

DINÂMICA DE FOLHEDO EM FLORESTA MESÓFILA SEMIDECÍDUA, NO MUNICÍPIO DE ARARAS, SP. II - FLUXO DE MACRONUTRIENTES¹

Sérgio DINIZ²

Sérgio Nereu PAGANO³

Luís Maurício BINI⁴

RESUMO

Estimaram-se, durante 2 anos, mensal e anualmente as quantidades de macronutrientes transferidos da vegetação ao solo, via folhedo fino, em área de floresta mesófila semidecídua, localizada no município de Araras, SP, cerca de 42°23'WG e 22°18'S. Os valores encontrados para os macronutrientes na fração foliar foram significativamente maiores que os da somatória das demais frações do folhedo (ramos, flores e frutos). Para a fração foliar do folhedo, as quantidades de macronutrientes obedeceram a seqüência: N > Ca > K > Mg > S > P, enquanto que para as demais frações obteve-se: Ca > N > K > S > Mg > P. Os valores encontrados para os macronutrientes na fração foliar, foram significativamente maiores que o total encontrado nas demais frações do folhedo (ramos, flores e frutos). As quantidades de macronutrientes (kg/ha) transferidas anualmente através da produção de folhedo fino total foram: N = 230,0; Ca = 230,0; K = 79,0; Mg = 30,0; S = 27,0; P = 8,0.

Palavras-chave: folhedo; macronutrientes.

1 INTRODUÇÃO

Muitos ecossistemas tropicais ainda não apresentam um conhecimento desejado no que diz respeito aos nutrientes em seus diferentes compartimentos e o fluxo desses entre os compartimentos. A falta dessas informações tem sido a causa de frustradas tentativas de utilização adequada desses ecossistemas. Tem sido verificado (JORDAN, 1985) que a destruição de florestas tropicais não só causa o empobrecimento de nutrientes a nível do ecossistema, como também influi na redistribuição dos mesmos que, em primeira instância, tendem a acumular-se no solo. Dessa forma, a estimativa da produção de folhedo (serapilheira) nessas comunidades florestais é de fundamental importância, uma

ABSTRACT

During two consecutive years, monthly macronutrients quantities transferred from the vegetation to the soil via fine litter were estimated in an area of mesophytic semideciduous forest located at municipality of Araras (42°23'WG, 22°18'S) in the State of São Paulo, Brazil. The levels of macronutrients were much higher in the leaf litter than into twigs, flowers and fruits pointly analysed fractions litter. For the litter leaf's macronutrient quantities followed the order: N > Ca > K > Mg > S > P, while for the remaining fractions the order was Ca > N > K > S > Mg > P. The values for macronutrients in the leaves were significantly higher than the ones for the remaining fractions of litter (twigs, flowers and fruits). The macronutrient quantities (kg/ha) transferred year to year through the production of fine litter were: N = 230.0; Ca = 230.0; K = 79.0; Mg = 30.0; S = 27.0; P = 8.0.

Key words: litter; macronutrients.

vez que essa é a principal via de retorno de matéria orgânica e de muitos nutrientes para o solo, regulando assim a (maioria dos processos funcionais (GOSZ *et al.*, 1976).

Nesse aspecto, vários são os trabalhos desenvolvidos em florestas naturais do Estado de São Paulo: MEGURO *et al.* (1979); CARPANEZZI (1980); DELITTI (1984); PAGANO (1989a, b); VARJABEDIAN & PAGANO (1989); MORELLATO (1992); MORAES (1993), CESAR (1993a, b); SCHLITTLER *et al.* (1993a, b); LEITÃO FILHO *et al.* (1993), entre outros.

Visando oferecer novos subsídios para melhor compreensão da estrutura e dinâmica de ecossistemas de florestas mesófilas semidecíduas, realizou-se um estudo da produção de folhedo e

(1) Aceito para publicação em março de 1997.

(2) Depto. de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Caixa Postal 199, 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil.

(3) Depto. de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Caixa Postal 199, 13506-900, Rio Claro, SP, Brasil. (autor para correspondência)

(4) UEM - NUPELIA, Caixa Postal 331, 87020-900, Maringá, PR, Brasil.

respectivo fluxo de elementos minerais numa área florestal localizada no município de Araras, SP. No presente trabalho, o retorno de macronutrientes ao solo através desse processo é apresentado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As características gerais da vegetação, do solo e do clima encontram-se em DINIZ & PAGANO (1996).

A estimativa da produção mensal do folheto foi obtida durante dois anos (31/07/81 a 30/06/83), com auxílio de 20 coletores de madeira de 100 x 100 x 15 cm com fundo de tela de náilon de malha 2 mm, colocados ao acaso numa área amostral de 1,0 ha de floresta mesófila semidecídua (19 ha) situada cerca de 42°23'WG e 22°18'S, a 655 m de altitude, na Estação Experimental Central Sul da Planalsucar, no município de Araras, SP (DINIZ & PAGANO, 1996).

O material retido mensalmente nos coletores foi separado em 4 frações: folhas, ramos (até 10 cm de perímetro), flores e frutos. Em seguida, secados em estufa a 70°C até atingirem peso constante. A fração foliar foi a única processada isoladamente. As demais, após a pesagem mensal, foram reunidas e homogeneizadas. Desse material foi retirada uma alíquota para moagem em moinho tipo Willey. O material moído foi acondicionado em recipientes esterilizados para posterior análises químicas quantitativas, realizadas nos Laboratórios da Seção de Solo da Estação Experimental Centro Sul de Planalsucar, Araras, SP.

A determinação de S e P foi feita através de Espectrofotômetro, modelo Coleman, da Perkin-Elmer. O K foi determinado por Espectrofotômetro de Chama, Corning-400, enquanto que Ca e Mg por absorção atômica, no Espectrofotômetro Perkin-Elmer, modelo 373.

Os resultados das concentrações foram expressos em porcentagem de matéria seca. A quantidade de cada elemento depositada mensalmente (fração foliar e demais frações reunidas) foi obtida através do produto de cada concentração média pelo respectivo peso da fração considerada (peso médio mensal) e expressa em kg/ha.

Uma análise de variância multivariada

bifatorial (MANOVA) (JOHNSON & WICHERN, 1992) foi empregada para testar as seguintes hipóteses nulas:

- 1) as concentrações dos macronutrientes entre os meses de coleta não diferem;
- 2) as concentrações dos macronutrientes entre as frações do folheto foliar e demais frações não diferem,
- 3) não há interação entre as fontes de variação acima citadas.

Somente as fontes de variação meses e frações foram avaliadas tendo em vista a insuficiência de graus de liberdade. Além da Manova uma análise de variância univariada foi aplicada para cada um dos macronutrientes com o objetivo de verificar quais deles contribuíram para a diferenciação das fontes de variação analisadas. Devido à realização de múltiplos testes, o critério de Bonferroni foi utilizado para manter a probabilidade de Erro Tipo I em 0,05.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As TABELAS 1 e 2 apresentam, respectivamente, os valores médios de macronutrientes (% de matéria seca), encontrados na fração foliar e nas demais frações reunidas do folheto, durante 2 anos.

Os resultados da MANOVA indicam que as concentrações dos macronutrientes entre meses de coleta não foram diferentes ($F = 1,05$; $P = 0,405$). Portanto, o retorno de cada macronutriente ao solo, através do folheto fino, se dá em concentrações aproximadas nos diferentes meses do ano. No entanto, houve diferenças significativas das concentrações dos macronutrientes entre as frações ($F = 62,12$; $P < 0,0001$). Os valores de F univariados para a fonte de variação tipo de folheto indicam que na maioria dos meses de coleta as concentrações de N ($F = 230,6$; $P < 0,0001$), P ($F = 108,7$; $P < 0,0001$), K ($F = 25,6$; $P < 0,0001$), Ca ($F = 101,6$; $P < 0,0001$) e Mg ($F = 78,0$; $P < 0,0001$) foram maiores na fração foliar. Somente para S não foi observada diferença significativa entre as duas frações estudadas ($F = 0,14$; $P = 0,713$). Esses resultados podem ser também visualizados através da FIGURA 1. A interação entre os fatores tipo de folheto e mês não foi significativa ($F = 1,05$; $P = 0,404$).

DINIZ, S.; PAGANO, S. N. & BINI, L. M. Dinâmica de folheto em floresta mesófila semidecídua no município de Araras, SP. II - Fluxo de macronutrientes.

TABELA 1 - Concentrações mensais médias de macronutrientes (% de matéria seca) na fração foliar de folheto produzido em floresta mesófila semidecídua, no município de Araras, SP, e respectivos desvios-padrão.

	N	P	K	Ca	Mg	S
Jul.	1,82 ± 0,71	0,07 ± 0,01	1,81 ± 0,62	2,13 ± 0,25	0,28 ± 0,02	0,28 ± 0,10
Ago.	1,99 ± 0,21	0,07 ± 0,0	0,97 ± 0,16	1,84 ± 0,13	0,26 ± 0,0	0,18 ± 0,02
Set.	2,18 ± 0,54	0,08 ± 0,01	0,94 ± 0,34	2,13 ± 0,17	0,27 ± 0,06	0,21 ± 0,0
Out.	2,75 ± 0,16	0,10 ± 0,01	1,06 ± 0,97	2,08 ± 0,07	0,29 ± 0,09	0,27 ± 0,03
Nov.	2,84 ± 0,06	0,10 ± 0,0	1,07 ± 1,08	2,13 ± 0,33	0,28 ± 0,05	0,20 ± 0,06
Dez.	2,84 ± 0,27	0,11 ± 0,02	0,35 ± 0,08	2,31 ± 0,06	0,36 ± 0,02	0,24 ± 0,0
Jan.	2,72 ± 0,23	0,09 ± 0,03	0,72 ± 0,66	2,15 ± 0,15	0,27 ± 0,06	0,30 ± 0,01
Fev.	2,63 ± 0,07	0,09 ± 0,0	0,96 ± 0,82	2,33 ± 0,12	0,36 ± 0,01	0,27 ± 0,01
Mar.	2,74 ± 0,11	0,09 ± 0,0	0,40 ± 0,04	2,38 ± 0,21	0,29 ± 0,04	0,22 ± 0,03
Abr.	2,59 ± 0,13	0,10 ± 0,01	0,52 ± 0,16	2,10 ± 0,21	0,32 ± 0,06	0,22 ± 0,06
Mai	2,39 ± 0,53	0,09 ± 0,0	0,43 ± 0,0	2,32 ± 0,28	0,33 ± 0,06	0,20 ± 0,01
Jun.	2,36 ± 0,71	0,07 ± 0,04	0,82 ± 0,45	2,35 ± 0,47	0,27 ± 0,0	0,24 ± 0,04

TABELA 2 - Concentrações mensais médias (% de matéria seca) nas demais frações reunidas (ramos, flores e frutos) do folheto produzido em floresta mesófila semidecídua, no município de Araras, SP, e respectivos desvios-padrão.

	N	P	K	Ca	Mg	S
Jul.	1,18 ± 0,08	0,05 ± 0,0	0,37 ± 0,08	1,41 ± 0,37	0,21 ± 0,01	0,21 ± 0,01
Ago.	1,03 ± 0,13	0,05 ± 0,01	0,42 ± 0,11	1,57 ± 0,06	0,23 ± 0,02	0,26 ± 0,06
Set.	1,29 ± 0,10	0,05 ± 0,01	0,35 ± 0,04	1,59 ± 0,08	0,18 ± 0,02	0,26 ± 0,03
Out.	1,37 ± 0,13	0,04 ± 0,01	0,17 ± 0,04	1,58 ± 0,26	0,16 ± 0,02	0,20 ± 0,04
Nov.	1,12 ± 0,06	0,05 ± 0,0	0,26 ± 0,01	1,91 ± 0,19	0,20 ± 0,02	0,24 ± 0,04
Dez.	1,38 ± 0,11	0,06 ± 0,01	0,19 ± 0,01	2,12 ± 0,01	0,25 ± 0,01	0,25 ± 0,07
Jan.	1,18 ± 0,08	0,04 ± 0,01	0,21 ± 0,07	1,64 ± 0,23	0,19 ± 0,07	0,19 ± 0,01
Fev.	1,19 ± 0,06	0,04 ± 0,0	0,22 ± 0,01	1,77 ± 0,22	0,20 ± 0,01	0,21 ± 0,0
Mar.	1,26 ± 0,03	0,05 ± 0,01	0,25 ± 0,01	1,82 ± 0,11	0,20 ± 0,0	0,28 ± 0,05
Abr.	1,37 ± 0,13	0,05 ± 0,01	0,24 ± 0,06	1,73 ± 0,05	0,22 ± 0,0	0,24 ± 0,06
Mai	1,28 ± 0,34	0,05 ± 0,0	0,26 ± 0,06	1,63 ± 0,07	0,18 ± 0,02	0,25 ± 0,07
Jun.	1,25 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,26 ± 0,03	1,67 ± 0,06	0,20 ± 0,6	0,32 ± 0,01

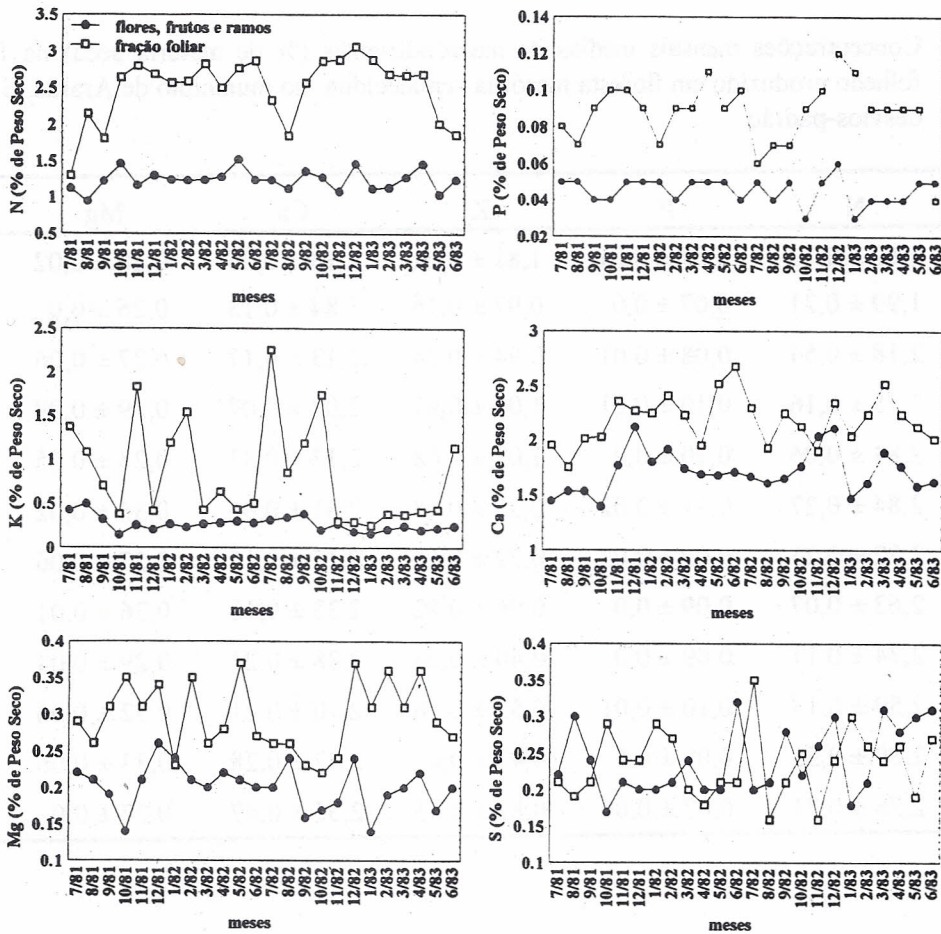


FIGURA 1 - Variação mensal das concentrações de macronutrientes na fração foliar (□) e nas demais frações reunidas do folhodo (●)

Essas diferenças são decorrentes, provavelmente das baixas concentrações de nutrientes normalmente encontradas nos ramos, uma vez que as frações flores e frutos contribuíram quantitativamente muito pouco, para a formação do folhodo total.

Para a fração foliar as concentrações dos nutrientes obedeceram a seqüência: $N > Ca > K > Mg > S > P$, que as demais frações reunidas: $Ca > N > K > S > Mg > P$, mostrando assim que os diferentes órgãos das plantas necessitam concentrações distintas de macronutrientes para suas atividades metabólicas.

As FIGURAS 2 e 3 mostram as quantidades mensais, em kg/ha, de nutrientes que voltam ao solo através do folhodo foliar e das demais frações. De uma maneira geral os contornos apresentados para os macronutrientes, no decorrer do ano, são bastante semelhantes ao

contorno apresentado pelos valores obtidos através da produção da fração foliar do folhodo. Isso indica que o maior ou menor depósito de macronutrientes na superfície do solo está na dependência direta da produção desta fração. Assim, as maiores quantidades ocorreram, de um modo geral, no inverno e no início da primavera (auge da época seca e início da chuvosa). Por outro lado, os menores valores, para N, Ca, Mg, S e P, foram obtidos na primavera, no mês de novembro, sendo que para K, no final da primavera e início do verão (dezembro).

Ao se comparar a trajetória dos valores mensais da produção da fração do folhodo constituída por ramos, flores e frutos, com as dos macronutrientes nela contidos, observa-se que embora semelhantes, mostram algumas alterações, provenientes da própria constituição da referida fração, que possuem produções mensais e concentrações de nutrientes distintas.

DINIZ, S.; PAGANO, S. N. & BINI, L. M. Dinâmica de folhedo em floresta mesófila semidecídua no município de Araras, SP. II - Fluxo de macronutrientes.

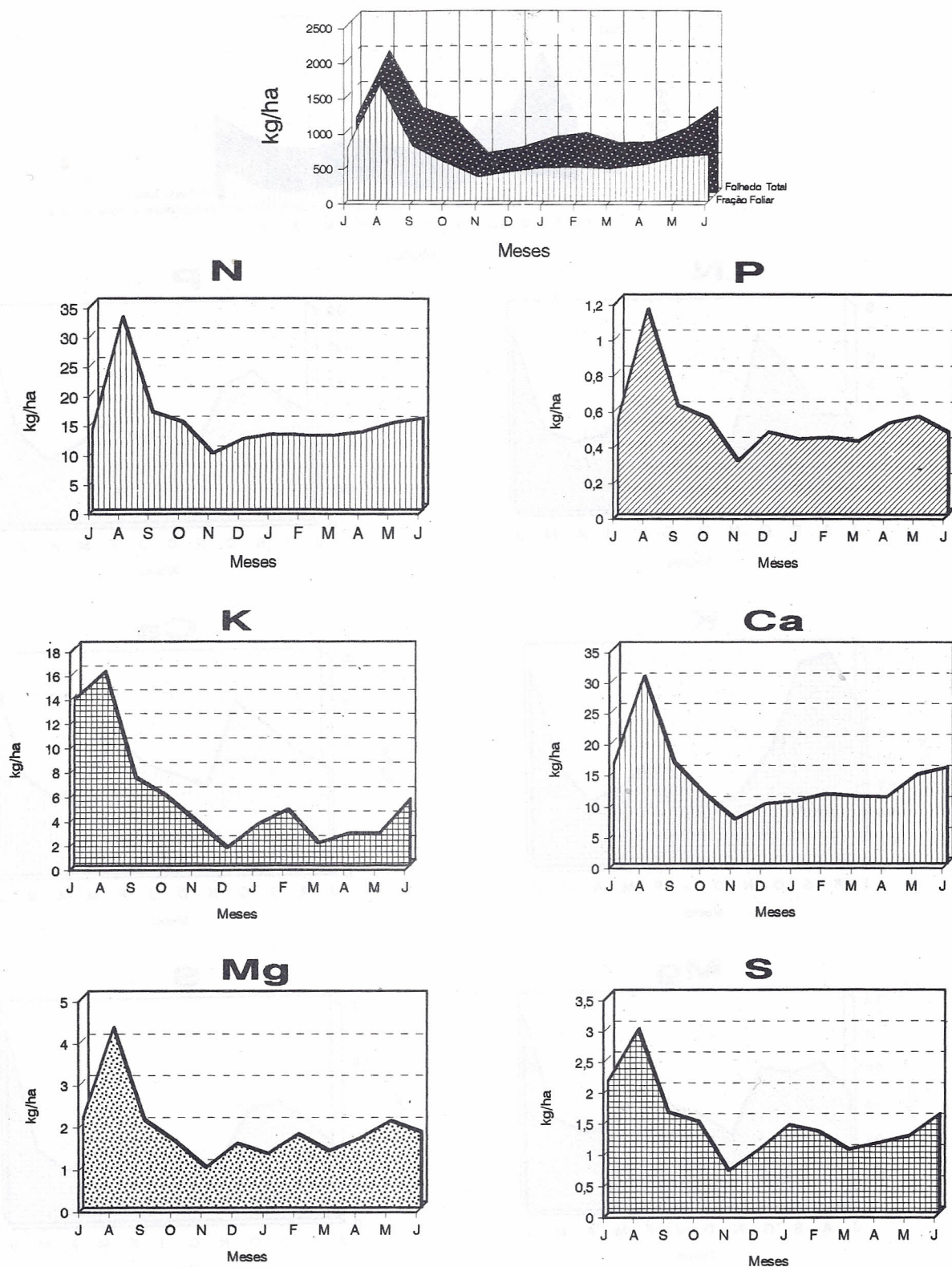


FIGURA 2 - Quantidades mensais de macronutrientes (kg/ha) transferidas ao solo, via fração foliar do folhedo produzido em floresta mesófila semidecídua, no município de Araras, SP.

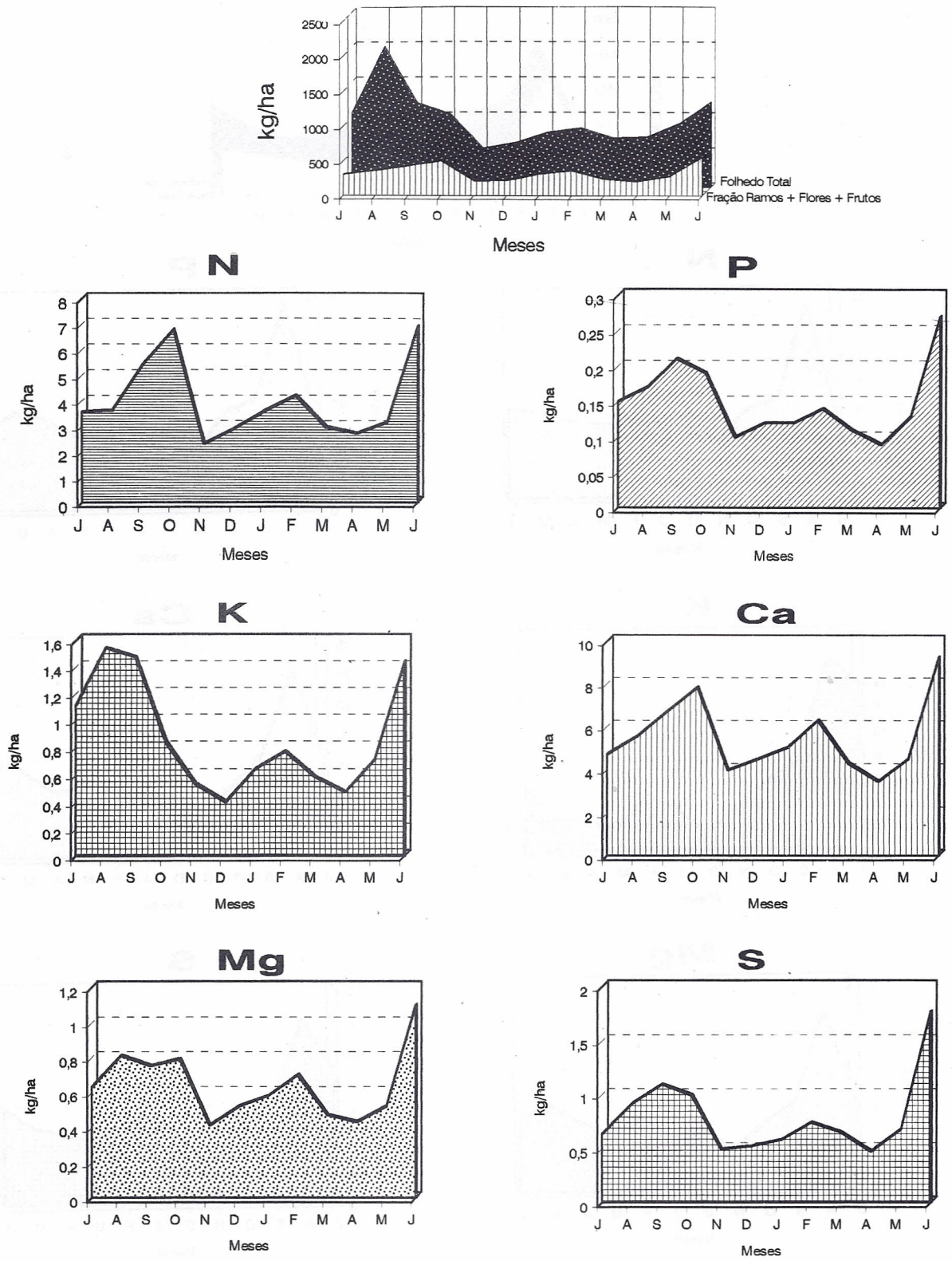


FIGURA 3 - Quantidades mensais de macronutrientes (kg/ha) transferidas ao solo, via fração ramos, flores e frutos do folheto produzido em floresta mesófila semidecídua, no município de Araras, SP.

As quantidades anuais de macronutrientes existentes no folheto total produzido e suas frações são mostradas na FIGURA 4. A fração foliar constitui o principal componente do folheto fino para a transferência dos nutrientes ao solo florestal. Assim, da quantidade total de cada macronutriente do folheto fino produzido anualmente, a fração foliar contribuiu com 78,93% de N; 76,11% de P; 86,68% de K; 71,35% de Ca; 74,29% de Mg e 64,75% de S.

Os valores estimados de nutrientes no folheto total indicam que a floresta estudada não desenvolve estratégia no sentido de restringir a perda de nutrientes, como salientado por JORDAN & HERRERA, (1981) para vários ecossistemas amazônicos, pois são altos, mesmo quando comparados com outras florestas de regiões tropicais, inclusive para florestas mesófilas semidecíduas localizadas no estado de São Paulo (TABELA 3).

Ao considerar a produção de folheto como índice de produção primária líquida, VITOUSEK (1982, 1984) relacionou-a com a quantidade de nutrientes perdida pelas plantas neste processo, para indicar a eficiência de uma dada comunidade vegetal na utilização desses nutrientes. Assim, caracterizou como "uso eficiente de nutrientes" a existência de alta taxa de C relacionada com baixa quantidade de nutrientes

contida no folheto. A TABELA 3 apresenta também os valores dos "índices de eficiência" para N e P. Especificamente para N, o valor obtido foi 50. Os valores encontrados para outras áreas de florestas mesófilas semidecíduas, variam de 43 a 72. À primeira vista, essa variação parece alta, pois, essas distintas áreas florestais apresentam composição florística semelhante. Todavia, a estrutura de cada uma dessas fitocenoses é diferente e depende não somente das condições ambientais, como também do grau de alteração, seja de origem antrópica ou natural. Desta forma, dentro de um mesmo tipo de fitocenose, a eficiência na utilização de nutrientes depende também da estrutura da mesma.

As diferenças encontradas na utilização de N na produção de matéria orgânica tornam-se mais acentuadas quando se leva em consideração os vários tipos de formações florestais. Ao se comparar esses resultados, observa-se que a floresta mesófila semidecídua de Araras, SP, é a que apresenta menor eficiência na utilização N para produção de matéria orgânica. A mata de restinga é a mais eficiente, seguida da floresta de terra firme e mata ciliar.

Para P, o comportamento foi semelhante ao encontrado para N, com uma variação seqüencial, ou seja, a floresta atlântica apresentou maior eficiência que a mata ciliar.

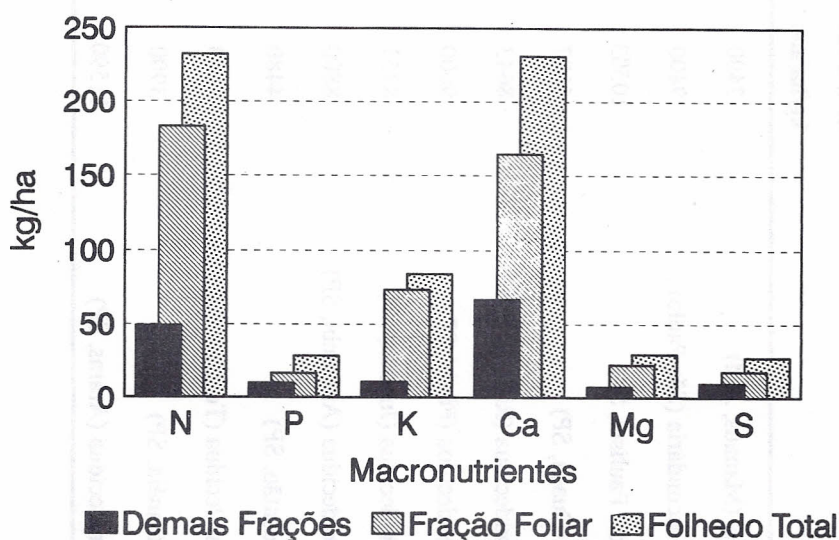


FIGURA 4 - Quantidades anuais (kg/ha) de macronutrientes transferidas ao solo através do folheto total produzido e de suas frações folhas e ramos + flores + frutos, em floresta mesófila semidecídua no município de Araras, SP.

TABELA 3 - Transferência de macronutrientes para o solo, através de produção de folheto e índices de eficiência (I.E.) em alguns ecossistemas florestais no Brasil.

Floresta/Local	Produção de folheto kg/ha/ano	Macronutrientes (kg/ha/ano)							I.E.	Autores
		N	P	K	Ca	Mg	S	N		
F. de terra firme (Manaus, AM)	7400	106,0	2,2	12,7	18,4	12,6	-	69	3363	KLINGE & RODRIGUES, 1968
Mata mesófila secundária (São Paulo)	9400	186,0	9,4	38,8	104,5	18,2	-	50	1000	MEGURO <i>et al.</i> , 1979
F. ciliar (Lençóis Paulista, SP)	10503	202,0	11,4	71,9	239,6	31,7	-	52	913	CARPANEZZI, 1980
F. ciliar (Mogi-Guaçu, SP)	6687	107,4	4,7	29,3	51,6	17,2	9,2	62	1422	DELITTI, 1984
F. mesófila semidecídua (Rio Claro, SP)	8643	197,7	6,8	48,3	148,9	27,3	15,5	43	1271	PAGANO, 1989a, b
F. mesófila semidecídua (Fênix, SP)	9000	160,7	9,2	69,2	216,6	35,6	15,7	55	978	SANTOS, 1989
F. mesófila semidecídua (Jundiaí, SP)	8251	174,2	4,9	38,6	146,4	19,9	14,8	47	1683	MORELLATO, 1987
F. mesófila semidecídua (Anhembí, SP)	8800	203,4	6,4	43,5	109,2	24,0	13,8	43	1375	CESAR, 1993a, b
F. atlântica (Cubatão, SP)	4480	98,0	1,9	10,9	30,4	9,27	9,9	45	2347	LEITÃO FILHO <i>et al.</i> , 1993
F. mesófila semidecídua (Teodoro Sampaio, SP)	7568	103,8	5,4	50,8	148,1	23,2	15,4	72	1401	SCHLITTLER <i>et al.</i> , 1993a, b
F. restinga (Canancía, SP)	3900	28,0	1,0	7,0	30,0	11,0	-	139	3900	MORAES, 1993
F. mesófila semidecídua (Araras, SP)	11590	230,1	8,4	78,8	229,8	30,0	27,0	50	1363	Este estudo

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARPANEZZI, A. A. 1980. *Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do Estado de São Paulo*. Piracicaba, ESALQ/USP. 107p. (Dissertação de Mestrado)
- CESAR, O. 1993a. Produção de serapilheira na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. *Rev. Brasil. Biol.*, São Paulo, 53(4):671-681.
- _____. 1993b. Nutrientes minerais da serapilheira produzida na mata mesófila semidecídua da Fazenda Barreiro Rico, município de Anhembi, SP. *Rev. Brasil. Biol.*, São Paulo, 53(4):659-669.
- DELITTI, W. B. C. 1984. *Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliottii Engelm. var. elliottii (Mogi Guaçu, SP.)*. São Paulo, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 298p. (Tese de Doutorado)
- DINIZ, S. & PAGANO, S. N. 1997. Dinâmica de folhedo em floresta mesófila semidecídua, no município de Araras, SP. I. Produção, decomposição e acúmulo. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 9(1):17-36.
- GOSZ, J. R.; LIKENS, G. E. & BORMANN, F. H. 1976. Organic matter and nutrient dynamics of the forest and forest floor in Hubbard Brook Forest. *Oecologia*, Berlin, 22:305-320.
- JOHNSON, R. A. & WICHERN, D. W. 1992. *Applied multivariate statistical analysis*. 3.ed. London, Prentice-Hall. 642p.
- JORDAN, C. F. 1985. *Nutrient cycling in tropical forest ecosystems. Principles and their application in management and conservation*. New York, John Wiley & Sons. 179p.
- JORDAN, C. F. & HERREIRA, R. 1981. Tropical rain forests: are nutrients really critical? *Am. Nat.*, Chicago, 117(2):167-180.
- KLINGE, H. & RODRIGUES, W. A. 1968. Litter production in an area of Amazonian Terra Firme Forest. Part II - Mineral nutrient content of the litter. *Amazoniana*, Manaus, 1(4):303-310.
- LEITÃO FILHO, H. F. et al. 1993. *Ecologia de mata atlântica em Cubatão (SP)*. São Paulo/Campinas, Ed. Unesp/Unicamp. 184p.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G. N. & DELITTI, W. B. C. 1979. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária - São Paulo. I. Produção e conteúdo de nutrientes minerais no folhedo. *Bol. Bot.-Univ. São Paulo*, São Paulo, 7:11-31.
- MORAIS, R. M. 1993. *Ciclagem de nutrientes minerais em mata atlântica de encosta e mata sobre restinga, na Ilha do Cardoso, Cananéia, SP: produção de serapilheira e transferência de nutrientes*. São Paulo, Instituto de Biociências, Univ. São Paulo. 151p. (Dissertação de Mestrado)
- MORELLATO, L. P. C. 1992. Nutrient cycling in two southeast Brazilian forests. I - Litterfall and litter standing crop. *Jour. Trop. Ecol.*, Cambridge, 8:205-215.
- NYE, P. H. 1961. Organic matter and nutrient cycles under moist tropical forest. *Plant Soil*, Dordrecht, 13(4):333-346.
- PAGANO, S. N. 1989a. Produção de folhedo em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. *Rev. Brasil. Biol.*, São Paulo, 49(3):633-639.
- _____. 1989b. Nutrientes minerais do folhedo produzido em mata mesófila semidecídua no município de Rio Claro, SP. *Rev. Brasil. Biol.*, São Paulo, 49(3):641-647.
- SANTOS, V. D. 1989. *Ciclagem de nutrientes minerais em mata tropical subcaducifolia dos planaltos do Paraná (Parque Estadual Vila Rica do Espírito Santo, Fênix-PR)*. São Carlos, Univ. Federal de São Carlos. 387p. (Tese de Doutorado)
- SCHLITTLER, F. H. M.; DE MARINES, G. & CESAR, O. 1993a. Produção de serapilheira na floresta do Morro do Diabo, Pontal do Paranapanema-SP. *Naturalia*, Marília, 18:135-147.
- _____. 1993b. Transferência de macronutrientes pela serapilheira produzida na floresta do Morro do Diabo (Região do Pontal do Paranapanema Estado de São Paulo). *Arq. Biol. Tecnol.*, Curitiba, 36(3):567-611.
- VARJABEDIAN, R. & PAGANO, S. N. 1989. Produção e decomposição de folhedo em um trecho de mata atlântica de encosta no município de Guarujá, SP. *Acta Bot. Bras.*, São Paulo, 1(2):243-256. (supl.)

DINIZ, S.; PAGANO, S. N. & BINI, L. M. Dinâmica de folheto em floresta mesófila semidecídua no município de Araras, SP. II - Fluxo de macronutrientes.

VITOUSEK, P. 1982. Nutrient cycling and nutrient use efficiency. *Am. Nat.*, Chicago, 119(4):553-572.

_____. 1984. Litterfall, nutrient cycling and nutrient limitation in tropical forests. *Ecology*, New York, 65(1):285-298.