”.

O papel dominante do detrito de mangue na dieta dos consumidores não é necessário para explicar altas taxas de decomposição, já que o efeito total do consumo da fauna na dinâmica do detrito pode ser muito alto, mesmo quando outras entradas sejam a principal fonte de sustentação da fauna (Kristensen et al. 2008). O método “litter bag” não fornece a ação real da macrofauna bentônica sobre o detrito, pois as folhas confinadas em sacos de nylon são atrativas por proporcionarem concentração de alimento e proteção contra possíveis predadores. Alguns invertebrados bentônicos entram pela malha dos sacos, mas depois de se alimentarem ou fugirem de predadores, a mesma malha os impede de escapar. Portanto, o “litter bag” atrai e pode confinar os organismos mascarando a verdadeira ação destes na decomposição foliar.

A seqüência de fatos apresentada neste estudo demonstra que existe uma sucessão de macroinvertebrados bentônicos ao longo do processo de decomposição foliar. Isso sugere que a densidade destes organismos e o seu comportamento de forrageio podem influenciar nas taxas de decomposição foliar de *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*, e estas podem ter sido aceleradas pela grande representatividade de organismos detritívoros e fragmentadores.

## Agradecimentos

Aos doutores Paulo R. Nucci, Cinthya Santos e Márcio Tolentino pelo auxílio na identificação de componentes da macrofauna bentônica. À doutora Kátia Rezende pelo subsídio nas análises estatísticas. Aos colegas que auxiliaram em campo, laboratório e construção de idéias: Lorena Santos, Fênix Sampaio, Débora Daltro, Verônica Viana, Cybelle Longhini, Zita Tabosa e Dinara Mercês. Ao Sr. Ruy R. Cavalcante, indispensável companheiro de campo. À Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) pela logística. Ao CNPq pelo financiamento através do edital CNPq/CTHidro 14/2005 (processo 133343-2006/5). E a CAPES-DS pela concessão parcial da bolsa.

## Referências Bibliográficas

- ADAIME, R. R. 1985. Produção do bosque de mangue da Gambôa Nóbrega (Cananéia, 25° lat. S - Brasil). 1985. Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- AKÉ-CASTILLO, J. A., VÁZQUEZ, G. & LÓPEZ-PORTILLO, J. 2006. Litterfall and decomposition of *Rhizophora mangle* L. in a coastal lagoon in the southern Gulf of Mexico. *Hydrobiologia*. 559: 101-111.

- ASHTON, E. C., HOGARTH, P. J. & ORMOND, R. 1999. Breakdown of mangrove leaf litter in a managed mangrove forest in Peninsular Malaysia. *Hydrobiologia*. 413: 77-88.
- BOSIRE, J. O., DAHDUOH-GUEBAS, F., KAIRO, J. G., KAZUNGU, J., DEHAIRS, F. & KOEDAM, D. 2005. Litter degradation and CN dynamics in reforested mangrove plantations at Gazi Bay, Kenya. *Biological Conservation*. 126: 287–295.
- COUTO, E. C. G. & LIMA, G. C. 1997. Decomposição de *Laguncularia racemosa* Gaertn. em diferentes regimes de inundação no manguezal da ilha das tartarugas (Sta. Luiza do Itanhy-SE). In *Actas X Semana de Geoquímica / IV Congresso de Geoquímica dos Países de Língua Portuguesa*. Anais... Braga, Portugal.
- ELISON, A. M. 2008. Managing mangroves with benthic biodiversity in mind: Moving beyond roving banditry. *Journal of Sea Research*. 59: 2-15.
- FAUCHALD K. & JUMARS P. A. 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanographic. Marine Biology Ann. Rev.* 17: 193-284.
- KANAYA, G. & KIKUCHI, E. 2008. Spatial changes in a macrozoobenthic community along environmental gradients in a shallow brackish lagoon facing Sendai Bay, Japan. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 78: 674-684.
- KRISTENSEN, E., BOUILLON, S., DITTMAR, T. & MARCHAND, C. 2008. Organic carbon dynamics in mangrove ecosystems: A review. *Aquatic Botany* in press. doi: 10.1016/j.aquabot. 2007.12.005.
- MARTINS, P. T. A. 2008. Análise de intervenções antrópicas no manguezal do Rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Sergipe. Sergipe.
- MIDDLETON, B. A. & MCKEE, K. L. 2001. Degradation of mangrove tissues and implications for peat formation in Belizean island forests. *Journal of Ecology*. 89: 818–828.
- MUNIZ, P. & VENTURINI, N. 2001. Spatial distribution of the macrozoobenthos in the Solís Grande Stream Estuary (Canelones-Maldonado, Uruguay). *Brazilian Journal of Biology*. 61(3): 409-420.
- NACIF, P. G. S., COSTA, L. M., SAADI, A., FERNANDES FILHO, E. I. & KOSTA, O. V. 2004. Ambientes Naturais da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira. In: Paulo Inácio Prado; Elena Charlotte Landau; Raquel Teixeira de Moura; Luiz Paulo Pinto; Keith Alger; Gustavo Fonseca. (Org.). *Corredor de Biodiversidade da Mata Atlântica do Sul da Bahia*. 1 ed. Ilhéus: IESB/ International Conservation /CABS/UFMG. p. 71.
- ODUM, W. E. & HEALD, E. J. 1975. Mangrove forests and aquatic productivity. In: HASLER, A.O. (ed.). *An introduction to land-water interactions*. Berlin: Springer-Verlag. p. 129-136.
- OLIVEIRA, A. B., RIZZO, A. E. & COUTO, E. C. G. Em prep. Decomposition of *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa* leaves in a mangrove from Ilhéus, Bahia State (Brazil). *Marine Ecology Progress Series*.
- PAIVA, A. C. G., COELHO, P.A. & TORRES, M. F. A. 2005. Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. *Arquivo de Ciências do Mar*. 38: 85-92.
- PENNAK, R.W. 1978. *Fresh-water invertebrates of the United States*. 2th Edition, John Wiley & Sons, New York.
- PONTE, A. C. E., FONSECA, I. A. Z., MARQUES, M., FREITAS, M. L. & CLARO M. S. C. A. 1984. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em ecossistema de mangue. In: *Congresso Sociedade Botânica de São Paulo, São Paulo, SP*. Anais... São Paulo.
- SEPLANTEC CEI. 1993 *Informações básicas dos municípios baianos: Região Litoral Sul*. Governo do Estado da

Bahia, Salvador, BA.

SANTOS, D. F. 2007. Distribuição do carbono inorgânico total e estimativa qualitativa do balanço autotrofia/heterotrofia no estuário do Rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia.

SESSEGOLO, G. C. & LANA, P. C. 1991. Decomposition of *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* leaves in a Mangrove of Paranaguá Bay (Southeastern Brazil). *Botanica Marina*. 34: 285-289.

SILVA, M. A. M. 2007. Nutrientes inorgânicos dissolvidos e clorofila-a na coluna de água no estuário do Rio Cachoeira, Ilhéus – BA. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia.

SOUZA, M. F. L. 2005. Nutrient Biogeochemistry and Mass Balance of a tropical Estuary: Estuary of Cachoeira River, Northern Brazil. *International Journal of Ecology and Environmental Sciences*, 31(3): 177-188.

YSEBAERT, T., MEIRE, P., COOSEN, J. & ESSINK, K. 1998. Zonation of intertidal macrobenthos in the estuaries of Schelde and Ems. *Aquatic Ecology*. 32: 53–71.

## ANEXO

As normas das revistas Marine Ecology Progress Series e Biota Neotropica em que o capítulo 1 e 2 estão enquadrados, respectivamente, seguem abaixo:

### **(1) Marine Ecology Progress Series:**

#### *Guidelines for MEPS Authors*

Inter-Research (IR) considers for publication: Research Articles (preferably not more than 14 printed pages); Reviews, state-of-the-art evaluations of important current research areas (up to 25 printed pages); Invited Reviews, authored by prominent experts; Notes, brief reports of important new information deserving priority publication (up to 4 printed pages); Comments, critical, fair assessments of published works and Reply Comments, replies to comments (normally 2 to 3 printed pages; for details on Comments/Reply Comments click [here](#)); Theme Sections, integrated multiauthor analyses and syntheses initiated and coordinated by acknowledged experts; they highlight cutting-edge research areas or problems (as brief as possible); online Discussion Forums, focussing on current top issues; As I See It, important, *personal* perspectives (brief and fair). Articles of exceptional significance may be selected as Feature Articles and made available to the scientific community by open access on our website.

Authors will be offered the option of publishing their article as Open Access. For further details see [Open Access Initiative](#).

#### *MANUSCRIPT (MS) SUBMISSION*

Manuscripts must (1) not be submitted simultaneously to any other publication outlet; (2) be original, i.e. not published before; (3) have been approved by all immediately involved, e.g. authors, institutional authorities; (4) meet ethics guidelines (see below). If the manuscript has previously been submitted to any publication outlet, this must be disclosed and a rationale for its submission to MEPS provided. Submission of a manuscript implies agreement to Inter-Research terms of publication, including transfer of copyright to Inter-Research and the online posting of a prepress abstract. Authors are encouraged to submit new manuscripts, and revisions, electronically.

Acceptable electronic formats are Adobe pdf and MS-Word. Pages and lines must be numbered. All fonts must be embedded in the file, which must not contain any security settings. All manuscripts must be submitted via the MEPS editorial office, either online, by email, or by post. Manuscripts will be handled by one of the Editors-in-Chief or one of the Contributing Editors. Authors are invited to specify their preference, and (in their cover letter) to identify 3-5 suitable referees.

1. Online manuscript submission system: click here [AUTHOR GATEWAY](#).

2. Email submission: to the MEPS editorial office ([meps-submissions@int-res.com](mailto:meps-submissions@int-res.com)). Attach two files (1: the cover letter, which must include the response to reviews if the submission is a revision; and 2: the manuscript) to the above address. Hard copies are NOT required unless electronic submission is impossible. In that case, manuscripts may be submitted - one hard copy and an electronic file on disc - by post.

3. By post: to Inter-Research, Nordbunte 23, 21385 Oldendorf/Luhe, Germany.

#### *MS PROCESSING*

Manuscripts are critically evaluated by at least 3 reviewers. The Editor decides on acceptance, revision, or rejection. 40 Titles of accepted manuscripts are added to Forthcoming publications' on the IR Web site, together with a prepress abstract. Articles are published within a few days after corrected proofs have been returned by the corresponding author.

Orders for offprints must be made when returning the proof (use the form provided). A copy of the journal volume or number, and offprints ordered will be mailed to the corresponding author after an issue is printed.

#### **MS PREPARATION**

***Please consider the following when preparing your ms. Consult recent IR publications as a general guide.***

Once a ms has been accepted, upload or send it as a word-processing file (e.g. MS Word, not pdf or TeX), with separate figure files. Large files (>1 MB) can be uploaded to our ftp site (<ftp.int-res.com>), which can be freely accessed (please inform us if you upload anything).

#### **Manuscript length**

The target length of Research Articles is approximately 10 printed pages (about 6000 words).

#### **Cover page**

**Title:** Avoid 'A', 'An', 'The', 'On', etc. at the beginning; the title should have not more than 100 characters (ca. 15 words, 2 lines in print), and 150 characters at most. Compare: '*A novel method for the production of monoclonal antibodies (MAbs) specific to an envelope protein (28kDa) of white spot syndrome virus (WSSV) of shrimp and detection of WSSV by MAb-based antigen-capture enzyme-linked immunosorbent assay*' (236 characters, 37 words) vs. '*Detection of white spot syndrome virus of shrimp by means of monoclonal antibodies specific to an envelope protein*' (114 characters, 19 words). Provide a running head with 3 to 6 words; e.g. 'Detection of shrimp WSSV'.

**Authors and addresses:** If a ms has several authors from different institutions:

- use superscript numerals for identification;
- provide a full valid street address or PO Box for each institution, including present address(es) if applicable
- use \* to refer to a footnote that identifies the corresponding author and provide her/his email.

**Abstract:** Limit length to 250 words. Provide concise information on your work and its principal results. Avoid literature cites, series of data, or meaningless clauses such as '*the results are discussed*'.

**Key words:** Supply 3 to 8 key words, listed in order of importance.

**Text:** Please use numbered pages and lines, 12 point font, and double spacing. Do your very best to use correct English grammar, spelling and punctuation; if you are not a native English speaker, you should have the text edited by someone who is, before sending the ms to IR. You may also wish to consult a 'How to' book such as Day & Gastel (2006) *How to write and publish a scientific paper, 6th edn* (Greenwood Press, Westport, CT).

**Verbosity:** Please eliminate verbiage; example:

*'This speed was chosen because past studies by Miller (1995) and Smith (1998) have shown this to be slightly greater than the maximum sustained swimming speed.'* vs. *'This is slightly greater than the maximum sustained swimming speed (Miller 1995, Smith 1998).'*' 41 **Genus and species names** must be in italics; write the genus name in full at first mention in each paragraph and abbreviate whenever mentioned again in the same paragraph. When referring to a species, do not use the genus name alone, unless you have previously defined it that way; be precise when using 'sp.' (singular) and 'spp.' (plural).

**Abbreviations:** Define abbreviations and acronyms in the 'Abstract' and at first mention in the main text, and thereafter use only the abbreviation / acronym.

**Equations and units:** Use standard SI units. Relations or concentrations (e.g. mg per l) must be given as 'mg l<sup>-1</sup>' (not mg/l). Variables are usually italicised (except for Greek letters). Italicisation should be consistent in normal, superscript and subscripted text. Leave one blank space on either side of '=', '>', '±' etc. where these denote equalities or inequalities. Example: 'p < 0.05, r<sub>2</sub> = 0.879' (not 'p<0.05, r<sub>2</sub>=0.879'); but: 'we studied organisms of size <0.5 μm'

### **Figures and tables**

**Figures:** Please consult [Guidelines to Authors on Figure Preparation](#).

Figures, tables, and their captions should be self-explanatory; e.g. abbreviations and acronyms must be defined again here. If a figure or table provides data on biological species, its legend should begin with the full Latin name of that species. For table footnotes, use superscripted lower case letters; asterisks can be used to indicate statistical significance.

### *Literature cited*

All quoted literature must be listed, and all listed literature must be quoted.

**Periodicals:** Use standard abbreviations according to 'BIOSIS Serial Sources'. You can download a list of journal abbreviations from [www.int-res.com/misc/journallist.txt](http://www.int-res.com/misc/journallist.txt) or use the bibliographic database software 'EndNote'. You can obtain styles for IR journals at [www.endnote.com/support/enstyles.asp](http://www.endnote.com/support/enstyles.asp) or [download here](#).

### **How to cite from MEPS (example):**

· Blowden DA, Clarke A, Peck LS, Barnes DKA (2006) Antarctic sessile marine benthos: colonisation and growth on artificial substrata over three years. *Mar Ecol Prog Ser* 316:1-6

**Books:** Write the title of the book in lower case, and give the publisher and place of publication.

In the case of book series, give the series editor as well. Example:

· Hanski I (2005) The shrinking world: ecological consequences of habitat loss. In: Kinne O (ed) *Excellence in ecology, Book 14*. International Ecology Institute, Oldendorf/Luhe

**Papers from books, conference reports, symposium proceedings, etc.:** Give the title of the chapter, the editor(s) and title of the volume, the publisher and place of the publisher (not the location where the conference was held), and the pages of the chapter. The date of the cite must be the year of publication (not the year in which the conference was held). Example: · West TL, Amrose WG (1992) Abiotic and biotic effects on population dynamics of oligohaline benthic invertebrates. In: Colombo G, Ferrari I, Ceccherelli VU, Rossi R (eds) *Marine eutrophication and population dynamics*. Proc 25th Eur Mar Biol Symp. Olsen & Olsen, Fredensburg.

**Dissertations:** Write the title in lower case, 'MS / PhD thesis / dissertation', and give the university and its location. Example:

· Eve TM (2001) *Chemistry and chemical ecology of Indo-Pacific gorgonians*. PhD dissertation, University of California, San Diego, CA 42

**Websites:** Permanent databases such as FishBase, GenBank, or climatological sources may be included in the Literature Cited list; the date accessed must be given. URLs for printed publications also available online may be included with their citations. Other website references should only be cited in the body text. Example:

· Froese F, Pauly D (2009) FishBase. Accessed 13 Jan. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)

### *Electronic supplements*

Additional material of importance to an article may be included for possible publication on the Inter-Research website as an electronic supplement. This might be overlong

tables or appendices, derivations of mathematical models, video clips, etc., and will be linked from the online article.

#### *ETHICS*

Research published in IR journals must have been conducted in accordance with institutional, national and international guidelines concerning the use of animals in research and/or the sampling of endangered species.

#### *AUTHORSHIP*

Individuals listed as authors must: (1) agree to be listed; (2) have contributed to the research reported; (3) approve the submitted version of the manuscript.

#### *COPYRIGHT*

Scientific information appearing in IR journals has been rigorously refereed, carefully quality-improved, and professionally selected by our editorial staff. These publications, and all parts thereof, are therefore protected by copyright. This covers the exclusive rights of the publisher to sell, reproduce (by any means, including photographic or electronic), distribute (including via photocopies, reprints, or electronic means), and store (on microfilm, in electronic data bases, on video disks, etc.) this material.

The acceptance regulations of a manuscript for publication automatically include the consent of the author(s) to transfer the copyright to the publisher. Permission for exceptions to these rules must be obtained in writing from the publisher at the time of manuscript submission.

In the USA, photocopies may be made for personal or in-house use beyond the limitations stipulated under Section 107 or 108 of U.S. Copyright Law.

#### *DISCLAIMER*

Publisher, editors, reviewers and authors do not accept any legal responsibility for errors, omissions or claims, nor do they provide any warranty, express or implied, with respect to information published in IR journals.

## **(2) Biota Neotropica**

### Instruções aos Autores

Os trabalhos submetidos à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser enviados **exclusivamente** através do site de submissão eletrônica de manuscritos <http://biota.submitcentral.com.br/login.php>. Manuscritos que estejam de acordo com as normas serão enviados a assessores científicos selecionados pela **Comissão Editorial**. Em cada caso, o parecer será transmitido anonimamente aos autores. A aceitação dos trabalhos depende da 43 decisão da **Comissão Editorial**. Ao submeter o manuscrito, defina em que categoria (Artigo, Short Communication etc.) deseja publicá-lo e indique uma lista de, no mínimo, quatro possíveis assessores(as), 2 do exterior no caso de trabalhos em inglês, com as respectivas instituições e email.

No caso de manuscritos em inglês, indicar pelo menos 2 revisores estrangeiros, de preferência de países de língua inglesa. O trabalho somente receberá data definitiva de aceitação após aprovação pela **Comissão Editorial**, quanto ao mérito científico e conformidade com as normas aqui estabelecidas. Essas normas valem para trabalhos em todas as categorias.

**Desde 1º de março de 2007 a Comissão Editorial da Biota Neotropica instituiu a cobrança de uma taxa por página impressa de cada artigo publicado. A partir de 1º de julho de 2008 esta taxa passa a ser de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa e publicada a partir do volume 8(3). Este valor cobre os custos de produção do PDF, bem**



como da impressão e envio das cópias impressas às [bibliotecas de referência](#). Os demais custos - de manutenção do site e das ferramentas eletrônicas - continuarão a depender de auxílios das agências de fomento à pesquisa.

Ao submeter o manuscrito: a) defina em que categoria (Artigo, Short Communication etc.) deseja publicá-lo; b) indique uma lista de, no mínimo, quatro possíveis assessores(as), com as respectivas instituições e e-mail; c) manifeste por escrito a concordância com o pagamento da taxa de R\$ 30,00 (trinta reais) por página impressa, caso seu trabalho seja aceito para publicação na *Biota Neotropica*. No caso de citações de espécies, as mesmas devem obedecer aos respectivos Códigos Nomenclaturais. Na área de Zoologia todas as espécies citadas no trabalho devem estar, obrigatoriamente, seguidas do autor e a data da publicação original da descrição. No caso da área de Botânica devem vir acompanhadas do autor e/ou revisor da espécie. Na área de Microbiologia é necessário consultar fontes específicas como o [International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology](#).

Os trabalhos deverão ser enviados em arquivos em formato DOC (MS-Word for Windows versão 6.0 ou superior). Os trabalhos poderão conter os links eletrônicos que o autor julgar apropriados. A inclusão de links eletrônicos é encorajada pelos editores por tornar o trabalho mais rico. Os links devem ser incluídos usando-se os recursos disponíveis no MS-Word para tal. Antes de serem publicados, todos os trabalhos terão sua formatação gráfica refeita, de acordo com padrões pré-estabelecidos pela [Comissão Editorial](#), para cada categoria, antes de serem publicados. As imagens e tabelas pertencentes ao trabalho serão inseridas no texto final, a critério dos Editores, de acordo com os padrões previamente estabelecidos. Os editores se reservam o direito de incluir links eletrônicos apenas às referências internas a figuras e tabelas citadas no texto, assim como a inclusão de um índice, quando julgarem apropriado. O PDF do trabalho em sua formatação final será apresentado ao autor para que seja aprovado para publicação. Fica reservado ainda aos editores, o direito de utilização de imagens dos trabalhos publicados para a composição gráfica do site.

### **Editorial**

Para cada volume da BIOTA NEOTROPICA, o Editor Chefe convidará um(a) pesquisador(a) para escrever um Editorial abordando tópicos relevantes, tanto do ponto de vista científico quanto do ponto de vista de formulação de políticas de conservação e uso sustentável da biodiversidade. O Editorial, com no máximo 3000 palavras, deverá ser escrito em português ou espanhol e em inglês. As opiniões nele expressas são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). 44

### **Pontos de Vista**

Esta seção servirá de fórum para a discussão acadêmica de um tema relevante para o escopo da revista. A convite do Editor Chefe um(a) pesquisador(a) escreverá um artigo curto, expressando de uma forma provocativa o(s) seu(s) ponto(s) de vista sobre o tema em questão. A critério da [Comissão Editorial](#), a revista poderá publicar respostas ou considerações de outros pesquisadores(as) estimulando a discussão sobre o tema. As opiniões expressas no Ponto de Vista e na(s) respectiva(s) resposta(s) são de inteira responsabilidade do(s) autor(es). Ao serem submetidos, os trabalhos enviados à revista BIOTA NEOTROPICA devem ser divididos em dois arquivos: um primeiro arquivo contendo todo o texto do manuscrito, incluindo o corpo principal do texto (primeira página, resumo, introdução, material, métodos, resultados, discussão, agradecimentos e referências) e as tabelas, com os respectivos títulos em português e inglês; um segundo arquivo DOC contendo as figuras e as respectivas legendas em português e inglês. Estas deverão ser submetidas em baixa resolução (e.g., 72 dpi para uma

figura de 9 x 6 cm), de forma que o arquivo de figuras não exceda 2 MBytes. Em casos excepcionais, poderão ser submetidos mais de um arquivo de figuras, sempre respeitando o limite de 2 MBytes por arquivo. É imprescindível que o autor abra os arquivos que preparou para submissão e verifique, cuidadosamente, se as figuras, gráficos ou tabelas estão, efetivamente, no formato desejado. Após o aceite definitivo do manuscrito o(s) autor(es) deverá(ão) subdividir o trabalho em um conjunto específico de arquivos, com os nomes abaixo especificados, de acordo com seus conteúdos, devem ser escritos em letras minúsculas e não devem apresentar acentos, hífen, espaços ou qualquer caractere extra. Nesta submissão final, as figuras deverão ser apresentadas em alta resolução. Em todos os textos deve ser utilizada, como fonte básica, Times New Roman, tamanho 10. Nos títulos das seções usar tamanho 12. Podem ser utilizados negritos, itálicos, sublinhados, subscritos e superscritos, quando pertinente. Evite, porém, o uso excessivo desses recursos. Em casos especiais (ver fórmulas abaixo), podem ser utilizadas as seguintes fontes: Courier New, Symbol e Wingdings.

### **Documento principal**

Um único arquivo chamado Principal.rtf ou Principal.doc com os títulos, resumos e palavras-chave em português ou espanhol e inglês, texto integral do trabalho, referências bibliográficas e tabelas. Esse arquivo não deve conter figuras, que deverão estar em arquivos separados, conforme descrito a seguir. O manuscrito deverá seguir o seguinte formato: **Título**

### **conciso e informativo**

Títulos em português ou espanhol e em inglês (Usar letra maiúscula apenas no início da primeira palavra e quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas).

### **Autores**

Nome completo dos autores com numerações (sobrescritas) para indicar as respectivas filiações. Filiações e endereços completos, com links eletrônicos para as instituições. Indicar o autor para correspondência e respectivo e-mail.

### **Resumos/Abstract - com no máximo, 350 palavras**

- Título em inglês e em português ou espanhol
- Resumo em inglês (Abstract)
- Palavras-chave em inglês (Key words) evitando a repetição de palavras já utilizadas no título
- Resumo em português ou espanhol
- Palavras-chave em português ou espanhol evitando a repetição de palavras já utilizadas no título. As palavras-chave devem ser separadas por vírgula e não devem repetir palavras do 45 título. Usar letra maiúscula apenas quando for pertinente, do ponto de vista ortográfico ou de regras científicas pré-estabelecidas.

### **Corpo do Trabalho**

#### **1. Seções**

- Introdução (Introduction)
- Material e Métodos (Material and Methods)
- Resultados (Results)
- Discussão (Discussion)
- Agradecimentos (Acknowledgments)
- Referências bibliográficas (References)
- Tabelas

A critério do autor, no caso de Short Communications, os itens Resultados e Discussão podem ser fundidos. Não use notas de rodapé, inclua a informação diretamente no texto, pois torna a leitura mais fácil e reduz o número de links eletrônicos do manuscrito.

## **2. Casos especiais**

No caso da categoria "Inventários" a listagem de espécies, ambientes, descrições, fotos etc., devem ser enviadas separadamente para que possam ser organizadas conforme formatações específicas. Além disso, para viabilizar o uso de ferramentas eletrônicas de busca, como o XML, a Comissão Editorial enviará aos autores dos trabalhos aceitos para publicação instruções específicas para a formatação da lista de espécies citadas no trabalho. Na categoria "Chaves de Identificação" a chave em si deve ser enviada separadamente para que possa ser formatada adequadamente. No caso de referência de material coletado é obrigatória a citação das coordenadas geográficas do local de coleta. Sempre que possível a citação deve ser feita em graus, minutos e segundos (Ex. 24°32'75" S e 53°06'31" W). No caso de referência a espécies ameaçadas especificar apenas graus e minutos.

## **3. Numeração dos subtítulos**

O título de cada seção deve ser escrito sem numeração, em negrito, apenas com a inicial maiúscula (Ex. **Introdução, Material e Métodos etc.**). Apenas dois níveis de subtítulos serão permitidos, abaixo do título de cada seção. Os subtítulos deverão ser numerados em algarismos arábicos seguidos de um ponto para auxiliar na identificação de sua hierarquia quando da formatação final do trabalho. Ex. Material e Métodos; 1. Subtítulo; 1.1. Sub-subtítulo).

## **4. Citações bibliográficas**

Colocar as citações bibliográficas de acordo com o seguinte padrão:

Silva (1960) ou (Silva 1960)

Silva (1960, 1973)

Silva (1960a, b)

Silva & Pereira (1979) ou (Silva & Pereira 1979)

Silva et al. (1990) ou (Silva et al. 1990)

(Silva 1989, Pereira & Carvalho 1993, Araújo et al. 1996, Lima 1997)

Citar referências a resultados não publicados ou trabalhos submetidos da seguinte forma: (A.E. Silva, dados não publicados). Em trabalhos taxonômicos, detalhar as citações do material examinado, conforme as regras específicas para o tipo de organismo estudado.

## **5. Números e unidades**

Citar números e unidades da seguinte forma:

- escrever números até nove por extenso, a menos que sejam seguidos de unidades;
- utilizar, para número decimal, vírgula nos artigos em português ou espanhol (10,5 m) ou ponto nos escritos em inglês (10.5 m);
- utilizar o Sistema Internacional de Unidades, separando as unidades dos valores por um espaço (exceto para porcentagens, graus, minutos e segundos);
- utilizar abreviações das unidades sempre que possível. Não inserir espaços para mudar de linha caso a unidade não caiba na mesma linha.

## **6. Fórmulas**

Fórmulas que puderem ser escritas em uma única linha, mesmo que exijam a utilização de fontes especiais (Symbol, Courier New e Wingdings), poderão fazer parte do texto. Ex.  $a = p.r^2$  ou  $Na_2HPO_4$ , etc. Qualquer outro tipo de fórmula ou equação deverá ser considerada uma figura e, portanto, seguir as regras estabelecidas para figuras.

## **7. Citações de figuras e tabelas**

Escrever as palavras por extenso (Ex. Figura 1, Tabela 1, Figure 1, Table 1)

## 8. Referências bibliográficas

Adotar o formato apresentado nos seguintes exemplos, colocando todos os dados solicitados, na seqüência e com a pontuação indicadas, não acrescentando itens não mencionados:

FERGUSON, I.B. & BOLLARD, E.G. 1976. The movement of calcium in woody stems. *Ann. Bot.* 40(6):1057-1065.

SMITH, P.M. 1976. *The chemotaxonomy of plants*. Edward Arnold, London.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. 1980. *Statistical methods*. 7 ed. Iowa State University Press, Ames.

SUNDERLAND, N. 1973. Pollen and anther culture. In *Plant tissue and cell culture* (H.F. Street, ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford, p.205-239.

BENTHAM, G. 1862. Leguminosae. Dalbergiae. In *Flora Brasiliensis* (C.F.P. Martius & A.G. Eichler, eds). F. Fleischer, Lipsiae, v.15, pars 1, p.1-349.

MANTOVANI, W., ROSSI, L., ROMANIUC NETO, S., ASSAD-LUDEWIGS, I.Y.,

WANDERLEY, M.G.L., MELO, M.M.R.F. & TOLEDO, C.B. 1989. Estudo fitossociológico de áreas de mata ciliar em Mogi-Guaçu, SP, Brasil. In *Simpósio sobre mata ciliar* (L.M. Barbosa, coord.). Fundação Cargil, Campinas, p.235-267.

STRUFFALDI-DE VUONO, Y. 1985. *Fitossociologia do estrato arbóreo da floresta da Reserva Biológica do Instituto de Botânica de São Paulo, SP*. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.

FISHBASE. <http://www.fishbase.org/home.htm> (último acesso em dd/mmm/aaaa)

Abreviar títulos dos periódicos de acordo com o "World List of Scientific Periodicals" (<http://library.caltech.edu/reference/abbreviations/>) ou conforme o banco de dados do Catálogo Coletivo Nacional (CCN -IBICT) (busca disponível em <http://ccn.ibict.br/busca.jsf>).

Para citação dos trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA seguir o seguinte exemplo:

PORTELA, R.C.Q. & SANTOS, F.A.M. 2003. Alometria de plântulas e jovens de espécies arbóreas: copa x altura. *Biota Neotrop.* 3(2): <http://www.biotaneotropica.org.br/v3n2/pt/abstract?article+BN00503022003> (último acesso em dd/mm/aaaa)

Todos os trabalhos publicados na BIOTA NEOTROPICA têm um endereço eletrônico individual, que aparece imediatamente abaixo do(s) nome(s) do(s) autor(es) no PDF do trabalho.

Este código individual é composto pelo número que o manuscrito recebe quando submetido (005 no exemplo acima), o número do volume (03), o número do fascículo (02) e o ano (2003).

## 9 - Tabelas

Nos trabalhos em português ou espanhol os títulos das tabelas devem ser bilíngües, obrigatoriamente em português/espanhol e em inglês, e devem estar na parte superior das 47 respectivas tabelas. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português. As tabelas devem ser numeradas seqüencialmente com números arábicos.

Caso uma tabela tenha uma legenda, essa deve ser incluída nesse arquivo, contida em um único parágrafo, sendo identificada iniciando-se o parágrafo por Tabela N, onde N é o número da tabela.

## 10 - Figuras

Mapas, fotos, gráficos são considerados figuras. As figuras devem ser numeradas sequencialmente com números arábicos.

Na submissão inicial do trabalho, as imagens devem ser enviadas na menor resolução possível, para facilitar o envio eletrônico do trabalho para assessoria "ad hoc". Na submissão inicial, todas as figuras deverão ser inseridas em um arquivo único, tipo ZIP, de no máximo 2 MBytes. Em casos excepcionais, poderão ser submetidos mais de um arquivo de figuras, sempre respeitando o limite de 2 MBytes por arquivo. É encorajada, como forma de reduzir o tamanho do(s) arquivo(s) de figura, a submissão em formatos compactados. Para avaliação da editoria e assessores, o tamanho dos arquivos de imagens deve ser de 10 x 15 cm com 72 dpi de definição (isso resulta em arquivos JPG da ordem de 60 a 100 Kbytes). O tamanho da imagem deve, sempre que possível, ter uma proporção de 3x2 ou 2x3 cm entre a largura e altura.

No caso de pranchas os textos inseridos nas figuras devem utilizar fontes sans-serif, como Arial ou Helvética, para maior legibilidade. Figuras compostas por várias outras devem ser identificadas por letras (Ex. Figura 1a, Figura 1b). Utilize escala de barras para indicar tamanho. As figuras não devem conter legendas, estas deverão ser especificadas em arquivo próprio.

Quando do aceite final do manuscrito, as figuras deverão ser apresentadas com alta resolução e em arquivos separados. Cada arquivo deve ser denominado como figura N.EXT, onde N é o número da figura e EXT é a extensão, de acordo com o formato da figura, ou seja, jpg para imagens em JPEG, gif para imagens em formato gif, tif para imagens em formato TIFF, bmp para imagens em formato BMP. Assim, o arquivo contendo a figura 1, cujo formato é tif, deve se chamar figura1.tif. Uma prancha composta por várias figuras a, b, c, d é considerada uma figura.

Aconselha-se o uso de formatos JPEG e TIFF para fotografias e GIF ou BMP para gráficos.

Outros formatos de imagens poderão também ser aceitos, sob consulta prévia. Para desenhos e gráficos os detalhes da resolução serão definidos pela equipe de produção do PDF em contacto com os autores.

As legendas das figuras devem fazer parte do arquivo texto Principal.rtf ou Principal.doc. inseridas após as referências bibliográficas. Cada legenda deve estar contida em um único parágrafo e deve ser identificada, iniciando-se o parágrafo por Figura N, onde N é o número da figura. Figuras compostas podem ou não ter legendas independentes. Nos trabalhos em português ou espanhol todas as legendas das figuras devem ser bilíngües, obrigatoriamente, em português/espanhol e em inglês. O uso de duas línguas facilita a compreensão do conteúdo por leitores do exterior quando o trabalho está em português.

Esta publicação é financiada com recursos da [Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo/FAPESP](#) (Processo 07/50856-8).