

VARIAÇÃO TEMPORAL DE NUTRIENTES NA SERAPILHEIRA DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL MONTANA EM LAVRAS, MG

Herly Carlos Teixeira Dias¹; Marcelo Dias Figueira²; Valter Silveira²;
Marco Aurélio Leite Fontes²; Ary Teixeira de Oliveira-Filho²; José Roberto S. Scolforo²

RESUMO: Avaliaram-se o teor e a quantidade de macro e micronutrientes presentes na produção mensal de serapilheira de um fragmento de floresta estacional semidecídua montana em Lavras, MG. A serapilheira foi coletada quinzenalmente, de outubro de 1991 a outubro de 1992, em coletores de madeira de 0,5m x 0,5m dispostos sistematicamente numa área do fragmento florestal. Da serapilheira coletada, retirou-se uma amostra composta mensal das frações folhas, propágulos + flores, material lenhoso. As amostras foram secas à sombra e depois em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 50 horas. Depois de trituradas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise Foliar da UFLA onde se processou a análise de rotina. A quantidade (kg/ha) dos macronutrientes presentes na serapilheira, os quais provavelmente estariam sendo repostos ao solo, são: N>K>Ca>Mg>P para a serapilheira total. Os micronutrientes estavam presentes na seguinte ordem decrescente de quantidade: Fe>Mn>B>Zn>Cu, para a serapilheira total e todas as frações estudadas. N, K e Mg foram os macronutrientes que mais demonstraram o efeito da sazonalidade com maiores quantidades ocorrendo nos meses de maior precipitação pluviométrica em todas as frações estudadas. Os teores de N e P parecem ter variado menos com a variação sazonal. O comportamento da curva de teores foi bastante semelhante entre categorias para todos os macronutrientes. Os teores de B, Cu e Zn tendem a variar semelhantemente dentro de cada fração. Picos mais elevados de B foram observados no final da estação seca. Foram detectados maiores teores de Fe e Mn, e estes variaram mais ao longo do período estudado. Na estação seca houve uma coincidente inversão de valores nos teores de Fe e Mn em todas as categorias estudadas.

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes, mata nativa, retranslocação, retorno de nutrientes, floresta semidecidual.

¹ Departamento de Engenharia Florestal/UFV, Campus, Viçosa, 36.570-000, herly@ufv.br

² Departamento de Ciências Florestais/UFLA, Campus, Lavras, 37.200-000

TEMPORAL VARIATION OF LITTERFALL NUTRIENTS IN A TROPICAL MONTANE SEMIDECIDUOUS FOREST FRAGMENT IN LAVRAS, MINAS GERAIS STATE, SOUTHEASTERN BRAZIL

ABSTRACT: *The study assessed total amount and concentration of macro and micronutrients of litterfall produced monthly in a fragment of tropical montane semideciduous forest in Lavras, Minas Gerais State, Brazil. From October 1991 to October 1992, litter was collected at 15-day intervals, from 0.5m x 0.5m wooden frames systematically distributed within a forest fragment. A monthly bulk sample was extracted from the collected litter according to fractions of leaves, propagules + flowers, and woody material. The samples were first naturally dried in shade followed by drying in a stove with forced air circulation at 65°C for 50 hours. After grinding, these samples underwent routine analyses at the Leaf Analysis Laboratory of the Federal University of Lavras. The amounts (kg/ha) of macronutrients present in the litter and probably returned to soil are concentration ranked as N>K>Ca>Mg>P for litter total. Micronutrients were present in the following concentration rank: Fe>Mn>B>Zn>Cu for the litter total and all studied fractions. N, K and Mg were the macronutrients with strongest seasonality, their highest amounts occurring during rainiest months for all studied fractions. The amounts of N and P seem to be less variable. The behavior of content curves was very similar among categories for all macronutrients. The levels of B, Cu and Zn varied similarly within each fraction. Highest peaks were observed for B at end of dry season. Higher levels were detected for Fe and Mn, and these varied widely during the period studied. During the dry season there was a coincident inversion in the levels of Fe and Mn for all studied categories.*

Key-words: nutrient cycling, native forest, retranslocation, nutrient return, semideciduous forest.

1 INTRODUÇÃO

As florestas de ocorrência natural guardam segredos que se tornam verdadeiros desafios a serem desvendados pelos pesquisadores. Estes desafios assumem suma importância, uma vez que as florestas estão diretamente ligadas à vida do homem. E, embora ainda pouco se saiba sobre a vasta gama de processos físicos e biológicos que se passam num ciclo de vida dos indivíduos que compõem essas florestas, algumas especulações já são possíveis, necessitando, portanto, de mais embasamento para serem melhor entendidos.

Entre os serviços que o ambiente florestal fornece ao homem, segundo a classificação de bens e serviços de Dawkins (1958), está a ciclagem de nutrientes que Odum (1980) de-

nomina ciclo biogeoquímico e define como sendo a trajetória mais ou menos recorrente dos elementos químicos entre os organismos e o meio ambiente, em ambos os sentidos.

Yared & Souza (1993), analisando os impactos ambientais no manejo de florestas tropicais, citam que a exportação de nutrientes via biomassa explorada pode acarretar a diminuição na produtividade florestal, uma vez que os solos das regiões tropicais apresentam, na sua maioria, baixa disponibilidade de nutrientes estando a maioria localizado na biomassa viva.

Dentro da dinâmica dos ciclos biológicos da floresta, a ciclagem de nutrientes assume papel essencial na manutenção da produtividade do ecossistema, principalmente em solos de baixa fertilidade e fortemente lixiviados (Haag, 1985).

De acordo com Young (1976), os solos exercem uma apreciável influência sobre o tipo de comunidade vegetal presente numa dada localidade. Reciprocamente a vegetação influencia as propriedades do solo, tanto de maneira direta, por meio de suprimento com matéria orgânica, quanto por um número de outras diferentes vias.

Golley et al. (1978) estudaram a causa da variação do teor de nutrientes nos solos da floresta de Darien, Panamá, verificando que a concentração de Ca e Mg na vegetação estava altamente correlacionada com a concentração desses elementos no solo, ou seja, a concentração desses elementos na vegetação depende de sua concentração no solo. No entanto, a transferência de minerais para fora, para dentro e entre os vários compartimentos da planta é um processo contínuo (Pritchett, 1979), que pode ser medido numa base anual, estacional e diária.

A ciclagem mineral provavelmente varia com o fornecimento de nutrientes para o sistema, com o tempo disponível para o seu desenvolvimento no sítio e com o ambiente (Golley et al., 1978). Assim, por exemplo, certos solos na floresta amazônica são espodosolos que possuem baixas quantidades de nutrientes e de capacidade de troca. Como consequência, as concentrações de nutrientes nas plantas são muito maiores que no solo e os elementos da serapilheira são rapidamente transferidos para a vegetação (Haag, 1985).

Além de demonstrar o estoque de nutrientes existentes nos diferentes componentes do ciclo biogeoquímico, os estudos sobre a ciclagem demonstram a disponibilidade destes nutrientes no ecossistema e sua distribuição temporal, dando suporte ao crescimento da vegetação em diferentes épocas. No entanto, nos últimos anos, observam-se, na literatura científica, vários trabalhos sobre partes do ciclo biogeoquímico em florestas naturais, como a queda e o acúmulo

de serapilheira, porém, poucos são os trabalhos que monitoram o conteúdo de nutrientes presentes na diferentes frações. Em florestas semidecidualis podem-se citar os trabalhos de Vilella & Proctor (1999), Diniz et al. (1997), entre os poucos encontrados. Outros trabalhos, como os de Herbohn et al. (1998), Brughouts et al. (1998) e Green (1997), discutem o assunto em florestas de diversos lugares do planeta.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo monitorar a variação temporal de nutrientes na serapilheira produzida pela floresta, tanto em teor de cada elemento na serapilheira total e nas suas frações (folha, propágulo e flores juntos, e material lenhoso) como também em quantidades do elemento por unidade de área (kg/ha).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

A área de estudo tem um hectare e está no interior de um fragmento florestal com 5,825, ha localizado no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, MG. A vegetação é classificada como floresta estacional semidecidual Montana com dossel emergente (Fme), de acordo com o sistema de classificação da IBGE (Veloso et al., 1991). Está localizada a 21°14' 40"S, 44°57' 50" W e à altitude de 925m.

O clima do município de Lavras é do tipo Cwb de Köppen (mesotérmico com verões brandos e suaves e estiagem de inverno). A precipitação anual média da região é de 1.529 mm e a temperatura média é de 19,5°C. A sazonalidade climática da região no período de estudo pode ser observada no balanço hídrico representado pela Figura 1.

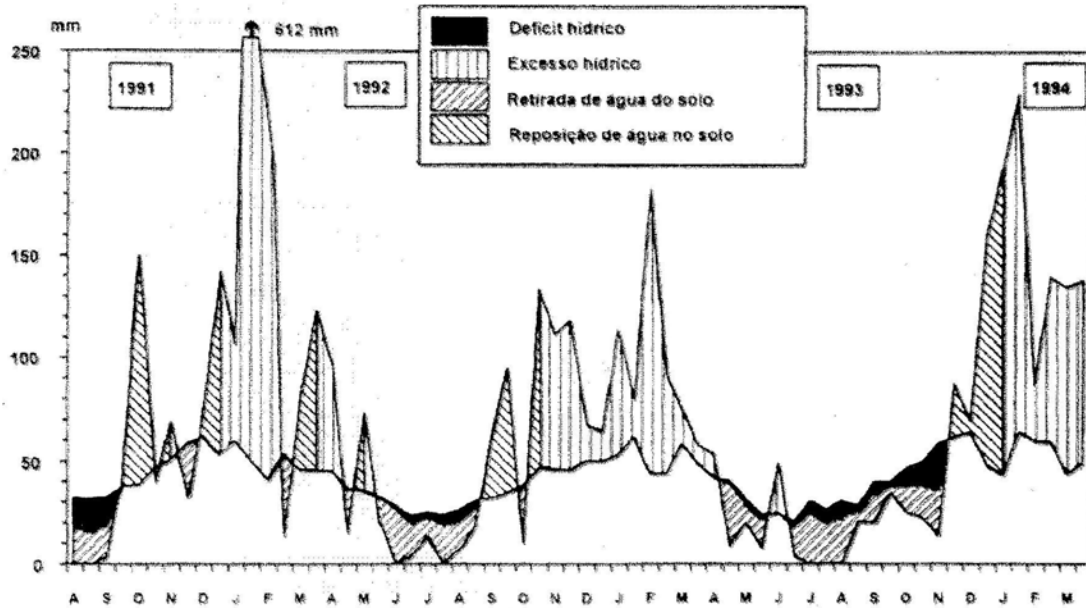


Figura 1. Balanço hídrico quinzenal para o período de agosto de 1991 a março de 1994, estimado pelo método de Thornwaite-Mather, a partir de registros da Estação Climatológica Principal de Lavras (21°13'40''S, 44°57'50''W, 918m de altitude). Capacidade de armazenamento de água no solo = 300 mm. Adaptado de Dias & Oliveira Filho (1996).

Figure 1. Fortnightly water balance for August of 1991 to March of 1994, estimated for Thornwaite-Mather method, through Lavras Principal Climatological Station (21°13'40''S, 44°57'50''W, 918m of the altitude). Water warehousing capacity in the soil = 300 mm. Dias & Oliveira Filho (1996) adapted.

O solo foi classificado como Latossolo Roxo distrófico (epiálico) textura muito argilosa. O relevo no interior da mata é levemente ondulado com declividade variando entre 5% e 15% (Oliveira-Filho et al., 1994).

Ainda de acordo com Oliveira-Filho et al. (1994), os quais demarcaram no fragmento 126 parcelas permanentes de 20 X 20 m, existem ali 136 espécies, sendo as mais abundantes *Copaifera langsdorffii*, *Ocotea odorifera*, *Amaioua guianensis*, *Casearia arborea*, *Tapirira obtusa*, *Myrcia rostrata*, *Sclerolobium rugosum*, *Miconia argyrophylla*, *Persea pyrifolia*, *Ocotea*

corymbosa, *Xylopia brasiliensis* e *Miconia pepericarpa*.

A alocação da área de estudo no interior da floresta (Figura 2) foi auxiliada por uma análise multivariada aplicada para todas as parcelas, a qual permitiu identificar grupos de parcelas que eram mais similares entre si em termos de composição florística (Oliveira-Filho et al., 1994). Dessa maneira, foi selecionado 1 hectare para realização deste estudo, no qual a composição florística da vegetação arbórea apresenta-se relativamente mais homogênea em comparação com outros trechos da floresta.

2.2 Produção de serapilheira

A partir de uma área amostral de 25 parcelas (5 X 5 parcelas), utilizaram-se as nove parcelas centrais (Figura 2). Em cada canto das nove parcelas de 20 x 20 m e a 5 m de distância das bordas, foram instalados coletores de 0,5 x 0,5 m, com fundo de tela tipo sombrite 50% e profundidade de 0,10 m. Os coletores foram sustentados por mourões tratados com 0,30 m de altura do solo. O material vegetal depositado nos cole

tores foi retirado quinzenalmente, pelo período de outubro de 1991 a outubro de 1992. O material foi acondicionado em sacos plásticos, etiquetados e conduzidos ao laboratório.

No laboratório, o material coletado, depois de seco à sombra, foi triado nas seguintes frações: flores e propágulos, material lenhoso e folhas. Após a triagem, o material foi acondicionado em sacos de papel, etiquetados e levados à estufa com circulação de ar a 65°C, por 50 horas, para secagem.

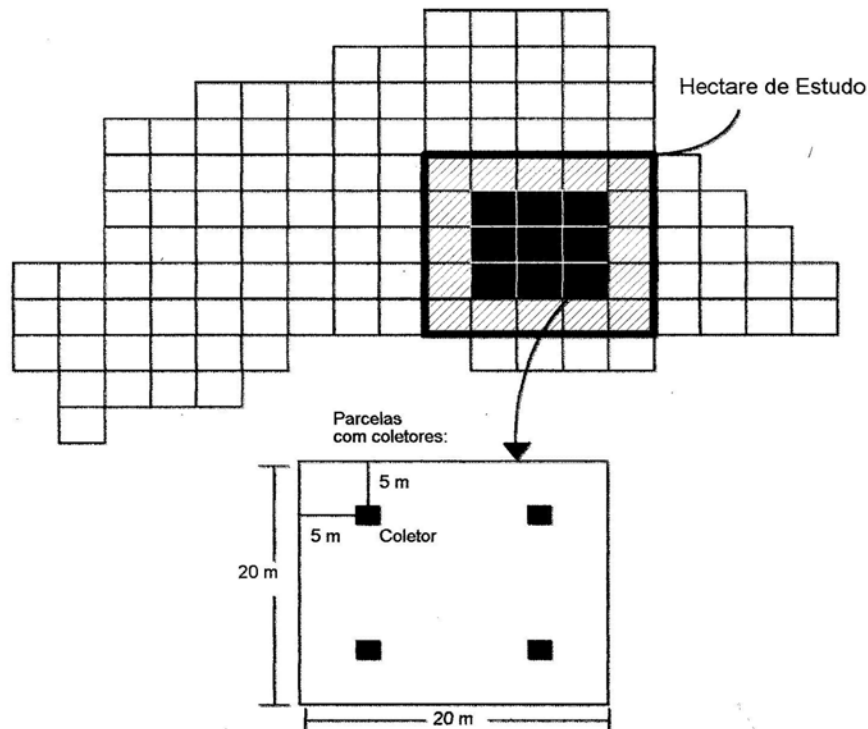


Figura 2. Localização da área de estudo na malha de parcelas permanentes na Reserva Florestal da Universidade Federal de Lavras e das nove parcelas do hectare de estudo nas quais foram alocados coletores de 0,5 x 0,5 m. A parcela ampliada mostra a situação dos coletores.

Figure 2. Localization of study area in permanent parcels mesh in the Lavras Federal University Forest Reserve and the nine parcels of the study hectare where were allocated 0,5 x 0,5 m collectors. The amplified parcel shows the collectors situation.

2.3 Análise química da serapilheira

Cada fração da serapilheira coletada foi triturada em moinho Wiley e amostrada aleatoriamente. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análise Foliar da UFLA, onde se processou a análise de rotina. Os teores de P, Ca e Mg, após a digestão nítrico-perclórica, foram determinados no extrato da seguinte forma: P por colorimetria; K por fotometria de chama; Ca, Mg e todos os micronutrientes por espectrofotometria de absorção atômica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados de produção de serapilheira da presente área de estudo encontram-se discutidos em Dias & Oliveira-Filho (1997). Os autores ob-

servaram que a queda de serapilheira mostrou-se sazonal, sendo maior no final da estação seca até o início da estação chuvosa do ano e menor no final da estação chuvosa até o início da seca. A queda de folhas apresentou-se mais sazonal, enquanto a queda de material lenhoso apresentou-se com grande aleatoriedade, sem uma estação definida (Figura 3). Provavelmente, esta queda de folhas sazonal ocorreu em função da regulação hormonal endógena, devido a um sinal externo, o estresse hídrico, desencadeando uma cascata de eventos fisiológicos na planta, finalizando com a abscisão das folhas. Sabe-se ainda que o déficit hídrico provoca um aumento dos níveis endógenos dos promotores da senescência, etileno (Ben-Yehoshua & Aloni, 1974; Wright, 1977; Apelbaum & Yang, 1981) e ácido abscísico (Wright, 1977).

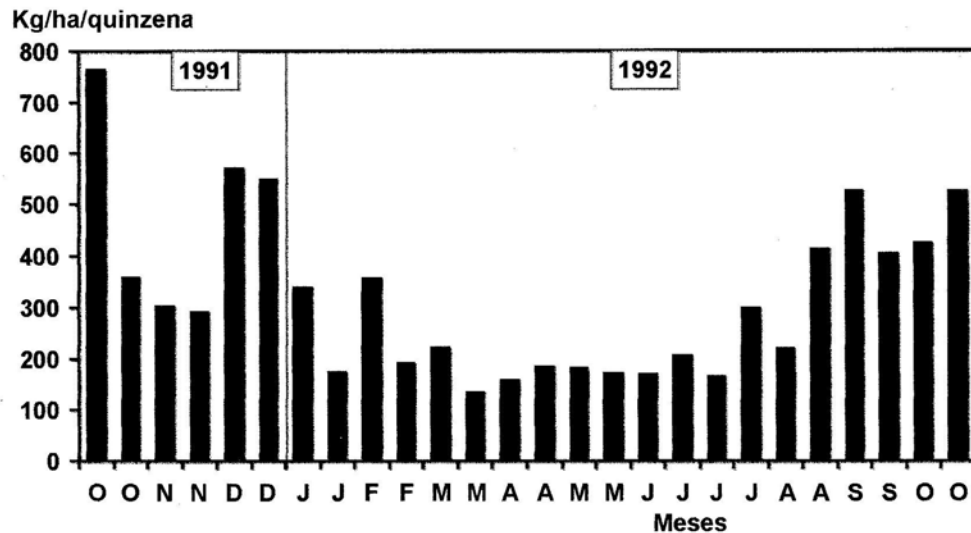


Figura 3. Produção quinzenal de serapilheira total, no período de outubro de 1991 a outubro de 1992, em uma área de floresta semidecidual montana, em Lavras, MG. Adaptado de Dias & Oliveira-Filho (1997).

Figure 3. Fortnightly production of the total litterfall in 1991/ October to 1992/ October period in the montane semideciduous forest in Lavras, MG. Dias & Oliveira-Filho (1997) adapted

Os resultados da quantidade de macronutrientes presentes na serapilheira total e das frações estão representados na Figura 4. Pode-se observar que nitrogênio (N) é o nutriente de maior quantidade, tanto na produção de serapilheira total quanto nas frações separadamente. Este resultado provavelmente se deu em função do efeito que o estresse hídrico provoca nos teores de aminoácidos solúveis, ou melhor, durante o déficit hídrico, ocorre um aumento no fluxo de aminoácidos das raízes para as folhas (Cascardo et al., 1993). O aumento no teor de aminoácidos livres em plantas em condições de estresse hídrico também foi detectado por vários autores em folhas de aveia, pinus, milho, cana-de-açúcar e feijão (Argandona & Pahlich, 1991; Vance & Zaer, 1990; Caballero et al., 1988). Handa et al. (1983) sugeriram que o papel desempenhado pelo aminoácido, nas plantas em

estresse hídrico seria o de atuar como uma fonte de N e C, prontamente utilizável após a reversão do estresse, como também teria uma função no ajuste osmótico. Ao contrário do N, o P apresenta-se em baixas quantidades. Em termos de quantidades totais e na fração folhas, o K, Ca e o Mg seguem esta ordem decrescente de valores, apesar de serem próximos.

Na serapilheira de florestas tropicais do Brasil, Dantas & Phillipson (1989), apresentam as seguintes faixas de N, P, K, Ca e Mg, consecutivamente: 74-156; 1-3,4; 13-26; 18-76 e 1-29 kg/ha/ano, enquanto neste trabalho foram encontrados: 118,4; 4,3; 34,5; 31,7 e 23,9 kg/ha/ano. Observa-se, portanto, que os valores de P e K neste trabalho foram um pouco superiores e os demais macronutrientes se encontram dentro das faixas esperadas.

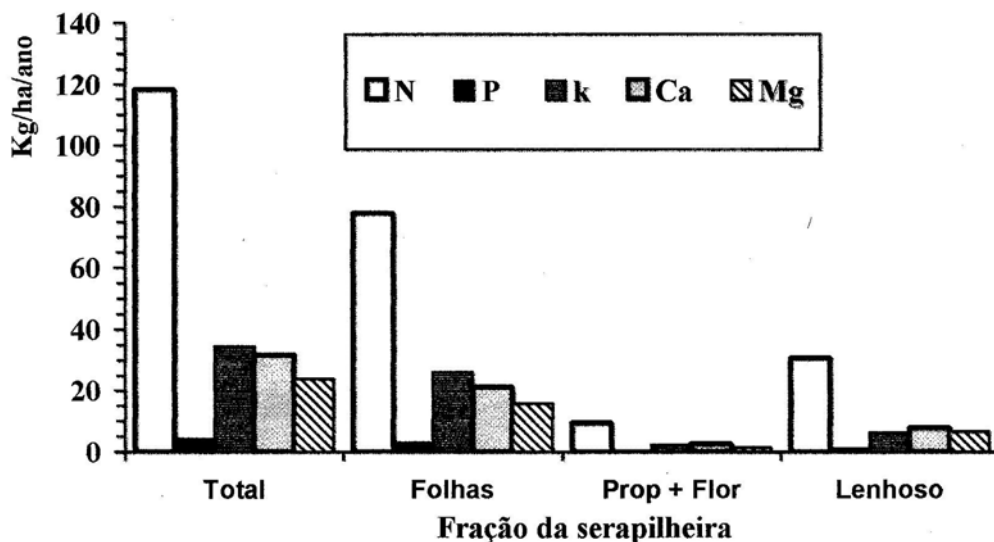


Figura 4. Quantidade de macronutrientes no total e por fração da serapilheira numa Floresta Estacional Semidecidual Montana em Lavras, MG.

Figure 4. Macronutrient quantity in litterfall- total and fraction- in the Montane Semideciduous Forest in Lavras, MG.

Os valores de micronutrientes estão representados na Figura 5. Os valores que chamam a atenção a primeira vista são os totais de ferro (Fe) e manganês (Mn) que se apresentam acentuadamente mais elevados que os demais micronutrientes. O Fe chegando a 18,3 kg/ha/ano enquanto cobre (Cu) se encontra com 0,15 kg/ha/ano, menor quantidade da serapilheira. O boro (B) é o terceiro micronutriente em termos de quantidade (0,33 kg/ha/ano) seguido de Zn (0,22 kg/ha/ano) e Cu. Esta ordem decrescente de quantidade (Fe > Mn > B > Zn > Cu) ocorre também nas frações folhas,

propágulos mais flores e material lenhoso e está em concordância com a seqüência de retorno destes micronutrientes verificada em outra floresta semidecídua, em Rio Claro, SP (Pagano, 1989). Para florestas ciliares do oeste paulista, Pagano & Durigan (2000) encontraram ligeira diferença nesta seqüência, a qual diferiu apenas nas posições de Fe e Mn.

Verifica-se, pela Figura 5, que mais de 50% da quantidade de Fe encontrada na serapilheira total provém da fração da serapilheira composta de folhas.

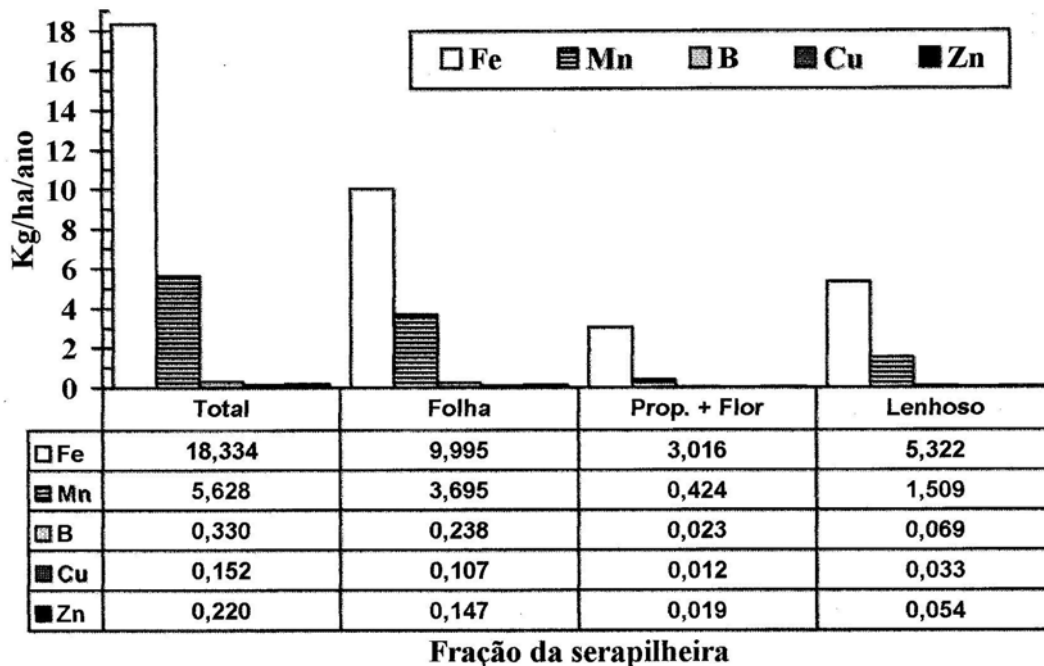


Figura 5. Quantidade de micronutrientes, em kg/ha/ano, no total e por fração da serapilheira de uma Floresta Estacional Semidecidual, em Lavras, Minas Gerais.

Figure 5. Micronutrients quantity, in Kg/ha/year, in litterfall- total and fraction -of the Semideciduous Stational Forest, in Lavras, MG.

A Figura 6 mostra a variação temporal, em quantidade e teor dos macronutrientes durante os meses de análise da serapilheira. Verifica-se que na fração folha, com exceção dos meses de outubro e novembro de 1991, N foi sempre o nutriente mais encontrado (Figura 6A) e acompanhou a sazonalidade da queda de serapilheira. Nos meses outubro e novembro de 1991, primeiros meses do estudo, os picos de retorno de K, por serem picos bastante mais altos que no restante dos meses, podem estar relacionados com a reposição de água no solo nestes dois meses, que foi maior, inclusive, que outubro e novembro do ano seguinte, 1992. Esta reposição hídrica mais elevada pode ter favorecido uma maior absorção de K, colocando-o plenamente disponível para todas as partes da planta. Isto pode, inclusive, ter diminuído o ciclo bioquímico deste nutriente, o que, talvez explique as altas quantidades encontradas nas folhas.

Embora com valores inferiores que o K, o Mg apresentou o mesmo padrão de comportamento, ou seja, quantidades maiores nos meses de outubro e novembro; depois, valores bem baixos de dezembro a julho e, finalmente, elevando-se de agosto a outubro novamente. O P se apresentou sempre em quantidades bem baixas com uma leve tendência de aumento nos meses de maior queda de folha. O Ca nas folhas, provavelmente pela sua imobilidade, acompanhou a sazonalidade de queda de folhas. Nos meses de maior queda de folha (período de chuvas), foi detectada uma maior quantidade de Ca, enquanto uma menor queda de folhas (período seco) favoreceu um menor retorno deste nutriente.

Na Figura 6B verificam-se os teores de macronutrientes na folha durante os 13 meses de observação. Os altos teores de K e Mg em outubro e novembro de 1991 estão

de acordo com as altas quantidades discutidas anteriormente. A variação temporal do teor de N é baixa e, mais uma vez, apresenta os maiores valores com exceção dos dois primeiros meses, outubro e novembro de 1991. O teor de Ca tende a apresentar uma maior variação com picos positivos durante os meses mais secos, provavelmente por haver uma menor taxa metabólica neste período, o que reduziria ainda mais a mobilidade deste elemento que já é considerado imóvel. Isto faz com que o Ca, mesmo em excesso, armazenado em forma de cristais na folha, permaneça nela mesmo na sua senescência. O teor de P na folha é bastante baixo e apresenta pouca variação temporal, provavelmente pela baixa disponibilidade de P no solo.

Na Figura 6C, as quantidades dos macronutrientes na fração propágulos e flores são inferiores às da fração folhas. O que se observa é que a variação temporal da quantidade de N e Ca parece não seguir um padrão muito claro, mesmo comportamento temporal da queda de propágulos mais flores que parece não haver um período marcante. O padrão de P, K e Mg nos propágulos e flores parece ser o mesmo da fração folhas, embora em menores quantidades. Os teores (Figura 6D), no entanto, se assemelham bastante com os teores encontrados nas folhas, tanto em termos de valores quanto na flutuação no período de estudos. O teor de K e Mg foi um pouco superior nos meses de outubro e novembro de 1991 e pouco inferior nos meses de julho a outubro de 1992.

A diminuição da fração material lenhoso no mês de novembro de 1991 pode ter ocasionado um pico negativo da quantidade de nutrientes neste mês, principalmente para N, Ca e P. A quantidade de nutrientes retornada ao solo nesta fração da serapilheira é inferior às folhas mas superior aos propágulos e flores.

Ao contrário de N, Ca e P, o K parece não ter diminuído em quantidade no mês de novembro, possivelmente pelo seu disparado aumento no teor neste mês (Figura 6F). Este aumento no teor provavelmente pode ter ocorrido pela menor precipitação neste ano (Figura 1), o que pode ter diminuído a sua lixiviação, permitindo uma alta absorção e saturação de K pela planta, acarretando em uma menor retranslocação do mesmo. O teor dos macronutrientes na fração material lenhoso da serapilheira foi bastante semelhante às frações anteriores, tanto em relação aos valores quanto no padrão de variação dos valores ao longo dos 13 meses de estudo.

Na Figura 7 estão representadas as variações das quantidades dos micronutrientes presentes na serapilheira durante os 13 meses de outubro de 1991 a outubro de 1992. Destacam-se, nesta Figura, as altas quantidades de Fe e Mn encontradas na serapilheira, bem maiores que as quantidades de B, Cu e Zn.

Na Figura 7A, observa-se uma pequena variação de B, Cu e Zn, com tendência a um decréscimo, durante os meses de outubro de 1991 a junho de 1992, a partir do qual as quantidades desses elementos aumentaram sensivelmente nos meses seguintes. Este comportamento coincide com a variação de queda de folhas nesse período. Destacam-se, neste intermédio, os altos teores de B e Cu nos meses de

julho e agosto, e o grande pico de Fe nos meses de março e junho, em todas as frações da serapilheira, contrastando com as quantidades dos meses anteriores. Outro fato notório observado na Figura 7 (B, D e F) é o contraste apresentado entre a quantidade de Fe e Mn nos meses de abril, maio e junho (período seco), ou seja, há uma tendência de que enquanto a quantidade de Fe aumenta a de Mn diminui.

Os teores dos micronutrientes das diversas frações da serapilheira estão expressos na Figura 8. Os altos teores de Fe e Mn também sobressaem se em relação aos demais micronutrientes. Os teores de B, Cu e Zn foram bastante semelhantes nas três frações da serapilheira, inclusive com picos de B e Cu ocorrendo na estação seca do ano, julho e agosto (Figura 8 A, C e D).

Os elementos Fe e Mn apresentaram diferentes variações entre si quando comparadas as três frações, porém, chamam a atenção os elevados picos positivos nos teores de Fe nos meses de maio e junho, enquanto que os teores de Mn diminuem acentuadamente nestes mesmos meses, conforme foi encontrado também nas quantidades destes elementos. A relação Fe-Mn pode sugerir que os excessos de Fe estejam inibindo a absorção de Mn pela planta, mostrando assim o efeito contrário da concentração em função desse excesso de Fe.

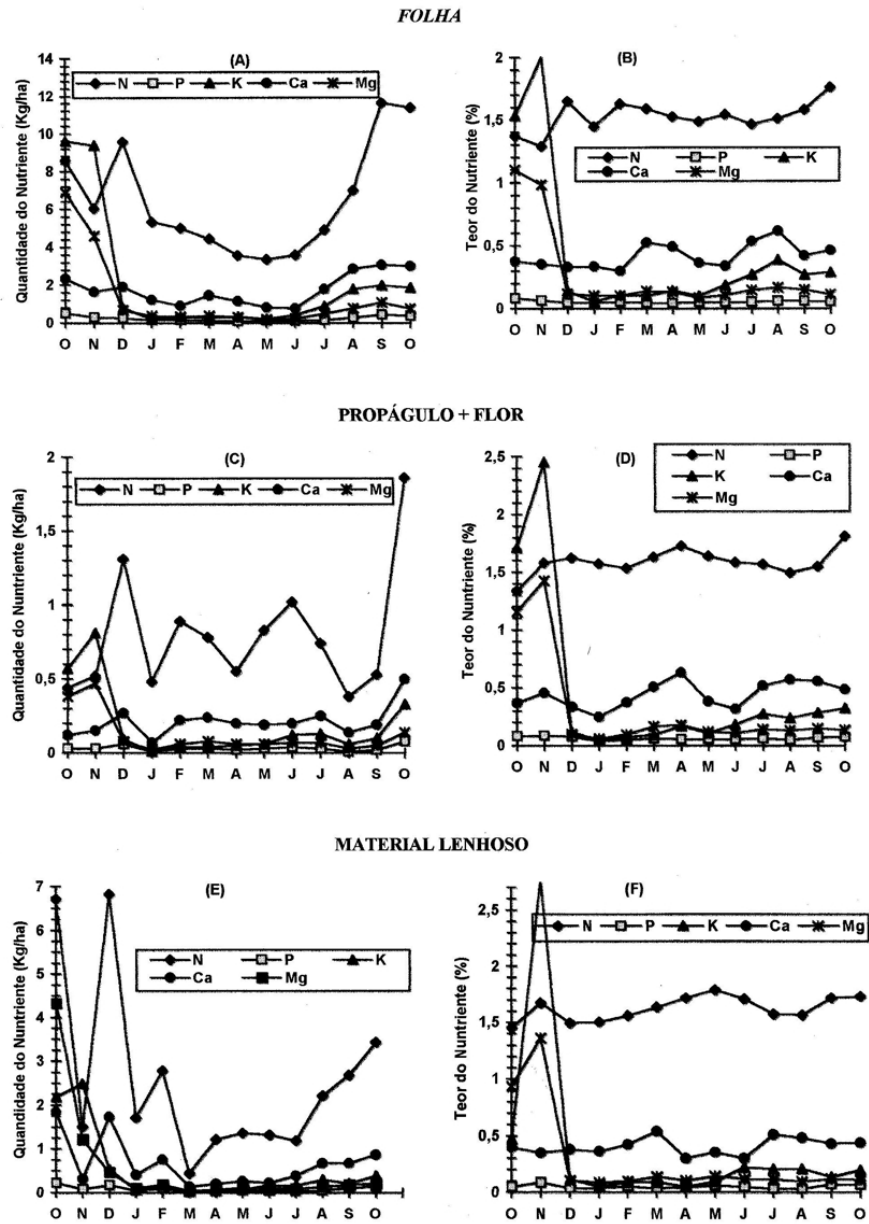


Figura 6. Variação temporal (outubro de 1991 a outubro de 1992) da quantidade e do teor de macronutrientes da serapilheira em uma Floresta Estacional Semidecidual.

Figure 6. Temporal variation (from October 1991 to October 1992) of the litterfall macronutrients quantity and level in the Semideciduous Stational Forest.

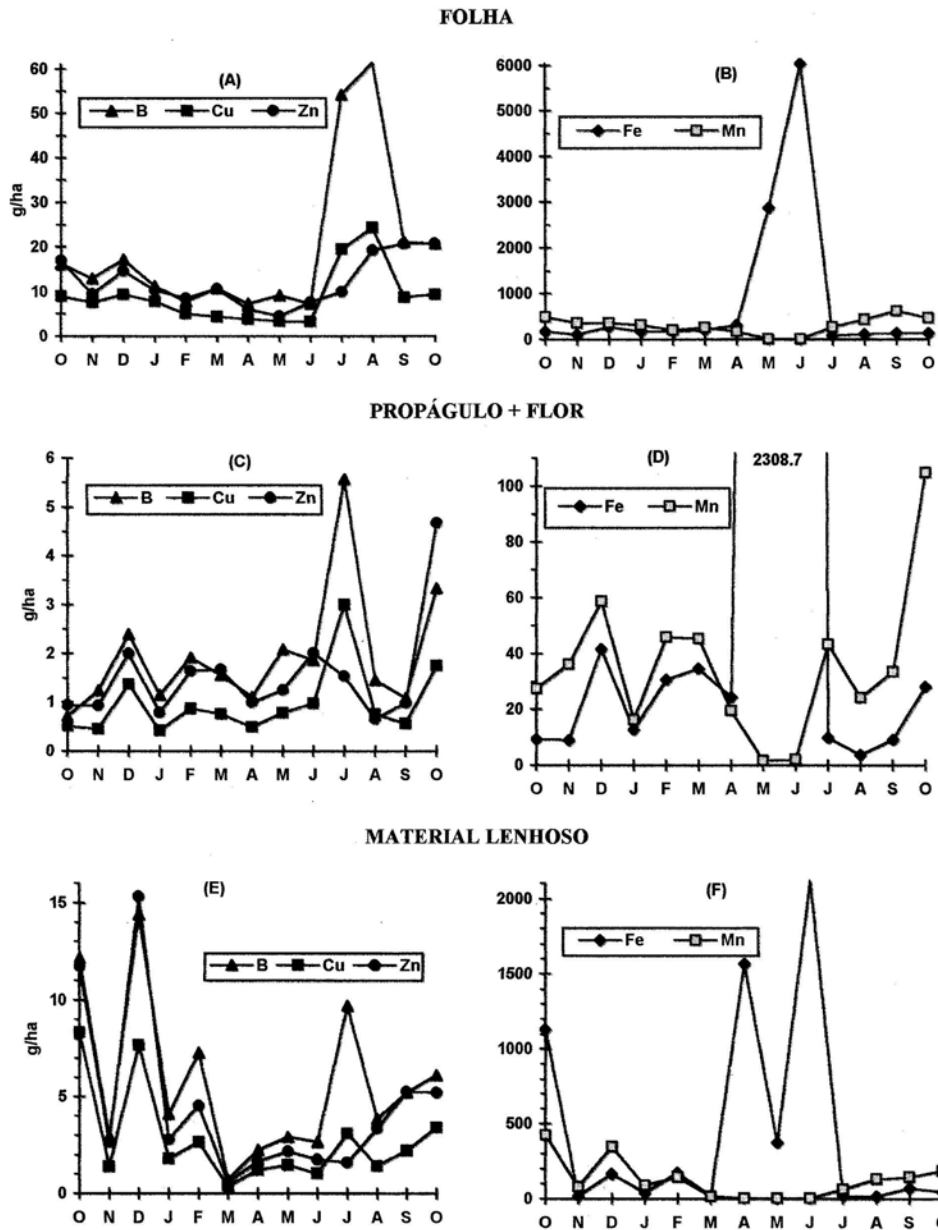


Figura 7. Variação temporal (outubro de 1991 a outubro de 1992) da quantidade de micronutrientes da serapilheira de uma floresta estacional semidecidual montana.

Figure 7. Temporal variation (from October 1991 to October 1992) of the litterfall micronutrients quantity and level in the montane semideciduous seasonal Forest.

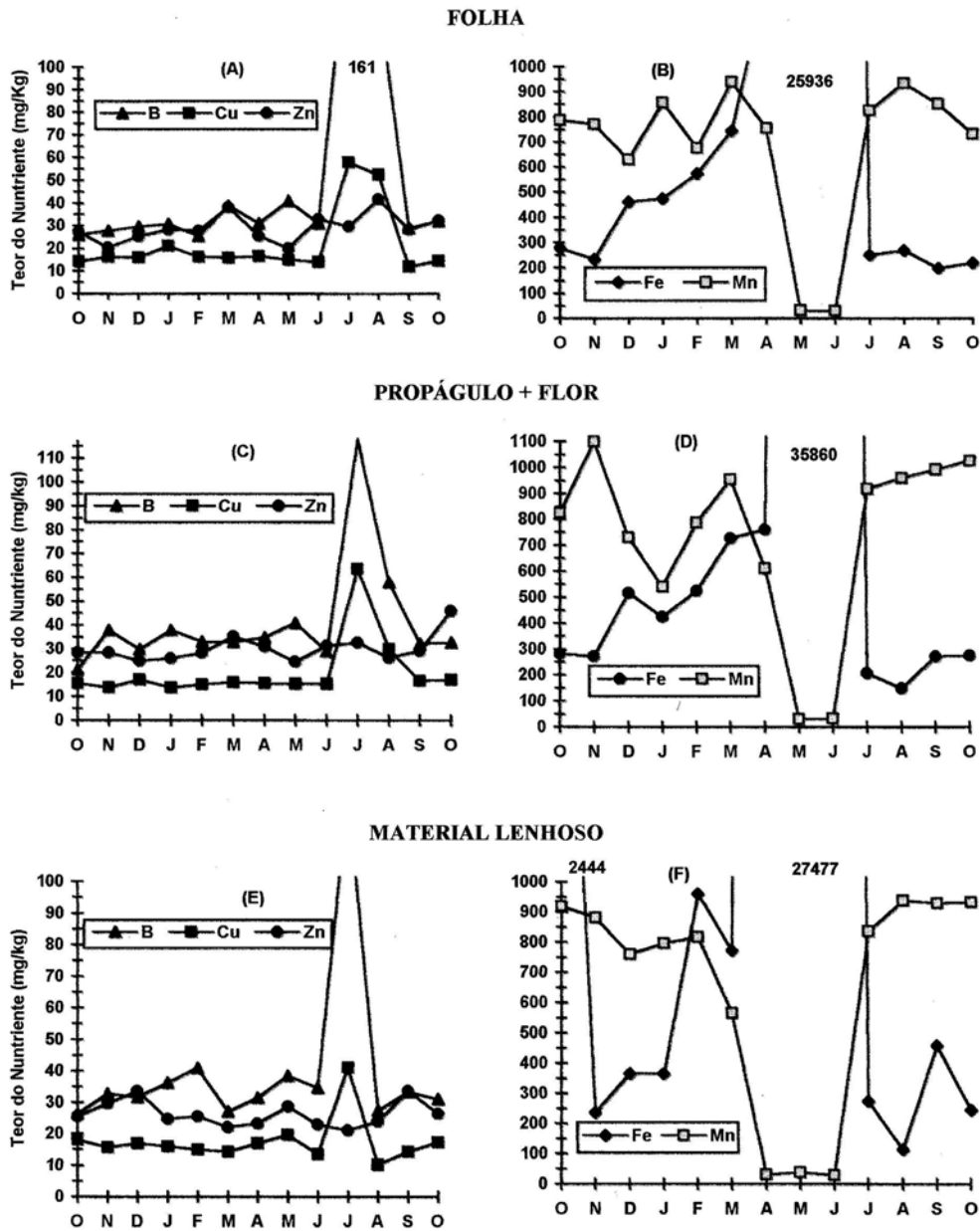


Figura 8. Variação temporal do teor de micronutrientes (mg/kg matéria seca) em três frações da serapilheira de uma floresta estacional semidecidual montana.

Figure 8. Temporal variation of the micronutrients level (mg/kg dry weight) in three litterfall fractions of the Montana Stational Semideciduous Forest.

4 CONCLUSÕES

Por meio dos resultados observados, pôde-se concluir que:

Em termos de quantidade (kg/ha), os macronutrientes presentes na serapilheira e que provavelmente estariam sendo repostos ao solo são: N>K>Ca>Mg>P, para a serapilheira total e a serapilheira de folhas; N>Ca>K>Mg>P para a serapilheira de propágulos mais flores e também para a serapilheira de materiais lenhosos;

Os micronutrientes se apresentaram na seguinte ordem decrescente de quantidade: Fe>Mn>B>Zn>Cu, para a serapilheira total e todas as frações estudadas;

N, K e Mg foram os macronutrientes que mais demonstraram o efeito da sazonalidade com maiores quantidades, ocorrendo nos meses de maior precipitação pluviométrica em todas as frações estudadas. P variou muito pouco com a sazonalidade e Ca variou em níveis intermediários;

Os teores de N e P foram os nutrientes que variaram menos sazonalmente. O comportamento da curva de teores foi bastante semelhante entre frações para todos os macronutrientes;

Os teores de B, Cu e Zn tendem a variar semelhantemente dentro de cada categoria. Picos mais elevados de B foram observados no final da estação seca. Fe e Mn apresentaram maiores teores e variaram mais ao longo dos meses;

Na estação seca houve uma coincidente inversão de valores nos teores de Fe e Mn, em todas as frações estudadas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APELBAUM, A.; YANG, S. F. Biosynthesis of stress ethylene induced by water deficit. **Plant Physiology**, Rockville, v. 68, n. 3, p. 594-596, Sept. 1981.
- ARGANDONA, V.; PAHLICH, E. Water stress on proline content and enzyme activities in barley seedlings. **Phytochemistry**, St. Paul, v. 30, n. 4, p. 1093-1094, Apr. 1991.
- BEN-YEHOSHUA, S.; ALONI, B. Effect of water stress on ethylene production by detached leaves of Valencia orange (*Citrus sinensis* Osbeck). **Plant Physiology**, Rockville, v. 53, n. 6, p. 863-865, June 1974.
- BURGHOUTS, T. B. A.; VAN STRAALLEN, N. M.; BRUIJNZEEL, L. A. Spatial heterogeneity of element and litter turnover in a Bornean rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 14, n. 2, p. 177-506, Mar. 1998.
- CABALLERO, J. L.; VERDUZCO, C. V.; GALSIN, J. M.; JIMÉNEZ, E. S. Proline accumulation as a symptom of drought stress in maize: A tissue differentiation requirement. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 39, n. 204, p. 889-897, June 1988.
- CASCARDO, J. C. M.; OLIVEIRA, L. E. M.; SOARES, A. M. Disponibilidade de água e doses de gesso agrícola nas relações hídricas da seringueira. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, v. 5, n. 1, p. 31-34, jun. 1993.
- DANTAS, M.; PHILLIPSON, J. Litterfall e litter nutrient content in primary e secondary Amazonian 'terra firme' rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 5, n. 1, p. 27/36, Feb. 1989.
- DAWKINS, H. C. **The management of natural tropical highforest with especial reference to Uganda**. Oxford: Imperial Forestry Institute 1958. 155 p. (Paper, n. 34)
- DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. Fenologia de quatro espécies arbóreas de uma floresta estacional semidecídua montana em Lavras-MG. **Cerne**, Lavras, v. 2, n. 1, p. 66-88, 1996.

- DIAS, H. C. T.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. Variação temporal e espacial da produção de serapilheira em uma área de floresta estacional semidecídua montana em Lavras-MG. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 21, n. 1, p. 11-26, jan./mar. 1997.
- DINIZ, S.; PAGANO, S. N.; BINI, L. M. Dinâmica de folhedo em florestas mesófila semidecídua, no município de Araras, SP. 2 – Fluxo de macronutrientes. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 37-46, jul. 1997.
- GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. I.; DUEVER, M. J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. Tradução de Eurípedes Malavolta. São Paulo; EPV: Ed. da Universidade de São Paulo, 1978.
- GREEN, T. P. Red crabs in rain forest on Christmas Island, Indian Ocean: activity patterns, density and biomass. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 13, n. 1, p. 17-38, Jan. 1997.
- HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144 p.
- HANDA, S.; BRESSAN, R. A.; HANDA, A. K.; CARPITA, N. C.; HASEGAWA, M. Solutes contributing to osmotic adjustment to plant cells adapted to water stress. **Plant Physiology**, Rockville, v. 73, n. 4, p. 834-843, Dec. 1983.
- HERBOHN, J. L.; CONGDON, R. A. Ecosystem dynamics at disturbed and undisturbed sites in North Queensland wet tropical rain forest. III. Nutrient returns to the forest floor through litterfall. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 14, n. 2, p. 217-229, Mar. 1998.
- ODUM, E. P. **Ecología: el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales**. México: Compañía Editorial Continental, 1980. 295 p.
- OLIVEIRA FILHO, A. T. de; SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. de. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 167-182, dez. 1994.
- PAGANO, S. N. Nutrientes minerais do folhedo produzido em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, Rio de Janeiro, v. 49, n. 3, p. 641-647, set. 1989.
- 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. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: EDUSP, 2000. p. 109-123.
- PRITCHETT, W. L. Tropical forest litterfall. 1. Problems of data comparison. In: SUTTON, S. L.; WHITMORE, T. C.; CHADWICK, A. C. **Tropical rain forest: ecology and management**. Oxford: Blacwell Scientific Publication, 1979. p. 267-273.
- VANCE, N. C.; ZAERR, J. B. Analysis by high-performance liquid chromatography of free amino acids extracted from needles of drought-stressed and shaded *Pinus ponderosa* seedlings. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 79, n. 1, p. 23-30, May 1990.
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.
- VILLELA, D. M.; PROCTOR, J. Litterfall mass, chemistry, and Nutrient retranslocation in a Monodominant Forest on Manacá Island, Ro-

raima, Brasil. **Biotropica**, Lawrence, v. 31, n. 2, p. 198-211, June 1999.

WRIGHT, S. T. C. The relationship between leaf water potential (Ψ_{leaf}) and the levels of abscisic acid and ethylene in excised leaves. **Planta**, Berlin, v. 134, n. 2, p. 183-189, 1977.

YARED, J. A. G.; SOUZA, A. L. de. **Análise dos impactos ambientais no mane-**

jo de florestas tropicais. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 1993. 40 p.

YOUNG, A. **Tropical soils and soil survey**. Cambridge, Cambridge University Press.; 1976. 468 p.