



PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA E CICLAGEM DE NUTRIENTES EM TRÊS ÁREAS DE UMA FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL NO SUL DO BRASIL.

Pamela C. Santana

Leopoldo B. Rossi;Edmilson Bianchini;José A. Pimenta

1 - Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Biologia Animal e Vegetal, Rodovia Celso Garcia Cid, Pr 445 Km 380, Campos Universitário, CEP: 86055 - 900, Londrina, Paraná, Brasil. pamela.san@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A redução das matas do Estado do Paraná é um grande problema principalmente devido às suas implicações no equilíbrio ecológico tanto do ambiente terrestre quanto aquático (7). Esse problema tem sido enfrentado pela maioria dos estados do sul e sudeste, pois a ocupação das terras, pelo qual se retira toda vegetação original e planta - se o desejado foi e é muito utilizado nos países de clima temperado, dos quais herdamos a tecnologia para manejo do solo e a utilizamos da mesma maneira no nosso país, de clima tropical (6).

O acúmulo e distribuição de nutrientes nos diversos órgãos da planta e no solo podem servir de indicadores de diferenças entre os ecossistemas, em especial no que tange à disponibilidade de nutrientes para as plantas. No caso de solos de baixa fertilidade, por formação geológica ou manejo não condizente com as características pedológicas, a reciclagem dos elementos via decomposição da serapilheira constitui a via mais importante do ciclo biogeoquímico tanto para a vegetação nativa do lugar como para outras posteriormente introduzidas (5). Mesmo que o teor de nutrientes na serapilheira provenientes de solos mais pobres seja menor do que em solos férteis, ele constitui uma das principais fontes de nutrientes do sistema (3, 12).

O estudo do ciclo de nutrientes em floresta tropical, utilizando a serapilheira, é fundamental para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais e possibilita a previsão de situações que poderiam ser críticas a médio e longo prazo, tanto em relação à produtividade, como em relação ao solo (9). A contínua exportação de nutrientes através da colheita reduz a capacidade do sítio e pode desestabilizar o ecossistema, comprometendo a produtividade de ciclos futuros (5). Nesse estudo buscou-se responder as seguintes questões: Existem variações na produção de serapilheira entre três áreas de uma floresta estacional semidecidual e nos diferentes meses do ano? A taxa de decomposição da serapilheira é variável nas diferentes áreas e nos diferentes meses do ano? A concentração de nutrientes varia entre as serapilheiras das três áreas? Ex-

iste variação temporal na concentração de nutrientes da serapilheira amostrada durante o ano?

OBJETIVOS

Conhecer a produção mensal e anual de serapilheira em três diferentes áreas do Parque Estadual Mata dos Godoy (interior de mata, borda da mata e em reflorestamento ao lado da floresta denominado Projeto Madeira) e avaliar seus potenciais de reposição de nutrientes tanto por meio da caracterização química da mesma quanto pela sua decomposição.

MATERIAL E MÉTODOS

O Parque Estadual Mata dos Godoy (PEMG) localiza-se no município de Londrina, PR, sul do Brasil (coordenadas da sede: 23°27'S e 51°15'W), com altitude variando de 600 m na face norte (espigão) a 500 m na face sul (fundo de vale). É circundado por terras cultivadas, pasto, áreas florestadas e reflorestas e é delimitado ao sul pelo ribeirão dos Apertados, único curso de água permanente (2).

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa-clima subtropical úmido. A temperatura média anual é de 20,9°C. O mês de janeiro é o mais quente do ano (média de 23,8°C) e o mais frio é o mês de junho (média de 16,6°C). A precipitação média anual é cerca de 1.600 mm, sendo que a pluviosidade durante o verão (dezembro = 230 mm) é cerca de duas vezes maior que o inverno (agosto = 51 mm), caracterizando duas estações bem definidas quanto à precipitação (2).

O presente estudo foi desenvolvido na porção norte do PEMG, composta por vegetação primária de Floresta Estacional Semidecidual com cerca de 260 espécies de plantas, 55% destas entre secundárias tardias e clímax (11), e por um reflorestamento de espécies nativas, que foi instalado com seis espécies: *Paraptedenia rígida*, *Colubrina glandulosa*, *Tabebuia avellanedae*, *Aspidosperma polyneuron*, *Peltophoron dubium* e *Cordia trichotoma*.

Para a estimativa de produção de serapilheira foram utilizados 36 coletores (litter - trap), com uma superfície de 1 m² e 20 cm de profundidade, com fundo confeccionado em tela de nylon (de malha 1mm) providos de 4 pedestais de 80 cm de altura. Foram alocados nove coletores no interior e nove na borda da floresta e outros 18 coletores no reflorestamento adjacente. As coletas foram feitas mensalmente no meio de cada mês. Em laboratório este material foi separado nas seguintes frações: folha, ramo (menores de 1 cm de diâmetro), material reprodutivo (flor, fruto, semente) e detritos (restos vegetais não identificados, artrópodes, excrementos, etc.). Após esta etapa o material foi seco à temperatura de 70°C durante o período de 72 horas (3dias), pesado em balança analíticas e finalmente estocado para análise dos nutrientes.

Para a quantificação dos nutrientes na serapilheira, foram coletadas, a cada estação do ano, amostras de serapilheira de cada uma das diferentes áreas. As amostras foram secas em estufa a 70°C, até peso constante e levadas para quantificação dos nutrientes Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) no Laboratório de Solos da Universidade Estadual de Londrina.

Foram feitas quatro repetições de cada área em cada estação, totalizando 48 amostras. As amostras sofreram digestão com ácido sulfúrico e sais catalisadores para obtenção de extratos para determinação de N, ou digestão nítrico-perclórica para obtenção de extratos para quantificação dos teores de P, K, Ca e Mg. A determinação de N foi feita por destilação a vapor, pelo método de micro - kjedahl. O P foi determinado colorimetricamente em espectrofotômetro convencional, pelo método do vanado - molibdato de amônio. O K foi determinado em fotômetro de chama, enquanto o Ca e o MG foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica.

A transferência de nutrientes refere - se à quantidade total que retorna ao solo de cada elemento em um hectare de floresta ou revegetação e foi estimada para cada estação do ano através da quantificação dos macronutrientes contidos na serapilheira (g.Kg⁻¹) e multiplicada pela produção média (Kg.ha⁻¹.ano⁻¹) anual para a estação em questão. A eficiência de nutrientes foi calculada para os elementos N, P, K, Ca e Mg da serapilheira, estimada através da relação entre biomassa total de serapilheira produzida anualmente e a quantidade total de nutrientes transferidos (transferência), como proposto por Vitousek (1982).

Utilizando - se um gabarito de madeira de 0,25 m², a serapilheira acumulada sobre o solo foi amostrada mensalmente ao lado de cada coletor para quantificação da taxa de decomposição. O material coletado foi seco a temperatura de 70°C durante um período de 72 horas (três dias) e depois pesado.

A taxa de decomposição da serapilheira foi estimada a partir da equação proposta por Olson (1963): $K=L.Xss^{-1}$ em que L representa a quantidade de serapilheira produzida anualmente, Xss a média anual de serapilheira acumulada sobre o solo e K a constante de decomposição na condição de equilíbrio dinâmico. Os valores são dados em (g.m⁻²).

RESULTADOS

A produção anual de serapilheira foi estimada em 7.918,6 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹ no interior da floresta, 8.505,4 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹ na borda, valores semelhantes aos apresentados por outros autores para Floresta Estacional Semidecidual (7, 8, 14). Tanto no interior quanto na borda ocorreu grande deposição de serapilheira no período mais seco do ano e menor deposição durante os meses chuvosos.

Interior e borda atingiram seus valores máximos de deposição de biomassa no mês de outubro, seguidos pelo mês de setembro, respectivamente 1.574,1; 1.210,6 Kg.ha⁻¹ para interior e 1.416,7; 1.321,4 Kg.ha⁻¹ para borda, coincidindo em ambos os locais com o final do período de seca anual. Este resultado diferiu ligeiramente da maioria dos trabalhos em floresta semidecidual, que tem como pico o mês de setembro (8, 14).

A produção estimada para o reflorestamento foi de 5.340,8 Kg.ha⁻¹.ano⁻¹, média compatível quando comparada aos demais trabalhos com produção de serapilheira em reflorestamentos que possuem um número baixo de espécies (9). A borda e interior pouco diferiram quanto à produção mensal e anual de nenhuma fração, tendo como pico da precipitação para folhas os meses de outubro de 2006 e setembro de 2007, o último também foi o mês de maior produção para o reflorestamento. Esta fração contribui com 78% de todo o precipitado no interior e cerca de 80% na borda, no entanto não alcançou 60% no reflorestamento.

Os meses de menor deposição foram os mais chuvosos para as três áreas, sendo março e fevereiro com deposição de aproximadamente 270 Kg.ha⁻¹ para interior e borda, dezembro para o reflorestamento com média estimada em 138 Kg.ha⁻¹.

Os resultados evidenciam uma nítida diferença do interior e borda da mata quando comparadas ao reflorestamento que teve menos produção. A produção bruta não apresentou diferença tão acentuada entre as áreas ao longo do ano, porém na estação seca essa diferença se tornou aparente.

Quanto às frações detritos e material reprodutivo (FFS), as duas tiveram produção baixa durante o ano, porém a fração FFS teve um pico de deposição durante os meses de inverno (julho e agosto), tanto no interior quanto no reflorestamento, não ultrapassando as seguintes médias de 60; 43,6; 46 Kg.ha⁻¹ respectivamente para interior, borda e reflorestamento. O pico na área de borda foi altamente influenciado pela dispersão de sementes de lianas que estão em maior número nesta área e teve sua maior produção durante setembro de 2007.

Detrito foi a fração que menos contribuiu na deposição de serapilheira, suas médias só ultrapassaram os 14 Kg.ha⁻¹ no mês de março no interior da mata, com média para este mês de 28 Kg.ha⁻¹ aproximadamente. Março também foi o mês de maior produção na borda. Esta fração não passou de 1% do material depositado em nenhuma área e teve maior participação de insetos mortos e fezes de lagarta.

O aporte da fração Ramos teve somente um período de maior deposição nos meses de outubro e novembro, transição entre a estação seca e úmida, para as áreas de interior e borda. No reflorestamento, esta fração teve dois picos de deposição sendo novembro um deles e o mais produtivo foi março. As maiores médias estimadas foram 330,

250 e 290 Kg.ha⁻¹ respectivamente para interior, borda e reflorestamento.

Os macronutrientes com maior quantidade na serapilheira, em ordem decrescente, foram Ca, N, K, Mg e P. Segundo Schumacher *et al.*, (2004), a presença de Mg esta associada a presença de P, pois o primeiro esta ligado a sua translocação pela planta. Mengel & Kirkby (1982 apud 7), afirmaram que o Mg é translocado no início do processo de senescência foliar devido à sua participação no metabolismo basal e capacidade de transporte. Essa afirmação pode explicar a baixa concentração de Mg apresentada acima. A concentração de Mg na serapilheira foi maior no outono (maio) para o interior da floresta, enquanto na borda a concentração aumentou do verão (março) até a primavera (novembro). O reflorestamento teve menor concentração praticamente o ano inteiro.

A estação de maior concentração de K na serapilheira foi a primavera em todas as áreas. O Ca teve maior concentração na serapilheira das três áreas durante o verão e mostrou - se constante durante o ano no interior e na borda, mas no reflorestamento ele oscilou bastante decrescendo do verão até a primavera. A alta concentração de Ca pode ser explicada pelo fato desse elemento apresentar baixa mobilidade no tecido vegetal e estar associado à lignificação e constituição de paredes celulares (10) aumentando seu teor na folha em função do tempo (7). A concentração de N por sua vez não teve grandes diferenças entre as áreas; o verão foi à estação de menor concentração e o outono teve a maior.

No interior e na borda as maiores transferências de N e P ocorreram durante o inverno, ou seja, no período seco antecipando os meses de maior deposição de serapilheira total. Ocorreu diminuição da transferência de N na época chuvosa (verão), também no interior e borda.

Entre todos os nutrientes, aquele que apresentou maior transferência foi o Ca, no interior e na borda. Vitousek (1984) ressalta que esse elemento é o que distingue como o mais transferido pela serapilheira em florestas tropicais. A transferência do Ca para interior e borda não variou muito durante o ano, porém na borda ocorreu uma diminuição no outono, estação com queda no índice de precipitação. No reflorestamento este nutriente decresceu significativamente com o passar do verão até a primavera.

Potássio e Magnésio seguiram o mesmo padrão observado para o Ca, apresentando maiores transferências na estação seca (inverno) para o interior e início das chuvas (primavera) para borda. Exceto o K que teve maior transferência no começo da época de chuvas (primavera), quatro das maiores transferências de nutrientes no reflorestamento ocorreram no verão. A eficiência da utilização de K oscilou muito na borda e reflorestamento, porém no interior não apresentou bruscas variações.

A maior eficiência de utilização de nutrientes foi observada para o P. Esse resultado está de acordo com a sua menor concentração na serapilheira e indica uma alta eficiência das plantas na utilização desse elemento, que pode ser facilitada pela sua alta mobilidade. Schumacher *et al.*, (2004) cita que o P é um elemento constituinte de compostos ricos de energia, sendo altamente móvel na planta, portanto facilmente retranslocado nos tecidos mais velhos para os mais jovens da planta.

Segundo Millard (1995 apud 1) uma alta eficiência na utilização dos nutrientes pode estar associada à translocação destes nutrientes para investimento em outros processos: no verão, para investir no esforço reprodutivo; no inverno: para futuro investimento na rebrota das folhas no início da estação úmida seguinte.

Os valores da taxa de decomposição (K) foram maiores para a borda e para o interior, diminuindo consideravelmente no reflorestamento, que conseqüentemente apresentou o maior tempo de renovação, tempo necessário para desaparecer 50 e 95% da serapilheira. Para o reflorestamento, estes tempos foram 153 e 664 dias, para a borda foram 99 e 420 e para o interior 100 e 478 dias, respectivamente.

A área do interior florestal estudada apresentou taxa de decomposição (K) igual a 2,3. Nesse estudo, o reflorestamento, que teve menor taxa de decomposição que os outros locais, assemelhou - se mais aos diferentes estudos desenvolvidos em Florestas Semidecíduais. Esses resultados indicam que o interior e a borda do PEMG, apresentaram condições bastante favoráveis à decomposição da serapilheira.

Possivelmente, a menor decomposição no reflorestamento está relacionada à maior luminosidade e a menor umidade relativa, devido a maior abertura do dossel.

CONCLUSÃO

A produção anual de serapilheira estimada foi maior na borda e no interior da floresta não diferindo entre si e o reflorestamento teve menor produção. O interior e borda tiveram os meses pós - seca (setembro - outubro) como os mais produtivos, demonstrando características sazonais na deposição, enquanto que no reflorestamento a sazonalidade não foi evidente.

A fração Folha foi a de maior queda nas três áreas e responsável por aproximadamente 80% do precipitado no interior e borda. A transferência de macronutrientes foi encontrada na seguinte ordem Ca >N >K >Mg >P.

Para interior e borda da floresta, a análise geral dos resultados permite afirmar que esses estão de acordo com as condições favoráveis tanto edáficas quanto atmosféricas (temperatura e umidade) da área estudada, o que colabora para uma eficiente ciclagem de nutrientes, o que não ocorre no reflorestamento.

REFERÊNCIAS

1. 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. *Revta Brasil. Bot.*, 26(2): 193 - 202.
2. Bianchini, E., Popolo, R. S., Dias, M. S. & Pimenta, J. A. 2003. Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, sul do Brasil. *Acta Bot. Bras.*, 17(3): 405 - 419.
3. Gama - Rodrigues, A. C. & Barros, N. F. 2002. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dandá no sudeste da Bahia, Brasil. *Revta Árvore*, 26(2): 193 - 207.

4. Olson, J. S. 1963. Energy storage and the balance of producers in ecological systems. *Ecology*, 44: 322 - 331.
5. Reis, M. G. F & Barros, N. F. 1990. Ciclagem de Nutrientes em Plantios de Eucalipto. In: Barros, N. F. & Novais, R. F. (eds.). *Relação solo - eucalipto*. Folha de Viçosa, Viçosa, p.265 - 302.
6. Ricklefs, R. E. 2003. *A economia da natureza*. 5^a ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
7. Santos, W. D. 1989. Ciclagem de nutrientes em mata tropical subcaducifolia dos planaltos do Paraná (Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo-Fênix, PR). Tese (Doutorado)-Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
8. Schlittler, F. H. M. 1990. Fitossociologia e ciclagem de nutrientes na floresta tropical do Parque Estadual do Morro do Diabo. Tese (Doutorado)-Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Rio Claro, SP.
9. Schumacher, M. A., Brun, E. J., Rodrigues, L. M. & Santos, E. M. 2003. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia - negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no estado do Rio Grande do Sul. *Revta Árvore*, 27: 791 - 798.
10. Schumacher, M. A., 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. *Revta Árvore*, 27: 29 - 37.
11. Silva, F. C. & Soares - Silva, L. H. 2000. Arboreal flora of the Godoy Forest State Park, Londrina, PR., Brazil. *Edinb. J. Bot.* 57(1): 107 - 120.
12. Vitousek, P. M. 1982. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. *The Amer. Nat.* 119: 553 - 572.
13. Vitousek, P. M. 1984. Litterfall, nutrient cycling, and nutrient limitation in a tropical forest. *Ecology*, 65(1): 285 - 298.
14. Werneck M. 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. *Revta Bras. Bot.*, 24(2): 195 - 198.