

PRODUÇÃO DE SERRAPILHEIRA E O RETORNO DE MACRONUTRIENTES EM FLORESTA PLUVIAL ATLÂNTICA - ESTAÇÃO BIOLÓGICA DE BORACÉIA (SÃO PAULO - BRASIL)*

Alcebiades CUSTODIO FILHO**

Geraldo Antonio Daher Corrêa FRANCO**

Fábio POGGIANI***

Antonio Cecilio DIAS**

RESUMO

Estudou-se na Floresta Pluvial Atlântica, na Estação Biológica de Boracéia, durante 24 meses, a produção de serrapilheira, avaliando-se a participação percentual apresentada pelas diferentes frações que a compõem. Neste estudo, optou-se em dividir a serrapilheira nas frações folhas, ramos e outros componentes, tais como flores, frutos e sementes. A produção anual da serrapilheira foi de 6054,10 kg.ha⁻¹, onde a fração folhas contribuiu com 72,73%; ramos, com 16,09% e outros componentes com 11,29%. A produção mensal da serrapilheira apresentou sazonalidade inconspícua. As concentrações de macronutrientes, na serrapilheira, corresponderam a: N = 1,73%; P = 0,06%; K = 0,26%; Ca = 0,54%; Mg = 0,23% e S = 0,18% e a transferência média de nutrientes via serrapilheira, em kg.ha⁻¹.ano⁻¹, foi de 105,24 de N; 3,41 de P; 14,76 de K; 32,83 de Ca; 14,72 de Mg e 11,69 de S.

Palavras-chave: serrapilheira; macronutrientes; Floresta Pluvial Atlântica.

1 INTRODUÇÃO

A cobertura florestal que originalmente existia no Estado de São Paulo, ocupando grande parte de seu território, está reduzida, no Planalto Paulista, á poucos fragmentos e, na faixa litorânea, á Floresta Pluvial Atlântica, que ocorre ao longo da costa e sobre os maciços montanhosos das Serras do Mar e de Paranapiacaba.

ABSTRACT

This study is an analysis of litter production, based on data collected in the Atlantic Rain Forest, Boracéia Biological Station from 1985 to 1987 (during 24 months). The litter was separated to leaves, branches and other parts like flowers, fruits and seeds. The percentage of each was rated. The annual litter production is 6054.10 kg.ha⁻¹ where the leaves fraction contributes with 72.73%; branches with 16.09% and the other parts with 11.29%. These values are below average levels for Tropical Forests. The monthly litter production does not show sharp change with the seasons. Nutrient concentration in the litter was: N = 1.73 %; P = 0.06%; K = 0.26%; Ca = 0.54%; Mg = 0.23% and S = 0.18% and the nutrient average translocated by litter, in kg.ha⁻¹.yr⁻¹, is 105.24 for N; 3.41 for P; 14.76 for K; 32.83 for Ca; 14.72 for Mg and 11.69 for S.

Key words: litter; macronutrients; Tropical Rain Forest.

Atualmente, a Floresta Pluvial Atlântica é a maior e mais importante expressão florestal existente no estado, ocorrendo do extremo norte ao extremo sul, ao longo da região litorânea. Pela extensão e pelas diferentes condições edafoclimáticas que apresenta, abriga um grande número de espécies vegetais e animais e, como consequência dessas características, apresenta um grande número de espécies endêmicas.

(*) Aceito para publicação em maio de 1996. Projeto financiado pela FAPESP 85-1774-8 e pelo CNPq 30.1123/85 e 404369/85.

(**) Instituto Florestal, Caixa Postal 1.322, 01059-970, São Paulo, SP, Brasil.

(***) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Caixa Postal 109, 13.400-970, Piracicaba, SP, Brasil.

Essa vegetação carece de informações quanto à sua composição, estrutura e dinâmica, embora vários trabalhos tenham sido realizados ou estejam em desenvolvimento. Consideram-se a extensão e a complexidade dessa formação vegetal como os fatores responsáveis pela escassez de dados, o que dificulta seu conhecimento mais profundo. Além disso, estudos dessa natureza são necessários porque a Floresta Pluvial Atlântica possui uma cobertura vegetal de importância vital na estabilidade das vertentes serranas e na biodiversidade que resguarda. Tal cobertura vem sendo descaracterizada desde a ocupação do Planalto Paulista pelos colonizadores, atividade essa acentuada a partir da década de 50, principalmente devido aos processos industriais e ao uso inadequado dos recursos florestais.

Seu clima, condicionado por ventos oceânicos, é classificado, segundo KOEPPEN (1948) como Af "Tropical chuvoso com chuvas o ano todo". Esses ventos saturados de umidade, ao subirem a escarpa atlântica, resfriam-se e não contêm o excesso de umidade, ocorre a condensação e precipitação, principalmente nas partes mais altas da serra, em forma de nevoeiro ou chuva. Assim, a umidade sustenta a floresta costeira (JOLY, 1970).

Quanto ao solo, geralmente pobre e intemperizado à grande profundidade, a perda de nutrientes por lixiviação é acelerada pelos altos índices pluviométricos, caráter esse que, associado ao relevo e ao clima, torna a formação muito diversificada em espécies, todavia muito instável quanto ao equilíbrio dinâmico (GOLLEY *et al.*, 1978 e SILVA & LEITÃO FILHO, 1982).

Em relação aos ciclos biogeoquímicos, poucos trabalhos foram realizados na área de abrangência dessa vegetação. Sabe-se que o estudo da produção da serrapilheira, constituída pelas folhas, ramos, flores e frutos, é de grande importância para a compreensão do ciclo biogeoquímico de um ecossistema florestal (MASON, 1980).

Esses dados, aliados a outros referentes aos estudos florísticos, proporcionarão um melhor embasamento para a tomada de decisões sobre o manejo que poderá ser dado à Floresta Pluvial Atlântica.

No âmbito do estudo da ciclagem de nutrientes, a produção da serrapilheira constitui

parte importante da trajetória dos nutrientes no setor biológico, constituindo os compartimentos planta-folhedo-solo (MEGURO *et al.*, 1979 e PAGANO, 1985).

Em São Paulo, na Floresta Pluvial Atlântica, VARJABEDIAN & PAGANO (1988), STRUFFALDI-DE VUONO *et al.* (1989), DOMINGOS *et al.* (1990), TEIXEIRA *et al.* (1992) e LEITÃO FILHO *et al.* (1993) estudaram a deposição, a decomposição e o conteúdo em nutrientes da serrapilheira, relatando a não ocorrência de sazonalidade marcante na deposição e na decomposição.

A importância da vegetação atlântica e a necessidade de se conhecer, com maior detalhe, os processos que regem sua dinâmica, justificam os objetivos deste trabalho, que foram: a) estimar a produção de serrapilheira; b) estimar o retorno de macronutrientes da fitomassa para o solo, através da produção de serrapilheira e, c) estabelecer as correlações entre as condições climáticas e a produção de serrapilheira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A Estação Biológica de Boracéia, localizada na Serra do Mar, na vertente voltada para o planalto junto ao divisor marítimo, distando deste 1,5 km (FIGURA 1), é conhecida na região como "Estação da Quina" e originou-se da antiga Estação Experimental do Instituto Agrônomo de Campinas, criada para o cultivo da quina (*Chinchona ledgeriana* R. & P.) utilizada no combate à febre malárica. Passada a fase de cultivo, a Estação passou a ser administrada pelo Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, na condição de Estação Biológica.

Abrange uma área de 805 ha no Município de Salesópolis, Estado de São Paulo, nas coordenadas geográficas 23° 38' Lat. Sul e 46° 32' Long. W. e compõe parte da Reserva Florestal de Casa Grande, pertencente à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, criada com a função de proteção dos mananciais e a captação de água para o abastecimento da cidade de São Paulo.

CUSTODIO FILHO, A. *et al.* Produção de serrapilheira e o retorno de macronutrientes em Floresta Pluvial Atlântica - Estação Biológica de Boracéia (São Paulo - Brasil).

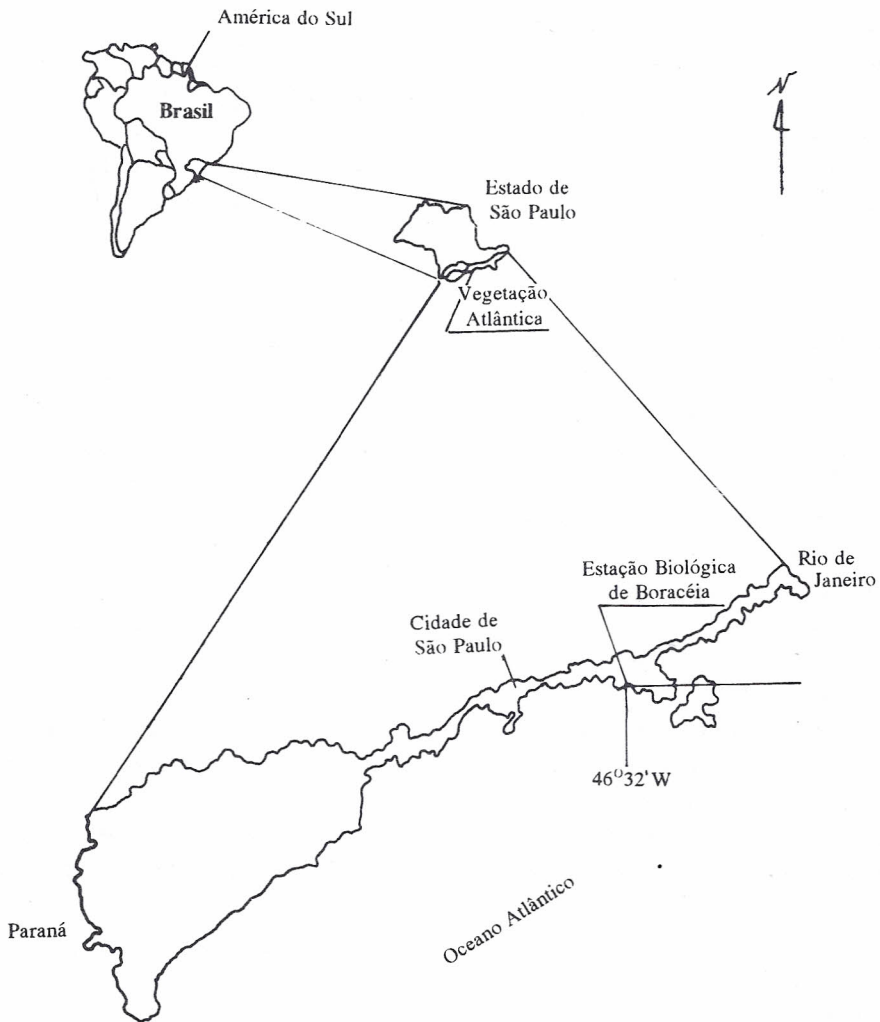


FIGURA 1 - Localização da Estação Biológica de Boracéia, SP, Brasil.

Essa área está incluída, portanto, no Parque Estadual da Serra do Mar, unidade de conservação do Estado de São Paulo, administrada pelo Instituto Florestal, e ocupa posição estratégica por ser naturalmente protegida com poucos sinais de degradações. Localizada na zona tropical, todavia muito próxima ao Trópico de Capricórnio, está sob influência da altitude, alterando as temperaturas e as precipitações pela interceptação dos ventos alísios, que sopram constantemente do oceano para o planalto. Essas condições, segundo HOLDRIDGE (1978), condicionam uma floresta subtropical baixo-montana muito úmida.

A classificação definitiva desta vegetação torna-se difícil, dada a existência de diferentes sistemas que adotam critérios específicos, cada qual com sua proposta, embasados, geralmente, no aspecto exclusivamente fisionômico (FERRI, 1974 e SILVA & LEITÃO FILHO, 1982).

Neste estudo adotou-se a classificação de Floresta Pluvial Atlântica (AB'SABER, 1956) e reconhece-se que a vegetação da Estação Biológica de Boracéia é constituída por espécies de Floresta Pluvial Tropical. Apresenta um denso dossel com árvores distribuídas em dois ou mais estratos, onde o dominante varia de 20 a 30 m, com ocorrência de muitas epífitas, lianas e trepadeiras e solo recoberto por herbáceas, musgos, hepáticas e fungos.

CUSTODIO FILHO (1989) relatou para a área da Estação Biológica de Boracéia a existência de 110 famílias e 480 espécies vegetais, ocorrendo em número de espécies o domínio das famílias Orchidaceae, Melastomataceae, Compositae, Solanaceae, Leguminosae, Myrtaceae e Rubiaceae.

Apresenta clima classificado como Cfa, segundo KOEPPEN (1948) e pluviosidade anual de 2504,8 mm. A temperatura média anual é de 17,9 °C, caracterizando a região de Boracéia como Subtropical (HOLDRIDGE, 1978). O mês mais frio (julho) apresenta temperatura média de 14,7 °C, com mínima absoluta de -2,6 °C, e o mês mais quente (fevereiro) apresenta temperatura média de 21,5 °C, com máxima absoluta de 34,9 °C. A umidade relativa média anual é de 86%. O inverno é pouco rigoroso e moderadamente chuvoso.

A Estação Biológica de Boracéia está localizada no Planalto Atlântico, zona do Planalto

Paulistano e subzonas das Morrarias do Embu, onde o relevo é ondulado (morrotes baixos), com predomínio de amplitudes locais menores que 50 m, topos arredondados e vertentes em perfis convexos a retilíneos (PONÇANO *et al.*, 1981).

Os solos são rasos e de origem granítica, com a presença freqüente de afloramentos rochosos, classificados como pertencentes ao tipo "Campos do Jordão e Litosol - fase substrato granito-gnaiss". São solos arenosos, ácidos, com altos teores de alumínio (BRASIL, 1960).

A produção mensal e anual da serrapilheira foi amostrada através de 22 coletores de madeira, com dimensões de 1,0 x 0,50 m e fundo de tela de náilon, com 1,0 mm² de malha. Esses coletores foram distribuídos aleatoriamente em uma área de 1 ha, sob o dossel da floresta.

A coleta do material abrangeu um período de dois anos, de março de 1985 e fevereiro de 1987, a intervalos mensais. O material foi coletado, acondicionado em sacos de papel, enviado para a pré-secagem e, posteriormente, para os procedimentos de laboratório.

Nos laboratórios do Instituto Florestal, a serrapilheira foi colocada em estufa de circulação forçada, a 70 °C, por dois dias. Procedeu-se então à separação das frações folhas e ramos. Os componentes que não se enquadravam nessas duas categorias foram englobados na categoria outros. Essas frações foram então secas em estufa à temperatura de 80 °C, até registrarem peso constante e, posteriormente, pesadas em balança de precisão, para a obtenção do peso da biomassa seca. Os conteúdos dos coletores, por fração, foram moídos em moinho do tipo Willey e alíquotas foram enviadas para as análises químicas no laboratório de Radioquímica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA.

Os valores das concentrações médias dos nutrientes, em porcentagem, foram multiplicados pelos pesos das respectivas quantidades de cada fração da serrapilheira produzida mensalmente, obtendo-se assim o conteúdo de nutrientes depositado nesse período.

Os resultados de deposição de nutrientes sobre a superfície do solo, através da queda da serapilheira, foram correlacionados com as condições climáticas e analisados através do coeficiente de correlação de Pearson, pelo Sistema de Análise Estatística (SAS).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pluviosidade média anual, para o período de estudo, foi de 2451,35 mm, valor próximo a 2504,8 mm, registrado no período de 1953 a 1989. A variação mensal da pluviosidade mostrou-se similar à observada para o intervalo de 1953 a 1989, com pequenas discrepâncias mensais.

A temperatura média anual de 17,7 °C foi semelhante à média registrada para o período de 1970 a 1989. A umidade relativa média anual mostrou-se semelhante à observada para o intervalo entre 1970 a 1989. Os valores não foram inferiores a 86%, nos 24 meses de observação, não ocorrendo oscilação sazonal nítida. Os valores de insolação para o período foram ligeiramente superiores aos valores médios observados entre 1970 e 1989.

A pluviosidade e temperatura para o período do experimento, não apresentaram diferenças significativas para região da Estação Biológica de Boracéia (Posto meteorológico de Casa Grande), denotando a não ocorrência de déficit hídrico, confirmando os resultados visíveis no climadiagrama (FIGURA 2).

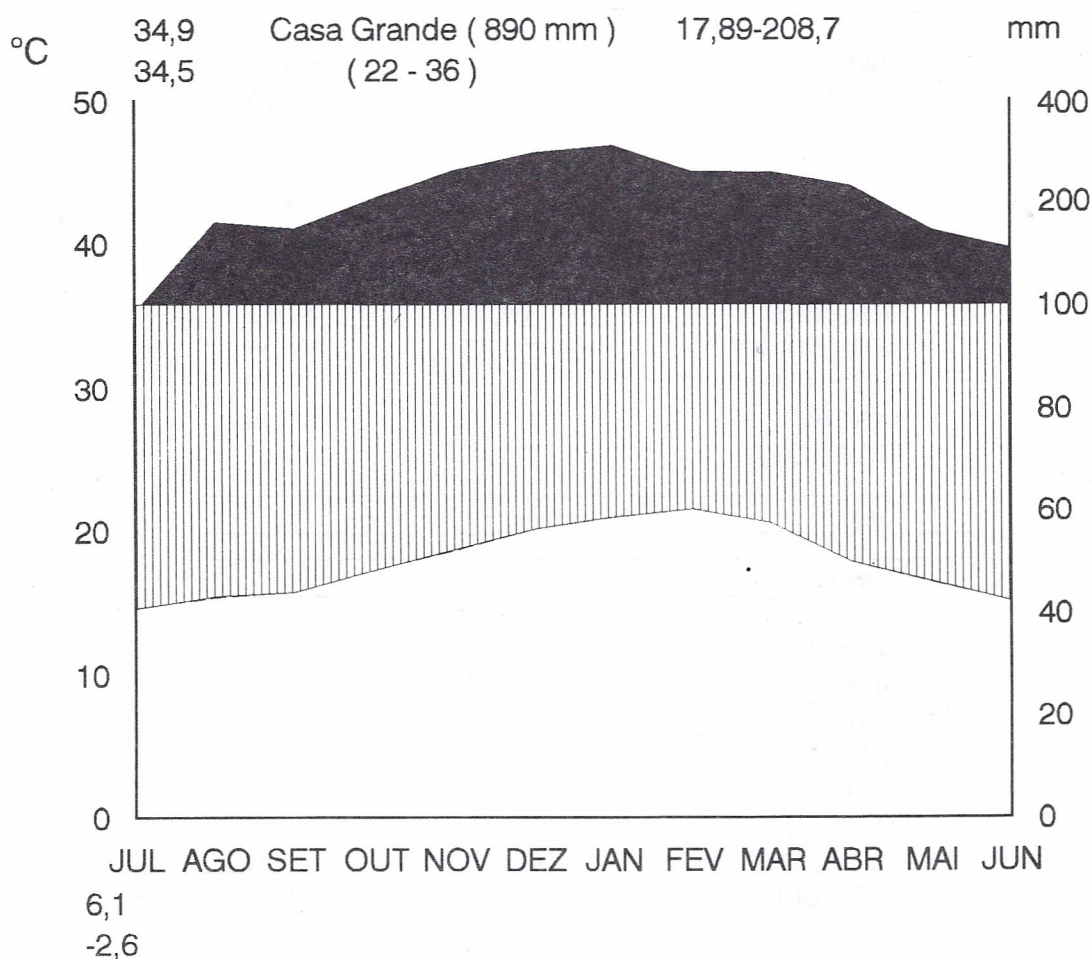


FIGURA 2 - Diagrama climático (WALTER, 1984) para a região da Estação Biológica de Boracéia; dados fornecidos pelo Posto E2-110 (Casa Grande).

A produção de serrapilheira foi de 5702,24 e 6405,95 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente, para o primeiro e o segundo ano (TABELA 1). Esses valores situam-se abaixo dos observados em florestas brasileiras (TABELA 2) e dos previstos por BRAY & GORHAM (1964) e LONSDALE (1988) para florestas localizadas aproximadamente na mesma latitude da Estação Biológica de Boracéia.

Nos estudos realizados por CUSTODIO FILHO *et al.* (1996) em Cunha (Parque Estadual da Serra do Mar) e por VARJABEDIAN

& PAGANO (1988) na Ilha de Santo Amaro, Guarujá, ambos no Estado de São Paulo, foram observados valores mais altos de produção de serrapilheira. Todavia, a produção foi superior aos valores obtidos por DOMINGOS *et al.* (1990), em estudos realizados na Reserva de Paranapiacaba, em Santo André/SP, e por LEITÃO FILHO *et al.* (1993) em área do Parque Estadual da Serra do Mar, em Cubatão/SP, locais esses acentuadamente afetados pela poluição proveniente do Complexo Industrial de Cubatão.

TABELA 1 - Produção mensal da serrapilheira, durante dois anos (1985/1987) e desvio padrão da média (S), na Estação Biológica de Boracéia/SP.

1º ano	kg.ha ⁻¹	S
MARÇO	450,91	134,82
ABRIL	617,45	146,87
MAIO	208,65	42,41
JUNHO	381,21	108,70
JULHO	490,20	168,82
AGOSTO	582,05	170,65
SETEMBRO	388,56	63,99
OUTUBRO	309,27	52,73
NOVEMBRO	407,72	126,59
DEZEMBRO	676,24	171,88
JANEIRO	651,10	205,60
FEVEREIRO	538,88	100,63
Total	5702,24	-
2º ano	kg.ha ⁻¹	S
MARÇO	535,77	151,22
ABRIL	711,85	104,81
MAIO	309,67	80,67
JUNHO	378,29	63,62
JULHO	264,76	57,65
AGOSTO	372,65	65,56
SETEMBRO	410,74	69,91
OUTUBRO	805,93	139,24
NOVEMBRO	1024,07	194,27
DEZEMBRO	612,66	119,54
JANEIRO	483,80	59,25
FEVEREIRO	495,76	72,19
Total	6405,95	-

TABELA 2 - Valores de quantidade de serrapilheira produzida em florestas brasileiras.

Vegetação	Serrapilheira (kg/ha/ano)	Folhas (kg/ha/ano)	Autores
Floresta Pluvial Atlântica (São Paulo)	7925	5039	VARJABEDIAN & PAGANO (1988)
Floresta Pluvial Atlântica (São Paulo)	3810	-	DOMINGOS <i>et al.</i> (1990)
Floresta Pluvial Atlântica (São Paulo)	4460	3638	LEITÃO FILHO <i>et al.</i> (1993)
Floresta Mesófila (São Paulo)	9410	5890	MEGURO <i>et al.</i> (1979)
Floresta Mesófila (São Paulo)	7288	4906	TEIXEIRA <i>et al.</i> (1992)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	8643	5361	PAGANO (1985)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	11590	7680	DINIZ (1987)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	8800	5680	CESAR (1988)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	6568	4737	SCHLITTLER (1990)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	8600	5500	MORELLATO-FONZAR (1987)
Floresta Mesófila de Altitude (São Paulo)	7000	4900	MORELLATO-FONZAR (1987)
Floresta Mesófila Semidecídua (São Paulo)	-	8505	POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR (1990)
Floresta Pluvial Atlântica (São Paulo)	6054	4403	Esse estudo

Maior produção de serrapilheira foi também observada em Florestas Mesófilas Perenifólias, no Município de São Paulo, por MEGURO *et al.* (1979) e TEIXEIRA *et al.* (1992).

Para as Florestas Mesófilas Semidecíduas características do interior do Estado de São Paulo, das regiões do domínio da depressão periférica e do planalto ocidental, as produções anuais de serrapilheira também foram maiores que no presente estudo. DINIZ (1987), em Araras, estimou uma deposição de 11500 kg.ha⁻¹.ano⁻¹; DELITTI (1984), em Mogi-Guaçu, obteve 6687 kg.ha⁻¹.ano⁻¹; PAGANO (1985), em Rio Claro, 8643 kg.ha⁻¹.ano⁻¹; CESAR (1988), em Anhembi, 8800 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ e SCHLITTLER (1990), em Teodoro Sampaio, 8600 kg.ha⁻¹.ano⁻¹. POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR (1990), em Piracicaba, relatam 8500 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, apenas para a fração folhas da serrapilheira depositada.

As médias dos valores mensais de produção de serrapilheira são apresentadas na TABELA 3 e na FIGURA 3. Observa-se maior produção no mês de novembro e menor produção em maio. A análise desses dados indica a tendência de maior produção de serrapilheira na primavera e verão (novembro/dezembro) e no início do outono (abril). Todavia, nota-se que, além dessas variações, ocorreram também pequenos picos de deposição nos meses de junho e agosto, que podem estar associados ao aumento expressivo no volume de chuvas e das tempestades fortes, relativamente freqüentes nessa região. Não foi observada, no

entanto, uma correlação estatisticamente significativa entre as condições climáticas e a produção de serrapilheira.

Os valores mensais de produção de serrapilheira, como também das frações folhas, ramos e outros, observados durante os dois anos de pesquisa, estão representados na TABELA 4. Observa-se que os meses mais quentes e chuvosos favoreceram a produção de serrapilheira, porém, mesmo nos meses frios, podem ocorrer picos menores de deposição, principalmente em relação à fração folhas.

Considerando-se as quatro estações do ano, as produções de serrapilheira, em ordem decrescente, foram observadas na primavera, verão, outono e inverno. Esses dados corroboram a ausência de correlação entre as condições climáticas e a produção de serrapilheira, bem como a não ocorrência de sazonalidade marcante nessa vegetação. Na TABELA 5 são apresentados os coeficientes de correlação entre as condições climáticas, a produção de serrapilheira e macronutrientes por fração. Estas correlações não foram significativas ao nível de 5% de probabilidade.

A fração folhas contribui, em média, com 72,73% da serrapilheira produzida anualmente, estando pouco acima do padrão previsto por BRAY & GORHAM (1964) que é de 62,4% e dos valores obtidos em trabalhos desenvolvidos em florestas brasileiras. VARJABEDIAN & PAGANO (1988), em vegetação similar à do presente estudo, obtiveram 63,6%.

CUSTODIO FILHO, A. *et al.* Produção de serrapilheira e o retorno de macronutrientes em Floresta Pluvial Atlântica - Estação Biológica de Boracéia (São Paulo - Brasil).

TABELA 3 - Valores médios, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, de produção de serrapilheira total e por fração, para a região da Estação Biológica de Boracéia/SP. (média de dois anos).

MÊS	FOLHAS	RAMOS	OUTROS	TOTAL
MARÇO	380,73	66,24	46,38	493,34
ABRIL	400,05	211,54	53,05	664,65
MAIO	187,40	43,83	27,93	259,16
JUNHO	253,30	91,82	34,63	379,75
JULHO	286,97	45,45	45,06	379,75
AGOSTO	358,20	72,58	46,57	477,35
SETEMBRO	271,64	76,62	51,39	399,65
OUTUBRO	432,95	73,40	51,25	557,60
NOVEMBRO	539,16	81,84	94,89	715,90
DEZEMBRO	532,91	46,59	64,95	644,45
JANEIRO	414,93	64,90	87,62	567,45
FEVEREIRO	345,08	99,30	72,95	517,32
TOTAL	4.403,31	974,13	676,66	6.054,10

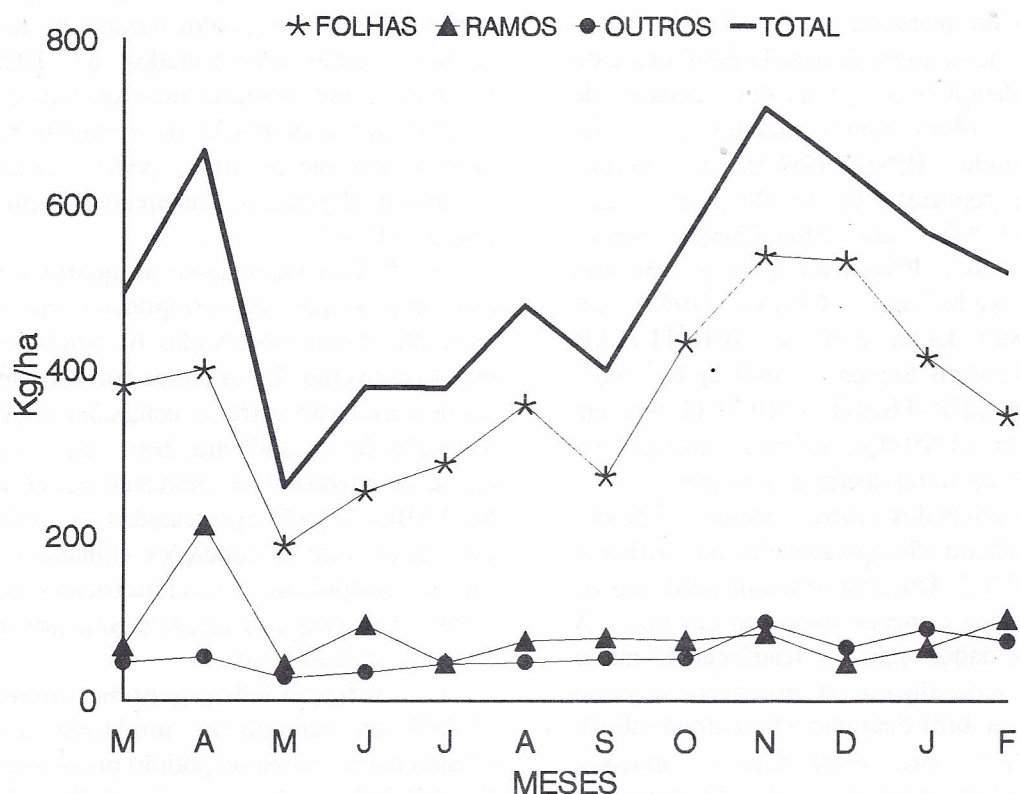


FIGURA 3 - Valores médios mensais de serrapilheira produzida e suas frações na Estação Biológica de Boracéia, SP (1985/1987).

CUSTODIO FILHO, A. *et al.* Produção de serrapilheira e o retorno de macronutrientes em Floresta Pluvial Atlântica - Estação Biológica de Boracéia (São Paulo - Brasil).

TABELA 4 - Produção das diferentes frações de serrapilheira, em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, ao longo de dois anos de observações (1985/1987), para a região da Estação Biológica de Boracéia, SP.

MÊS	FOLHAS	RAMOS	OUTROS	TOTAL
MARÇO	329,17	71,13	50,61	450,91
ABRIL	450,56	105,18	61,70	617,91
MAIO	124,00	49,43	35,22	208,65
JUNHO	253,12	97,30	35,22	208,65
JULHO	392,82	53,48	43,90	490,20
AGOSTO	416,34	101,63	64,09	582,05
SETEMBRO	288,55	46,71	53,31	388,56
OUTUBRO	218,85	35,23	55,20	309,27
NOVEMBRO	328,72	26,15	52,85	407,72
DEZEMBRO	561,76	54,83	59,65	676,24
JANEIRO	469,09	80,61	101,40	651,10
FEVEREIRO	391,15	86,57	61,16	538,88
TOTAL	4224,12	808,25	669,87	5702,88
MARÇO	432,28	61,35	42,15	535,77
ABRIL	349,55	317,90	44,40	711,85
MAIO	250,79	38,24	20,65	309,67
JUNHO	253,48	86,35	38,46	378,29
JULHO	181,12	37,42	46,23	264,76
AGOSTO	300,05	43,54	29,05	372,65
SETEMBRO	254,74	106,54	49,46	410,74
OUTUBRO	647,05	111,58	47,29	805,93
NOVEMBRO	749,61	137,53	136,94	1024,07
DEZEMBRO	504,05	38,35	70,25	612,66
JANEIRO	360,76	49,20	73,84	483,80
FEVEREIRO	299,01	112,01	84,73	495,76
TOTAL	4582,50	1140,01	683,45	6405,95
MÉDIA	4403,31	974,13	676,66	6054,10
% Média	72,73	16,09	11,18	100,00

TABELA 5 - Coeficiente de correlação de Pearson, entre as condições climáticas e a produção de serrapilheira e os macronutrientes.

Fração Folhas	kg	N	P	K	Ca	Mg	S
Horas de Sol	0.31	-0.46	-0.12	-0.20	-0.24	-0.01	0.19
Precipitação	0.10	-0.07	-0.33	-0.10	-0.22	-0.34	-0.72
Temperatura média	0.14	-0.02	-0.28	0.06	0.33	0.16	-0.34
Umidade Relativa	0.44	0.50	0.03	0.06	0.04	-0.14	-0.37
Fração Ramos	kg	N	P	K	Ca	Mg	S
Horas de Sol	0.34	-0.27	-0.31	-0.25	-0.15	-0.34	0.08
Precipitação	0.49	0.68	0.14	-0.18	0.13	-0.03	-0.13
Temperatura média	0.03	0.06	0.18	0.29	-0.08	-0.05	-0.49
Umidade Relativa	0.35	0.40	0.07	0.03	0.05	-0.08	-0.32
Fração Outros	kg	N	P	K	Ca	Mg	S
Horas de Sol	0.07	-0.10	-0.08	-0.15	-0.30	-0.17	0.21
Precipitação	0.03	-0.29	-0.38	-0.36	-0.37	-0.66	-0.16
Temperatura média	0.58	0.42	0.44	0.14	0.16	0.44	0.22
Umidade Relativa	-0.24	-0.12	-0.32	-0.18	0.16	-0.17	-0.54

As frações ramos e outros contribuíram, respectivamente, com 16,09% e 11,29% na constituição da serrapilheira. O aumento na deposição da fração ramos, principalmente em abril do segundo ano, pode estar associado às fortes tempestades.

A queda de inflorescências de *Euterpe edulis* é um dos fatores que afetou a variação da fração outros, comportamento este observado também por DOMINGOS *et al.* (1990).

Tudo indica que a Floresta Pluvial Atlântica, no Estado de São Paulo, não está sujeita a fatores de estresse relevantes, não possuindo um período de caducifolia bem definido, sendo esse caráter variável para as diferentes espécies vegetais.

Esse padrão de produção de serrapilheira, sem variações significativas ao longo do ano, corresponde ao padrão observado nos trabalhos realizados na Floresta Pluvial Atlântica no Estado de São Paulo. Difere, todavia, do comportamento observado em outras formações florestais paulistas do interior onde há sazonalidade na produção de serrapilheira, principalmente na estação seca

(CARPANEZZI, 1980; GARRIDO, 1981; PAGANO, 1985; DINIZ, 1987; MORELLATO-FONZAR, 1987; CESAR, 1988; POGGIANI & MONTEIRO JÚNIOR, 1990 e SCHLITTLER, 1990). Ainda quanto à deposição de folhas, RICHARDS (1952) assinala que as Florestas Tropicais apresentam grande variação entre as espécies, tornando difícil, às vezes, estabelecer se essas são perenes ou caducifólias, fato observado na área da Estação Biológica de Boracéia.

Os dados evidenciam que a produção de serrapilheira na Estação Biológica de Boracéia estaria mais associada às condições edafoclimáticas históricas do ecossistema do que às situações pontuais atípicas, conforme proposto por SANTOS *et al.* (1984). PAGANO (1985), ao explicar a falta de correlação entre os fatores abióticos, confirma essa condição como uma forma de adaptação do ecossistema. Assim, essa afirmação concorda com a proposta de MARTINS (1979), que atribui a queda de folhas às características genéticas das espécies, que responderiam ou não aos mecanismos de foto

CUSTODIO FILHO, A. *et al.* Produção de serrapilheira e o retorno de macronutrientes em Floresta Pluvial Atlântica - Estação Biológica de Boracéia (São Paulo - Brasil).

e termoperiodicidade, fatores esses assinalados, também, por ALVIM (1964); MATTHES (1980) e MORELLATO-FONZAR (1987).

Entretanto, menor produção de serrapilheira em florestas climáticas do que em florestas sucessionais é relatada por EWEL (1976), MEGURO *et al.* (1979) e SCHLITTLER (1990), tendo em vista que nessas últimas o número de espécies decíduas é maior, além da mudança constante de sua composição.

MEDWECKA-KORNAS (1971), PAGANO (1985) e SCHLITTLER (1990)

salientam a necessidade de um período maior de amostragem, principalmente na faixa atlântica em busca de correlações entre a precipitação, o termoperiodismo, o fotoperiodismo e a produção de serrapilheira, com o objetivo de subsidiar futuros estudos dos ciclos biogeoquímicos para melhor interpretação dos mecanismos que atuam no equilíbrio de ecossistemas florestais.

Os valores médios mensais e anuais do retorno dos macronutrientes ao solo, via serrapilheira, durante os dois anos do experimento, estão representados na TABELA 6.

TABELA 6 - Quantidades dos macronutrientes por fração e valores médios de dois anos (1985/1987).

		kg.ha ⁻¹ .ano ⁻¹					
ANO	FRAÇÃO	N	P	K	Ca	Mg	S
1	Folhas	68,05	1,99	11,29	21,81	11,12	8,87
	Ramos	10,77	0,27	1,42	4,67	1,33	1,13
	Outros	14,63	0,72	2,73	3,36	1,62	1,33
2	Folhas	86,02	2,71	10,08	25,57	11,63	9,08
	Ramos	6,13	0,47	1,98	6,84	2,03	1,72
	Outros	14,88	0,65	2,02	3,41	1,71	1,26
Total	Médio	105,24	3,41	14,76	32,83	14,72	11,69

As FIGURAS 4 e 5 representam, respectivamente, as variações percentuais dos macronutrientes em confronto com as variações de pluviosidade e temperatura no decorrer desta pesquisa. Esses dados permitem observar que os nutrientes N, P, Ca, Mg e S apresentam comportamentos semelhantes. A variação na concentração desses nutrientes parece estar associada às variações de pluviosidade.

Em geral, os valores observados situam-se ligeiramente abaixo dos encontrados por LEITÃO FILHO *et al.* (1993) em três áreas da Mata Atlântica próximas a Cubatão.

A transferência de nutrientes da serrapilheira para o solo, durante os dois anos, não apresentou grandes variações. A seqüência decrescente foi assim estabelecida N > Ca > K > Mg > S > P.

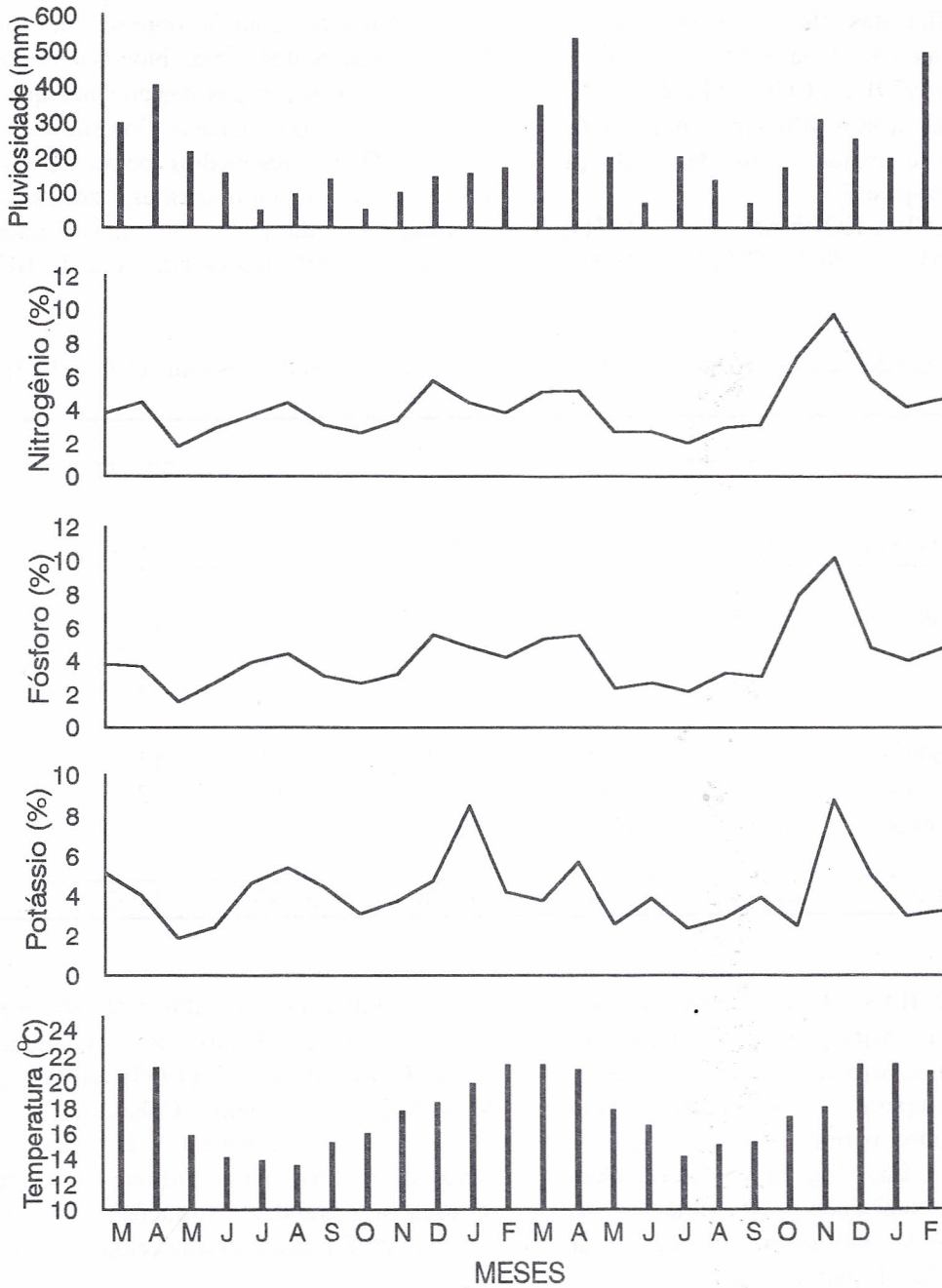


FIGURA 4 - Variações na porcentagem de concentração dos nutrientes (K, P e N) na serrapilheira, ao longo do experimento, em comparação com a pluviosidade e a temperatura.

CUSTODIO FILHO, A. *et al.* Produção de serrapilheira e o retorno de macronutrientes em Floresta Pluvial Atlântica - Estação Biológica de Boracéia (São Paulo - Brasil).

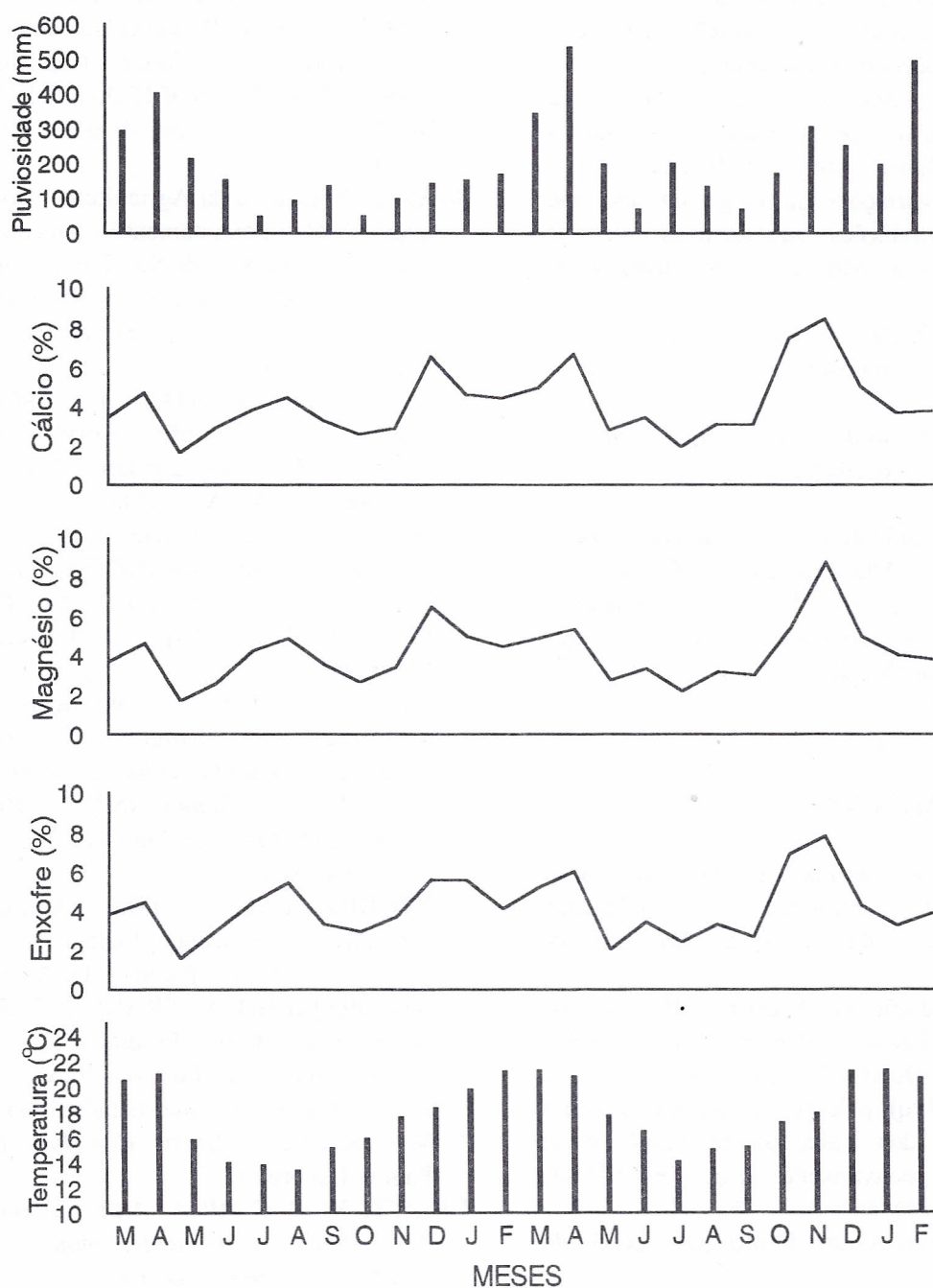


FIGURA 5 - Variações na porcentagem de concentração dos nutrientes (S, Mg e Ca) na serrapilheira, ao longo do experimento, em comparação com a pluviosidade e a temperatura.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos na avaliação da produção da serrapilheira da vegetação na Estação Biológica de Boracéia demonstraram que:

a. A produção média anual de serrapilheira está um pouco abaixo dos padrões encontrados em florestas tropicais pluviais.

b. As variações ao longo do ano não evidenciaram correlações significativas com as condições climáticas, não denotando sazonalidade marcante.

c. A fração folhas participa expressivamente da composição da serrapilheira (72,73%).

d. O retorno dos macronutrientes ao solo se aproxima as oscilações de produção de serrapilheira.

e. O padrão de produção de serrapilheira na Floresta Pluvial Atlântica, Estação Biológica de Boracéia, difere do padrão observado nas Florestas Mesófilas do interior do Estado de São Paulo que apresentam sazonalidade marcante no inverno (estação das secas).

5 AGRADECIMENTOS

Ao Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, pela autorização de uso da área e dos recursos da Estação Biológica de Boracéia;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio concedido para o desenvolvimento dos trabalhos de campo e de laboratório, respectivamente proc. 85-1774-8, 301123/85 e 404369/85.

À Cristina Alberts Franco pela revisão do texto.

À Vera Bononi, Instituto de Botânica, São Paulo e à Fernando Martins, UNICAMP-SP, pela colaboração quando da implantação do projeto.

O primeiro autor agradece a Toula Nanos e a Daniel Ingram (Toronto - Canadá) pela colaboração prestada, e a B. Biene pelo apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SABER, A. N. 1956. A terra paulista. *Boletim Paulista de Geografia*, São Paulo, 23:5-8.
- ALVIM, P. T. 1964. Periodicidade do crescimento das árvores em climas tropicais. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BOTÂNICA DO BRASIL, 15, Porto Alegre. *Anais...* p. 405-422.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Comissão de solos. 1960. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de São Paulo; contribuição à carta de solos do Brasil. *Boletim do Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas*, Rio de Janeiro, 12. 634p.
- BRAY, J. R. & GORHAM, E. 1964. Litter production in forests of the world. *Advances in Ecological Research*, London, 2:101-157.
- CARPANEZZI, A. A. 1980. *Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de Eucaliptus no interior do estado de São Paulo*. Piracicaba, ESALQ/USP. 107p. (Dissertação de Mestrado)
- CESAR, O. 1988. *Composição florística, fitossociologia e ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua (Fazenda Barreiro Rico. Mun. Anhembi (SP))*. Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. 222p. (Tese de Livre-Docência)
- CUSTODIO FILHO, A. 1989. Flora da Estação Biológica de Boracéia - Listagem de espécies. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 1(1):161-199.
- CUSTODIO FILHO, A.; FRANCO, G. A. D. C. & DIAS, A. C. 1996. Produção de serrapilheira em um trecho de Floresta Pluvial Atlântica, Núcleo Cunha, Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brasil. *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo. (no prelo)
- DELITTI, W. B. C. 1984. *Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliotii Engelm. var. elliotii (Mogi-Guaçu, S.P.)*. São Paulo, Universidade de São Paulo. 298p. (Tese de Doutorado)
- DINIZ, S. 1987. *Ciclagem de nutrientes associados aos processos de produção e decomposição do folhedo em um ecossistema*

CUSTODIO FILHO, A. *et al.* Produção de serrapilheira e o retorno de macronutrientes em Floresta Pluvial Atlântica - Estação Biológica de Boracéia (São Paulo - Brasil).

- de mata mesófila semidecídua, no município de Araras - Rio Claro. Rio Claro, UNESP. 89p. (Dissertação de Mestrado)
- DOMINGOS, M. *et al.* 1990. Produção de serrapilheira na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão. *Hoehnea*, São Paulo, 17(1):47-58.
- EWEL, J. J. 1976. Litter fall and leaf decomposition in a tropical forest succession in Eastern Guatemala. *Journal of Ecology*, 64: 293-308.
- FERRI, M. G. 1974. *Ecologia, temas e problemas brasileiros*. Belo Horizonte, Editora Itatiaia e Editora da Universidade de São Paulo. 188p.
- GARRIDO, M. A. O. 1981. *Caracteres silviculturais e conteúdo de nutrientes no folheto de alguns povoamentos puros e mistos de espécies nativas*. Piracicaba ESALQ/USP. 105p. (Dissertação de Mestrado)
- GOLLEY, F. B. *et al.* 1978. *Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida*. São Paulo, EPU/EDUSP. 256p.
- HOLDRIDGE, L. R. 1978. *Ecologia basada en zonas de vida*. Editora de La Serie: Matilde de La Cruz M. 216p.
- JOLY, A. B. 1970. *Conheça a vegetação brasileira*. São Paulo, EDUSP. 181p.
- KOEPPEN, W. 1948. *Climatologia*. Mexico, Ed. Fondo de la Cultura Economica. 253p.
- LEITÃO FILHO, H. F. *et al.* 1993. *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP)*. Editora UNESP e Editora UNICAMP. 184p.
- LONSDALE, W. M. 1988. Predicting the amount of litterfall in forest of the world. *Annals of Botany*, 61:319-324.
- MARTINS, F. R. 1979. *O método de quadrantes e a fitossociologia de uma floresta do interior do estado de São Paulo: Parque Estadual de Vassununga*. São Paulo, Universidade de São Paulo. 239p. (Tese de Doutorado)
- MASON, C. F. 1980. *Decomposição*. São Paulo, EDUSP. 63p.
- MATTHES, L. A. F. 1980. *Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: bosque dos jequitibás. (Campinas/SP)*. Campinas, UNICAMP. 209p. (Dissertação de Mestrado)
- MEDWECKA-KORNAS, A. 1971. *Plant litter*. In: PHILLIPSON, J. (ed.) *Methods of study in quantitative soil ecology: population, production and energy flow*. Oxford, Blackwell Scientific Publication. p. 24-33.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G. N. & DELITTI, W. B. C. 1979. Ciclagem de nutrientes minerais na mata secundária - São Paulo: I - produção e conteúdo de nutrientes minerais no folheto. *Boletim de Botânica*, São Paulo, 7:61-67, 9.
- MORELLATO-FONZAR, L. P. C. 1987. *Estudo comparativo de fenologia e dinâmica de duas formações florestais na Serra do Japi, Jundiá, SP*. Campinas, UNICAMP. 232p. (Dissertação de Mestrado)
- PAGANO, S. N. 1985. *Estudo florístico, fitossociológico e de ciclagem de nutrientes em mata mesófila semidecídua, no município de Rio Claro*. Rio Claro, UNESP. 201p. (Tese de Livre Docência)
- POGGIANI, F. & MONTEIRO JÚNIOR, E. S. 1990. *Deposição de folheto e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua, em Piracicaba, estado de São Paulo*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, São Paulo. *Anais...* p. 596-602.
- PONÇANO, W. L. *et al.* 1981. *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*. IPT. v. 2.
- RICHARDS, P. W. 1952. *The tropical rain forest*. London, Cambridge Univ. Press. 450p.
- SANTOS, P. F. *et al.* 1984. A comparison of surface and buried *Larrea tridentata* leaf litter decomposition in North American hot deserts. *Ecology*, 65(1):278-284.
- SCHLITTLER, F. H. M. 1990. *Fitossociologia e ciclagem de nutrientes na floresta tropical do Parque Estadual do Morro do Diabo (região do Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo)*. Rio Claro, UNESP. 279p. (Tese de Doutorado)
- SILVA, A. F. & LEITÃO FILHO, H. F. 1982. *Composição florística e estrutura de um trecho de Mata Atlântica de encosta no município de Ubatuba (São Paulo, Brasil)*. *Revista Brasileira de Botânica*, São Paulo, 5(1/2):43-52.

CUSTODIO FILHO, A. *et al.* Produção de serrapilheira e o retorno de macronutrientes em Floresta Pluvial Atlântica - Estação Biológica de Boracéia (São Paulo - Brasil).

STRUFFALDI-DE VUONO, Y.; DOMINGOS, M. & LOPES, M. I. M. S. 1989. Decomposição da serapilheira e liberação de nutrientes na floresta da Reserva Biológica de Paranapiacaba, sujeita aos poluentes atmosféricos de Cubatão, São Paulo, Brasil. *Hoehnea*, São Paulo, 16:179-193.

TEIXEIRA, C. B. *et al.* 1992. Produção de serapilheira em floresta residual da cidade de São Paulo: Parque Estadual das Fontes do Ipiranga. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, mar./abr., 29-3, 1992. *Anais... Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, 4:785-789. Pt. 3. (Edição Especial)

VARJABEDIAN, R. & PAGANO, S. N. 1988. Deposição e decomposição de folheto em trecho de Mata Atlântica de encosta no município do Guarujá, SP. *Acta Botânica Brasilica*, 1(2):243-256.

WALTER, H. 1984. *Vegetação e zonas climáticas: tratado de ecologia global*. São Paulo, Ed. Pedagógica e Universitária. 325p.