

PRODUÇÃO ESTACIONAL DE SERAPILHEIRA EM UMA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLORESTA NACIONAL DE IRATI (PR)

LITTERFALL SEASONAL PRODUCTION IN AN OMBROPHYLOUS MIXED FOREST IN IRATI NATIONAL FOREST, IN PARANA STATE

Afonso Figueiredo Filho¹

Edson Luis Serpe²

Marcelo Becker³

Daniela Fernanda dos Santos³

RESUMO

A deposição estacional de serapilheira foi avaliada em um remanescente da Floresta Ombrófila Mista localizada na Floresta Nacional de Irati, na região Centro-Sul do Estado do Paraná. Aproveitando-se da estrutura existente de um experimento permanente de 25 blocos de 1 ha (100 x 100 m), selecionaram-se três destes blocos onde foram instalados sistematicamente 27 coletores com área de 1 m², 9 em cada bloco. As coletas foram realizadas ao final de cada estação do ano e o material coletado foi acondicionado em sacos plásticos. Após uma pré-secagem, o material de cada coletor foi separado nas frações folhas, galhos, galhos de araucária, acículas de araucária e miscelânea (flores, frutos, sementes e fragmentos pequenos). Em seguida foi embalado em sacos de papel e levado à estufa a uma temperatura de 65 °C, até peso constante, para a determinação do peso seco por fração de serapilheira. A relação entre a produção de serapilheira com a precipitação, média das temperaturas mínima, média e máxima também foi avaliada. As análises realizadas em dois anos de observações (primavera de 2002 ao inverno de 2004) demonstram que a primavera foi a estação que apresentou

¹ Engenheiro Florestal, Dr., Professor da UNICENTRO e Professor Sênior do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPR, Rodovia PR 153 km 7 – Riozinho – 84.500-000 Irati/PR. afonso@irati.unicentro.br

² Engenheiro Florestal.

³ Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal da UNICENTRO, Irati/PR. Bolsistas do CNPq.

Recebido para publicação em 18/08/2004 e aceito em 08/12/2005

Ambiência	Guarapuava, PR	v.1 n.2	p. 257-269	jul./dez. 2005	ISSN 1808 - 0251
-----------	----------------	---------	------------	----------------	------------------

a maior deposição de serapilheira, seguida pelo inverno, verão e outono, com valores médios (kg/ha) de 2.408,09; 1.468,98; 1.371,11 e 1.082,89, respectivamente. A fração folhas constituiu-se no principal componente, respondendo por 41,70% da serapilheira total, seguida por galhos (19,49%), miscelânea (18,83%), galhos de araucária (15,64%) e acículas de araucária (4,34%). A produção anual média total de serapilheira nos dois anos foi de 6.331,07 kg/ha. A precipitação afetou de forma mais importante a produção de serapilheira do que a média das temperaturas máxima, média e mínima com coeficiente de correlação (r) de 0,6074; 0,2100; 0,1966 e 0,1619, respectivamente.

Palavras-chave: Biomassa; litter; Floresta de Araucária

ABSTRACT

The seasonal litterfall deposition was evaluated in remanescent Mixed Ombrophylous Forest, located in the national forest of Irati, in the mid-south region of the state of Parana. From a permanent experiment of 25 blocks of 1 ha (100 x 100m), it was selected 3 blocks where it was systematically installed 27 collectors with an area of 1 m. 2, 9 in each block. At the end of the each season the litter was collected and the material was conditioned in plastic bags. After a pre-drying section, the material was separated into fractions of leaves, branches, araucaria branches, araucaria needles and miscellany (flowers, fruit, seeds and small fragments). Then, it was wrapped in plastic bags and taken to the stove to a temperature of 65°C, until reaching constant weight, to determine the dry weight of each litter fraction. The relation between the productions of litter with precipitation and the average of the minimum, medium and maximum temperature was also evaluated. The results obtained in two years of observation (spring 2002 to winter 2004) demonstrate that spring was the season with the biggest litterfall, followed by winter, summer and autumn with the average values (in kg/ha) of 2,408.09; 1,468.98; 1,371.11 and 1,082.89, respectively. The fraction of leaves constituted the main component, responding to 41.70% of the total litterfall weight, followed by the branches (19.49%), miscellany (18, 83%), araucaria branches (15.64%), and araucaria needles (4.34%). The total average annual production of litterfall was 6,331.07 kg/ha. The seasonal precipitation affected more expressively the litterfall production than the maximum, medium and minimum temperature with correlation coefficient (r) of 0.6074, 0.2100, 0.1966 and 0.1619, respectively.

Key words: Biomass; litter; Araucaria Forest

INTRODUÇÃO

A ciclagem de nutrientes é fundamental para conhecer a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas florestais. A vegetação devolve nutrientes ao solo através da circulação de matéria, que é representada pela deposição de serapilheira. (VOGT *et al.*, 1986). Esses fragmentos, ao caírem sobre o solo, formam uma camada orgânica constituída principalmente de folhas, fragmentos de casca, galhos, flores, frutos e outras partes. (GOLLEY *et al.*, 1978; KOEHLER, 1989).

A serapilheira tem sido considerada como um dos componentes importantes para a ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais. (PRITTCHEM, 1979; HAAG, 1987). O material produzido varia em função da tipologia vegetal e da condição climática.

Em geral, as folhas são responsáveis por mais de 50% da serapilheira produzida em uma floresta. Tadaki (1977) considera que a biomassa das folhas de uma comunidade florestal está entre as mais importantes peças de informação para se analisar a capacidade de produção 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).

Vários fatores bióticos e abióticos afetam a produção de serapilheira, tais como: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, luminosidade, relevo, decíduosidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo. Dependendo das características de cada ecossistema, um determinado fator pode prevalecer sobre os demais.

Dentre esses fatores, Mason (1980) e Bray e Gorham (1964) afirmaram que, sem dúvida, o clima é o mais importante. De acordo com Bray e Gorham (1964), temperaturas elevadas, maior duração no período de crescimento e maior quantidade de insolação se constituem nos fatores climáticos mais relevantes para a produção da serapilheira. Os mesmos autores acrescentaram que de maneira geral, a serapilheira é composta de 60 a 80% de folhas, 1 a 15% de ramos e 1 a 25% de casca.

Cunha *et al.* (1993) estudaram a deposição de serapilheira em uma Floresta Estacional Decidual, situada nas encostas da Serra Geral em Santa Maria, Rio Grande do Sul, registrando uma produção anual de 7.760 kg/ha, com a fração folhas representando aproximadamente 66% da produção total. As menores produções de serapilheira foram verificadas no outono e as maiores, na primavera, quando a temperatura média mensal estava em elevação e as precipitações mensais foram abundantes.

Britez *et al.* (1992) estudaram a deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista, no município de São Mateus do Sul, Estado do Paraná, reportando que a produção total de serapilheira foi de 6.526,7 kg/ha/ano.

Britez (1994) fez um estudo sobre produção de serapilheira e a ciclagem de nutrientes em uma Floresta Ombrófila Densa e encontrou valores para restinga baixa de 5.461,01 kg/ha/ano e para restinga alta de 7.797,07 kg/ha/ano.

Custódio Filho et al. (1996), estudando a produção de serapilheira e o retorno de nutrientes em uma floresta pluvial atlântica (Floresta Ombrófila Densa), registraram uma produção anual de 6.054,10 kg/ha de serapilheira, sendo que a fração folhas contribuiu com 72,7% do total, os ramos com 16,0% e outros componentes com 11,3%.

Delitti (1984) mencionou os padrões básicos para a deposição anual de serapilheira. O primeiro refere-se a uma maior deposição de serapilheira na época seca, como ocorre em ecossistemas amazônicos, nas florestas mesófilas e cerrados. O segundo caso é o contrário e consiste em um aumento na intensidade de deposição de serapilheira na época úmida, típico das florestas atlânticas e restingas.

Durigan et al. (1996), estudando a produção de folheto em mata ciliar, registraram um período de alta produção no final do inverno e início da primavera.

Wisniewski et al. (1997) realizaram dois anos de estudo em uma Floresta Ombrófila Mista localizada em Ponta Grossa, Estado do Paraná. Constataram que a produção anual média de serapilheira foi maior no inverno com 2.476,9 kg/ha e menor no verão com 831,6 kg/ha. Na primavera e no outono, a produção foi de 2.045,2 e 1.887,2 kg/ha, respectivamente. Do total de serapilheira produzida (6969,50 kg/ha) 57% corresponderam às folhas, 30% aos galhos e 13% às miscelâneas.

Portes et al. (1998) estudaram a deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana localizada no Morro do Anhagava, município de Quatro Barras, Estado do Paraná. Constataram que a produção média de serapilheira foi de 4,5 ton/ha/ano, sendo que as folhas totalizaram 63% deste total.

Figueiredo Filho et al. (2003), em dois anos de estudos em uma Floresta Ombrófila Mista localizada em São João do Triunfo, Estado do Paraná, encontraram uma produção anual média de serapilheira de 7.736,81 kg/ha. As folhas foram responsáveis pela maior parte da serapilheira produzida pela floresta, seguindo-se os galhos e miscelâneas, produzindo em média, 4.408,29; 2.063,71 e 1.264,81 kg/ha, respectivamente. A produção de serapilheira foi maior na primavera, seguindo-se o inverno, verão e outono.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a deposição estacional de serapilheira em um remanescente da Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de Irati, Paraná.

MATERIAIS E MÉTODOS

Um experimento permanente de 25 ha foi instalado em 2001 em uma área com Floresta Ombrófila Mista (1272,9 ha) localizada na Floresta Nacional de Irati, município de Fernandes Pinheiro, região Centro-sul do Estado do Paraná. O experimento

tem a finalidade de estudar a dinâmica desse importante ecossistema florestal do sul do país e foi instalado com teodolito, tendo sido dividido em 25 blocos de 1 ha (100 x 100 m).

A Floresta Nacional de Irati, está localizada entre as coordenadas geográficas 25°15' e 25°30' de latitude Sul e 50°30' e 50°40' de longitude Oeste. De acordo com a classificação climática de Köppen, a região onde a floresta está inserida apresenta clima do tipo Cfb com geadas frequentes no inverno. A média das temperaturas máxima e mínima de 24,2 °C e 11,0 °C, respectivamente. A precipitação média mensal é de 193,97 mm e a umidade relativa média mensal do ar é de 79,6%. A altitude média é de 812,0 m. Predominam os solos Podzólico Vermelho Amarelo, terras brunas, cambissolo e litólico.

A Floresta Ombrófila Mista, onde o experimento foi instalado, sofreu exploração seletiva há mais de 60 anos e desde então foi conservada e protegida tendo característica de uma floresta primária. Galvão *et al.* (1989) encontraram as seguintes comunidades arbóreas associadas a *Araucaria angustifolia*, diferindo entre si pela fisionomia ou ocorrência localizada de determinadas espécies:

- a) Caracterizada pelo monjoleiro (*Acacia poliphylla*) e canela-imbuia (*Nectandra megapotamica*), acompanhados do xaxim-com-espinho (*Alsophila* sp. e *Nephelea* sp.);
- b) Caracterizada pela araucária (*Araucaria angustifolia*) e maria-preta (*Diatenopteryx sorbifolia*), com sub-bosque bastante desenvolvido;
- c) Caracterizada pela araucária, canela-branca (*Nectandra lanceolata*), pimenteira (*Capsicodendron dinisii*), pessegueiro-bravo (*Prunus brasiliensis*) e podocarpus (*Podocarpus lambertii*);
- d) Caracterizada pela araucária, canela-branca, erva-mate (*Ilex paraguariensis*), miguel-pintado (*Matayba elaeagnoides*) e cambuí (*Siphoneugenia* sp.);
- e) Caracterizada pelo xaxim-com-espinho e canela-branca;

Utilizando-se da área experimental mencionada, foram selecionados 3 blocos onde se instalou, sistematicamente, 9 coletores em cada bloco, totalizando 27 coletores. O coletor foi construído com uma moldura circular de mangueira de 112,8 cm de diâmetro, o que perfaz uma área de 1 m². Sobre tal moldura, foi costurada uma tela de “nylon” com malha de 2 mm, formando um saco cônico de 0,6 m de profundidade. O coletor foi preso por 4 canos de PVC firmemente fincados no chão. A moldura ficou aproximadamente a 1,5 m do solo (Figura 1).

Os coletores foram instalados no início da primavera de 2002 e as coletas foram realizadas ao final de cada estação do ano da primavera de 2002 até o inverno de 2004 (duas repetições por estação – dois anos de observações). O material coletado foi levado ao laboratório em sacos plásticos, sendo estes identificados com número do coletor

e do bloco onde está instalado. Após uma pré-secagem, o material de cada coletor foi separado em cinco frações: folhas, galhos, miscelânea (flores, frutos, sementes e fragmentos pequenos), galhos de araucária e acículas de araucária. Cada fração foi embalada em sacos de papel, levada à estufa a uma temperatura de 65oC, até atingirem peso constante.

A correlação linear simples (r) entre a deposição de serapilheira com dados climáticos de precipitação e da média das temperaturas mínima, média e máxima por estação foi também analisada. Os dados foram cedidos pela Estação Agrometeorológica do IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) de Fernandes Pinheiro/Irati, localizada ao lado da área experimental.

Figura 1. Coletor de serapilheira



RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a quantidade de serapilheira por estação do ano e por fração de serapilheira estudada, bem como a contribuição percentual de cada fração para o total produzido, para os dois anos de observações e para a média anual.

A deposição no segundo ano foi maior que no primeiro. A fração folhas constituiu-se no principal componente, respondendo por 41,7% da serapilheira total, seguida por galhos (19,5%), miscelânea (18,8%), galhos de araucária (15,6%) e acículas de araucária (4,3%). A Figura 2 mostra a quantidade média de serapilheira produzida nos dois anos de estudo.

A produção anual média total de serapilheira nos dois anos foi de 6.331,07 kg/ha. A primavera foi a estação com maior deposição (38,0%), seguida do inverno (23,2%), verão (21,7%) e outono (17,1%). A deposição por fração, em geral, ocorre segundo esta mesma ordem. O verão e o outono tiveram deposições praticamente iguais, tanto na produção total como por componente estudado.

A Tabela 2 apresenta um resumo com trabalhos desenvolvidos por diversos pesquisadores para determinação de biomassa em algumas tipologias florestais, bem como os resultados deste estudo.

Tabela 1. Serapilheira produzida (kg/ha) por estação e fração de serapilheira, contribuição percentual de cada fração para o total nos dois anos de observações e para a média anual

Estação	Fração	Ano 1		Ano 2		Média	
		Produção	%	Produção	%	Produção	%
Primavera	Folhas	938,52	45,27	1009,89	36,82	974,20	40,46
	Galhos	350,37	16,90	626,41	22,84	488,39	20,28
	Miscelâneas	260,00	12,54	529,52	19,30	394,76	16,39
	Acícula de Araucária	53,70	2,59	143,33	5,23	98,52	4,09
	Galhos de Araucária	470,74	22,70	433,70	15,81	452,22	18,78
	Total	2073,33	100	2742,85	100	2408,09	100
Verão	Folhas	419,63	44,66	503,11	27,91	461,37	33,65
	Galhos	141,85	15,10	267,81	14,86	204,83	14,94
	Miscelâneas	147,78	15,73	546,15	30,30	346,97	25,30
	Acícula de Araucária	36,30	3,86	88,67	4,92	62,48	4,56
	Galhos de Araucária	194,07	20,65	396,85	22,01	295,46	21,55
	Total	939,63	100	1802,59	100	1371,11	100
Outono	Folhas	453,33	49,84	510,44	40,64	481,89	44,50
	Galhos	206,30	22,68	160,56	12,78	183,43	16,94
	Miscelâneas	124,44	13,68	381,01	30,33	252,72	23,34
	Acícula de Araucária	21,85	2,40	65,93	5,25	43,89	4,05
	Galhos de Araucária	103,70	11,40	138,22	11,00	120,96	11,17
	Total	909,62	100	1256,16	100	1082,89	100
Inverno	Folhas	726,48	48,94	718,48	49,44	722,48	49,18
	Galhos	361,26	24,34	353,04	24,29	357,15	24,31
	Miscelâneas	201,07	13,54	194,74	13,40	197,91	13,47
	Acícula de Araucária	72,37	4,87	67,33	4,63	69,85	4,76
	Galhos de Araucária	123,40	8,31	119,78	8,24	121,59	8,28
	Total	1484,58	100	1453,37	100	1468,98	100
Total geral	Folhas	2537,96	46,94	2741,92	37,79	2639,94	41,70
	Galhos	1059,78	19,60	1407,82	19,41	1233,80	19,49
	Miscelâneas	733,29	13,56	1651,42	22,76	1192,36	18,83
	Acícula de Araucária	184,22	3,41	365,26	5,04	274,74	4,34
	Galhos de Araucária	891,91	16,49	1088,55	15,00	990,23	15,64
	Total	5407,16	100	7254,97	100	6331,07	100

Figura 2. Serapilheira produzida por estação e por fração-média anual em 2 anos de estudo

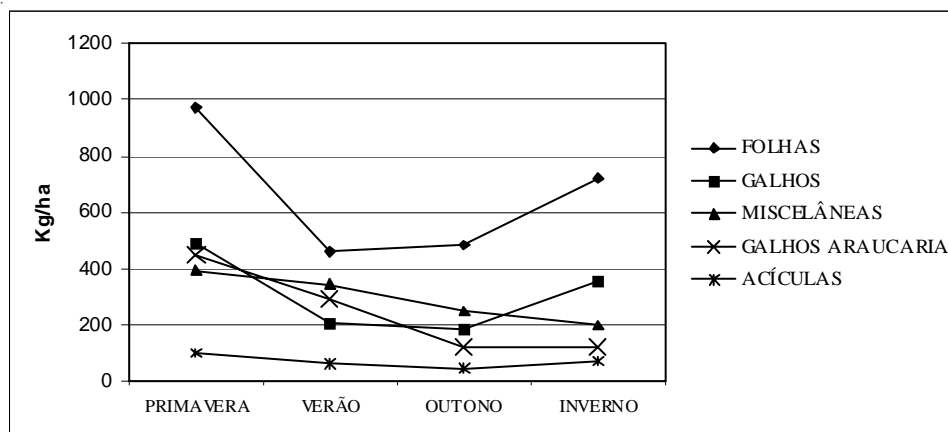


Tabela 2. Resumo dos resultados de estudos sobre deposição de serapilheira para algumas tipologias florestais

Pesquisa	Tipologia Florestal	Tempo (meses)	Número de Coletores	Área do Coletor	Serapilheira (kg/ha/ano)
Britez et al., 1992	Floresta Ombrófila Mista São Mateus do Sul, PR	12	78	1m ²	6.526,70
Britez, 1994	Floresta Ombrófila Densa Restinga Baixa Paranaguá, PR	24	15	1m ²	5.234,62
Britez, 1994	Floresta Ombrófila Densa Restinga Alta Paranaguá, PR	24	15	1m ²	7.673,43
Custódio Filho et al., 1996	Floresta Pluvial Atlântica Salesópolis, SP	24	22	0,5m ²	6.054,10
Wisniewski et.al., 1997	Floresta Ombrófila Mista Ponta Grossa, PR	24	12	1m ²	6.969,40
Portes et al., 1998	Floresta Ombrófila Densa Altomontana Quatro Barras, PR	30	20	0,1963m ²	4.500,00
Figueiredo Filho et.al., 2002	Floresta Ombrófila Mista São João do Triunfo, PR	24	27	1m ²	7.736,80
Este estudo	Floresta Ombrófila Mista Irati, PR	24	27	1m ²	6.331,07

Com base nos estudos que constam da Tabela 2, observa-se que a deposição de serapilheira variou de 4.500 a 7.737 kg/ha/ano e na tipologia específica deste estudo, Floresta Ombrófila Mista, a produção variou de 6.331,07 a 7.736,80 kg/ha/ano.

A Tabela 3 compara os resultados desta pesquisa com os estudos realizados por Wisniewski et al. (1997) e Figueiredo Filho et al. (2002). Esta comparação se faz

relevante devido à similaridade quanto à tipologia estudada, tempo de observações (2 anos), bem como pela análise sazonal da deposição de serapilheira.

Verificam-se diferenças quanto à sazonalidade, uma vez que no estudo realizado por Wisniewski *et al.* (1997) registrou-se uma maior produção de serapilheira durante o inverno, seguindo-se a primavera, outono e verão. Neste estudo e em Figueiredo Filho *et al.* (2002), a maior produção foi também na primavera, seguindo-se o inverno, verão e outono. A produção média anual não teve uma variação considerável (6.331 a 7.737 kg/ha) tendo em conta a heterogeneidade de produção que pode ser encontrada em florestas localizadas em latitudes próximas a da área estudada (6000 a 8000 kg/ha/ano), segundo Bray e Gorham (1964). Essas diferenças podem ser atribuídas a vários fatores como: estágio sucessional, solo, chuva, temperatura, dentre outros.

Tabela 3. Comparação entre este estudo (A), a pesquisa realizada por Figueiredo Filho *et al.* em 2002 (B) e o realizado por Wisniewski *et al.* em 1997 (C)

Fração	Estudo	Produção de Serapilheira (Kg/ha)				
		Primavera	Verão	Outono	Inverno	Total
Folhas	A	1072,71	523,85	525,78	792,33	2914,67
	B	1486,57	949,37	690,01	1282,34	4408,29
	C	1123,90	412,00	794,80	1641,70	3972,40
Galhos	A	940,61	500,29	304,39	478,74	2224,03
	B	540,06	492,38	401,33	629,94	2063,71
	C	550,10	220,60	646,60	670,4	2087,70
Miscelâneas	A	394,76	346,97	252,72	197,90	1192,35
	B	406,68	357,95	247,66	252,51	1264,80
	C	371,20	198,90	175,00	164,75	909,85
Total	A	2408,08	1371,11	1082,89	1468,97	6331,05
	B	2433,31	1799,70	1339,00	2164,79	7736,80
	C	2045,20	831,60	1615,80	2476,9	6969,50

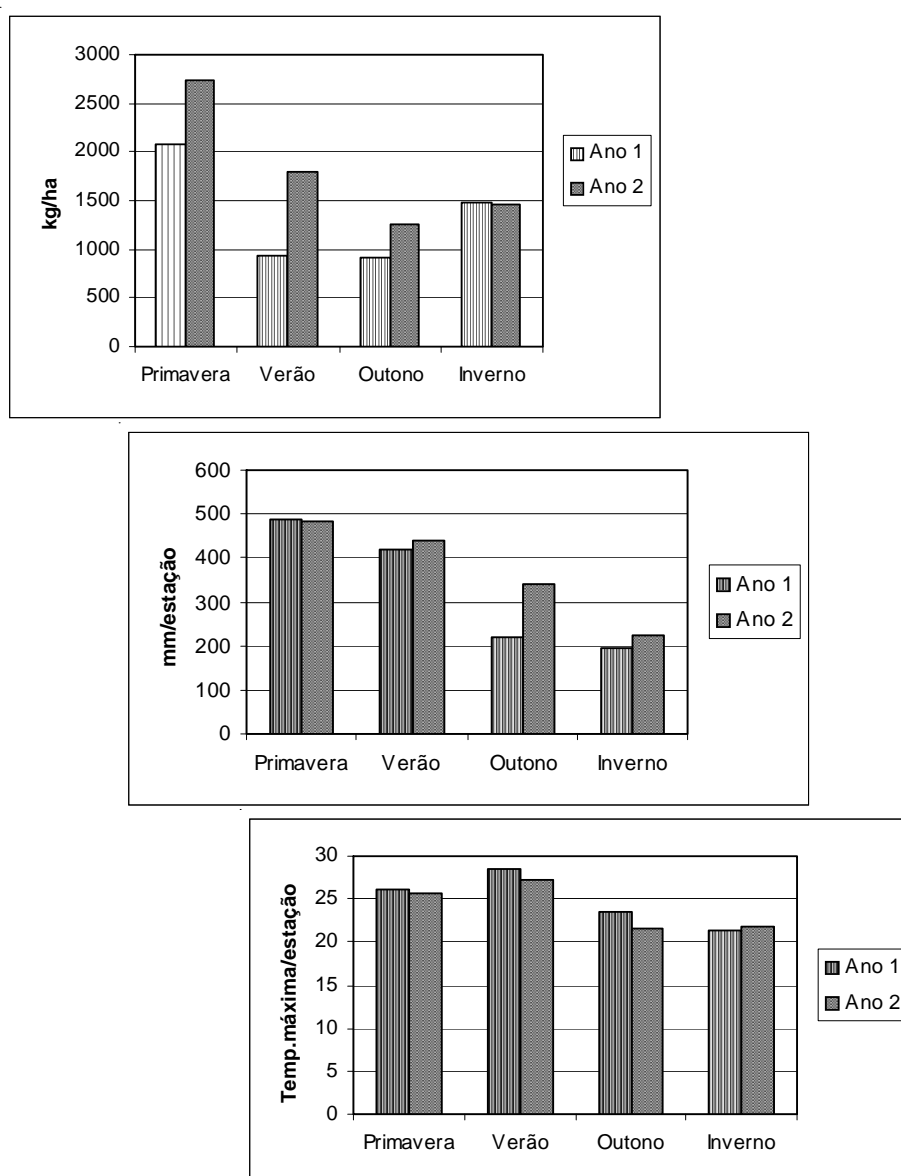
A Figura 3 mostra a deposição total de serapilheira (a), a precipitação (b) e a média da temperatura máxima (c) por estação e para os dois anos de observação. Quando se faz uma análise pontual por estação e por ano, a precipitação teve uma maior influência na deposição de serapilheira do que a temperatura. A média das temperaturas mínima, média e máxima não variou drasticamente no período analisado e teve uma influência menos importante na deposição de serapilheira.

De fato isto pode ser constatado com a análise de correlação (Tabela 4). A precipitação por estação é mais correlacionada com a produção de serapilheira ($r = 0,61$). Por outro lado, a média das temperaturas mínima, média e máxima apresenta correlação linear bastante baixa ($r < 0,21$), respaldando a análise gráfica que se pode fazer com base na Figura 3.

Tabela 4. Correlação entre a deposição sazonal de serapilheira com a precipitação e a média da temperatura mínima, média e máxima – por estação e para os dois anos de estudos

Variáveis	Serapilheira produzida
Média da temperatura mínima	0,16
Média da temperatura média	0,20
Média da temperatura máxima	0,21
Precipitação	0,61

Figura 3. Relação entre a deposição de serapilheira (a), precipitação (b) e temperatura máxima (c) para os dois anos de estudos



CONCLUSÕES

A primavera foi a estação que apresentou a maior deposição de serapilheira, seguida pelo inverno, verão e outono com média de 2.408,09 (38,04%), 1.468,98 (23,20%), 1.371,11 (21,66%) e 1.082,89 (17,10%) kg/ha, respectivamente, totalizando uma produção média anual de 6.331,07 kg/ha.

A fração folhas constituiu-se no principal componente, respondendo por 41,70% da serapilheira total, seguida por galhos (19,49%), miscelânea (18,83%), galhos de araucária (15,64%) e acículas de araucária (4,34%).

A precipitação afetou de forma mais importante a produção de serapilheira do que a média das temperaturas máxima, média e mínima com coeficiente de correlação (r) de 0,6074; 0,2100; 0,1966 e 0,1619, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Especial agradecimento aos bolsistas que atuaram no projeto e que se dedicaram na coleta e manuseio da serapilheira: Renato Danieli, Rubia Gisele Bernert, Priscila Aparecida Ulbrich, Michael Rogers Bernert, Gilvan Plodowski e Maurício Däemme.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAY, J. R.; GORHAM, E. Litter production in the forests of the world. *Advances in Ecological Reserch*, New York, v2, p. 101-157, 1964.

BRITTEZ, R. M. *Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR*. Curitiba, Universidade federal do Paraná. 1994. 240 p. (Dissertação de mestrado)

BRITTEZ, R. M.; REISSMANN, C. B.; SILVA, S. M.; SANTOS FILHO, A. Deposição Estacional de serapilheira e macronutrientes em uma floresta de Araucária, São Mateus do Sul, Paraná. In: *2o Congresso nacional sobre essências nativas*, São Paulo 1992. Anais. São Paulo, Revista do instituto Florestal, 4(3): 766-772, 1992.

CUNHA, G. C.; GRENDENE, L. A.; DURLO, M. A.; BRESSAN, D. A. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.3, n.1, p.19-39, 1993.

CUSTÓDIO FILHO, A; FRANCO, G. A. D. C; POGGIANI, F.; DIAS, A. C. Produção de serapilheira e o retorno de macronutrientes em floresta pluvial atlântica – Estação Biológica de Boracéia (São Paulo – Brasil). *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo 8(1):1-16, 1996.

DELITTI, W. B. C. *Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, campo cerrado e na floresta implantada de Pinus elliottii var. elliottii*. São Paulo, 305 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, 1984.

DURIGAN, G; LEITÃO FILHO, H. F.; PAGANO, S. N. Produção de folhedo em matas ciliares na região oeste do estado de São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo 8(2):187-199, 1996.

DURIGAN, M. E. *Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR*. Curitiba, 125 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1999.

FIGUEIREDO FILHO, A.; MORAES, G. F.; SCHAAF, L. B.; FIGUEIREDO, D. J. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Estado do Paraná. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.13, n.1, p.11-18, 2003.

GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; RODERJAN, C. V. Levantamento fitossociológico das principais associações arbóreas da Floresta Nacional de Irati – PR. *Floresta*, v. 19, n. 1 e 2, p.30-49, 1989.

GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T. L. CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. I.; DUEVER, M. J. *Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida*. São Paulo; EPU: Editora da Universidade de São Paulo, 1978. 256p.

HAAG, H. P. *Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais*. Campinas, Fundação Cargill 1985.144 p.

_____. A nutrição mineral e o ecossistema. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 1987. p.49-52.

KOEHLER, W. C. *Variação estacional de deposição de serapilheira e de nutrientes em povoamentos de Pinus taeda na região de Ponta Grossa – PR*. Curitiba, 138 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, 1989.

MASON, C. F. *Decomposição*. São Paulo: EPU, 1980. 63 p.

PORTES, M. C. G. O; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Floresta Ombrófila Densa Altomontana. Avaliação da deposição de serapilheira e de nutrientes. *XLIX Congresso Nacional de Botânica*. Resumos. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia. Salvador. BA, 1998. p 302.

PRITCHETT, W. L. *Properties and management of forest soils*. New York: John Wiley and Sons, 1979. 500p.

TADAKI, Y. *Leaf Biomass*. JIBP synthesis vol. 1639-57. Tokyo, 1977.

VOGT, K. A.; GRIER, C. C. VOGT, D. J. Production, turnover, and nutrient dynamics of above and belowground detritus of world forest. *Advances in ecological research*. v.15, p.303-77, 1986.

WISNIESKI, C.; RIBAS, M. E.; KRIEGER, A.; CURSIO, G. Produção e decomposição da serapilheira e deposição de nutrientes em um trecho de uma Floresta Ombrófila Mista sobre Latossolo Vermelho-escuro, no segundo planalto Paranaense. *XXVI Congresso brasileiro de ciências do solo*. Sociedade brasileira de ciências do solo. Rio de Janeiro 1997.