

## PRODUÇÃO DE LITEIRA E ESTOQUE DE CARBONO E NUTRIENTES EM UMA ÁREA DE FLORESTA MADURA NA AMAZÔNIA

Suzi Lima VIANA; Jorge Luis Enrique GALLARDO-ORDINOLA<sup>2</sup>; Flávio J. LUIZÃO<sup>3</sup>; Adriana Castro da CONCEIÇÃO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Bolsista PIBIC/CNPq/INPA; <sup>2</sup>Orientador CPEC/INPA; <sup>3</sup>Co-Orientador CPEC/INPA; <sup>4</sup>Colaborador bolsista PCI/MCT/INPA

### 1. Introdução

As florestas tropicais úmidas geralmente têm solos muito pobres em nutrientes, fazendo com que o equilíbrio nutricional desses ecossistemas seja mantido somente pela alta diversidade biológica e pela rápida e eficiente ciclagem de nutrientes (Herrera *et al.*, 1978; Schubart *et al.*, 1984). A ciclagem de nutrientes e de energia entre as plantas e o solo é realizada fundamentalmente pela decomposição da liteira, que é composta por material orgânico morto como folhas, flores, frutos, cascas, gravetos e galhos, que se acumulam no chão da floresta (Proctor, 1983; Vieira, 1988). Além da liteira, troncos mortos, deposições atmosféricas e a água da chuva que lava as folhas e os caules vivos da vegetação também contribuem para o aumento do aporte de nutrientes para o solo (Luizão & Schubart, 1987). As variações topográficas são reconhecidas como determinantes na estrutura da floresta e na ocorrência de espécies (Klinge & Rodrigues, 1973; Kahn, 1987; Ribeiro *et al.*, 1999). As variações topográficas também estão associadas a diferenças na textura do solo. (Chauvel *et al.*, 1987); portanto, a variação topográfica pode ser considerada, direta ou indiretamente, o gradiente principal de habitat que responde por grande parte das diferenças na produção primária, bem como em processos funcionais da floresta, tais como a ciclagem de nutrientes e o acúmulo de biomassa (Luizão *et al.*, 2004; Castilho *et al.* 2010). O objetivo deste trabalho é, então, estudar a produção anual de liteira e o estoque de nutrientes da camada de liteira, em posições topográficas distintas: platô, vertente e baixio.

### 2. Material e Métodos

O estudo foi realizado na Reserva Biológica de Cuieiras do INPA, no km 34 da estrada vicinal ZF-2, próximo à torre climatológica do Projeto LBA (lat. 02° 36' S; long. 60° 12' W). Os solos dos platôs são de textura argilosa; nas encostas, variam de argilo-arenoso (próximo aos platôs) a arenos-argilosos (próximos aos baixios) e nos baixios são de textura arenosa. Assim, os solos dos níveis topográficos podem ser classificados em três tipos principais: Latossolo Amarelo, nos platôs; Argissolos, nas encostas e Arenossolos hidromórficos, nos baixios (Chauvel, 1982; Ferraz *et al.*, 1998). A cobertura vegetal é do tipo Floresta Densa de Terra Firme. A temperatura média anual da área é de 26,7 °C.

**Produção e deposição de liteira** - As coletas foram realizadas em três posições topográficas: platô, vertente e baixio. Para medir a produção de liteira, foram utilizados 30 coletores de PVC de 0,50 x 0,50 m, com fundo de tela de náilon (malha de 1 mm), para cada posição topográfica. Foram usadas três parcelas de 20 x 80 m, cada uma delas contendo dez coletores. As coletas foram realizadas a cada 15 dias e agrupadas para os períodos seco (junho-novembro) e chuvoso (dezembro-maio). O material coletado foi submetido a uma secagem ao ar e em seguida passou por uma triagem, que constou de limpeza e separação dos componentes principais: folhas, madeira ( $\phi \leq 2$  cm) e material reprodutivo. Após a triagem, todo material foi seco em estufa a 65–70 °C até atingir um peso constante. As amostras foram pesadas e, em seguida armazenadas para moagem e análise química dos teores de C, N, P, K, Ca e Mg. A massa de liteira acumulada sobre o solo nos diferentes locais foi quantificada nos mês de março (aproximadamente metade do período chuvoso). Para isto, foi realizada uma coleta utilizando quadros de madeira medindo 20 cm x 20 cm, em pontos de coleta distribuídos ao acaso, próximos de cinco dos coletores de liteira já instalados na área. Ao redor de cada ponto selecionado, foram retiradas quatro sub-amostras, que formaram uma amostra composta (cinco amostras compostas/parcela). As amostras foram secas ao ar, depois passaram pela triagem, que constou da separação de folhas inteiras (L), folhas quebradas ou fermentadas (F) e material lenhoso (W). Após a triagem, todo o material coletado foi colocado em estufa a 65–70 °C até atingir um peso constante. Em seguida as amostras foram pesadas, para a verificação do estoque de liteira, sendo então moídas e digeridas para análises químicas.

**Análises químicas da liteira.** A determinação das concentrações de P, K, Ca, Mg foi feita após digestão com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. As leituras foram feitas em um espectrofotômetro de absorção atômica (Anderson & Ingram, 1993), à exceção do fósforo, determinado em um espectrofotômetro UV-120-01 marca Shimadzu. As concentrações de C e N foram determinadas num auto-analisador de fase gasosa da marca Fisons, modelo NA 1500. Todas as análises foram feitas no Laboratório Temático

de Solos e Plantas (LTSP) do INPA. **Análise estatística** - Os resultados obtidos foram expressos como médias com seus respectivos desvios-padrão. Análises de variância (ANOVA), seguidas de testes de comparação múltipla de Tukey, foram feitas para avaliar a influência das diferentes posições topográficas e dos períodos sazonais na produção e concentrações de nutrientes da liteira.

### 3. Resultados e Discussão

A produção anual de liteira fina ( $t \cdot ha^{-1}$ ) das três posições topográficas estudadas foi: 8,26 no platô, 8,22 vertente e 7,44 no baixo. A produção quinzenal de liteira fina total (formada por folhas, galhos, materiais reprodutivos e resíduos), durante o período de 1 ano variou entre um máximo de  $69,7 g/m^2$  para a platô e um mínimo de  $14,2 g/m^2$  no baixo. A produção da liteira fina foi maior no período seco do ano, principalmente nos meses de agosto e setembro (Fig.1). No período seco (junho-novembro), a percentagem mais alta de material lenhoso foi encontrada na liteira no baixo (20 %) e a mais baixa no platô (18%). A percentagem de material reprodutivo foi também maior no baixo (16 %), seguido da vertente e do platô ambos com (15 %). A percentagem de fragmentos finos foi igual para todas as posições topográficas no período chuvoso (4 %) e também no período seco (3%). A contribuição das folhas para o total de liteira fina no platô foi de 76 %, seguido da vertente com 73 % e baixo com 71 %.

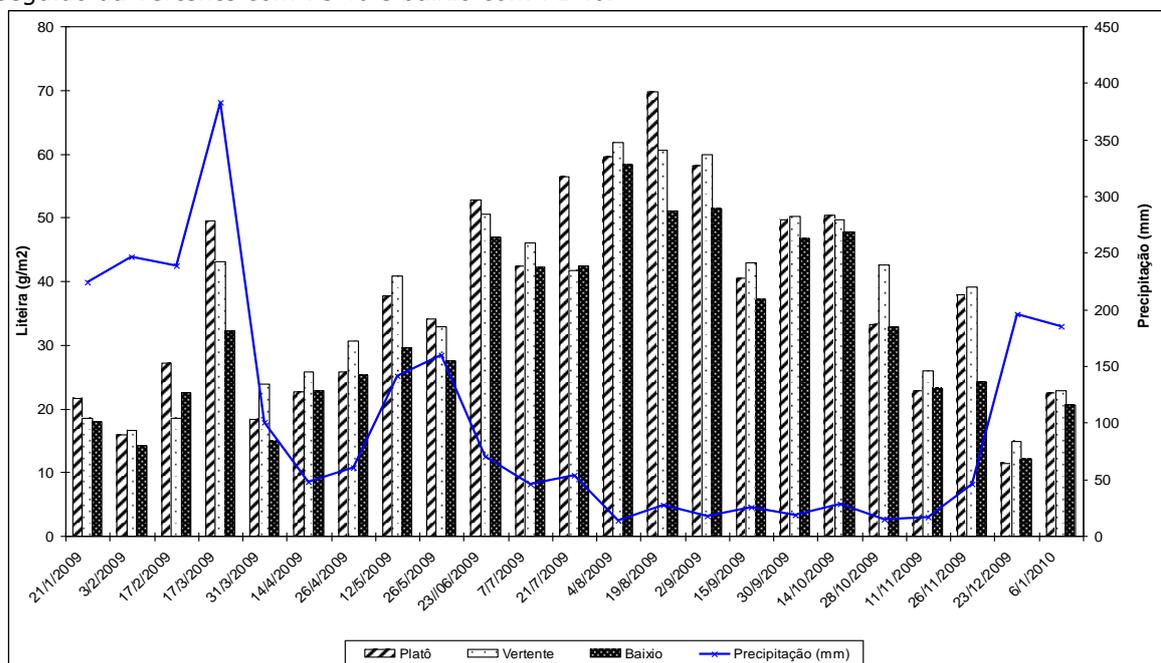


Figura 1: Massa de liteira fina total no período de janeiro de 2009 a janeiro de 2010, nas três posições topográficas: florestas de platô, vertente e baixo. A linha contínua representa a precipitação pluviométrica (mm) de cada período e as barras representam a liteira produzida quinzenalmente nas três áreas de estudo.

A média do estoque total de liteira, medido na metade do período chuvoso não diferiu significativamente ( $p > 0,05$ ) entre as três posições topográficas: platô ( $3631 kg \cdot ha^{-1}$ ), vertente ( $3526 kg \cdot ha^{-1}$ ) e baixo ( $3814 kg \cdot ha^{-1}$ ). Quanto à contribuição de cada fração (folha inteira, folha fragmentada e madeira) na formação da liteira sobre o solo verificou-se que, nas três posições topográficas, a fração folha fragmentada contribui com maiores valores (Fig. 2). Os detritos orgânicos são mais abundantes na época seca, quando sua decomposição é bem mais lenta. (Luizão *et al.*, 1987 & Tapia-Coral *et al.* 2005). Entretanto no meio da estação chuvosa, a decomposição da liteira acumulada no final da estação seca anterior já estava em andamento, incluindo a quebra das folhas pela fauna e a permanência, numa primeira etapa, dos pedaços de folhas mais resistentes sobre o solo, na camada de liteira (Luizão & Schubart, 1987).

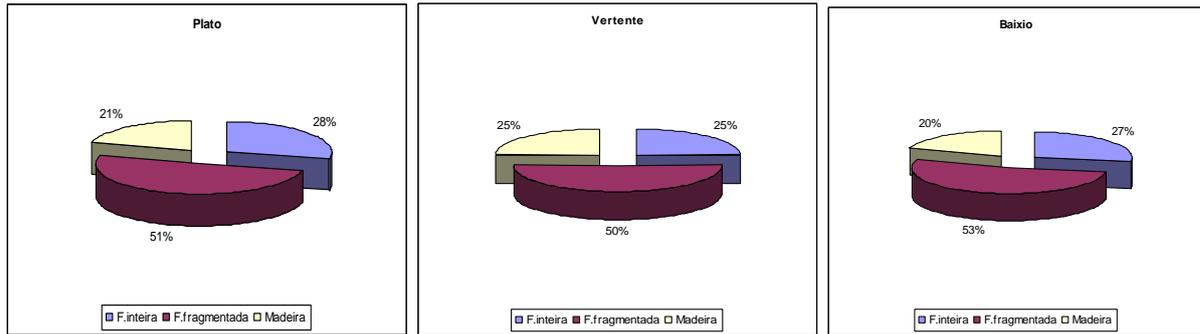


Figura 2: Contribuição relativa (%) dos diferentes componentes (folha inteira, fragmentada e material lenhoso) para a quantidade total da liteira acumulada sobre o solo, nas três posições topográficas.

As entradas anuais de nutrientes variaram entre períodos sazonais e posições topográficas. O nitrogênio apresentou maiores valores no platô ( $107 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). A maior entrada de nutrientes foi encontrada na época seca, o período do ano com produção acentuadamente maior de liteira. Nas três áreas (platô, vertente e baixo) encontrou-se a mesma ordem decrescente de entrada de nutrientes via liteira fina:  $\text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{P}$  (Tab.1). Comparando-se esses resultados com a literatura disponível para a região (Silva, 1984; Dantas & Phillipson, 1989, Luizão, 1989; Kato 1995), podemos observar em todos a mesma tendência, nas quais o fósforo, sempre com os menores valores, tem sido apontado como o principal nutriente que limita a produção primária e outras funções do ecossistema (Vitousek & Sanford, 1986).

Tabela 1: Médias e desvios padrão da produção de liteira fina ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) e da entrada média anual de carbono e nutrientes ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) da liteira fina nas diferentes posições topográficas (platô, vertente e baixo) ( $n=3$ ).

	Platô	Vertente	Baixo
Produção de liteira ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ )	$8,26 \pm 1,1$	$8,22 \pm 1,4$	$7,44 \pm 1,4$
Entrada anual de elementos ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ )			
<b>C</b>	$3952 \pm 378$	$3698 \pm 557$	$3507 \pm 346$
<b>N</b>	$107 \pm 22$	$100 \pm 13,2$	$73,8 \pm 7,3$
<b>P</b>	$2,34 \pm 0,3$	$2,23 \pm 0,5$	$2,25 \pm 0,2$
<b>K</b>	$8,93 \pm 4,1$	$7,87 \pm 5,6$	$11,7 \pm 1,5$
<b>Ca</b>	$27,4 \pm 7,7$	$23,5 \pm 12,4$	$30,9 \pm 3,5$
<b>Mg</b>	$15,4 \pm 4,4$	$13,6 \pm 6,9$	$17,6 \pm 1,7$

Os estoques mais altos de C e nutrientes exceto N no baixo é um possível reflexo de decomposição mais lenta, com a consequente acumulação de liteira sobre o solo, formando um estoque mais alto de matéria orgânica, que compensaria eventuais teores menores de nutrientes minerais. A maior razão C/N da liteira do baixo reforça a idéia de uma decomposição mais lenta do material orgânico sobre o solo, uma vez que uma razão C/N mais alta indica taxas de decomposição menores. Isto sugere também que a liteira assim acumulada no baixo é susceptível ao transporte para o igarapé quando as inundações induzidas por chuvas fortes ocorrem, formando planícies de inundação de curta duração. Ao retornar ao seu leito, estes igarapés recebem uma carga de liteira transportada como matéria orgânica particulada grossa (Waterloo *et al.*, 2006).

#### 4. Conclusão

A produção anual de liteira fina foi mais alta na floresta de platô do que na floresta de baixo, porém sem diferenças significativas. Para os períodos climáticos do ano, a produção da liteira fina foi maior no período seco. As concentrações e estoque de nutrientes na camada de liteira sobre o solo foram geralmente mais elevadas no baixo, com exceção do nitrogênio, que tem maiores concentrações e estoques no platô. As diferenças sazonais na dinâmica da liteira mostram a necessidade de continuar estudos de longa duração afim de poder entender melhor os ciclos sazonais numa escala de tempo maior.

## 5. Referências

- Anderson, J.M & Ingram, J.S 1993. Tropical Soil Biology and Fertility. A Handbook of Methods. 2ª ed. C.A.B. International, Oxford, UK 221p.
- Castilho, C.V., Magnusson, W.E., Araújo, R.N.O., Luizão, F.J. 2010. Short-Term Temporal Changes in Tree Live Biomass in a Central Amazonian Forest, Brazil. *Biotropica*, 42:95-103.
- Chauvel, A. 1982. Os Latossolos Amarelos, álicos, argilosos dentro dos ecossistemas das bacias experimentais do INPA e da região vizinha. *Acta da Amazonica*, 12: 47-60.
- Chauvel, A.: Lucas, Y. & Boulet, R. 1987. On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, central Amazonia, Brasil. *Experientia*, 43:234-241.
- Dantas, M. & Philipson, J. 1989 Litterfall and litter nutrient content in primary and secondary Amazonian "terra firme" rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 5: 27-36.
- Ferraz, J.; Ohta, S. & Sales, P.C. 1998. Soil distribution along two transects in primary forest, northern Manaus (AM). In: Pesquisas Florestais para a Conservação da Floresta e Reabilitação de Áreas Degradadas da Amazônia. Projeto Jacaranda, MCT-INPA, JICA, Manaus, Amazonas, Brazil, pp. 110-143.
- Herrera, R.; Jordan, C.F.; Klinge, H. & Medina, E. (1978). Amazon Ecosystems: Their structure and functioning with particular emphasis on nutrients. *Interciencia*, 3:223-232.
- Kahn, F. 1987. The distribution of palms as a function of local topography in Amazonian terra-firme forests. *Experientia*, 43: 251-259.
- Kato, A.K. 1995. Dinâmica da entrada de nutrientes via liteira em plantios de castanheira-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* H.B.K) em ecossistemas de pastagens degradadas e de floresta primária. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas. Manaus, AM. 180p.
- Klinge, H. & Rodrigues, W.A. 1973. Biomass estimation in a central Amazonian rain forest. *Act. Cient. Venez.*, 24: 225-237.
- Luizão, F.J. & Schubart, H.O.R. (1987). Litter production and decomposition in a terra-firme of Central Amazonia. *Experientia*, 43: 259-265.
- Luizão, F.J. 1989. Litter production and mineral element input to the forest floor in a Central Amazonian forest. *GeoJournal*, 19: 407-417.
- Luizão, R.C.C.; Luizão, F.J.; Paiva, R.Q.; Monteiro, T.F.; Souza, L.S. & Kruijt, B. 2004. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. *Global Change Biology*, 10: 592-600.
- Proctor, J. (1983). Tropical forest litterfall. I. Problems of data comparison. Tropical Rain Forest: Ecology and Management Sutton S.L, Whitmore T.C & Chadwick A.C, In: (Eds). Blackwell Scientific Publications, Oxford. p. 267-273.
- Ribeiro, J.E.L.S.; Hopkins, M.G.; Vicentini, A.; Sothers, C. A.; Costa, M.A.S.; Brito, J.M.; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.O.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.C.A.C.L.; Pereira, E.E.C., Silva, C.F.; Mesquita, M.R. & Procópio, L. 1999. *Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra Firme na Amazônia Central*. INPA, Manaus. 800p.
- Silva, M.F.F 1984. Produção anual de serrapilheira e seu conteúdo mineralógico em mata tropical de terra firme, Tucuruí-PA. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Botânica*, 1(1/2): 111-158.
- Schubart, H.O.R.; Franken, W. & Luizão, F.J. 1984. Uma floresta sobre solos pobres. *Ciência Hoje*, 2 (10): 26-32.

Tapia Coral, S.C., Luizão, F.; Wandelli, E. & Fernandes, E.C.M. 2005. Carbon and nutrient stocks of the litter layer in central Amazonian agroforestry systems. *Agroforestry Systems*, 65: 33-42.

Vitousek, P.M. & Sanford, R.L. 1986. Nutrient cycling in moist tropical forest. *Ann. Rev. Ecol. Systematics*, 17: 137-167.

Vieira, L.S. (1988). *Manual de Ciência do Solo*. 2a Edição. Editora Agronômica Ceres. 284p.

Waterloo, M.J.; Oliveira, S.M.; Drucker, D.P.; Nobre, A.D.; Cuartas, L.A.; Hodnett, M.G.; Langedijk, I.; Jans, W.W.P.; Tomasella, J.; Araújo, A.C.; Pimentel, T.P. & Estrada, J.C.M. 2006. Export of organic carbon in run-off from an Amazonian rainforest blackwater catchment. *Hidrological Processes*, 20: 2581-2597.