

APORTE E DECOMPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM ÁREAS DE CERRADÃO E MATA MESOFÍTICA NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE PIRAPITINGA – MG¹

LITTER DEVOLUTION AND DECOMPOSITION IN CERRADÃO AND MATA MESOFÍTICA AREAS IN ECOLOGICAL STATION OF PIRAPITINGA – MG

Rômulo Guimarães Giácomo² Marcos Gervasio Pereira³ Deivid Lopes Machado⁴

RESUMO

O objetivo deste estudo foi quantificar os aportes de serapilheira e nutrientes e estimar a velocidade de decomposição da mesma, em áreas de mata mesofítica e cerradão na Estação Ecológica de Pirapitinga. Para a avaliação do aporte de serapilheira e dos nutrientes foram distribuídos aleatoriamente 10 coletores cônicos em uma gleba de 0,1 ha, em cada área de estudo, sendo as avaliações realizadas mensalmente. A decomposição da serapilheira nas áreas de estudo foi avaliada por uso de *litter bags*. A produção total de serapilheira foi de 2,50 e 2,92 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para as áreas de cerradão e mata mesofítica, respectivamente. A ordem de relevância do aporte de nutrientes foi nitrogênio > potássio > fósforo. A mata mesofítica apresentou distribuição mais homogênea da produção de serapilheira ao longo do ano e maiores valores de aporte total anual de serapilheira e nutrientes, os maiores valores de aporte foram observados na estação seca. O tempo de meia-vida de decomposição das folhas da serapilheira entre as áreas foi equivalente, cerca de 161 dias na área de mata mesofítica e 173 na área de cerradão.

Palavras-chave: material decíduo; aporte de nutrientes; tempo de meia-vida.

ABSTRACT

This study aimed to quantify the litter and nutrients amount and to estimate the decomposition rate in areas of mesophytic forest and 'Cerradão' in the Ecological Station of Pirapitinga. To evaluate litter and nutrients devolution 10 conic litter traps were randomly distributed in an area 0.1 ha in each area of study, with monthly evaluations. The litter decomposition in the areas of study was evaluated by using *litter bags*. The total production of litter was 2.50 and 2.92 Mg ha⁻¹ yr⁻¹ for mesophytic forest and 'Cerradão' areas, respectively. The nutrients devolution importance order was nitrogen > potassium > phosphorus. The mesophytic forest showed more homogeneous distribution of litter fall over the year and higher values of total annual litter and nutrients, the highest values were observed at the dry season. The half-life decomposition of leaf litter was equivalent between areas, about 161 days in the mesophytic forest area and 173 in 'Cerradão' area.

Keywords: Deciduous material; nutrient input; half time life.

1. Parte da dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). BR 465 km 7, CEP 23890-000, Seropédica (RJ).
2. Engenheiro Florestal, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), Campus Ilha Solteira, Avenida Brasil, CEP 15385-000, Ilha Solteira (SP).
3. Engenheiro Agrônomo, Professor Associado III, UFRRJ, Departamento de Solos da UFRRJ. gervasio@ufrj.br
4. Engenheiro Florestal, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, UNESP, Campus Botucatu, Departamento de Recursos Florestais, Fazenda Lageado Rua José Barbosa de Barros, nº 1780, CEP 18610-307, Botucatu (SP). deivid.machado@ig.com.br

Recebido para publicação em 14/07/2009 e aceito em 15/08/2011

INTRODUÇÃO

O Bioma Cerrado ocorre na zona tropical da América do Sul, desde os limites inferiores da Floresta Amazônica, até os estados de São Paulo e Paraná na região sul-sudeste do Brasil (SILVA, 2007). Abrange também pequenas áreas no leste da Bolívia e no nordeste do Paraguai e se estendia originalmente por mais de 2 milhões km² (OLIVEIRA-FILHO e RATTER, 1995). Destaca-se quanto à biodiversidade devido a sua grande extensão, heterogeneidade vegetal e por conter trechos das bacias hidrográficas dos Rios Tocantins, São Francisco e Prata que são as três maiores da América do Sul (KLINK, 1996).

Dentre os diversos componentes que formam o ambiente natural, a vegetação pode ser considerada como um bom indicador não só das condições do meio ambiente como também do estado de conservação dos próprios ecossistemas envolvidos (DIAS, 2005). As florestas tropicais apresentam produção contínua de serapilheira no decorrer do ano, sendo que as quantidades produzidas nas diferentes épocas dependem do tipo de vegetação considerada (LEITÃO-FILHO et al., 1993; SUNDARAPANDIAN e SWAMY, 1999), do estágio sucessional (EWELL, 1976; VIBRANS e SEVEGNANI 2000) e de sua resposta às variações sazonais. O padrão anual de produção de serapilheira é bastante diversificado, desde a queda total do material em curto período em florestas decíduas típicas, até o fluxo contínuo de detritos da biomassa aérea para o solo em florestas sempre verdes (CIANCIARUSO et al., 2006).

A serapilheira é constituída por materiais vegetais depositados na superfície do solo, tais como folhas, cascas, ramos, troncos, gravetos, flores, inflorescências, frutos, sementes e fragmentos vegetais não identificáveis (OLSON, 1963; GOLLEY et al., 1978; FACELLI e PICKETT, 1991; DIAS e OLIVEIRA FILHO, 1997; CIANCIARUSO et al., 2006). Ela representa a reserva central de elementos minerais e orgânicos em ecossistemas de florestas tropicais, onde os solos são quimicamente pobres e sua decomposição possibilita que os elementos liberados da biomassa vegetal retornem ao solo (VITOUSEK e SANFORD JUNIOR, 1986; MARTIUS et al., 2004).

A importância de se avaliar a produção de serapilheira em florestas está na compreensão dos reservatórios e fluxos de nutrientes nesses

ecossistemas, os quais se constituem na principal via de fornecimento de nutrientes por meio da decomposição dos resíduos vegetais (PAGANO e DURIGAN, 2000; SOUZA e DAVIDE, 2001).

A decomposição constitui um dos processos mais importantes da ciclagem de nutrientes (MONTAGNINI e JORDAN 2002). É um processo dinâmico em que ocorrem, simultaneamente, a fragmentação física das suas estruturas, a transformação química e a síntese de novos compostos e transporte destes produtos formados para horizontes mais profundos da manta orgânica e, ou, do solo (HEAL et al., 1997), atingindo o equilíbrio quando a quantidade de material adicionado é igual à quantidade decomposta (WHITTAKER 1975; SINGH e GUPTA 1977).

Por meio da decomposição, a serapilheira libera para o solo elementos minerais que as plantas utilizam, desempenhando assim, um papel fundamental na circulação de nutrientes e nas transferências de energia entre os níveis tróficos (RIBEIRO, 1998; SIOLI, 1991), contribuindo para manutenção dos processos de um ecossistema (PERES et al., 1983). De modo geral, o clima controla o processo de decomposição em escala regional, enquanto a composição química domina o processo em escala local (BERG, 2000). Kolm (2001) salienta a importância de se entender os mecanismos que regulam esse processo dinâmico, no qual a entrada de material (através da deposição) e a saída ou transformação (via decomposição) acontecem quase que simultaneamente. O processo de decomposição mantém a funcionalidade do ecossistema, possibilitando que parte do carbono incorporado na biomassa vegetal retorne à atmosfera como CO₂ e outra parte, juntamente com os elementos minerais, seja incorporada ao solo (OLSON, 1963; ODUM, 1969).

Com base no exposto, o objetivo desse trabalho foi quantificar o aporte de serapilheira e nutrientes e estimar a velocidade de decomposição da mesma, em áreas de mata mesofítica e cerradão na Estação Ecológica de Pirapitinga, Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado em áreas de mata mesofítica e cerradão, localizadas na Estação Ecológica de Pirapitinga, Ilha das Marias, que possui uma área aproximada de 1.090 ha e perímetro

de 20 km, estando situada no Reservatório da Usina Hidroelétrica de Três Marias, no Estado de Minas Gerais, município de Morada Nova de Minas. Encontra-se compreendida na confluência do córrego Riachão com o rio São Francisco entre as coordenadas 18°20'S - 18°23'S e 45°17'W - 45°20'W (AZEVEDO et al., 1987).

O reservatório de Três Marias foi construído em 1962 e a Estação Ecológica foi criada oficialmente em 20 de julho de 1987 pelo Decreto nº 94.656. Desde sua criação não há registros de incêndios florestais na Estação.

O nível da barragem oscila entre a cota máxima de 568 m até a mínima de 559 m acima do nível do mar, sendo que em sua cota máxima a Estação assume feição de ilha. A Estação Ecológica está compreendida entre as altitudes 570 e 630 metros acima do nível do mar e o relevo predominantemente é suave ondulado (AZEVEDO et al., 1987).

A formação geológica da Estação Ecológica se deu a partir de dois grupos de rochas distintas: os siltitos argilosos micáceos e os depósitos colúvio-eluvionares de natureza detrítico-laterítica. Os solos de maior ocorrência na Estação são os Latossolos Vermelho-Escuros e os Cambissolos distróficos (AZEVEDO et al., 1987), sendo atualmente classificados, segundo EMBRAPA (2006), como Latossolos Vermelhos e Cambissolos Háplicos, respectivamente.

O tipo climático, segundo Köppen (1948), é Aw (clima tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno). O período chuvoso se estende de outubro a março; os meses de dezembro, janeiro e fevereiro constituem o trimestre mais chuvoso e os meses de junho, julho e agosto, o trimestre mais seco.

A vegetação na Estação é constituída por elementos arbóreos com até aproximadamente 25 metros de altura e densidade variável. Apresenta-se sob quatro feições: mata mesofítica, cerradão, cerrado *sensu stricto* e campo sujo (AZEVEDO et al., 1987). Na mata mesofítica ou mata seca, são encontrados indivíduos de porte arbóreo, com altura média aproximada de 18 m, que formam um dossel contínuo e emergente, que pode atingir até aproximadamente 25 m de altura. O cerradão apresenta porte superior a 9 m, com 4 estratos distintos: o estrato superior com aproximadamente 15 m, um inferior formado por indivíduos de 8 a 10 m, um estrato arbustivo com altura máxima de 3 m e um estrato herbáceo constituído por

indivíduos jovens (AZEVEDO et al., 1987).

Aporte de serapilheira e nutrientes

Para a avaliação do aporte de serapilheira foi delimitada uma gleba de 0,1 ha em cada área de estudo, onde foram distribuídos aleatoriamente 10 coletores cônicos (com área de 0,48 m²), fixados a aproximadamente 1 m acima da superfície do terreno.

Entre outubro de 2005 a setembro de 2006, a serapilheira aportada foi coletada mensalmente, identificada e levada ao laboratório. O material coletado foi seco (em estufa de ventilação forçada a 65 °C, até atingir peso constante) e, após ser estratificado nas frações folhas, galhos, sementes, flores, frutos e material fragmentado, foi pesado.

A produção de serapilheira, em cada uma das áreas, foi quantificada a partir da seguinte equação: $PS = (\sum PMS \times 10.000) / Ac$; Onde: PS = Produção de serapilheira (kg ha⁻¹ ano⁻¹); PMS = Produção mensal de serapilheira (kg ha⁻¹ mês⁻¹); Ac = Área do coletor (m²), (LOPES et al., 2002).

Avaliou-se o aporte de serapilheira mensalmente e por estações do ano. Calculou-se o total aportado mensalmente a partir da média aritmética dos coletores, de cada área de estudo no respectivo mês. O total de aporte de cada estação correspondeu à soma das médias dos meses correspondentes a cada estação (primavera: outubro, novembro, dezembro; verão: janeiro, fevereiro, março; outono: abril, maio, junho; inverno: julho, agosto, setembro).

Uma parte da serapilheira foi separada e moída, onde se quantificaram os teores de nitrogênio, fósforo e potássio, segundo Tedesco et al. (1995). Os conteúdos de nitrogênio, fósforo e potássio foram estimados considerando os teores desses elementos (g kg⁻¹) e a quantidade de material aportado (kg ha⁻¹).

Correlacionaram-se os valores dos aportes de serapilheira e nutrientes com os dados de precipitação média mensal e temperatura média mensal de uma estação meteorológica que dista aproximadamente 15 km da Estação Ecológica de Pirapitinga. A Figura 1 apresenta os valores médios de precipitação total e temperatura para o período de 1978 a 1992 e para o período de 2005 a 2006 no município de Três Marias. Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos em acervo da Estação (de 1978 a 1992) e a partir do endereço eletrônico www.agritempo.gov.br (2005 a 2006), em dados meteorológicos – Três Marias Jusante (CEMIG).

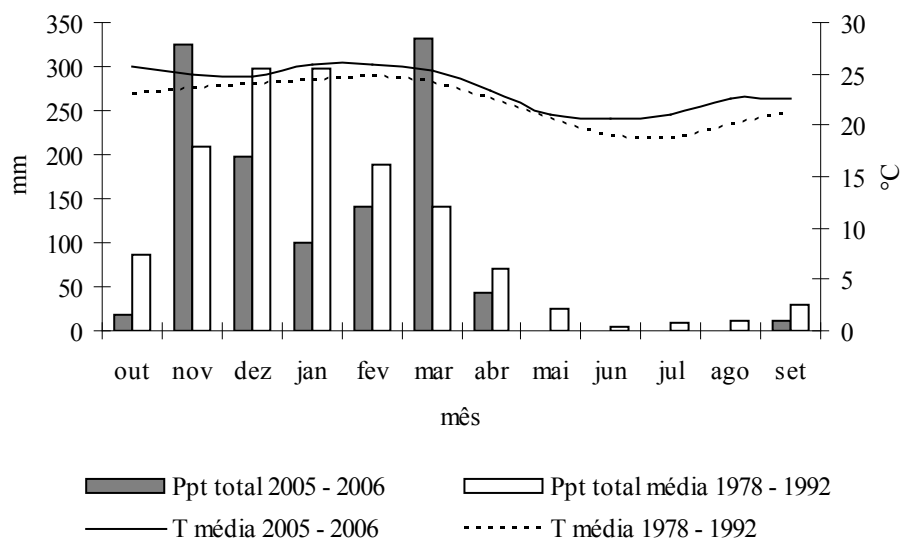


FIGURA 1: Precipitação total (Ppt total 2005 – 2006), temperatura média (T média 2005 - 2006) no período outubro de 2005 a setembro de 2006, precipitação total média (Ppt total média 1978 – 1992) e temperatura total média no período de janeiro de 1978 a dezembro de 1992 (T média 1978 – 1992) no município de Três Marias.

FIGURE 1: Total precipitation (Ppt total 2005 - 2006), average temperature (average T 200 - 2006) in the period October 2005 to September 2006, average total precipitation (Ppt average total from 1978 to 1992) and average total temperature from January 1978 to December 1992 (T average 1978 - 1992) in the municipality of Três Marias.

Decomposição

Estimou-se a taxa de decomposição através da análise de perda de massa utilizando-se “litter bags”. Os “litter bags” foram confeccionados com sacolas de polivinil com malha de 4 mm, com 25 x 25 cm e 1,5 cm de altura. Em cada “litter bag” utilizaram-se 10 gramas de folhas do material aportado nos coletores cônicos (seco em estufa a 65 °C), previamente coletados durante o período de 01/10/2005 a 01/09/2006. Distribuíram-se os 12 “litter bags” aleatoriamente, em cada área de estudo, na superfície do piso florestal, simulando a queda natural do material formador da serapilheira.

Os “litter bags” foram instalados em novembro de 2007, coletando-os após 30, 60, 120 e 210 dias no campo. Após a coleta, em laboratório, foram secos em estufa de circulação de ar forçada (65 °C ± 5 °) até atingirem peso constante. Em seguida, foram examinados para retirada de partículas de solo, sendo suas massas posteriormente quantificadas em balança analítica com precisão de duas casas decimais. Correlacionou-se o decaimento da massa de serapilheira com os dados de precipitação média mensal e temperatura média mensal durante o período de estudo.

A taxa de decomposição da serapilheira foi estimada através de avaliações de medidas da perda

de massa, com a seguinte equação:

$$\text{Massa remanescente (\%)} = (\text{massa final} / \text{massa inicial}) \times 100$$

Após o cálculo da massa remanescente ao longo do período, a constante de decomposição k foi calculada, segundo Thomas e Asakawa (1993), com o modelo exponencial:

$$X_t = X_0 \cdot e^{-kt},$$

onde:

X_t = peso do material seco remanescente após t dias

X_0 = peso do material seco colocado nos sacos no tempo zero ($t=0$)

Já o tempo de meia-vida ($t^{1/2}$) foi calculado segundo Rezende et al. (1999) pela equação:

$$T^{1/2} = \ln(2)/k,$$

onde k é a constante de decomposição calculada pela expressão anterior ($X_t = X_0 \cdot e^{-kt}$).

Análise dos dados

Os dados obtidos foram submetidos a análises de homogeneidade da variância (Teste de Cochran e Bartlett), teste de normalidade da variância (Teste de Lilliefors) e, posteriormente, à análise de variância. Os valores das médias foram

comparados através do teste T de Bonferroni, a 5 % de significância por meio do programa Sisvar 4.6. As correlações de aporte e decomposição com precipitação e temperatura foram calculadas pelo coeficiente de Pearson a 5 % de significância por meio do programa SAEG 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aporte de Serapilheira

Durante o período estudado a quantidade total de serapilheira produzida foi de 2,50 e 2,92 $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para as áreas de cerrado e mata mesofítica, respectivamente. Esse valor é inferior ao verificado por Cianciaruso et al. (2006) em área de cerrado na Estação Ecológica de Jataí (5,65 $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), porém, superior ao observado por Silva et al. (2007) em área de Cerrado e floresta de transição Amazônia-Cerrado, do Centro-Oeste brasileiro (1,05 Mg ha^{-1}). De acordo com Haridasan (2000), que estudou a nutrição mineral de plantas nativas do cerrado, as estimativas de produção de serapilheira para área de cerrado *sensu stricto* variam de 2,0 a 3,0 $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e para área de cerrado é de aproximadamente 7,8 $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Os baixos valores de aporte de serapilheira verificados nas duas áreas do presente estudo podem estar relacionados à presença do reservatório de Três Marias, que estaria favorecendo a ocorrência de temperaturas mais amenas e melhores condições de umidade relativa do ar e do solo. Por sua vez,

essa condição estaria propiciando um menor estresse hídrico às formações vegetais da área da Estação, em relação a outras áreas de Cerrado e, como consequência, uma menor perda de folhas. Carpanezzi (1980), explica que a variação estacional da deposição de serapilheira é um produto da interação entre a vegetação e o clima, e salienta que as folhas constituem o componente determinante das alterações sazonais da deposição de material orgânico.

O aporte mensal de serapilheira na área de cerrado variou de 0,043 a 0,81 Mg ha^{-1} nos meses de abril e julho, respectivamente, (Figura 2). Na área de mata mesofítica o menor e o maior valor de deposição foram verificados nos meses de abril e outubro, 0,10 e 0,56 Mg ha^{-1} , respectivamente, (Figura 2). Ao longo do ano, com exceção dos meses de junho e julho, a quantidade de material aportado foi sempre superior na área de mata mesofítica.

Cianciaruso et al. (2006) observaram padrão da produção de serapilheira semelhante ao verificado neste estudo, com maiores produções nos meses de julho a setembro e uma considerável diminuição a partir de outubro, atingindo a produção mínima em março e permanecendo constante até junho. Concluíram que este padrão se deve à influência da sazonalidade neste tipo de vegetação.

O maior aporte ao longo do ano na área de mata mesofítica (Figura 2) pode ser reflexo da presença de indivíduos mais desenvolvidos. Nesta área, verificam-se indivíduos com

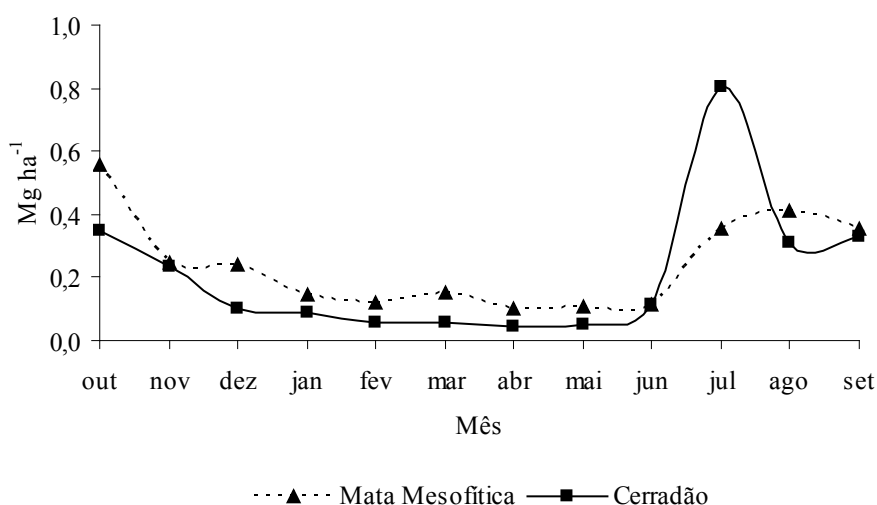


FIGURA 2: Material decíduo aportado mensalmente em Mg ha^{-1} em áreas de mata mesofítica e cerrado no período 2005 – 2006, na Estação Ecológica de Pirapitinga.

FIGURE 2: Monthly litter devolution in Mg ha^{-1} in mata mesofítica and 'Cerradão' areas in the 2005-2006 period in 'Estação Ecológica de Pirapitinga'.

maiores valores de área basal ($39,3177 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) e densidade (1931 ind ha^{-1}) em relação à área de cerrado (área basal: $22,1057 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ e densidade: 1371 ind ha^{-1}). Werneck et al. (2001) estudando a produção de serapilheira em três trechos de uma floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica de Tripuí em Ouro Preto – MG, concluíram que as diferenças quantitativas na produção de serapilheira estavam condicionadas à estrutura da floresta e à consequente formação de um dossel mais desenvolvido.

Não se verificou correlação do aporte de serapilheira com a precipitação (mata mesofítica $r = 0,267^{\text{ns}}$; cerrado $r = -0,340^{\text{ns}}$) ou com a temperatura (mata mesofítica $r = 0,041^{\text{ns}}$; cerrado $r = -0,358^{\text{ns}}$), o que demonstra que não houve influência desses fatores climáticos sobre a produção de serapilheira ao longo do ano. Esta correlação também não foi observada por Cianciaruso et al. (2006) em áreas de cerrado.

Estudando produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária em Botucatu – SP, Vital et al. (2004) também observaram este padrão em seus estudos. Os autores verificaram que a deposição de serapilheira atingiu seu valor máximo ao final do período seco e relacionaram este resultado com a sazonalidade da área de estudo. Da mesma forma, Silva et al. (2007) avaliando a produção de serapilheira no cerrado e floresta de transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste brasileiro, também verificaram uma maior produção de serapilheira no período de seca, embora não tenham encontrado correlação significativa entre a precipitação e o aporte de serapilheira em áreas de cerrado.

Apesar de não haver correlação significativa entre o aporte e as variáveis climáticas estudadas, foram verificados maiores aportes no período da seca em ambas as áreas de estudo (Figura 2), o que sugere certo padrão sazonal na produção de serapilheira ao longo do ano. Uma possível explicação para a ausência de correlação seria a distância (aproximadamente 15 km) da Estação Ecológica em relação à estação meteorológica, o que pode ter levado a distorções dos dados climáticos, especialmente devido à grande massa de água contida no reservatório da Unidade de Conservação. Fernandes e Scaramuzza (2007) verificaram sazonalidade na produção de serapilheira ao longo do ano em um fragmento florestal em Campo Verde – MT e concluíram que este fato estava

principalmente associado à fenologia das espécies predominantes que compunham aquela formação florestal.

Na área de mata mesofítica aproximadamente 22,80 % das espécies possuem padrão sempre-verde, 19,29 % são semidecíduas, 49,13 % são decíduas e 8,77 % sem informações na literatura. Na área de cerrado, aproximadamente 20,58 % das espécies presentes são sempre-verdes, 10,30 % são semidecíduas, 57,35 % são decíduas e 11,76 % sem informações na literatura. Ao serem analisadas as 20 espécies com os maiores valores de importância, foram verificadas 7 espécies de padrão decidual na área de mata mesofítica e 11 espécies na área de cerrado com o período de queda das folhas da maioria das espécies decíduas compreendido entre junho e outubro em ambas as áreas.

Apesar destas informações sobre a fenologia das espécies serem muito variáveis de local para local, o padrão mais homogêneo na distribuição do aporte da serapilheira na área de mata mesofítica ao longo do ano, pode ser reflexo da presença de uma maior quantidade de plantas sempre-verde e semidecíduas. Já no cerrado, o maior valor de deposição verificado nos meses de julho a setembro (Figura 2) pode ser decorrente da maior quantidade de espécies decíduas.

A partir dos valores de aporte de serapilheira por estação, verificou-se que na área de mata mesofítica o aporte nas estações primavera e inverno ($1,05$ e $1,13 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente) foram estatisticamente maiores que os das estações verão e outono ($0,42$ e $0,32 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente) (Figura 3). Já na área de cerrado, observou-se um comportamento distinto da área de mata, o aporte de serapilheira no inverno ($1,44 \text{ Mg ha}^{-1}$) foi significativamente maior que o da primavera ($0,68 \text{ Mg ha}^{-1}$) e esses foram estatisticamente maiores que os aportes das estações verão e outono ($0,20$ e $0,21 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente) (Figura 3). Cianciaruso et al. (2006) observaram o mesmo padrão de sazonalidade na produção de serapilheira, sendo que maiores produções ocorreram no inverno.

Ao comparar as áreas em relação ao aporte acumulado por estação, verificou-se que na área de mata mesofítica os maiores valores de aporte ocorreram nas estações primavera e outono (Figura 3). O inverso foi observado no inverno, com maiores valores na área de cerrado. Este resultado deve estar relacionado com a grande massa de material que foi aportado no mês de julho (Figura 2). No verão não foram verificadas diferenças significativas quanto

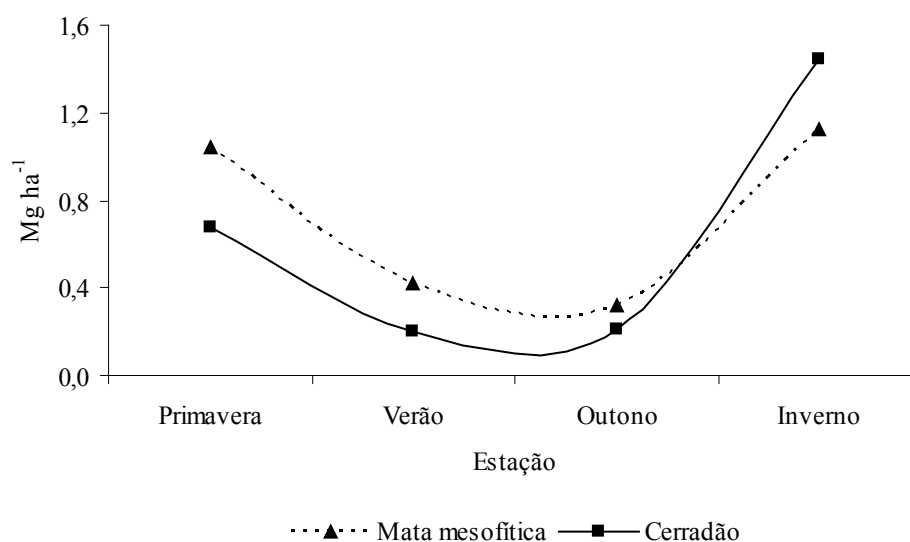


FIGURA 3: Material decíduo aportado (Mg ha^{-1}) por estação do ano em áreas de mata mesofítica e cerrado no período 2005 - 2006. Áreas seguidas de mesma letra maiúscula e estações seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste t de Bonferroni a 5 % de significância.

FIGURE 3: Litter devolution (Mg ha^{-1}) by season in mata mesofítica and cerrado areas in the period of 2005 to 2006. Areas followed by same capital letter and seasons followed the same letter do not differ by Bonferroni t test at 5 % significance.

ao aporte (Figura 3).

Na área de mata, anualmente, as folhas contribuíram em média com aproximadamente 68,8 % do total, seguido da fração material fragmentado com 15,4 %; galhos, com 11,1 %; flores, com 2,2 %; sementes, com 1,5 % e frutos com 0,9 %. Na área de cerrado a sequência foi: folhas com 71,6 %; outros com 15,9 %; galhos com 10,3 %; sementes com 1,1 %; frutos com 0,8 % e flores com 0,3 % (Tabela 1).

A contribuição de folhas encontrada para a área de cerrado está próxima à quantificada por Cianciaruso et al. (2006) (72,3 %). Por outro lado, o valor da fração material fragmentado aproximase do encontrado por Chagas e Rezende (2006) que, estudando a ciclagem de nutrientes em floresta semidecidual na fazenda experimental da PUC-MINAS, verificaram um valor de 14 % de aporte desta fração.

Tanto na área de cerrado como na área de mata mesofítica, maio foi o mês com a maior participação das folhas (94,7 % e 81,9 %, respectivamente), esta participação permaneceu elevada até julho (Tabela 1). Divergindo do padrão observado Cianciaruso et al. (2006) em áreas de cerrado, verificaram menor participação da fração folhas no mês de janeiro e maior em agosto.

A fração frutos na serapilheira comportou-

se de maneira semelhante entre as áreas de cerrado e mata mesofítica. Na área de cerrado verificou-se a presença de frutos a partir de julho, com o maior valor de deposição ocorrendo em outubro (4,4 %). Na área de mata mesofítica a presença de frutos foi observada nos meses de fevereiro, março, julho, agosto e setembro. (Tabela 1).

Em geral, em ambas as áreas de estudo, houve uma maior participação de galhos nos meses de outubro a dezembro. A maior contribuição da fração flores foi observada no mês de outubro (7,2 %) na área de mata mesofítica, enquanto as maiores contribuições da fração sementes foram verificadas nos meses de abril (7,3 %), em área de cerrado, e maio (12,0 %), em área da mata mesofítica (Tabela 1). A proporção de cada fração na serapilheira, possivelmente, está relacionada com a fenologia do conjunto de espécies presente em cada área o que acarretaria uma distribuição variada na proporção de cada fração.

Aporte de nutrientes pela serapilheira

O aporte de nitrogênio variou de 0,53 a 8,60 kg ha^{-1} e 0,89 a 5,20 kg ha^{-1} nas áreas de cerrado e mata mesofítica, respectivamente. Na área de mata mesofítica verificou-se menor aporte de fósforo no mês abril e maior no mês de agosto, com valores de 0,05 kg ha^{-1} e 0,28 kg ha^{-1} , respectivamente.

Já na área de cerradão, o menor aporte de fósforo foi observado no mês de 0,03 kg ha⁻¹ no mês de março e o maior (0,59 kg ha⁻¹) no mês de julho. A menor deposição de potássio foi verificada no mês de abril (0,06 kg ha⁻¹) e o maior no mês de julho (1,19 kg ha⁻¹) na área de cerradão. Na área de mata mesofítica observou-se aporte de potássio variando de 0,14 a 0,59 kg ha⁻¹ nos meses de abril e agosto, respectivamente, (Figura 4).

No período de dezembro a junho a área de mata mesofítica tendeu a apresentar os maiores

conteúdos dos três nutrientes analisados em relação à área de cerradão, enquanto nos meses de julho a novembro verificou-se um padrão inverso (Figura 4). Este padrão de entrada de nutrientes via serapilheira no ambiente pode estar relacionado com a distribuição do aporte de serapilheira, pois quanto maior o aporte do mês, maiores as chances de uma maior entrada de nutrientes via serapilheira ao solo. Estudando produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária em Botucatu – SP, Vital et al.

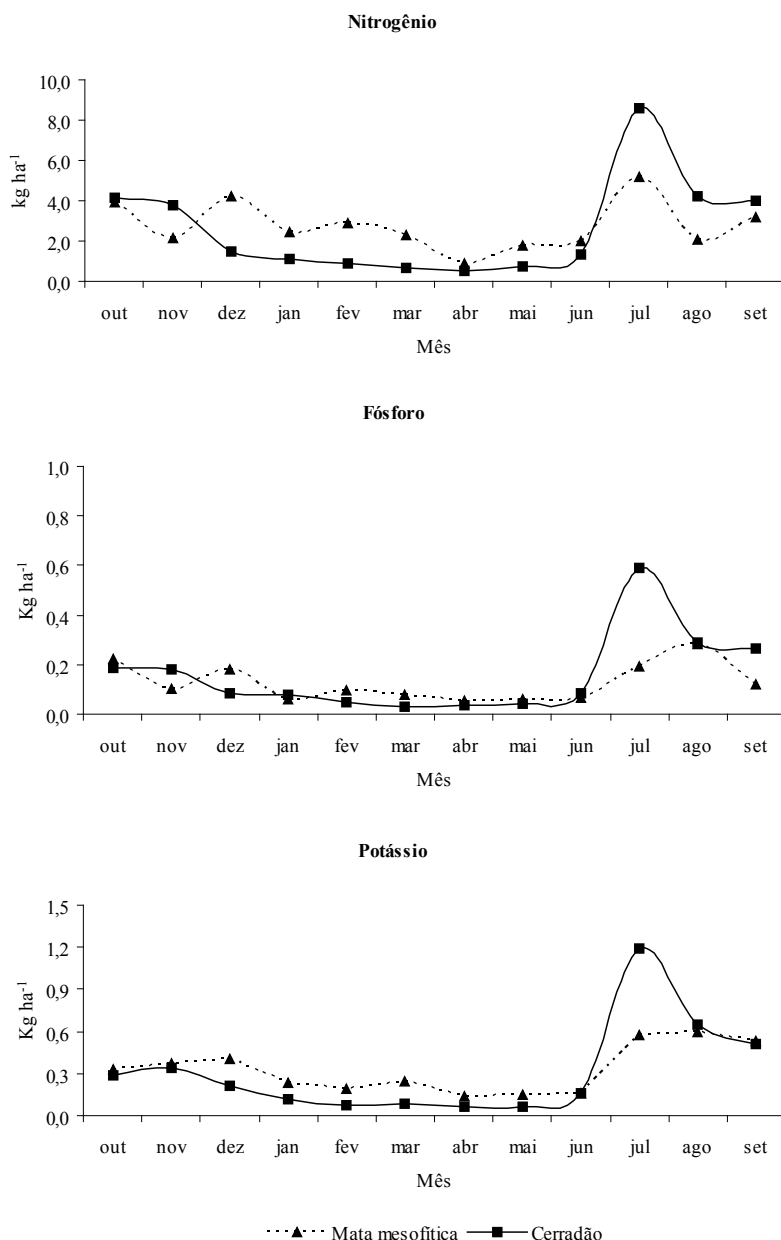


FIGURA 4: Devolução mensal de nitrogênio, fósforo e potássio (kg ha⁻¹) em áreas de mata mesofítica e cerradão na Estação Ecológica de Pirapitinga, período de 2005 – 2006.

FIGURE 4: Monthly nitrogen, phosphorus and potassium (kg ha⁻¹) devoluted in mesophytic areas and ‘Cerradão’ areas in ‘Estação Ecológica de Pirapitinga’, from 2005 to 2006 period.

TABELA 1: Aporte mensal de serapilheira (frações folhas, galhos, flores, sementes, frutos e material fragmentado) em áreas de mata mesofítica (MM) e cerradão (C), na Estação Ecológica de Pirapitinga, período 2005 – 2006.

TABLE 1: Monthly litter devolution (fractions of leaves, branches, flowers, seeds, fruits and fragmented material) in mesophytic forest (MM) and ‘Cerradão’ (C) areas, in the Ecological Station of Pirapitinga, period from 2005 to 2006.

Mês	%											
	Folhas		Frutos		Galhos		Flores		Sementes		Material fragmentado	
	C	MM	C	MM	C	MM	C	MM	C	MM	C	MM
Outubro	53,2	52,8	4,4	0,0	21,7	21,1	0,5	7,2	5,7	2,4	14,4	16,5
Novembro	40,2	65,1	0,0	0,0	32,7	12,4	0,0	1,8	0,6	0,0	26,5	20,6
Dezembro	53,9	57,2	1,3	0,0	22,8	8,8	0,0	3,5	1,4	0,4	20,6	30,0
Janeiro	77,0	64,4	0,6	0,0	0,0	4,5	0,3	2,6	0,0	0,2	22,0	28,4
Fevereiro	76,5	79,4	0,0	1,7	10,2	13,8	0,2	1,6	0,0	0,3	13,1	3,2
Março	57,3	60,7	0,0	3,9	38,8	11,9	0,1	0,7	1,8	0,1	2,0	22,6
Abril	76,5	66,8	0,0	0,0	12,0	5,8	0,4	0,0	7,3	3,2	3,8	24,1
Maio	94,7	81,9	0,0	0,0	0,2	1,8	0,8	0,3	0,0	12,0	4,3	4,0
Junho	86,6	86,3	0,0	0,0	0,9	2,0	0,0	1,8	0,0	6,5	12,4	3,4
Julho	87,8	87,6	0,1	0,2	0,5	4,8	0,0	0,2	0,0	0,2	11,7	7,0
Agosto	71,1	69,6	0,2	2,4	15,4	16,2	1,2	0,0	0,0	0,8	12,0	11,0
Setembro	70,2	78,0	0,9	2,0	0,0	5,3	0,0	0,4	0,0	0,0	28,9	14,3
Média	71,6	68,8	0,8	0,9	10,3	11,1	0,3	2,2	1,1	1,5	15,9	15,4

(2004) também verificaram que a transferência de nutrientes ao solo acompanhava a tendência de deposição da serapilheira.

Na área de mata mesofítica observou-se um depósito anual de 33,12 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio, 3,91 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de potássio e 1,52 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de fósforo. Já a área de cerradão, a vegetação contribuiu com 31,48 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de nitrogênio, 3,74 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de potássio e 1,91 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de fósforo. Os valores verificados foram inferiores aos constatados por Haridasan (2000) estudando a produção de serapilheira em áreas de cerradão e cerrado *sensu stricto*, que encontrou valores de 63,96 kg ha⁻¹ ano para N e 4,68 kg ha⁻¹ ano para P. Da mesma forma, estudando a ciclagem de nutrientes em floresta semidecidual na fazenda experimental da PUC-MINAS em Esmeralda – MG, Chagas e Rezende (2006) também verificaram conteúdos de nitrogênio, fósforo e potássio superiores aos verificados no presente estudo. Estes autores observaram conteúdos aportados de 343,45 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para N, 93,13 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para K e 12,42 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para P.

De forma geral, as áreas estudadas possuem um padrão semelhante em relação ao aporte de

nutrientes, que apresentou a seguinte ordem de relevância: nitrogênio > potássio > fósforo.

Decomposição da serapilheira

O processo de decomposição do material foliar nos primeiros 30 e 60 dias após a instalação dos “litter bags” ocorreu com maior intensidade na área de mata mesofítica apresentando perda de massa de 17,9 % e 37,5 %, enquanto para a área de cerradão a perda foi de 16 % e 19,7 %. Aos 120 dias, este padrão se inverteu e as maiores perdas de massa foram verificadas na área de cerradão (41,4 %) e na área de mata (37,5 %). Entretanto, aos 210 dias a área de mata mesofítica voltou a apresentar o maior valor de decomposição, aproximadamente 60,4 % de sua massa decomposta contra 55,5 % na área de cerradão. A rápida decomposição no primeiro mês deve estar relacionada às maiores perdas de nutrientes pelo material estar mais palatável aos detritívoros (SWIFT et al., 1979).

Na área de mata mesofítica a constante de decomposição (k) foi de 0,0043 e o tempo de meia-vida (T^{1/2}) de 161 dias. Na área de cerradão o k verificado foi de 0,040, T^{1/2} = 173 dias.

A decomposição do material foliar das

áreas estudadas mostrou-se consideravelmente mais rápida quando comparada a outras fisionomias de cerrado. Fernandes e Scaramuzza (2007) verificaram constante de decomposição (k) de 0,53 e tempo de meia-vida de 478 dias em fragmento florestal no Mato Grosso. Em estudo realizado em cerrado em Corumbataí (SP), Santos e Rodrigues (1982) também encontraram alto valor da constante de decomposição ($k = 0,51$) e tempo de meia-vida de 496 dias, enquanto Cianciaruso et al. (2006), em cerradão na Estação Ecológica de Jataí (SP), verificaram valores de k de 0,56 com tempo de meia-vida de 452 dias.

É possível que a rápida decomposição seja decorrência da época de instalação dos “litter bags” em campo. Poggiani et al. (1998) destacaram que a decomposição da serapilheira pode ser favorecida em períodos quentes e úmidos. Assim, como os “litter bags” foram instalados em novembro, início do período chuvoso, a maior umidade e a maior temperatura desta época pode ter contribuído com o processo de decomposição desse material.

CONCLUSÕES

A mata mesofítica apresentou distribuição mais homogênea da produção de serapilheira ao longo do ano e maiores valores de aporte total anual de serapilheira e nutrientes.

Os maiores aportes de serapilheira foram observados na estação seca.

O tempo de meia-vida de decomposição das folhas da serapilheira entre as áreas foi equivalente, cerca de 161 dias na área de mata mesofítica e 173 no área de cerradão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao IBAMA que através do termo de ajuste de conduta firmado entre o Ministério Público do Estado de Minas Gerais e a Votorantim Metais e Zinco S.A., disponibilizaram recursos financeiros para o desenvolvimento desta pesquisa. Os autores também agradecem a Capes e ao CNPq pela concessão de bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, L. G. et al. **Ensaio Metodológico de Identificação e Avaliação de Unidades Ambientais:** a Estação Ecológica de Pirapitinga, MG. Belo Horizonte: Ministério do Desenvolvimento Urbano

e Meio Ambiente, SEMA, Embrapa, 1987. 58 p.

BARBOSA, J. H. C. **Dinâmica da serapilheira em estágios sucessionais de Floresta Atlântica (Reserva Biológica de Poço das Antas – RJ).** 2000. 202 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2000.

BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soil. **Forestry Ecology Management**, v.133, p.13-22, 2000.

CARPANEZZI, A. A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de Eucalyptus no interior do Estado de São Paulo.** 1980. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1980.

CHAGAS, A. P. C.; REZENDE, J. L. P. Ciclagem de nutrientes em floresta semidecidual na fazenda experimental da Puc-Minas: Produção de serapilheira. **Revista Sinapse Ambiental**, v. 3, n. 3, p. 1 – 14, 2006.

CIANCIARUSO, M. V. et al. Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em um cerradão da Estação Ecológica de Jataí, município de Luiz Antônio, SP, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v.20, n.1, p. 49-59, 2006.

DIAS, A. C. **Composição florística, fitossociologia, diversidade de espécies arbóreas e comparação de métodos de amostragem na floresta ombrófila densa do Parque Estadual Carlos Botelho / SP – Brasil.** 2005. 184 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA FILHO, A. T. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua montana em Larvas-MG. **Revista Árvore**, v. 21, p. 11 – 26, 1997.

EWEL, J. J. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in eastern Guatemala. **Journal of Ecology**, v. 64, p. 293 – 308, 1976.

FACELLI, J. M.; PICKETT, S. T. A. Plant litter: its dynamics and effects on plant community structure. **The Botanical Review**, v. 57, p. 1 – 32, 1991.

FERNANDES, F. C. S.; SCARAMUZZA. Produção e decomposição da liteira em fragmento florestal em Campo Verde (MT). **Revista Ciência Agrária**, n. 47, p. 173 – 186, 2007.

GOLLEY, P. T. Litterfall in forest on Christmas island, Indian Ocean: quantity, seasonality, and composition. **Biotropica**, v.30, p. 671 - 676, 1978.

- HARIDASAN, M. Nutrição mineral de plantas nativas do Cerrado. Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.12, n.1, p. 54 – 64, 2000.
- HEAL, O.W. et al. Plant litter quality and decomposition: an historical overview. P 3-30. In: CADISH, G.; GILLER, K.E. (Eds.). **Driven by Nature: plant litter quality and decomposition**. Walingford: CAB International, 1997. 409 p.
- KLINK, C. A. Relação entre o desenvolvimento agrícola e a biodiversidade. In: PEREIRA, R. C.; NASSER, L. C. B. (Ed.) **Anais...VIII Simpósio sobre o Cerrado, 1st International Symposium on Tropical Savanas - Biodiversidade e Produção Sustentável de Alimentos e fibras nos Cerrados**. Embrapa CPAC. Brasília, 1996, p. 25-27.
- KOLM, L. **Ciclagem de nutrientes e variações do microclima em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden manejadas através de desbastes progressivos**. 2001. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2001.
- KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica. 1948. 488 p.
- LEITÃO-FILHO, H. F. et al. **Ecologia da mata atlântica em Cubatão, SP**. São Paulo: EDUNESP / EDUNICAMP. 1993. 86 p.
- LOPES, M. I. S. et al. Ciclagem de nutrientes minerais. In: SYSLVESTRE, L. S.; ROSA, M. M. T. (Ed.) **Manual metodológico para estudos botânicos na mata atlântica**. Seropédica: EDUR – UFRRJ, 2002. p. 72-102.
- MARTIUS, C. et al. Litterfall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in central Amazonia. **Nutr. Cycl. Agroecos.** v. 68, p. 137-154, 2004.
- MONTAGNINI, F.; JORDAN, C. Reciclaje de nutrientes. In: GUARIGUATA, M. R. KATTAN, G. H. (Eds.) **Ecología y conservación de bosques neotropicales**. Cartago: Ed. LUR. 2002. p. 591 – 623. Cap. 23.
- ODUM, E. P. The strategy of ecosystems development. **Science**, v. 164, p. 262-270, 1969.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of Central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 52, p. 141 – 194, 1995.
- OLSON, J. S. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. **Ecology**, Washington, v. 44, n. 2, p. 322 - 330, Apr. 1963.
- PAGANO, S. N.; DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em Matas Ciliares do oeste do Estado de São Paulo, Brasil. In RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.) **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Ed. da USP/ Fapesp, 2000. p.109 – 123.
- PERES, J. R. R. et al. Litter production in areas of Brazilian “Cerrados”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n. 9, p. 1037 - 1043, 1983.
- POGGIANI, F. et al. Indicadores de sustentabilidade das plantações florestais. **Série Técnica IPEF**, v. 12, n. 31, p. 33 – 44, abr., 1998.
- REZENDE, C. P. et al. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in Atlantic forest region of South Bahia, Brazil. **Nutrient cycling in Agroecosystems**, Netherlands, v. 54, p. 99-112, 1999.
- RIBEIRO, L. **Dinâmica de nutrientes na serrapilheira, em um trecho de mata ciliar alagável com ninhal de aves do Rio Cuiabá, no Pantanal Barão de Melgaço-MT**. 1998. 53 f. (Monografia de Graduação) - Instituto de Biociências, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 1998.
- SANTOS, P. F.; RODRIGUES, G. S. Avaliação dos métodos para estimativa da decomposição do folheto em ecossistema de cerrado (Corumbataí-SP). **Ciência e Cultura** v. 34, n. 7, p. 559, 1982.
- SILVA, C. J. et al. Produção de serrapilheira no Cerrado e Floresta de Transição Amazônia-Cerrado do Centro-Oeste Brasileiro. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 4, p. 543 – 548, 2007.
- SINGH, J. S.; GUPTA, S. R. Plant decomposition and soil respiration in terrestrial ecosystems. **The Botanical Review**, v. 43, p. 449 – 528, 1977.
- SIOLI, H. **Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Petrópolis: Vozes. 1991. 72 p.
- SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, v. 7, n. 1, p. 101 – 113, 2001.
- SUNDARAPADIAN, S. M.; SWAMY, P. S. Litter production and leaf-litter decomposition of selected tree species in tropical forests at Kodayar in the Western Ghats, India. **Forest Ecology and Management**, v. 123, p. 231 – 244, 1999.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. (Eds). The influence of resource quality on

decomposition processes. In: **Decomposition in terrestrial ecosystems**. Berkeley: University of California Press, 1979. p.118 - 166.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174 p.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, n. 10, p. 1351-1361, 1993.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L. Decomposição de nutrientes através da queda da serapilheira em dois remanescentes de Floresta Ombrófila Densa em Blumenau – SC. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 2, p. 41 – 55, 2000.

VITAL, A. R. T. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona ripária. **Revista Árvore**, v. 28, n. 6, p. 793 – 800, 2004.

VITOUSEK, P. M.; SANFORD JR., R. L. Nutrient cycling in moist tropical forest. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 17, p. 137-167, 1986.

WERNECK, M. S. et al. Produção de serapilheira em três trechos de um floresta semidecídua com diferentes graus de perturbação na Estação Ecológica de Tripuí, Ouro Preto, MG. **Revista Brasil. Bot.** São Paulo, v. 24, n. 2, p. 195–198, jun. 2001.

WHITTAKER, R. H. **Communities and ecosystems**. London: Collier-Macmillan. 1975.