

Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil

José Antonio Pimenta^{1,2}, Leopoldo Bopp Rossi¹, José Marcelo Domingues Torezan¹,
Alba Lúcia Cavalheiro¹ e Edmilson Bianchini¹

Recebido em 5/03/2010. Aceito em 3/12/2010

RESUMO

(Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de um reflorestamento e de uma floresta estacional semidecidual no sul do Brasil). A produção, o conteúdo de N, P, K, Ca e Mg, a transferência de nutrientes e a taxa de decomposição da serapilheira foram estudados em uma Floresta Estacional Semidecidual e em um reflorestamento situado adjacente a esta no Parque Estadual Mata dos Godoy, Estado do Paraná, Brasil. A deposição anual de serapilheira foi estimada em 8.212 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ na floresta e 5.341 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ no reflorestamento. A floresta apresentou nos dois meses após a seca (setembro e outubro) maior deposição. Nas duas áreas a média anual da concentração de macronutrientes em g.kg⁻¹, obedeceu à mesma ordem na floresta Ca(31,85) > N(19,94) > K(7,14) > Mg(2,28) > P(0,217) e no reflorestamento Ca(23,02) > N(19,62) > K(7,67) > Mg(1,74) > P(0,302). No reflorestamento a transferência de nutrientes variou mais durante o ano e a taxa de decomposição foi menor.

Palavras-chave: Fragmento florestal, deposição de serapilheira, decomposição da serapilheira, transferência de nutrientes

ABSTRACT

(Litter production and nutrient cycling in a reforested area and a seasonal semideciduous forest in southern Brazil). The aim of this study was to evaluate litter production, N, P, K, Ca and Mg content, nutrient transfer, and litter decomposition rate of a seasonal semideciduous forest and an adjacent reforested area. The study was carried out in Godoy Forest State Park (GFST), Paraná state, Brazil. Estimated annual litter production was 8,212 kg.ha⁻¹.year⁻¹ in the forest and 5,341 kg.ha⁻¹.year⁻¹ in the reforested area. The forest presented higher deposition in post-drought months (September and October). In both areas nutrient concentration (g.kg⁻¹) followed the same order in forest - Ca(31.85) > N(19.94) > K(7.14) > Mg(2.28) > P(0.217), and reforested area - Ca(23.02) > N(19.62) > K(7.67) > Mg(1.74) > P(0.302). Nutrient transfer varied more during the year and the decomposition rate was lower in the reforested area.

Key words: forest fragment, litter deposition, litter decomposition, nutrient transfer

Introdução

Devido à grande expansão agropecuária ocorrida a partir do início do século 20, no sul e sudeste do Brasil, houve uma considerável diminuição da Floresta Estacional Semidecidual (FES), que se limita hoje a fragmentos florestais de diferentes tamanhos distribuídos irregularmente (Medri *et al.* 2002). Com a redução das áreas florestais, a recuperação de ecossistemas degradados vem se tornando uma atividade crescente, e o reflorestamento é uma das maneiras de intervenção que, segundo Parrota *et al.* (1997), produz um efeito catalítico, pois promove mudanças das condições microclimáticas com aumento da complexidade

estrutural da vegetação e o desenvolvimento das camadas de serapilheira e húmus durante os primeiros anos do plantio.

As condições climáticas e fenológicas, entre outros, afetam a produção de serapilheira e ciclagem dos nutrientes (Poggiani & Schumacher 2000). Em FES tem sido observada maior produção de serapilheira no período seco, com retorno de macronutrientes na ciclagem seguindo a seguinte ordem N>Ca>K>Mg>P (Vital *et al.* 2004). A quantificação das reservas minerais, que são realizadas em estudos de ciclagem de nutrientes, e suas transferências entre os compartimentos de uma formação florestal são importantes na comparação de ambientes com estados diferenciados

¹ Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Centro de Ciências Biológicas, Londrina, PR, Brasil

² Autor para correspondência: pimenta@uel.br

de conservação e essenciais para avaliar programas de recuperação ambiental (Nunes & Pinto 2007).

Com objetivo de comparar a produção de serapilheira e a ciclagem de nutrientes de um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual com um reflorestamento situado adjacente ao fragmento, neste estudo foram avaliadas a quantidade produzida e a concentração e transferência de nutrientes da serapilheira. Avaliou-se também a taxa de decomposição da serapilheira.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido na porção norte do Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG), sul do Brasil (23°27'S e 51°15'W), com altitude de 600m, composta por vegetação primária de Floresta Estacional Semidecidual (FES) e por um reflorestamento de espécies nativas adjacente (a leste), com 18 anos na época do início do experimento, realizado com somente 6 espécies. Segundo Köppen, o clima da região é do tipo Cfa – clima subtropical úmido. A temperatura média anual é de 20,9°C e a precipitação cerca de 1.600mm, sendo que a pluviosidade durante o verão é aproximadamente duas vezes maior que no inverno, caracterizando duas estações bem definidas quanto à precipitação (Bianchini *et al.* 2003).

Deposição de Serapilheira – Para estimar a produção de serapilheira foram instalados 36 coletores, sendo 18 na FES e 18 no reflorestamento, com superfície de 1m² e 20 cm de profundidade e com lateral e fundo coberto com tela de nylon (de malha 1 mm) providos de 4 pedestais de 80cm de altura. Mensalmente o material foi coletado e separado nas frações: folha, ramo (menores de 1 cm de diâmetro), material reprodutivo (flor, fruto, semente (FFS)) e detritos (restos vegetais não identificados, artrópodes, excrementos, etc.). O material foi seco à temperatura de 70°C durante o período de 72 horas e pesado em balança de precisão (0,001g).

Quantificação de nutrientes na serapilheira

Para as duas áreas estudadas separou-se amostras da serapilheira com porcentagem de cada fração equivalente a média percentual produzida. Quatro amostras de cada área para os períodos de baixa (janeiro a junho) e alta (julho a dezembro) deposição de serapilheira foram levadas para quantificação dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) no Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Londrina conforme Sarrüge & Haag (1974).

Transferência de nutrientes

A transferência de nutrientes refere-se a quantidade total de cada elemento que retorna ao solo em um hectare de floresta ou reflorestamento e foi estimada através da quantificação dos macronutrientes contidos na serapilheira (g.kg⁻¹) multiplicada pela produção média anual (kg.ha⁻¹.ano⁻¹) (Vitousek 1982).

Ciclagem de nutrientes

Utilizando-se um gabarito de madeira de 0,25m², a serapilheira acumulada sobre o solo foi amostrada mensalmente ao lado de cada coletor para quantificação da taxa de decomposição. O material foi seco a 70°C durante 72 horas e depois pesado. A taxa de decomposição foi estimada a partir da equação proposta por Olson (1963): $K = L.Xss^{-1}$, onde, L (g.m⁻²) representa a quantidade de serapilheira produzida anualmente, Xss (g.m⁻²) a média anual de serapilheira acumulada sobre o solo e K a constante de decomposição na condição de equilíbrio dinâmico.

Resultados e discussão

Deposição de Serapilheira

A produção anual foi estimada em 8.212 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ na floresta, semelhante a outros estudos para FES (Schlittler *et al.* 1993; Werneck *et al.* 2001). Bastante inferior, para o reflorestamento estimou-se 5.341 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, no entanto, foi semelhante aos encontrados por Poggiani & Monteiro Jr. (1990) em reflorestamento que também utilizaram um número baixo de espécies. A floresta atingiu seus valores máximos de deposição de biomassa, no fim do período seco, no mês de outubro (1.585 kg.ha⁻¹), seguido pelo mês de setembro (1.266 kg.ha⁻¹) (Fig. 1). Em oposição à floresta o reflorestamento não apresentou características sazonais na deposição. Menor deposição por reflorestamento comparado com floresta nativa, que assim como neste estudo apresentou picos de produção no final do período seco, foi observada também por Nunes & Pinto (2007).

A fração folha contribuiu com a maior quantidade do precipitado nas duas áreas, sendo superior na floresta (79% do total). A maior deposição para fração folha foi 1.200 kg.ha⁻¹ na floresta no mês de outubro, no reflorestamento houve pouca variação desta fração durante o ano (Fig. 2). Na floresta, a menor deposição de folhas ocorreu em janeiro e fevereiro, meses com alta precipitação. A fração FFS teve um pico de deposição durante os meses do inverno, julho e agosto, nas duas áreas (55 kg.ha⁻¹ na floresta e 46 kg.ha⁻¹ no reflorestamento) (Fig. 2). Diferente da fração folha que foi 75% menor, a deposição de FFS (chuva de sementes), não foi tão inferior no reflorestamento (16%). Esta menor diferença, possivelmente, se deve tanto a reprodução das espécies utilizadas no reflorestamento, quanto à chegada de propágulos anemocóricos da borda da floresta.

Quantificação de nutrientes na serapilheira

A quantidade dos macronutrientes apresentou a seguinte ordem decrescente: cálcio, nitrogênio, potássio, magnésio e fósforo (Tab. 1), semelhante ao que foi observado por Vital *et al.* (2004) em FES. Comparando áreas, apresentaram diferenças, o cálcio, menor quantidade no reflorestamento no período de julho a dezembro, o magnésio, menor con-

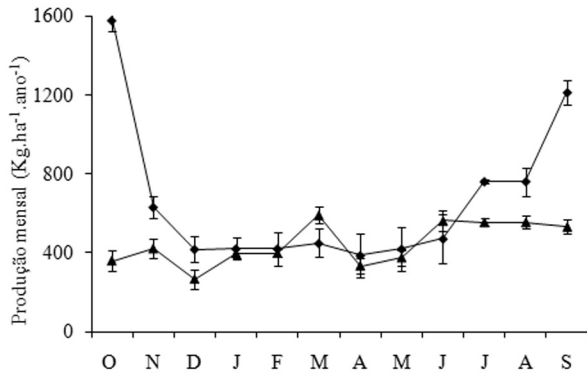


Figura 1. Produção mensal ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) de serapilheira (outubro de 2006 a setembro de 2007) da Floresta Estacional Semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, sul do Brasil (\blacktriangle) e de um reflorestamento adjacente (\blacklozenge). As barras indicam erro padrão.

centração no reflorestamento nos dois períodos (janeiro a junho e julho a dezembro) e o fósforo com resultados opostos aos do magnésio. Exceto o cálcio que foi superior, as quantidades dos demais nutrientes foram semelhantes a outras já observadas para FES (Schlittler *et al.* 1993; Vital *et al.* 2004). Possivelmente, a alta concentração de cálcio na serapilheira seja porque esse elemento apresenta baixa mobilidade na planta e está associado à lignificação e constituição de paredes celulares aumentando seu teor nos ramos e folhas (Schumacher *et al.* 2004).

O fósforo foi o macronutriente com menor quantidade na serapilheira das duas áreas (Tab. 1). Resultado semelhante foi observado por Vital *et al.* (2004) em FES, porém, os teores deste elemento foram inferiores a outros estudos (Cunha *et al.* 1993, Schumacher *et al.* 2004). Segundo Schumacher *et al.* (2004) a presença de magnésio esta associada à do fósforo, visto que o magnésio esta ligado a sua translocação pela planta. Isso pode explicar a baixa concentração de magnésio observada (Tab. 1).

As variações dos teores dos nutrientes na serapilheira entre floresta e reflorestamento não foram marcantes. No entanto, a maior diferença observada foi na menor concen-

tração de cálcio na serapilheira do reflorestamento principalmente no período de julho a dezembro. Considerando que o cálcio é o mais imóvel dentre os nutrientes analisados, esses resultados indicam uma carência desse elemento nas plantas do reflorestamento neste período.

Transferência de nutrientes

Independente do elemento, as maiores transferências na floresta ocorreram no período de maior deposição de serapilheira (julho a dezembro) (Tab. 1). No reflorestamento, exceto potássio e nitrogênio que tiveram maior transferência no período de maior deposição, todos os demais nutrientes apresentaram as maiores transferências no período de janeiro a junho (Tab. 1). Na floresta, entre todos os nutrientes, o cálcio apresentou a maior transferência (Tab. 1). Vitousek (1982) ressalta que esse elemento é o mais transferido pela serapilheira em florestas tropicais. O padrão de transferência observado para o cálcio é semelhante ao encontrado por Vital *et al.* (2004). No reflorestamento a transferência de cálcio decresceu significativamente no período de julho a dezembro.

De acordo com a baixa concentração na serapilheira, nas duas áreas o fósforo apresentou a menor transferência (Tab. 1) conforme Piatek *et al.* (2009) e indica alta eficiência das plantas na utilização desse elemento, que pode ser facilitada pela sua alta mobilidade (Schumacher *et al.* 2004). Tanto o reflorestamento quanto a floresta apresentaram menor transferência de nutrientes do que os apresentados por Cunha *et al.* (1993) e Vital *et al.* (2004). A baixa transferência dos nutrientes pode estar associada à translocação dos mesmos para investimento em outros processos como ativação dos meristemas, a produção de novos ramos e folhas e no esforço reprodutivo, o que ocorre preferencialmente no verão e outono (janeiro a junho) (Aidar & Joly 2003).

Ciclagem de nutrientes

Comparado ao reflorestamento (1,65), na floresta a taxa instantânea de decomposição (K) foi superior (2,45) e semelhante ao observado em uma FES do estado de São

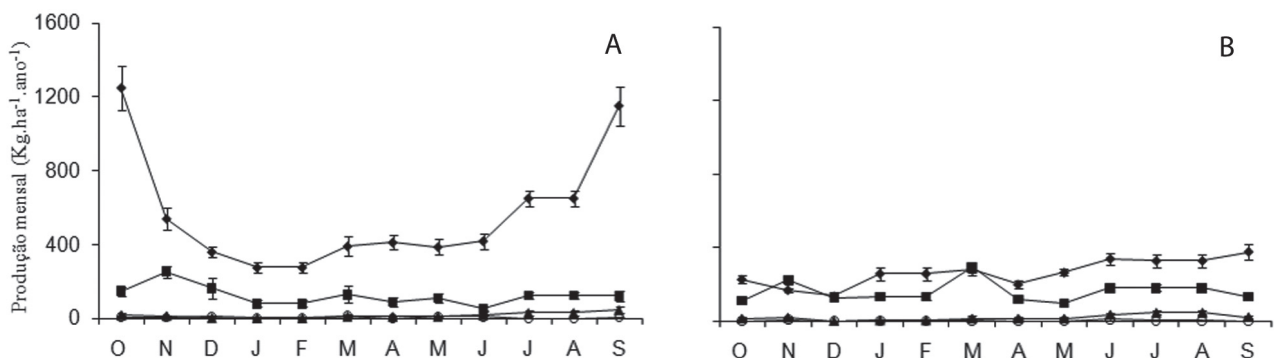


Figura 2. Produção mensal ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) de serapilheira (outubro de 2006 a setembro de 2007) dividida em frações: folha (\blacklozenge), ramo (\blacksquare), material reprodutivo (\blacktriangle) e detritos (\circ) de uma Floresta Estacional Semidecidual do Parque Estadual Mata dos Godoy, sul do Brasil (A) e de um reflorestamento adjacente (B). As barras indicam erro padrão.

Tabela 1. Concentração e transferência de nutrientes na serapilheira da Floresta Estacional Semidecidual (FL) do Parque Estadual Mata dos Godoy, sul do Brasil e de um reflorestamento adjacente (RE), nos períodos de menor (janeiro a junho) e de maior (julho a dezembro) deposição de serapilheira na floresta. Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas linhas ou maiúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de F (ANOVA) ($p \leq 0,05$). As letras maiúsculas quando iguais não diferem para o mesmo elemento químico.

Nutriente	Área	Concentração (g.kg ⁻¹)		Transferência (kg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	
		Jan a Jun	Jul a Dez	Jan a Jun	Jul a Dez
N	FL	19,78±0,37 aA	20,10±0,07 aA	113,27	180,93
	RE	19,03±0,66 aA	20,21±0,30 aA	108,62	116,00
Ca	FL	36,07±0,32 aA	27,62±0,85 bA	209,42	252,76
	RE	35,91±2,08 aA	10,14±0,61 bB	216,13	61,97
K	FL	6,23±0,12 bA	8,04±0,22 aA	35,67	72,61
	RE	6,79±0,38 bA	8,54±0,31 aA	37,59	48,54
Mg	FL	2,29±0,07 aA	2,27±0,04 aA	13,13	20,81
	RE	2,00±0,06 aB	1,47±0,10 bB	11,78	8,61
P	FL	0,215±0,011 aB	0,219±0,001 aB	1,23	1,96
	RE	0,305±0,006 aA	0,299±0,004 aA	1,87	1,69

Paulo (2,30) (Poggiani & Monteiro Jr. 1990). Foi superior também ao observado em FES (1,71) por Vital *et al.* (2004), que é bastante semelhante ao valor encontrado para o reflorestamento. Estes resultados indicam que, principalmente a FES do PEMG, mas também o reflorestamento apresenta condições favoráveis para a decomposição da serapilheira.

Possivelmente, a menor decomposição no reflorestamento está relacionada a maior luminosidade e a menor umidade relativa, devido a maior abertura do dossel. Além disso, no reflorestamento foi observada maior proporção da fração ramos na serapilheira, que tem maior grau de lignificação. Alta concentração de lignina é uma das principais causas do decréscimo da taxa de decomposição da serapilheira (Schindler & Gessner 2009).

Devido às condições tanto edáficas quanto atmosféricas causadas pela própria maturidade da floresta esta apresenta eficiente deposição e decomposição de serapilheira, o que colabora para uma eficiente ciclagem dos nutrientes. Ou seja, diferente do reflorestamento, a floresta do PEMG apresenta produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes características de um fragmento de FES bem preservado. Considerando a idade do reflorestamento (18 anos) esperavam-se resultados mais próximos aos da FES, possivelmente isto não ocorreu devido à baixa quantidade de espécies utilizadas no reflorestamento e pela imaturidade dos indivíduos de outras espécies, oriundas da floresta, que estão regenerando.

Agradecimentos

Ao Instituto Ambiental do Paraná por ter autorizado o desenvolvimento deste estudo no PEMG e ao Laboratório de Solos da UEL pela colaboração na quantificação dos nutrientes.

Referências bibliográficas

- Aidar, M.P.M. & Joly, C.A. 2003. Dinâmica da produção e decomposição da serapilheira do araribá (*Centropogon tomentosus* Guill. ex Benth. - Fabaceae) em uma mata ciliar, Rio Jacaré-Pepira, SP. **Revista Brasileira de Botânica** 26(2): 193-202.
- Bianchini, E.; Popolo, R.S.; Dias, M.C. & Pimenta, J.A. 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, sul do Brasil. **Acta Botanica Brasílica** 17(3): 405-419.
- Cunha, G.C.; Grendene L.A.; Durlo, M.A. & A. Bressan, D.A. 1993. Dinâmica nutricional em floresta estacional semidecidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. **Ciência Florestal** 3(1): 35-64.
- Medri, M.E.; Bianchini, E.; Pimenta, J.A.; Colli, S. & Müller, C. 2002. Estudos sobre a tolerância ao alagamento em espécies arbóreas nativas da bacia do rio Tibagi. Pp. 133-172. In: Medri, M.E.; Bianchini, E.; Shibata, O.A. & Pimenta, J.A. (Eds.). **A bacia do rio Tibagi**. Londrina, Edição dos editores.
- Nunes, F.P. & Pinto, M.T.C. 2007. Produção de serapilheira em mata ciliar nativa e reflorestada no alto São Francisco, Minas Gerais. **Biota Neotropica** 17(3): 97-102.
- Olson, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers in ecological systems. **Ecology** 44: 322-331.
- Parrota, J.A.; Turnbull, J.W. & Jones, N. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. **Forest Ecology and Management** 99: 1-7.
- Piatek, K.B.; Munasinghe, P.; Peterjohn, W.T.; Adams, M.B. & Cumming, J.R. 2009. Oak contribution to litter nutrient dynamics in an Appalachian forest receiving elevated nitrogen and dolomite. **Canadian Journal of Forest Research** 39(5): 936-944.
- Poggiani, F. & Monteiro Jr., E.S. 1990. Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecidual, em Piracicaba, SP. Pp. 596-602 In: Trabalhos voluntários (Eds.). **Congresso Florestal Brasileiro**. Campos do Jordão.
- Poggiani, F. & Schumacher, M.V. 2000. **Ciclagem de nutrientes em florestas nativas**. Pp. 287-308. In: Gonçalves, J.L.M. & Benedetti, V. (Eds.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba, IPEF.
- Sarrüge, J.L. & Haag, H.P. 1974. **Análise química em plantas**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- Schindler, M.H. & Gessner, M.O. 2009. Functional leaf traits and biodiversity effects on litter decomposition in a stream. **Ecology** 90(6): 1641-1649.
- Schlittler, F.H.M.; Martins, G. & Cesar, O. 1993. Produção de serapilheira na floresta do Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema, São Paulo. **Naturalia** 18: 135-147.

- Schumacher, M.V.; Brun, E.J.; Hernandez, J.I. & König, F.G. 2004. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista Árvore** 27: 29-37.
- Vital, A.R.T.; Guerrini, I.A.; Franken, W.K. & Fonseca, R.C.B. 2004. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma Floresta Estacional Semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore** 8: 793-800.
- Vitousek, P.M. 1982. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. **The American Naturalist** 4(119): 553-572.
- Werneck M. de S.; Pedralli G. & Gieseke L. F. 2001. Produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica do Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasileira de Botânica** 24(2): 195-198.