

INGRESSO E MORTALIDADE DE ÁRVORES APÓS A COLHEITA DE MADEIRA EM ÁREA DE TERRA FIRME NA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS (PA)¹

Dulce Helena Martins COSTA²
José Natalino Macedo SILVA³
João Olegário Pereira de CARVALHO³

RESUMO: Foram analisados o ingresso e a mortalidade de árvores em uma área explorada na Floresta Nacional do Tapajós na Amazônia brasileira. Ingresso foi considerado como sendo o número de árvores que atingiram 5cm de diâmetro em duas medições consecutivas. Mortalidade foi o número de árvores com DAP (diâmetro a 1,30m do solo) \geq 5cm encontradas mortas entre duas medições consecutivas. O ingresso aumentou imediatamente após a exploração, mas o gradativo fechamento do dossel da floresta aumentou a taxa de mortalidade, principalmente nas espécies intolerantes à sombra, e nos últimos dez anos a floresta mostrou tendência de equilíbrio entre ingresso e mortalidade. O ingresso de espécies comerciais foi maior do que a mortalidade nos últimos dez anos do período estudado.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Ingresso, Mortalidade, Manejo Florestal, Grupo de Espécies, Exploração Florestal.

INGROWTH AND MORTALITY OF TREES IN A TERRA FIRME AREA AT THE TAPAJÓS NATIONAL FOREST AFTER LOGGING

ABSTRACT: Ingrowth and mortality of trees were analyzed from 1981 to 1997 in a logged area of the Tapajos National Forest in the Brazilian Amazonia. Ingrowth was the number of trees that reached 5cm dbh in two subsequent measurements. Mortality was the number of dead trees \geq 5cm dbh between two subsequent measurements. Ingrowth increased immediately after logging but the gradual canopy closure increased mortality rate, mainly in light-demanding species. In the last ten years the forest showed a trend to balance ingrowth and mortality. Ingrowth of commercial species was higher than mortality in the last ten years of the study period.

INDEX TERMS: Forest Management, Logging, Tree Species Groups

¹ Aprovado para publicação em 26.12.2002

Extraído da Dissertação apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Mestre na FCAP. Dados produzidos pelo Projeto Estrutura (08.2000.024), Embrapa Amazônia Oriental.

² Engenheira Florestal, M.Sc., Banco da Amazônia. e-mail: dhmcosta@bol.com.br.

³ Engenheiro Florestal, Ph.D., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. e-mail: natalino@cpatu.embrapa.br, olegario@cpatu.embrapa.br.

1 INTRODUÇÃO

O acompanhamento das mudanças que ocorrem no povoamento florestal devido ao ingresso e à mortalidade de árvores, principalmente após a exploração, é muito importante para subsidiar a elaboração de planos de manejo florestal. Este acompanhamento pode ser realizado por meio do inventário florestal contínuo, utilizando parcelas permanentes, permitindo conhecer a taxa de mortalidade das plantas, assim como os ingressos das espécies que poderão garantir colheitas futuras.

A exploração florestal torna a floresta mais dinâmica, considerando que em floresta não-explorada há um equilíbrio entre recrutamento e mortalidade, enquanto que em floresta explorada o recrutamento é maior que a mortalidade (CARVALHO, 2002).

Durante os primeiros anos após a formação de clareiras, ocorre o aumento na densidade da regeneração natural das espécies, declinando gradualmente a partir do terceiro ano, em decorrência do aumento da mortalidade (BROKAW, 1985). As espécies intolerantes à sombra apresentam maiores taxas de ingresso e mortalidade do que as espécies tolerantes, pois, em geral, são árvores de rápido crescimento e curta longevidade.

A mortalidade em florestas tropicais pode ser causada pelo vento, mas, frequentemente, as árvores morrem em pé, como resultado da ação de fungos patogênicos, senescência natural, condições ambientais adversas, como grandes períodos de estiagem, ou ainda uma combinação destes fatores (LIEBERMAN; LIEBERMAN, 1987).

Este trabalho tem como objetivo determinar o balanço entre o ingresso e a mortalidade média anual por grupo de espécies, após a exploração em uma área de terra firme na região do Tapajós, contribuindo, assim, com informações sobre a dinâmica de espécies arbóreas em floresta de terra firme na Amazônia brasileira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange uma superfície de 64 ha localizada na Floresta Nacional do Tapajós, km 67 da Rodovia Santarém-Cuiabá - BR 163. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Ami. A temperatura média anual fica em torno de 24,8 °C e a umidade relativa do ar é, em média, 90%. A precipitação média anual é de 2100 mm, sendo que nos meses de dezembro a maio há maior ocorrência de chuvas, e de julho a agosto há uma queda pluviométrica brusca, caracterizando-se um período seco, onde a precipitação é inferior a 60 mm. Esses dados são oriundos da Estação Meteorológica do Ministério da Agricultura no município de Belterra, distante, aproximadamente, 35 km ao norte da área experimental.

O relevo é plano e o solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico, textura muito argilosa. A tipologia vegetal da área foi classificada por Dubois (1976) como Mata Zonal Clímax do Tipo Mata Alta sem Babaçu (*Orbignya barbosiana* Burret).

Em 1975, com o inventário pré-exploratório, foram iniciadas pesquisas silviculturais e de manejo na área, que foi explorada comercialmente em 1979 (COSTA FILHO; COSTA; AGUIAR, 1980). O inventário florestal contínuo teve início em 1981, quando foram instaladas 36 parcelas permanentes de 0,25 ha (50m x

50m), totalizando uma amostra de 9 ha. Essas parcelas foram remedidas nos anos de 1982, 1983, 1985, 1987, 1992 e 1997.

Com base nos dados do inventário florestal contínuo, determinou-se o balanço entre o ingresso e a mortalidade das árvores após a colheita. O ingresso foi considerado como o número de árvores que atingiu o DAP (diâmetro 1,30m do solo) mínimo de 5 cm entre duas medições subseqüentes. A taxa média anual de ingresso (TAI) foi calculada pela diferença entre o número de árvores vivas no final e no início do período, dividido pelo tempo (anos de medição) total do período, multiplicado por 100.

$$TAI = \frac{N^{\circ} \text{ final} - N^{\circ} \text{ inicial}}{T} \times 100$$

Onde: TAI = Taxa anual de ingresso;

Nº final = número de árvores no final do período de avaliação;

Nº inicial = número de árvores no início do período de avaliação

T = tempo total do período de avaliação (anos)

A mortalidade foi considerada como a quantidade de árvores com DAP ≥ 5cm

encontradas mortas entre as duas medições consecutivas. A taxa anual de mortalidade (TAM) foi calculada dividindo o número de árvores mortas num determinado período, pelo número de anos do período, multiplicado por 100.

$$TAM = \frac{N^{\circ} \text{ árvores mortas}}{T} \times 100$$

Onde: TAM = Taxa anual de mortalidade;
Nº árvores mortas = número de árvores mortas no período;

T = tempo total do período de avaliação (anos)

Foram consideradas espécies comerciais aquelas com cotação no mercado madeireiro nacional e/ou internacional. As espécies foram, ainda, classificadas em tolerantes à sombra e intolerantes à sombra, que são os grupos ecológicos mais utilizados e melhor definidos, de acordo com Carvalho (1997), por estarem nos dois extremos em relação à demanda por luz.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As taxas anuais de ingresso e mortalidade em cada período de avaliação são apresentadas na Tabela 1. Durante o

Tabela 1 – Taxa anual de mortalidade (TAM) e Taxa anual de ingressos (TAI) durante o período de 1981 a 1997, na Floresta Nacional do Tapajós, à altura do km 67 da BR 163, Rodovia Santarém-Cuiabá.

Período de observação	Mortalidade		Ingresso		Balanço
	Nº/ha	TAM(%)	Nº/ha	TAI(%)	
1981 – 1983	20,0	2,2	126,3	13,6	+
1983 – 1985	31,9	2,8	52,2	4,6	+
1985 – 1987	36,2	3,1	32,3	2,7	-
1987 – 1992	39,7	3,4	18,2	1,6	-
1992 – 1997	31,5	3,0	20,8	2,0	-

período de 1981 a 1983, o povoamento em estudo apresentou um aumento populacional de 13,6%/ha/ano, enquanto a perda por mortalidade foi de 2,2%/ha/ano, resultando em um balanço positivo, pois a quantidade de indivíduos que atingiram o $DAP \geq 5$ cm foi superior à mortalidade. As condições favoráveis de iluminação contribuíram para o aumento de ingressos, favorecendo o crescimento das árvores, principalmente de espécies intolerantes à sombra, que foram responsáveis por 86,3% (109 árvores/ha) do total de árvores que ingressaram nesse período no povoamento.

No período de 1983 a 1985, observa-se o ingresso de 52,2 árvores/ha, sendo 41% menos do que no período anterior. Um dos fatores que contribuiu para essa redução foi o fechamento do dossel da floresta, dificultando a penetração da iluminação, conseqüentemente, afetando o crescimento das árvores. Carvalho (1992) reportou para floresta primária não-explorada na Floresta Nacional do Tapajós o ingresso de 1,4%/ha/ano; Gomide (1997) verificou, em uma floresta na região do Jari, um aumento de 1,52%/ha/ano no número de árvores da comunidade com $DAP \geq 5$ cm; Lieberman e Lieberman (1987), estudando uma floresta primária na Costa Rica, encontraram taxa de ingresso de 1,8%/ha/ano e Manokaran e Kochummen (1987), na Malásia, encontraram ingresso de 1,4%/ha/ano.

Neste mesmo período, observa-se um aumento da taxa de mortalidade, principalmente de árvores danificadas e de espécies pioneiras, algumas por apresentarem vida curta e outras devido ao fechamento do dossel, como exemplo: *Cecropia leucoma* Miquel. e *Sloanea froesii* Earle Sm. Também na Floresta Nacional do Tapajós, Carvalho (1992) observou que a

mortalidade declinou aos dois anos após a exploração e voltou a crescer novamente durante o segundo período de avaliação (de dois a seis anos após a exploração).

Entre 1985 e 1992 constatou-se outra redução na taxa de ingresso de novos indivíduos (DAP mínimo 5 cm), período no qual se observou um balanço negativo no povoamento, pois a mortalidade foi superior ao ingresso.

No último período de avaliação, a taxa de mortalidade foi de 3%/ha/ano, assemelhando-se às encontradas por Silva (1998), três anos após a exploração, em uma floresta no município de Paragominas, que foram de 3,3%/ha/ano em áreas de exploração predatória e 2,8%/ha/ano em áreas de exploração planejada. De Graaf (1986) reportou, para uma floresta explorada, taxa de mortalidade de 2,3% para todas as árvores com DAP entre 25,0cm e 74,9cm, durante um período de nove anos.

Nota-se que, principalmente, no primeiro período de observação, o ingresso de novos indivíduos contribuiu mais para a dinâmica da floresta do que a mortalidade. Esses resultados são diferentes daqueles obtidos por Higuchi et al. (1997), que constatou que, logo após a exploração, as taxas de mortalidade foram maiores do que as do recrutamento em três tratamentos de redução da área basal aplicados (25%, 50% e 72%) e que o aumento do estoque ocorreu somente a partir do quarto ano após a exploração.

O último período de observação indica que a floresta iniciou uma fase de recuperação, pois a mortalidade começou a decrescer e a taxa de ingresso apresentou um acréscimo. Carvalho (1992) verificou que, durante oito anos de avaliação, a taxa

de ingresso foi superior à mortalidade em área explorada, enquanto em floresta não-explorada ocorreu um equilíbrio entre recrutamento e mortalidade. Essa tendência também foi observada por outros autores, entre eles, Swaine (1987), Lieberman e Lieberman (1987) e Manokaran e Kochummen (1987).

No período de 1981 a 1983 (dois anos após a exploração), houve um aumento de 9%/ha/ano (15,3 árvores/ha/ano) na população de espécies comerciais, enquanto que a perda por mortalidade foi de 1%/ha/ano. Durante os dois períodos seguintes, o percentual de acréscimo no número de árvores foi reduzido bruscamente, enquanto a mortalidade aumentou, porém o balanço continuou positivo (Figura 1).

Nas avaliações realizadas durante o período de 1987 a 1997, verifica-se que a

taxa de ingresso de árvores de espécies comerciais ficou praticamente estabilizada. A mortalidade encontra-se oscilando, apresentando no período de 1987 a 1992 um pequeno acréscimo, reduzindo-se novamente durante o período 1992 a 1997.

As espécies mais importantes em termos de ingresso e mortalidade, durante o período 1981 a 1997, são apresentadas na Tabela 2. A maioria dessas espécies pertence ao grupo das intolerantes à sombra, que é geralmente composto por árvores de rápido crescimento e curta longevidade. Essas espécies contribuíram com 51% do total de ingresso no povoamento. Entre elas destacaram-se: *Sloanea froesii* Earle Sm., *Inga* sp. e *Miconia* sp. que representaram 24,9% do total de árvores que ingressaram.

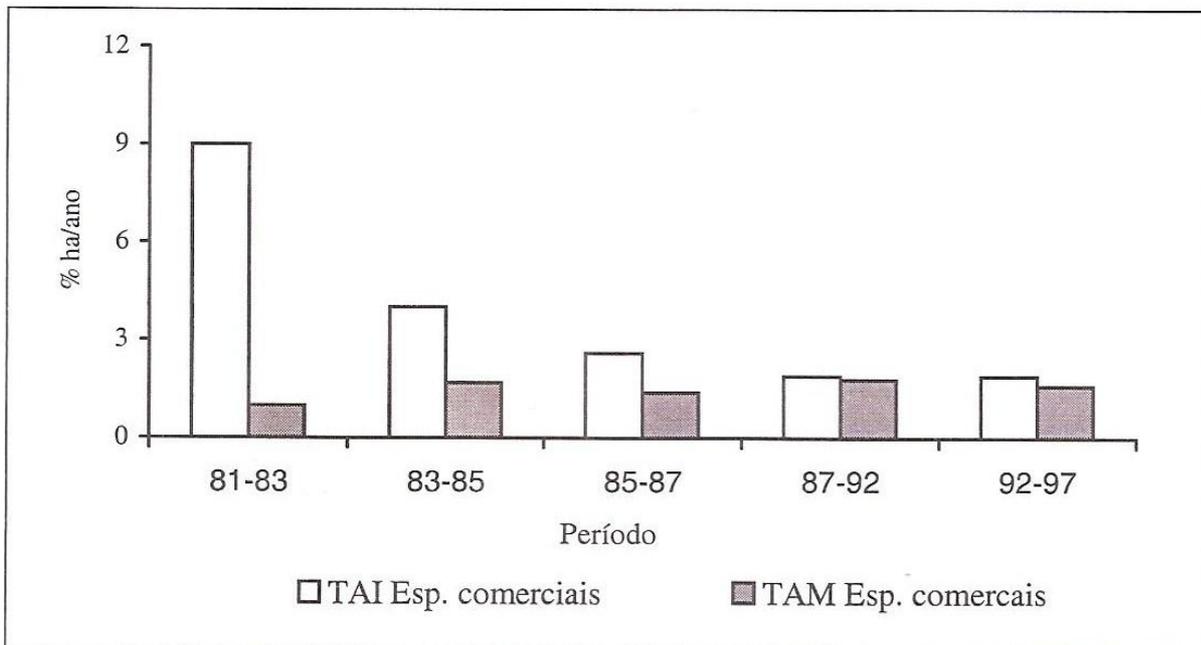


Figura 1 – Taxa anual de ingresso (TAI) e taxa anual de mortalidade (TAM) de espécies comerciais em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós, à altura do km 67 da BR 163, Rodovia Santarém-Cuiabá.

Tabela 2 – Espécies mais importantes em relação a ingresso e mortalidade (1981 – 1997), em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós, à altura do km 67 da BR 163, Rodovia Santarém-Cuiabá.

Mortalidade	Grupo	Mortalidade		Ingresso	
		Nº/ha	%	Nº/ha	%
<i>Bixa arborea</i> Huber	Intolerante	14,2	4,48	37,4	9,6
<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Tolerante	11,8	3,72	–	–
<i>Coussarea paniculata</i> (Vahl.) Standl.	Tolerante	10,9	3,44	–	–
<i>Sloanea froesii</i> Earle Sm.	Intolerante	63,8	20,1	20,1	5,2
<i>Inga</i> sp.	Intolerante	31,8	10,0	48,2	12
<i>Miconia</i> sp.	Intolerante	10,0	3,15	28,6	7,4
<i>Cecropia leucoma</i> Miquel.	Intolerante	10,4	3,28	–	–
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Intolerante	8,9	2,81	10,3	2,7
<i>Protium apiculatum</i> Swart.	Tolerante	–	–	19,2	4,9
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Intolerante	–	–	11,1	2,9
<i>Pourouma longipendula</i> Ducke	Intolerante	–	–	10,8	2,8
Subtotal		161,8	51	185,7	48
Demais espécies		155,3	49	202,7	52
Total		317,1	100	388,4	100

Nota: sinal convencional utilizado

– Dado numérico igual a zero não resultante de arredondamento.

Apenas oito espécies representaram 51% do total de árvores mortas no período, destacando-se as espécies intolerantes *Sloanea froesii* Earle Sm. e *Inga* sp., que concorreram com, aproximadamente, 30% do número de árvores mortas. Carvalho (1992) também constatou que espécies intolerantes (*Inga* sp., *Cecropia sciadophylla* Mart. e *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don foram as que apresentaram maiores taxas de mortalidade e de ingresso em florestas exploradas.

A Figura 2 ilustra o comportamento em relação ao ingresso e mortalidade dos grupos de espécies tolerantes e intolerantes à sombra, durante cada período de observação. Esses grupos de espécies

apresentaram, durante o período 1981 a 1987, a taxa de ingresso superior à mortalidade.

No período de 1987 a 1992, o ingresso de árvores de espécies tolerantes foi inferior à mortalidade. Durante o período 1992 a 1997, ocorreu recuperação da população de espécies tolerantes que tiveram um aumento de 1,9%/ha/ano, enquanto a perda por mortalidade foi de 1,4%/ha/ano.

As espécies intolerantes apresentaram, no período de 1981 a 1985, um aumento de 24,9%/ano no número de árvores, proporcionado pela abertura do dossel, que favoreceu o crescimento dessas espécies. Neste período, a perda provocada pela

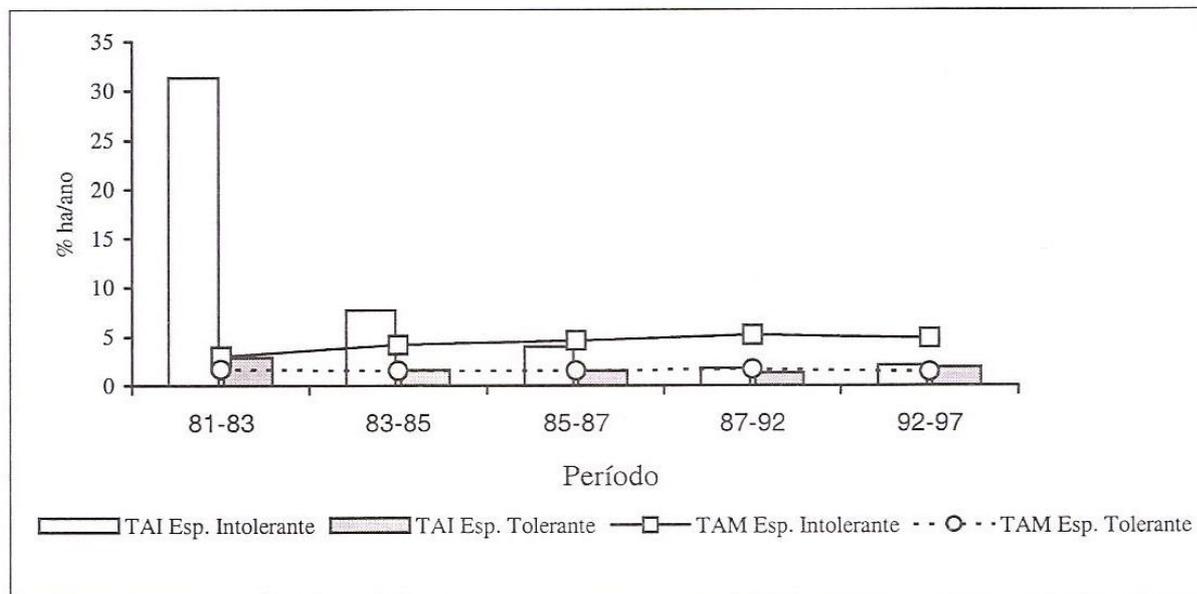


Figura 2 – Taxa anual de ingresso (TAI) e taxa anual de mortalidade (TAM) por grupo ecológico em uma área de terra firme na Floresta Nacional do Tapajós, à altura do km 67 da BR 163, Rodovia Santarém Cuiabá.

mortalidade foi de 3,2%/ano. A partir de 1985, o grupo das intolerantes apresentou um percentual de aumento populacional inferior à perda por mortalidade. No período de 1992 a 1997, houve um pequeno aumento no número de árvores que ingressaram, sendo que a mortalidade também aumentou.

Dezoito anos após a exploração, o grupo das espécies intolerantes mostra um acentuado declínio na população, enquanto que o grupo das espécies tolerantes mostra uma situação aproximadamente balanceada.

4 CONCLUSÃO

a) Imediatamente após a exploração, houve aumento da população, favorecido pelas condições de iluminação, devido à abertura do dossel da floresta. Entretanto, o gradativo fechamento do dossel aumentou a mortalidade, principalmente de espécies intolerantes à sombra e, nos últimos dez anos de observação, a floresta mostrou uma

tendência à estabilidade no balanço entre ingresso e mortalidade;

b) considerando os dois grandes grupos ecológicos, as populações das espécies intolerantes à sombra continuam declinando acentuadamente e a população das espécies tolerantes à sombra está apresentando tendência ao equilíbrio entre ingresso e mortalidade;

c) a população de espécies comerciais, nos últimos dez anos, permaneceu estável em termos de ingresso de novos indivíduos, apresentando um balanço positivo, pois a mortalidade foi sempre inferior ao ingresso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROKAW, N.V.L. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology*, v.66, n.3, p.682-687, 1985.

CARVALHO, J.O.P. *Dinâmica de florestas naturais e sua implicação para o manejo florestal*. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p.43-55.

- CARVALHO, J.O.P. *Structure and dynamics of logged over Brazilian Amazonian rain forest*. 1992. 215p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – University of Oxford, Oxford, 1992.
- . *Tree recruitment and mortality over eight years after logging in a terra firme rain forest in Brazilian Amazonia*. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DA INFRO, 2000, Belém. *Manejo integrado de florestas úmidas neotropicais por indústrias e comunidades – aplicando resultados de pesquisa, envolvendo atores e definindo políticas públicas: atas...* Belém: Embrapa Amazônia Oriental/CIFOR, 2002. No prelo.
- COSTA FILHO, P.P.; COSTA, H.B.; AGUIAR, O.J.R. de. *Exploração mecanizada na floresta tropical úmida sem babaçu*. Belém: EMBRAPA-CPATU-PNPF, 1980. 38p. (Circular Técnica, 9).
- DE GRAAF, N.R. *A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname*. Wageningen: Netherland Agricultural University, 1986. 250p.
- DUBOIS, J.C.L. *Preliminary forest management guidelines for the National Forest of the Tapajos*. Belém: PRODEPEF, 1976. 42p.
- GOMIDE, G.L.A. *Estrutura e dinâmica de crescimento de floresta tropical primária e secundária no Estado do Amapá*. 1997. 169p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos S.; RIBEIRO, R.J.; FREITAS, J.V. de; VIEIRA, G.; CÖIC, A.; MINETTE, L.J. *Crescimento e incremento de uma floresta amazônica de terra firme manejada experimentalmente*. In: *BIOMASSA e nutrientes florestais: relatório final*. Manaus: INPA, 1997. p.88-132.
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. *Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982)*. *Journal of Tropical Ecology*, n.3, p.347-358, 1987.
- MANOKARAN, N.; KOCHUMMEN, K.M. *Recruitment, growth and mortality of tree species in a lowland dipterocarp forest in Peninsular Malaysia*. *Journal of Tropical Ecology*, n.3, p.315-330, 1987.
- SILVA, E.J.V. da. *Impactos da exploração madeireira predatória e planejada sobre o crescimento e diversidade de espécies arbóreas na Amazônia Oriental*. 1998. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – ESALQ, Piracicaba, 1998.
- SWAINE, M.D.; LIEBERMAN, D.; PUTZ, F.E. *The dynamics of tree populations in tropical forest: a review*. *Journal of Tropical Ecology*, n.3, p.359-366, 1987.