

IMPACTOS DA EXPLORAÇÃO SELETIVA DE MADEIRA EM ÁREAS EM PROCESSO DE FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA AMAZÔNIA OCIDENTAL

Luis Cláudio de Oliveira¹, Nadia Waleska Valentim², Evandro Orfanó Figueiredo²,
Idésio Luiz Franke²

(Recebido: 19 de agosto de 2002; aceito: 20 de novembro de 2003)

RESUMO: O aumento contínuo das pressões sócio-econômicas sobre as florestas tropicais úmidas, especialmente por meio da expansão da fronteira agrícola, tem levado ao desflorestamento ao redor dos eixos rodoviários, resultando em um mosaico de fragmentos isolados. O estudo testa a hipótese de que há impactos significativos em termos de biomassa viva acima do solo entre áreas em processo de fragmentação. Foram avaliados, por meio de equações alométricas os padrões de distribuição de biomassa entre quatro áreas piloto no entorno das rodovias BR 364 e BR 317. É possível associar o processo de fragmentação florestal à dinâmica de biomassa em florestas primárias, ou seja, os menores valores para as variáveis área basal ($20,3 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$) e biomassa ($384 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$) são encontrados nos menores fragmentos. Os efeitos da exploração seletiva de madeira são evidentes e mostram uma redução drástica em biomassa para as espécies mais exploradas (Catuaba: $3 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$).

Palavras chave: Amazônia, biomassa, equações alométricas.

IMPACTS OF SELECTIVE LOGGING IN FOREST AREAS UNDER FRAGMENTATION IN WESTERN AMAZON

ABSTRACT: *The continuous increase of the economic pressures on humid tropical forests, especially through the expansion of the agriculture and pasture border, led to deforestation around the road axes, resulting in a mosaic of isolated fragments. The hypothesis that there are significant impacts in terms of aboveground alive standing biomass among areas under fragmentation process was tested. The standards of biomass distribution among four areas around the highways BR 364 and BR 364 were evaluated through allometric equations. The dynamics of biomass, in primary forests, is possibly related to the process of forest fragmentation, or either. The smallest values for the variable basal area ($20.3 \text{ m}^2.\text{ha}^{-1}$) and biomass ($384 \text{ t}.\text{ha}^{-1}$) are found in the smallest forest fragments. The effect of the selective logging was evident and showed a drastic reduction in biomass for the species logged.*

Key words: Amazon, Biomass, and allometric equations.

¹ Pesquisador Embrapa Acre, <http://www.cpaufac.embrapa.br>, Caixa Postal 392, 69908-970, Rio Branco, AC

² Bolsista CNPq/PROBIO, Caixa Postal 392, 69908-970, Rio Branco, AC

1 INTRODUÇÃO

O aumento contínuo da população e as pressões econômicas resultam inexoravelmente na conversão das florestas úmidas tropicais em um mosaico de fragmentos isolados de habitats antropomórficos (Gascon, 1995). Nas regiões em processo de expansão da fronteira agropecuária o desflorestamento localiza-se nos eixos rodoviários. O total bruto de áreas desmatadas no estado do Acre no período de 1978 a 1998 é de 14714 km² (INPE, 2000).

A derrubada e a conversão de florestas são as causas da atual crise global em biodiversidade, ainda que, surpreendentemente, o conhecimento científico da ligação entre desflorestamento nos trópicos e extinção de espécies seja muito pobre (Simon, 1986; Heywood & Stuart, 1992; Smith et al., 1993).

A fragmentação, em geral, resulta na perda da biodiversidade, causando a instabilidade das populações, comunidades e ecossistemas (Cairns, 1988).

Quando florestas são derrubadas e fragmentadas, as bordas ou remanescentes são expostas ao aumento da velocidade do vento, turbulência e vortividade, os quais às vezes levam à elevada queda de árvores (Chen et al., 1992). Efeitos de borda e área são raramente discriminados em estudos de ecossistemas fragmentados (Temple, 1986; Laurence & Yensen, 1991; Didham, 1997).

Na Amazônia Central, o efeito borda no dano e a mortalidade das árvores penetram aproximadamente 100 metros no interior dos fragmentos (Ferreira & Laurance, 1997). Kapos (1989) demonstrou que condições de calor e seca mais típicas de áreas abertas penetraram nos últimos 40-60 metros dentro do interior do fragmento. Mudanças microclimáticas são muitas vezes diminuídas em bordas antigas, as quais tornam-se "seladas" por espécies pioneiras e vegetação secundária (Williams-Linera, 1990; Kapos et al., 1993).

Vidal et al. (1998), avaliando os efeitos da exploração predatória e planejada sobre a diversidade de espécies na Amazônia Oriental, concluíram que a remoção de um grande número de árvores produz um impacto negativo sobre a estrutura e diversidade de espécies; na testemunha, nenhuma espécie desapareceu, 4% desapareceram na exploração planejada e 7,4% desapareceram na exploração predatória.

Os efeitos da fragmentação sobre unidades de paisagem, assumindo-se que o processo de desflorestamento está direcionado para sítios acessíveis por estradas, têm nos padrões de flutuação da biomassa viva, um parâmetro que ajuda na compreensão deste processo. O estudo testa a hipótese de que há impactos significativos em termos de biomassa viva acima do solo entre áreas em processo de fragmentação. Foram avaliados, por meio de equações alométricas, os padrões de distribuição de biomassa entre quatro áreas piloto no entorno das rodovias BR 364 e BR 317.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Localização e características das áreas de estudo

O estudo foi efetuado ao longo dos eixos principais das rodovias BR-364 e BR-317 com duas amostras por eixos, em florestas primárias em processo de fragmentação, com o conjunto de tipologias florestais semelhantes. As unidades amostrais localizaram-se ao longo das rodovias BR-364 (Catuaba e Floresta Estadual do Antimari) e BR-317 (Ponteio e Adécio) com áreas variando entre 800 ha o menor fragmento e 70.000 ha, uma floresta estadual intocada e distâncias de Rio Branco entre 30 km e 135 km. A Floresta Estadual do Antimari, por ser uma área contínua com impactos antrópicos reduzidos, foi utilizada como testemunha.

2.2 Amostragem

Foi adotada como referência amostral a metodologia utilizada para a coleta de germoplasma vegetal da UHE TUCURUÍ (Venturieri et al., 1984). Cada ponto amostral, geo referenciado (Tabela 1) foi constituído por cinco transectos (10 m x 1000 m), partindo de um ponto central e com ângulo de divergência de 72° entre cada um, numerados no sentido anti-horário, sendo o primeiro orientado no sentido norte-sul.

Em cada transecto foram realizadas uma amostragem e uma subamostragem, em que foram medidos (DAP e altura) e identificados (nome vulgar no campo) todos os indivíduos com $DAP \geq 10$ cm (transecto, subdividido em parcelas de 10 x 100 metros) e todos os indivíduos com $5 \leq DAP < 10$ cm, em 10 subparcelas de

10 x 10 metros distribuídas sistematicamente a cada 100 metros dentro do transecto.

Para estimativa indireta de biomassa (peso verde) foram utilizadas as equações alométricas de Higuchi et al. (1998), para os indivíduos com $5 \leq DAP < 20$ cm e $DAP \geq 20$ cm.

$$(a) \ln P = -1,754 + 2,665 \ln D; \\ \text{para } 5 \leq DAP < 20 \text{ cm.}$$

$$(b) \ln P = -0,151 + 2,170 \ln D; \\ \text{para } DAP \geq 20 \text{ cm.}$$

As médias de cada localidade foram comparadas por meio de análise de variância, realizadas no Sistema SAS versão 6.12, procedimentos PROC UNIVARIATE NORMAL PLOT e PROC ANOVA.

Tabela 1. Tipologias florestais e localização geográfica dos pontos amostrais

Table 1. Forest type and geographic location of plots

Ponto amostral	Tipologia florestal *	Coordenadas geográficas (UTM)
Antimari	Floresta aberta com bambu + floresta densa	19L 5845899 8947749
Catuaba	floresta aberta com palmeiras + floresta aberta com bambu	19L 6505846 8886017
Ponteio	floresta aberta com palmeiras + floresta densa	19L 5956388 8833634
Adélcio	floresta aberta com palmeiras + floresta densa	19L 6101782 8823973

*ZEE, Acre, 2000.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se que os valores totais para área basal e BVAS variam entre e dentro dos locais, o que pode ser atribuído a dois fatores:

(1) a variabilidade existente entre e dentro das diferentes tipologias florestais; (2) em função da morte e/ou retirada de indivíduos adultos das espécies comerciais o que causaria reduções significativas de área basal (Figura 1).

Os valores encontrados para biomassa viva acima do solo (BVAS) (Tabela 2) variaram entre 384.195 a 468.284 kg.ha⁻¹, para áreas basais entre 20.3040 e 24.2290 m².ha⁻¹, os quais são compatíveis com os encontrados na literatura em trabalhos conduzidos na Amazônia, obtidos por métodos diretos, que estimam valores entre 330 a 550 t/ha (Brown et al., 1989). Klinge & Rodrigues (1973) estimaram uma biomassa seca de 400 t.ha⁻¹; Brown et al. (1995), encontraram valores entre 256 e 342 t.ha⁻¹; Araújo et al. (1999) encontraram um valor de biomassa (peso fresco) de 846 t.ha⁻¹, para uma área basal correspondente de 38,9966 m².ha⁻¹.

Os resultados da análise de variância para as variáveis área basal e BVAS, mostram diferenças significativas somente para a classe diamétrica de 5<DAP≤20 centímetros, que corresponde ao nível da regeneração natural e árvores do futuro, ou seja com DAP≥20 cm. Os maiores valores para o Antimari podem ser explicados em função da inexistência do efeito borda nas amostras, uma vez que se trata de uma área de floresta contínua. As variações dentro dos sítios devem-se à dinâmica natural e diferenças entre tipologias florestais, não identificadas por assinaturas espectrais. Os menores valores para as variáveis encontram-se em áreas em processo de fragmentação e que não diferem significativamente (Tabela 2).

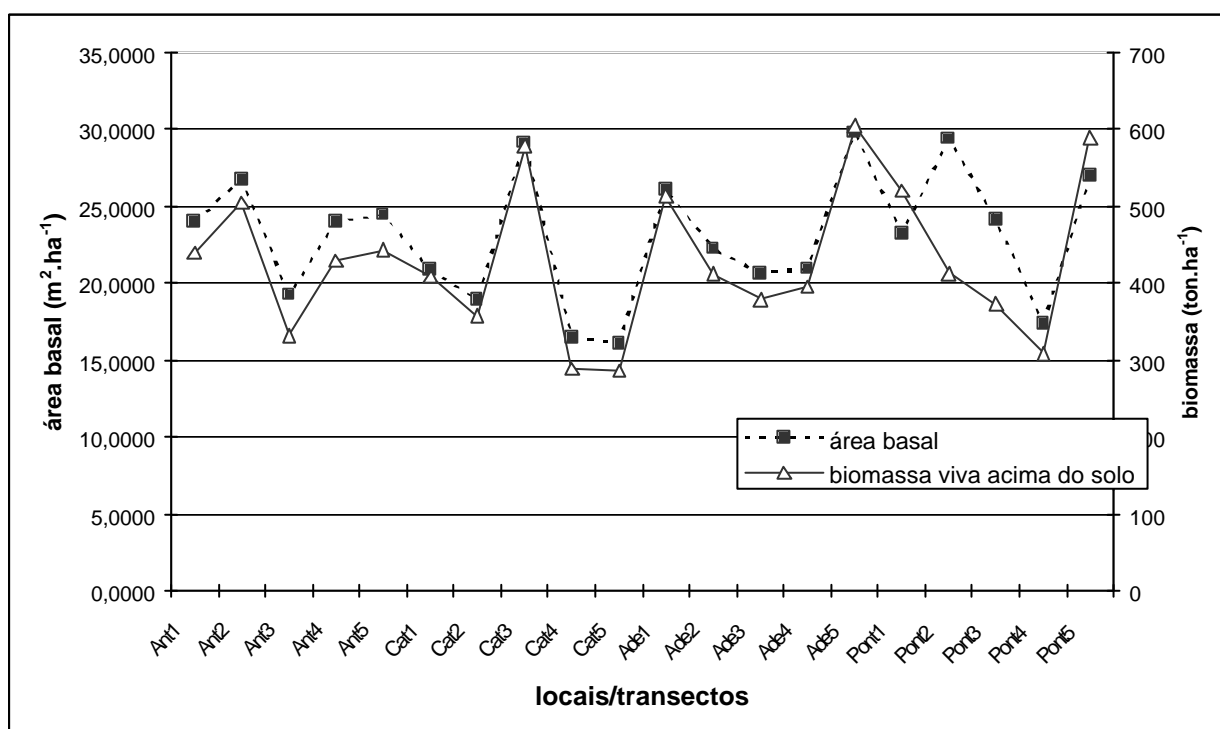


Figura 1. Variação em biomassa e área basal dentro e entre áreas de floresta primária no entorno das rodovias BR-364 e BR-317.

Figure 1. Variation in biomass and basal area inside and among plots of primary forest, around highways BR-364 and BR-317.

Tabela 2. Área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$) e biomassa viva acima do solo (kg/ha) por classes diamétricas**Table 2.** Basal area ($m^2 \cdot ha^{-1}$) and aboveground standing live biomass ($kg \cdot ha^{-1}$) by diametric class

Local	Área basal ($m^2 \cdot ha^{-1}$)			BVAS ($kg \cdot ha^{-1}$)		
	5<DAP ≤20 (Pr> 0,0001)	DAP 20 (Pr> 0,5848)	DAP >5 (Pr> 0,5841)	5<DAP ≤20 (Pr> 0,0003)	DAP >20 (Pr> 0,5925)	DAP >5 (Pr>0,3708)
Antimari	7,5995 a	16,0870 a	23,6860 a	88444 a	344735 a	430179 a
Catuaba	5,6716 b	14,6320 a	20,3040 a	69939 b	318468 a	384195 a
Adélcio	5,6339 b	18,5950 a	24,2290 a	68144 b	400140 a	468284 a
Ponteio	6,1937 b	17,7500 a	23,6860 a	65727 b	391219 a	461158 a

BVAS = Biomassa viva acima do solo (peso fresco), Higuchi et al. (1998)

DAP = Diâmetro à altura do peito em centímetros

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente (Tukey, $\alpha=0,05$)

Higuchi et al. (1997) obtiveram taxas anuais de mortalidade de $1,03\% \pm 0,38\%$ para florestas tropicais úmidas de terra firme na Amazônia. Peralta et al. (1987) estimaram taxas anuais de mortalidade entre 1,8% e 2,25% para La Selva, Costa Rica. Carey et al. (1994) encontraram taxas anuais variando entre 0,5% e 3,3% em florestas tropicais da Venezuela. Lieberman & Lieberman (1987) encontraram taxas anuais de 1,9%, para Costa Rica. Manokaran & Kochummen (1987), em florestas da Malásia, observaram uma mortalidade anual de 2,0%. Swaine et al. (1987), em florestas tropicais de Ghana, observaram uma taxa de mortalidade de 1,32% para árvores com $DAP \geq 10$ cm.

Não houve diferenças significativas para as variáveis área basal e BVAS, para as classes diamétricas $DAP > 20$ cm e $DAP > 5$ cm, o que mostra que o crescimento das árvores remanescentes e o recrutamento de espécies pioneiras nas clareiras abertas, compensam a redução inicial em biomassa. Baseado em parcelas permanentes, a biomassa tem acumulado na Amazônia em torno $0,97 \pm 0,59$ $t \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$ (Phillips et al., 1998).

Para a classe diamétrica $DAP > 20$ cm, os menores valores foram encontrados no Catuaba, área onde o processo de fragmentação é mais avançado (Tabela 2). Esses valores estão relacionados com a retirada de indivíduos adultos das espécies de maior valor comercial e com a mortalidade associada à exploração seletiva, especialmente de mogno. Os menores valores para área basal das espécies mais exploradas estão no menor fragmento florestal (Catuba) (Figura 2).

4 CONCLUSÕES

É possível associar o processo de fragmentação florestal à dinâmica de biomassa em florestas primárias, ou seja, os menores valores para as variáveis área basal ($20,304 m^2 \cdot ha^{-1}$) e biomassa ($384 t \cdot ha^{-1}$) são encontrados em áreas onde o processo é mais avançado. Os efeitos da exploração seletiva de madeira são evidentes e mostram uma redução drástica em biomassa para as espécies mais exploradas (Catuaba: $3 t \cdot ha^{-1}$).

O efeito borda (vorticidade) afeta as árvores no nível da regeneração natural e

árvores do futuro ($5\text{cm} < \text{DAP} \leq 20\text{cm}$); os menores valores para biomassa ($66 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) e área basal ($6,34 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) foram encontrados em áreas em processo de fragmentação.

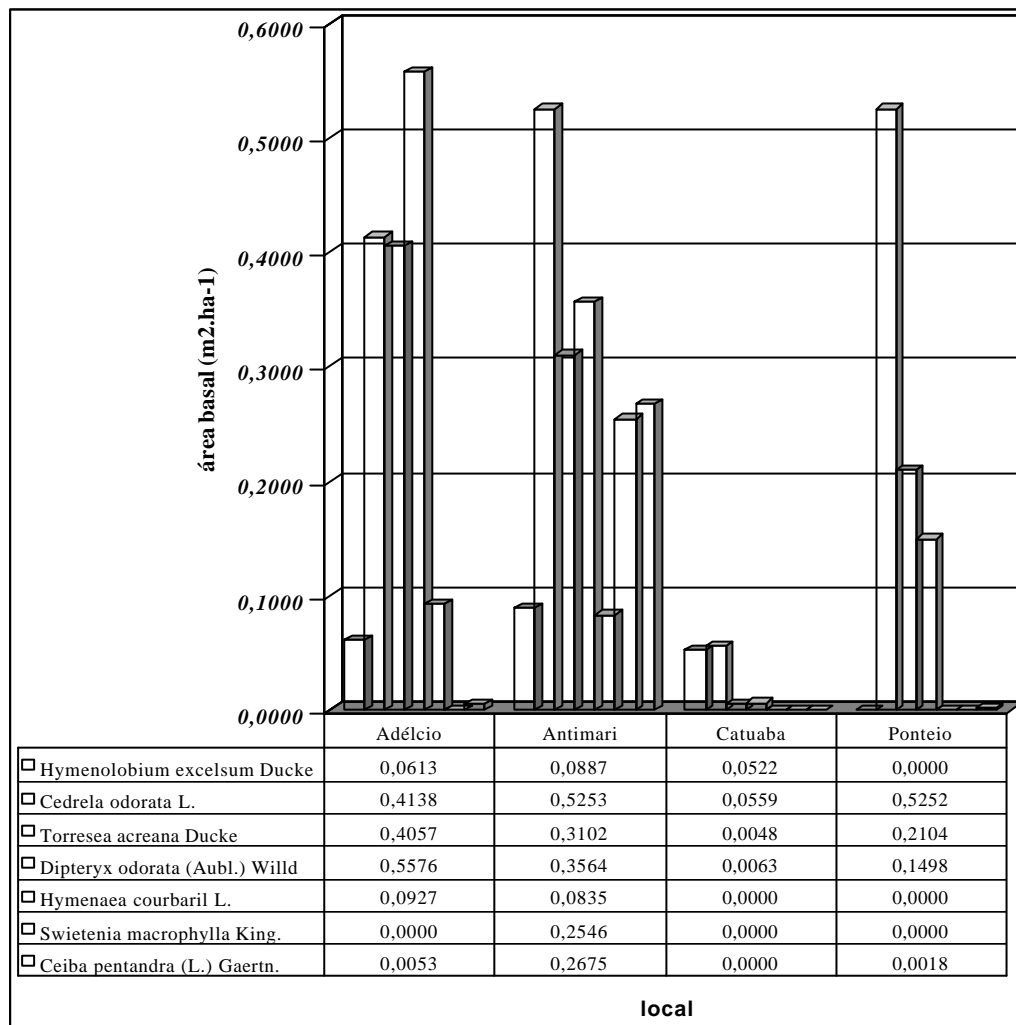


Figura 2. Área basal das espécies mais exploradas em florestas primárias no entorno das rodovias BR-364 e BR-317

Figure 2. Basal area of the most logged species in primary forests around highways BR-364 and BR-317

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento ecológico-econômico: recursos naturais e meio ambiente** – documento final. SECTMA. V1. 2000.

ARAÚJO, T. M.; HIGUCHI, N.; CARVALHO JR., J. A. de. Comparison of formulae for biomass

content determination in a tropical rain forest site in the state of Pará, Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.117, n. 1/3, p.43-52, May 1999.

BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; FLUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. **Forest**

Science, Bethesda, v. 35, n. 4, p. 881-902, Dec. 1989.

BROWN, I. F.; MARTINELLI, L. A.; THOMAS, W. W.; MOREIRA, M. Z.; FERREIRA, C. A. C.; VICTORIA, R. L. Uncertainty in the biomass of Amazonian forests: an example from Rondônia Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 75, n. 1/3, p. 175-189, July 1995.

CAIRNS, J. Increasing diversity by restoring damaged ecosystems. In: WILSON, E. O. **Biodiversity**. Washington, D. C: National Academy Press, 1988.

CAREY, E. V.; BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Tree mortality in mature lowland tropical moist and tropical lower montane moist forests of Venezuela. **Biotropica**, Rio Piedras, v. 26, n. 3, p. 255-264, Sept. 1994.

CHEN, J. Q.; FRANKLIN, J. F.; SPIES, T. A. Vegetation Responses to edge environments in old-growth Douglas fir Forests. **Ecological Applications**, Washington, v. 2, n. 4, p. 387-396, Nov. 1992.

DIDHAM, R. K. The influence of edge effects and forests fragmentation on leaf-litter invertebrates in Central Amazon. In: LAURENCE, W. F.; BIERREGAARD Jr, R. O. (Ed.) **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmentad communities**. University Chicago Press, 1997. p. 55-70.

FERREIRA, L. V.; LAURANCE, W. F. Effects of Forest fragmentation on Mortality and Damage of selected Trees in Central Amazonia. **Conservation biology**, Malden, v. 11, n. 3, p. 797-801, June 1997.

HEYWOOD, V. H.; STUART, S. N. Species extinctions in tropical forests. In: WITHMORE, T. C.; SAYER, J. A. (Ed.) **Tropical deforestation and species extinction**. London: Chapman & Hall, 1992. p. 91-117.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, J. R.; FREITAS, J. V.; VIEIRA, G.; COIC, A.

MINETTE. Crescimento e incremento de uma floresta amazônica de terra-firme manejada experimentalmente. **BIONTE Relatório Final**. Manaus: INPA/DIFID, 1997. p. 59-65.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; RIBEIRO, J. R.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da floresta tropical úmida de terra firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 28, n. 2, p. 153-166, 1998.

INPE. Monitorando a Floresta Amazônica. Disponível em <<http://www.inpe.BR/Informaçõeseventos> Amz1998-1999/página7.htm>. Acesso em: 10 ago. 2000.

KAPOS, V. Effects of isolation on the water status for forests patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 5, n. 2, p. 173-185, May 1989.

KAPOS, V.; GANADE, G.; MATSUI, E.; VICTORIA, R. L. Partial-derivative-c-13 as an indicator of edge effects in tropical rain-forest reserves. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 81, n. 3, p. 425-432, Sept. 1993.

KLINGE, H.; RODRIGUES, W. A. Biomass estimation in a central Amazonian rain forest. **Acta Científica Venezuelana**, Caracas, v. 24, n. 6, p. 225-237, 1973.

LAURANCE, W. F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, Oxford, v.55, n. 1, p. 77-92, 1991.

LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 3, n. 4, p. 347-358, Nov. 1987.

MANOKARAN, N.; KOCHUMMEN, K. M. Recruitment, grow and mortality of trees in an lowland diphyterocarp forest in Peninsular Malaysia. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 3, n. 4, p. 315-330, Nov. 1987.

- PERALTA, R.; HARTSHORN, G. S.; LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. Reseña de estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. In: CLARK, D. A.; DIRZO, R.; FETCHER, N. (Ed.). *Ecología y eco-Fisiología de plantas en los bosques mesoamericanos*. **Revista de Biología Tropical**, v. 35, p. 23-40, 1987. suplemento 1.
- PHILLIPS, O. L.; MALHI, Y.; HIGUCHI, N.; LAURENCE, W. F.; NÚÑEZ, P. V.; VÁSQUEZ, R. M.; LAURENCE, S. G.; FERREIRA, L. V.; STERN, M.; BROWN, S.; GRACE, J. Changes in the Carbon Balance of Tropical Forests: Evidence from Long-Term Plots. **Science**, New York Ave, v. 282, n. 5388, p. 439-442, Oct. 1998.
- SIMON, J. L. Dissappearing species, deforestation and Data. **New Scientist**, Elmont, v. 110, n. 1503, p. 60-63, May 1986.
- SMITH, F. D. M.; MAY, R. M.; PELLEW, R.; JOHNSON, T. H.; WALTER, K. R. How much do we know about the current extinction rate? **Trends in Ecology and Evolution**, Oxford, v. 8, n. 10, p. 375-378, Oct. 1993.
- SWAINE, M. D.; HALL, J. B.; ALEXANDER, I. J. Tree population at Kade, Ghana. (1968-1982). **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 3, n. 4, p. 331-345, Nov. 1987.
- TEMPLE, S. A. Predicting impacts of habitat fragmentation on forest birds: a comparison of two models. In: VERNER, J.; MORRISON M.; RALPH, C. J. (Ed.). **Wildlife2000: modeling habitat relationships of territorial vertebrates**. Madison: University of Wisconsin Press, 1986. p. 301-304.
- VENTURIERI, G. A.; CORADIN, L.; LLERAS, E.; MAGALHÃES, L. M. S.; SOUZA, L. A.; CLEMENT, C. R.; ESCALANTE, G. M.; GOLDMAN, G. H. Metodologia aplicada na coleta de Germoplasma de Espécies florestais e Frutíferas que ocorrem na área de influencia da barragem de Tucuruí-PA, Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, 1984, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPr, 1984. p. 29-39.
- VIDAL, E.; VIANA, V.; BATISTA, J. L. F. Efeitos da exploração madeireira predatória e planejada sobre a diversidade de espécies na Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 22, n. 4, p. 503-520, 1998.
- WILLIAMS-LINERA, G. Vegetation structure and environmental conditions of forest edges in Panama. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 78, p. 356-373, 1990.