

Comparação da produção de serapilheira de dois bosques de mangue com diferentes padrões estruturais na península Bragançana, Bragança, Pará

Comparison of litterfall yield of two mangrove stands with different structural features on the Bragança peninsula, Pará

Andrea do Socorro Costa Farias¹
Marcus Emanuel Barroncas Fernandes¹
Anneken Reise^{II}

Resumo: A estimativa da queda de serapilheira no manguezal é um dos aspectos que devem ser considerados para acessar a produtividade deste ecossistema. Assim, o presente trabalho teve como objetivo estimar as taxas de produção total e dos componentes da serapilheira. O trabalho de campo foi desenvolvido ao longo de um ciclo anual, de agosto de 2000 a julho de 2001, em duas áreas de manguezal: um bosque misto (*Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa*) e um bosque anão (*A. germinans*). Doze cestas coletoras foram aleatoriamente instaladas no bosque misto e seis no bosque anão. O material acumulado nas cestas foi seco em estufa a 70°C e pesado nos diferentes componentes e por espécie. Os resultados mostraram que a produção anual de serapilheira dos bosques misto e anão foi de 4,93 e 1,89 t ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente, representando uma diferença significativa (ANOVA, F=24,87; gl=23; p<0,01). Considerando a produção total, folha representou 70,57% para o bosque misto e 87,58% para o bosque anão. A análise de regressão linear entre a precipitação e a produção de serapilheira dos dois bosques, ao longo de um ciclo anual, demonstrou que a produção de serapilheira desses bosques é inversamente proporcional aos índices de precipitação local, corroborando outros trabalhos amazônicos. A grande diferença nas taxas de produção de serapilheira deve-se, certamente, ao padrão estrutural dos bosques de mangue. O desenvolvimento estrutural desses bosques é, por outro lado, um resultado das condições ambientais locais. Por fim, o período de produção do componente folha da serapilheira coincidiu com o período de produção do componente flor, sugerindo uma estratégia na qual as plantas de mangue, na mudança do período seco para o chuvoso, perdem as folhas para investir mais energia na produção de partes reprodutivas e, assim, tentarem garantir a dispersão e o estabelecimento de novos indivíduos.

Palavras-chave: Produção de serapilheira. Manguezal. Padrão estrutural. Bragança. Pará.

Abstract: The estimates of litterfall in the mangal is one of the aspects which must be considered to access the productivity of this ecosystem. Thus, the present work aimed to estimate the total and component rates of the litterfall. Field work was undertaken during an annual cycle, from August, 2000 to July, 2001, in two mangrove areas: a mixed stand (*Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* and *Laguncularia racemosa*) and a dwarf stand (*A. germinans*). Twelve litter traps were randomly placed in the mixed stand and six in the dwarf one. Trapped material was oven-dried at 70°C, weighed by different components and sorted by species. Results showed that the annual production of litterfall for both Mixed and Dwarf stands was 4.93 and 1.89 t ha⁻¹ year⁻¹, respectively, representing a very significant difference (ANOVA, F=24.87; gl=23; p<0.01). Leaf represented 70.57% for the mixed stand and 87.58% for the dwarf one, considering the total production. Linear regression analysis of precipitation and litterfall production for both stands, during the annual cycle, demonstrated that litterfall production in these stands was inversely proportional to local precipitation indices, corroborating other studies in the Amazon region. The great difference in the rates of litterfall yield is, certainly, due to the structural pattern of the mangrove stands and the structural development of these stands, which on the other hand, is a result of the local environmental conditions. Finally, the production of leaf and flower in the litterfall are coincident in time, suggesting a strategy in which the mangrove plants, during the changing from dry to wet period, reject leaves to invest more energy in the production of reproductive parts, and try to guarantee the dispersion and the establishment of new individuals.

Keywords: Litterfall yield. Mangal. Structural pattern. Bragança. Pará.

^I Universidade Federal do Pará. Campus de Bragança. Instituto de Estudos Costeiros. Laboratório de Ecologia de Manguezal. Bragança, Pará, Brasil. (mebf@ufpa.br) (anneken.reise@dlr.de).

^{II} Zentrum für Marine Tropenökologie. Bremen, Alemanha (Centro de Ecologia Marinha Tropical) (anneken.reise@dlr.de).



INTRODUÇÃO

De acordo com Clough, Ong e Gong (1997), os manguezais nos trópicos úmidos apresentam estrutura bastante desenvolvida e alta produtividade. Este padrão estrutural e de produtividade também é uma característica dos bosques de mangue da costa norte brasileira, onde as árvores podem atingir mais de 30 m de altura sobre um substrato lamoso (FERNANDES, 1997).

Fernandes (2003) relata que as altas taxas de produção de serapilheira dos bosques de mangue, na costa norte brasileira, são um dos principais reflexos da alta produtividade desse ecossistema. Este mesmo autor ressalta a importância da sazonalidade na produção de serapilheira, bem como a relação dessa produção com os fatores abióticos locais, como sendo um parâmetro essencial para a manutenção dessa produtividade. Além disso, essa alta produção de serapilheira representa um papel importante na manutenção dos ecossistemas aquáticos adjacentes, através da exportação de matéria orgânica, o que gera um rico reservatório de energia e nutrientes.

De fato, as florestas de mangue contribuem de forma significativa para a produtividade dos sistemas estuarinos. Por isso, a estimativa da queda de serapilheira nos bosques de mangue é um dos aspectos importantes a serem considerados quando o objetivo é acessar a produtividade deste ecossistema, utilizando-se, para tanto, as taxas de produção total e dos componentes da serapilheira (DAY *et al.*, 1987). No entanto, poucos estudos têm sido realizados ao longo da costa norte no que diz respeito à produção de serapilheira, podendo ser citados apenas os estudos de Fernandes (1997; 2003), Mehlig (2001) e Carvalho (2002).

Assim, este trabalho objetiva estimar e comparar a produção total e dos componentes da serapilheira de dois bosques de mangue com diferentes padrões estruturais, no intuito de avaliar se esta diferença estrutural afeta de forma significativa a taxa de

produção dos bosques menos desenvolvidos, bem como verificar se os índices de precipitação local estão relacionados com as diferentes taxas de produção destes bosques.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A planície costeira bragantina (nordeste do estado do Pará) abrange a faixa costeira do município de Bragança, região que se estende da Ponta do Maiaú à foz do rio Caeté, perfazendo uma área de aproximadamente 1.570 km². Com uma linha costeira de aproximadamente 40 km, esta região é caracterizada pela presença de rios, manguezais e planaltos rebaixados (SOUZA FILHO, 1995).

O clima da área é equatorial quente e úmido, apresentando precipitação anual em torno de 2.500 mm e umidade relativa do ar entre 80 e 91% (MARTORANO *et al.*, 1993). O regime de marés é semidiurno, durante um período de aproximadamente 6,2 h, com as marés mais altas entre 4 e 5 m, perfazendo um ciclo total de 24,5 h. A descarga do rio Caeté é de aproximadamente 180 m³s⁻¹ durante a estação da chuva e de 0,3 m³s⁻¹ durante o período menos chuvoso (SCHWENDENMANN, 1998).

As taxas de pluviosidade, para efeito de comparação com a produção de serapilheira, foram obtidas a partir da Estação Meteorológica monitorada pela Universidade Federal do Pará (UFPA) e instalada na península de Ajuruteua.

Para este estudo foram escolhidas, na região da planície costeira bragantina, duas áreas distintas denominadas bosque misto (00°55'39.6"S e 46°42'16.5"W) e bosque anão (00°53'45.6"S e 046°39'52.1"W) (Figura 1). A primeira área de estudo é caracterizada por um bosque misto, constituído de *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Laguncularia racemosa*, enquanto a segunda é um bosque anão, constituído exclusivamente de árvores de *Avicennia germinans* de até 5 m de altura.



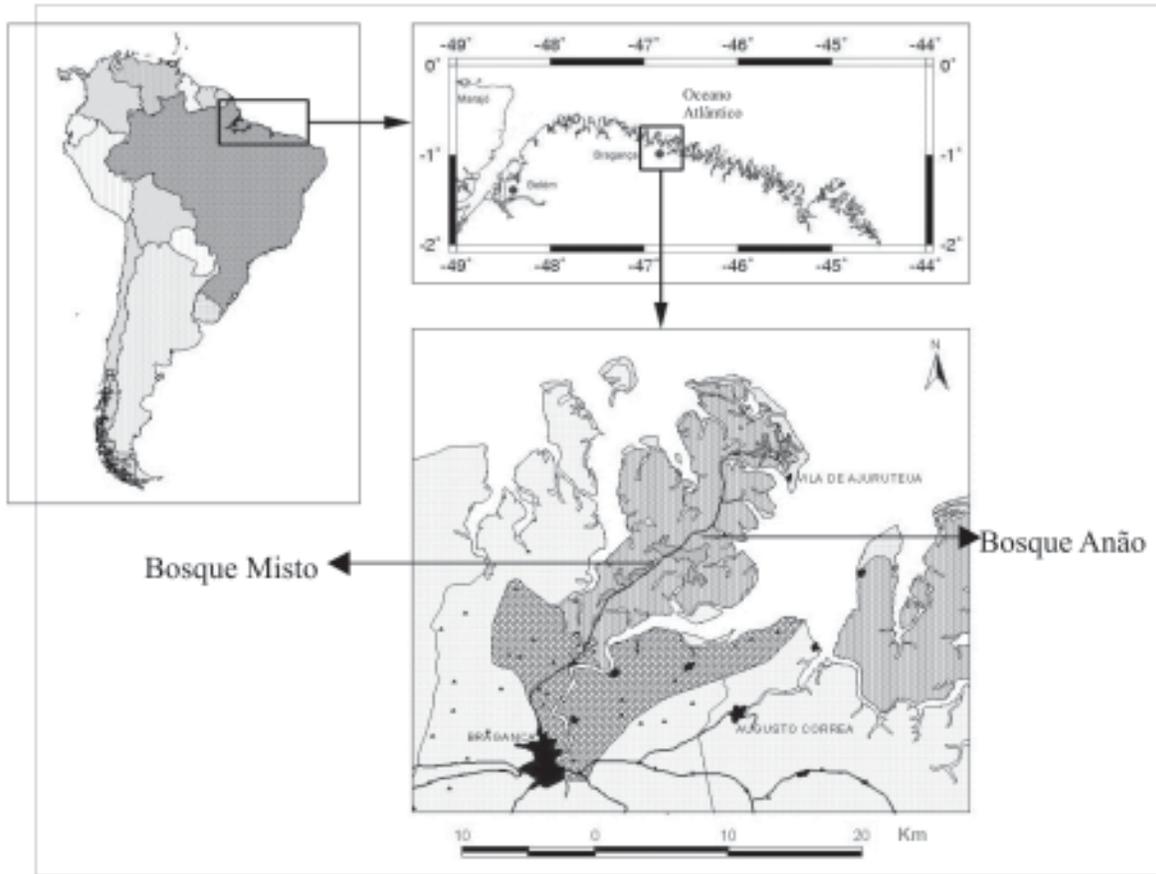


Figura 1. Mapa da península bragantina ilustrando a localização aproximada da área de estudo (bosque misto e bosque anão), município de Bragança, Pará. Modificado de Krause *et al.* (2001).

Procedimento

As coletas da serapilheira foram realizadas durante um ciclo anual completo, de agosto de 2000 a julho de 2001.

Cestas coletoras foram aleatoriamente instaladas no bosque misto (n=12) e no bosque anão (n=6). A diferença no número de cestas coletoras deve-se ao fato de que a primeira área apresenta um número maior de espécies botânicas e maior área amostral, ao passo que o bosque anão apresenta somente uma espécie botânica e menor área amostral. As cestas coletoras de 1 m² foram construídas com armação de madeira, tela de

náilon (malha de 1x3 mm), fundo de 40 cm e suspensas permanentemente a 1 m acima do chão da floresta, no intuito de evitar a retirada do material acumulado nas cestas pela ação das marés de sizígia.

O material acumulado nas cestas foi retirado e separado nos seguintes componentes: folha, flor, fruto, estípula, galho e miscelânea (material vegetal ou animal não identificado e fezes), como a separação feita por espécie. Em seguida, todos os componentes foram secos em estufa a 70°C até atingir um peso constante e, finalmente, pesados em balança de precisão.



Análise dos dados

Os valores da produção de serapilheira para cada área foram calculados a partir do valor obtido em peso seco. Foi calculada, para cada área, a média da produção de serapilheira de todas as cestas e este valor foi dividido pelo número de dias em que as cestas permaneceram expostas, sendo, desta forma, estimado o valor da produção diária de um determinado mês. Em seguida este valor diário foi multiplicado pelo número de dias daquele determinado mês, sendo, assim, estimado o valor da produção mensal da serapilheira. Este procedimento foi aplicado para a estimativa da produção total e dos componentes de serapilheira das duas áreas de estudo.

As variações das taxas mensais da produção de serapilheira dos bosques e das espécies estudadas foram comparadas através da análise de variância ANOVA - um fator, após ser testada a normalidade dos dados. Para averiguar as relações da produção de serapilheira de cada área com os índices de precipitação locais foi utilizada a análise de regressão linear simples. As análises estatísticas foram realizadas no pacote estatístico BioEstat 3.0 (AYRES *et al.*, 2003).

RESULTADOS

A produção anual de serapilheira dos bosques misto e anão foi de $4,93 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $1,89 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente (Figura 2). Estes valores apresentaram uma diferença significativa (ANOVA, $F=24,87$; $gl=23$; $p<0,001$) que, na produção total de serapilheira entre os bosques, foi em torno de 62%, representando $3,04 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Analisando cada área separadamente, observou-se uma diferença significativa na flutuação da produção de serapilheira ao longo do ciclo anual para as duas áreas (bosque misto – ANOVA, $F=39,90$; $gl=131$; $p<0,001$; e bosque anão – ANOVA, $F=15,16$; $gl=59$; $p<0,01$). Os meses que apresentaram maior produção para ambos os bosques foram agosto de

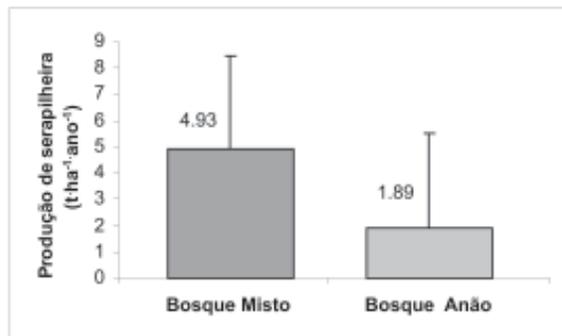


Figura 2. Produção anual de serapilheira (agosto de 2000 a julho de 2001) das duas áreas de estudo, com as barras de erro padrão.

2000 e julho de 2001, mas deve ser ressaltado que os meses de setembro, outubro e novembro de 2000 e maio e junho de 2001 também devem ser considerados meses de produção elevada. Já os meses de menor produção para o bosque misto e o bosque anão foram fevereiro e março de 2001, respectivamente (Figura 3).

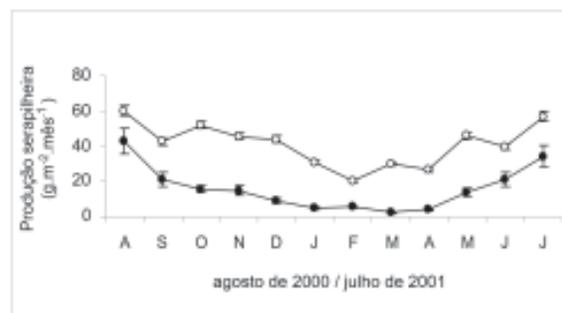


Figura 3. Produção total mensal de serapilheira ao longo de um ciclo anual (agosto de 2000 a julho de 2001) das duas áreas de estudo, com as barras de erro padrão. Círculos em branco representam o bosque misto e círculos hachurados o bosque anão.

A Figura 4 apresenta a comparação entre a produção mensal de cada componente nos dois bosques estudados, considerando as três espécies de mangue presentes no bosque misto. Analisando estes componentes separadamente e fazendo a comparação de cada componente entre as duas áreas de estudo, os resultados mostraram as seguintes

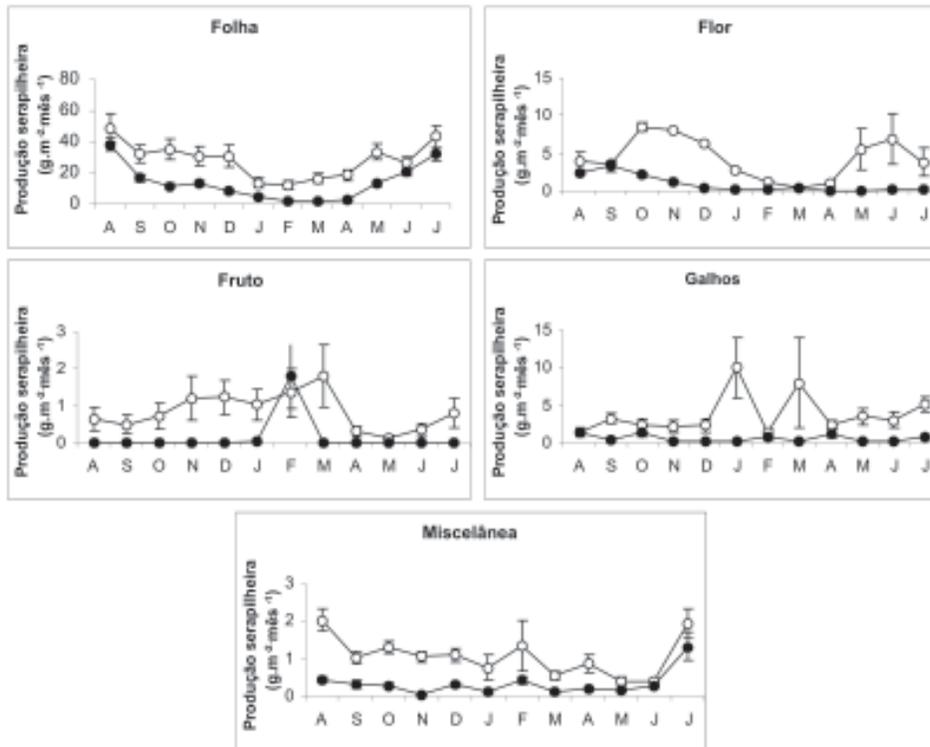


Figura 4. Comparação da variação mensal dos componentes da serapilheira produzida por árvores de *Avicennia germinans*, *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* ao longo de um ciclo anual (agosto de 2000 a julho de 2001) nas áreas do bosque misto e bosque anão, Bragança, Pará. Círculos em branco representam o bosque misto e círculos hachurados o bosque anão.

diferenças significativas: folha (ANOVA, $F=9,57$; $gl=23$; $p<0,01$) foi o elemento mais abundante nos dois bosques, apresentando uma contribuição de 70,57% para o bosque misto e 87,58% para o bosque anão; flor (ANOVA, $F=15,90$; $gl=23$; $p<0,001$) foi, por sua vez, o segundo componente mais abundante no bosque anão, contribuindo com 5,65% da produção total de serapilheira; galho foi o segundo componente mais abundante no bosque misto, representando 9,24% da produção total de serapilheira nesta área. As análises dos outros componentes da serapilheira também evidenciam diferenças significativas entre os dois bosques em fruto (ANOVA, $F=11,04$; $gl=23$; $p<0,01$), galho (ANOVA, $F=16,01$; $gl=23$; $p<0,01$) e miscelânea (ANOVA, $F=16,29$; $gl=23$; $p<0,001$).

A análise de variância entre os dois bosques para a produção mensal dos componentes flor e fruto, considerando apenas a espécie *Avicennia germinans*, comum aos dois bosques, não mostrou diferenças significativas (ANOVA, $P>0,05$). No entanto, a mesma análise para o componente folha mostrou uma diferença significativa (ANOVA, $F=24,50$; $gl=23$; $p<0,001$) (Figura 5).

A análise de regressão linear, entre a precipitação e a produção de serapilheira dos dois bosques, demonstrou que a produção de serapilheira desses bosques é inversamente proporcional aos índices de precipitação local, sendo que o valor da correlação de Pearson foi maior e mais significativo para o bosque misto ($R^2=0,72$; $F=26,42$; $gl=11$; $p<0,001$) do que para o bosque anão ($R^2=0,46$; $F=8,59$; $gl=11$; $p=0,01$) (Figura 6).



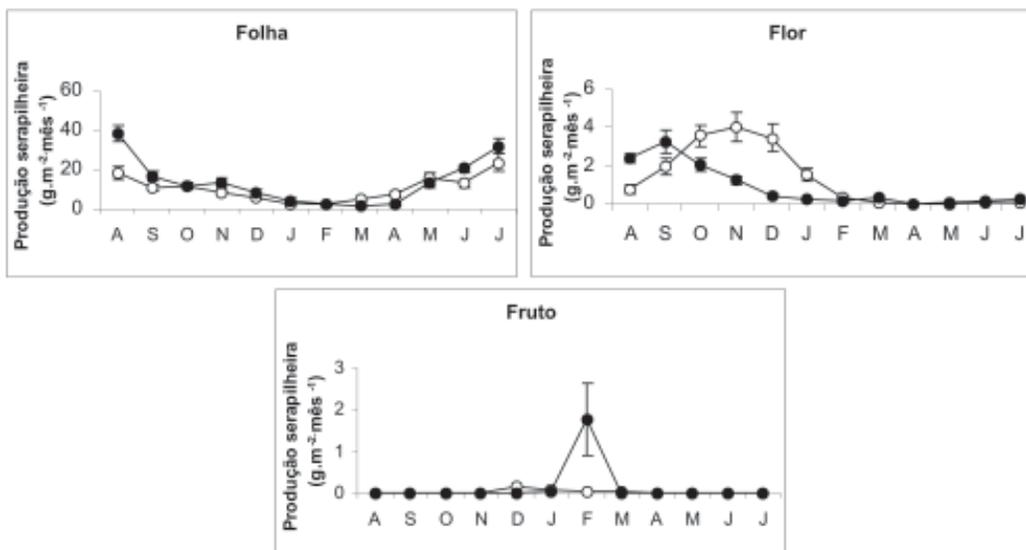


Figura 5. Comparação da variação mensal dos componentes da serapilheira produzido apenas por *Avicennia germinans* ao longo de um ciclo anual (agosto de 2000 a julho de 2001) nas áreas do bosque misto e bosque anão, Bragança, Pará. Círculos em branco representam o bosque misto e círculos hachurados o bosque anão.

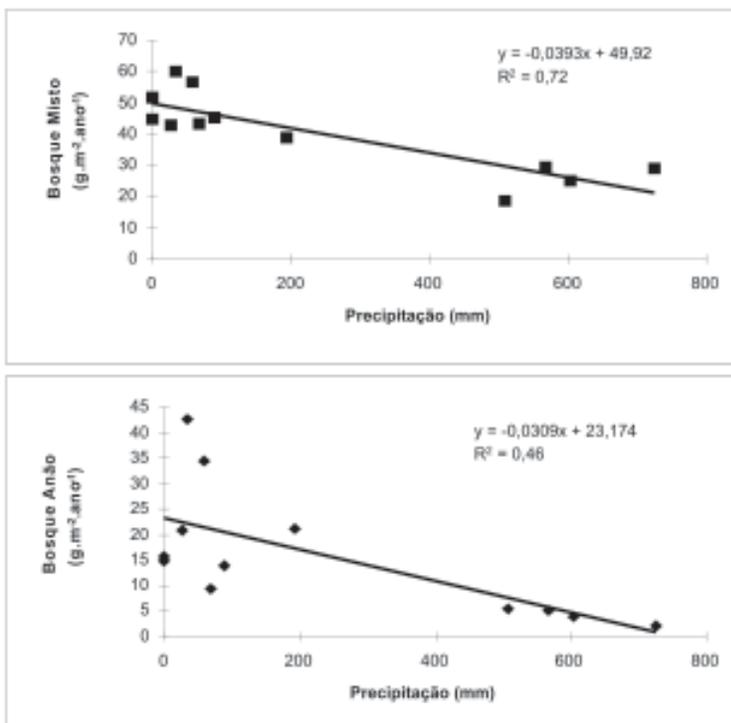


Figura 6. Relação entre a produção de serapilheira e as taxas de precipitação local nos bosques misto e anão, durante o ciclo anual (agosto de 2000 a julho de 2001), Bragança, Pará.



DISCUSSÃO

A península bragantina abriga um mosaico vegetacional no qual o manguezal aparece como uma das mais relevantes unidades de vegetação. A área de mangue enfocada neste trabalho também apresenta variações vegetacionais, com um bosque composto por *Rhizophora*, *Avicennia* e *Laguncularia*, enquanto o outro é dominado exclusivamente por *Avicennia*. A estrutura dos bosques também é visivelmente diferenciada, sendo o último bosque considerado anão. Os resultados aqui apresentados apontaram para uma diferença significativa nas taxas de produção dos dois bosques estudados. De fato, o bosque anão apresentou uma diferença de mais de 60% a menos na produção total de serapilheira quando comparado ao bosque misto. Esta diferença de produção certamente está relacionada com o padrão estrutural que os bosques apresentam, isto é, as árvores que compõem o bosque anão produzem menos biomassa, principalmente estruturas vegetativas (como folhas), do que os bosques mais desenvolvidos.

Segundo Medina *et al.* (2001), a estrutura arbustiva do bosque anão é consequência da alta salinidade do solo, intensificada durante a estação seca e funcionando como um fator de estresse para este bosque. Além disso, é importante ressaltar que a produção de serapilheira pode ser afetada em função de vários fatores abióticos, como a disponibilidade de nutrientes, o suprimento de oxigênio e a salinidade do solo (SNEDAKER, 1978).

O componente folha apresentou-se como o mais abundante da produção total de serapilheira, corroborando com outros trabalhos na costa norte (FERNANDES, 1997; MEHLIG, 2001; CARVALHO, 2002). É notório que as folhas representam um papel relevante na ciclagem de nutrientes do manguezal, tornando-se uma das maiores fontes de matéria

orgânica para o processo de ciclagem de nutrientes e de pronta disponibilidade para a absorção das árvores.

De acordo com Saenger e Snedaker (1993), as florestas de mangue têm maior produção de serapilheira próximo à linha do equador; assim, as taxas de serapilheira em áreas de mangue estão especialmente relacionadas às taxas de suprimento de água doce (POOL *et al.*, 1975). Dessa forma, é de se esperar que o pico de produção de serapilheira nos manguezais ocorra durante o período chuvoso, como apontado por Day *et al.* (1987). Embora a literatura aponte o período de chuva como o mais relacionado com o pico de produção de serapilheira, no presente estudo, ao contrário, o período de maior produção coincidiu com a estação seca. Este fato também foi registrado para outros estudos da região amazônica, como o estudo da ilha de Maracá, Amapá (FERNANDES, 1997), Acarajó e Furo do Meio, Bragança, Pará (MEHLIG, 2001) e Furo Grande, Bragança, Pará (CARVALHO, 2002). Além do mais, os dados apontam para o fato de que o período de produção do componente folha coincide com o período de produção de flor, sugerindo que a estratégia das plantas de mangue, na mudança do período seco para o chuvoso, é perder folhas para investir mais energia na produção de partes reprodutivas e, assim, tentar garantir a dispersão e o estabelecimento de novos indivíduos, seguindo a tendência geral das florestas tropicais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio logístico durante o trabalho de campo nos manguezais da península de Ajuruteua, ao Projeto bilateral (Brasil/Alemanha) Management and Dynamics of Mangroves (Madam) sediado na Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança, bem como aos dois referees pelas sugestões ao manuscrito.



REFERÊNCIAS

- AYRES, M. *et al.* 2003. **BioEstat 3.0**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá. 291 p.
- CARVALHO, M. L. 2002. **Aspectos da produtividade primária dos bosques de mangue do Furo Grande, Bragança - Pará**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Campus de Bragança-PA. 55 p.
- CLOUGH, B. F.; ONG, J. E.; GONG, W. E. 1997. Estimating leaf area index and photosynthetic production in canopies of mangrove *Rhizophora apiculata*. **Mar. Ecol. Prog. Ser.**, v. 159, p. 285-292.
- DAY, J. W. JR. *et al.* 1987. The productivity and composition of mangrove forests, Laguna de Terminos, Mexico. **Aquatic Botany**, v. 27, p. 267-284.
- FERNANDES, M. E. B. 1997. **The ecology and productivity of mangroves in the Amazon region, Brazil**. 214 f. Tese (Doutorado) – University of York, England.
- FERNANDES, M. E. B. 2003. Produção Primária: Serapilheira. In: FERNANDES, M. E. B. (Org.). **Os manguezais da costa norte brasileira**. São Luís-MA: Fundação Rio Bacanga. p. 61-78.
- KRAUSE, G. *et al.* 2001. Spatial Patterns of Mangrove Ecosystems: the bragantian mangroves of norther Brazil. **Ecotropica**, v. 7, p. 93-170.
- MARTORANO, L. G. *et al.* 1993. **Estudos climáticos do Estado do Pará, classificação climática (Köppen) e deficiência hídrica (Thorntwhite, Mather)**. Belém: SUDAM/EMBRAPA, SNLCS, 53 p.
- MEDINA, E. *et al.* 2001. Mangal communities of the “Salgado Paraense”: ecological heterogeneity along the Bragança peninsula assessed through soil and leaf analyses. **Amazoniana**, v. 16, n. 3/4, p. 397-416.
- MEHLIG, U. 2001. **Aspects of tree primary production in an equatorial mangrove forest in Brazil**. Bremen: Center For Tropical Marine Ecology (ZMT). 155 p. (ZMT Contributions, 14).
- POOL, D. J.; LUGO, A. E.; SNEDAKER, S. C. 1975. Litter production in mangrove forests of southern Florida and Puerto Rico. In: WALSH, G. E.; SNEDAKER, S. C.; TEAS, H. J. (Ed.). **Proc. Int. Symp. Biol. and Management of Mangroves**. Florida: IFAS, Univ. p. 213-299.
- SAENGER, P.; SNEDAKER, S. C. 1993. Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litterfall. **Ecologia**, v. 96, p. 293-299.
- SCHWENDENMANN, L. 1998. **Tidal and seasonal variations of soil and water properties in a Brazilian mangrove ecosystem**. Dissertação (Mestrado) – University of Karlsruhe, Karlsruhe.
- SNEDAKER, 1978. Mangroves: their value and perpetuation. **Nat. Resour.**, v. 14, n. 3, p. 6-13.
- SOUZA FILHO, P. W. M. 1995. **A planície costeira bragantina (NE do PA): influência das variações do nível do mar na morfoestratigrafia costeira durante o Holoceno**. 123 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará.

Recebido: 10/03/2005
Aprovado: 27/03/2006

