

**AVALIAÇÃO ESTACIONAL DA DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA FLORESTA  
OMBRÓFILA MISTA LOCALIZADA NO SUL DO ESTADO DO PARANÁ**  
SEASONAL EVALUATION OF THE LITTER FALL IN A MIXED ARAUCARIA FOREST LOCATED  
IN SOUTHERN PARANA STATE

Afonso Figueiredo Filho<sup>1</sup> Gilberto Ferreira Moraes<sup>2</sup> Luciano Budant Schaaf<sup>3</sup>  
Décio José de Figueiredo<sup>4</sup>

**RESUMO**

Com o objetivo de avaliar a deposição estacional de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista, instalou-se um experimento em setembro/98 na Estação Experimental de São João do Triunfo, no estado do Paraná. A estação possui uma área de 31,7 ha, dividida em trinta parcelas de 1 ha. Em três dessas parcelas foram instalados 27 coletores (nove em cada uma). As coletas foram realizadas a cada 45 dias, atentando-se sempre para o final das estações. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos, os quais foram identificados com o número do coletor e a parcela na qual está localizado. Após uma pré-secagem, o material de cada coletor foi separado nas frações folhas, galhos e miscelânea. Em seguida, estas foram embaladas em sacos de papel e levadas à estufa à temperatura de 65°C, até peso constante, para a determinação do peso seco por fração de serapilheira. Os dados obtidos até o momento demonstram que a primavera foi a estação que apresentou a maior deposição de serapilheira, seguida pelo inverno, verão e outono, com valores médios (kg/ha) de 2.433,31; 2.164,79; 1.799,72 e 1.339,00 respectivamente. A fração folhas constituiu-se no principal componente, respondendo por 57% da serapilheira total, seguida por galhos com 27% e miscelânea com 16%.

**Palavras-chave:** biomassa, liteira, floresta de araucária.

**ABSTRACT**

With the objective of evaluating the seasonal litter fall of a Mixed Araucaria Forest, in September 98, an experiment was installed at the UFPR's experimental station in São João do Triunfo, Parana State. This station is divided in 30 blocks of 1 ha each. Twenty-seven litter collectors were installed in 3 blocks (9 sampling points per block). At every 45 days the litter were collected, always attempting to the end of the season. The collected material was conditioned in plastic bags, which were identified with the numbers of the collector and the block where it was installed. After air drying, the material was separated in three fractions (leaves, branches and miscellany) and then, it was taken to dry kiln at 65°C until reaching constant weight, in order to determine the dry weight of each litter fraction. The results obtained so far demonstrate that the spring season showed the greatest litter fall, followed by the winter, summer and autumn with the average values (in kg/ha) of 2,433.31; 2,164.79; 1,799.71 and 1,399.00, respectively. The leaves fraction was the main component representing 57% of the total litter fall weight, followed by the branches fraction with 27% and miscellany with 16%.

**Key words:** biomass, litter, araucaria forest.

**INTRODUÇÃO**

A serapilheira é um componente de suma importância dentro de um ecossistema florestal, pois responde pela ciclagem de nutrientes, além de indicar a capacidade produtiva da floresta ao relacionar os

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Florestal, UNICENTRO, Bairro Riozinho, Caixa Postal 21, CEP 84500-000, Irati (PR). [ag@floresta.ufpr.br](mailto:ag@floresta.ufpr.br)
2. Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Campus III, Av. Prof. Lothário Meissner, 3400, Bairro Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR). [moraesfg@aol.com](mailto:moraesfg@aol.com)
3. Engenheiro Florestal, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Campus III, Av. Prof. Lothário Meissner, 3400, Bairro Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR).
4. Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, Campus III, Av. Prof. Lothário Meissner, 3400, Bairro Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR). [deciofig@floresta.ufpr.br](mailto:deciofig@floresta.ufpr.br)

Recebido para publicação em 21/05/2002 e aceito em 10/04/2003.

nutrientes disponíveis com as necessidades nutricionais de uma dada espécie. 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.

Define-se serapilheira como sendo o material recém-caído, na parte superficial do piso da floresta, consistindo-se sobretudo de folhas, fragmentos de casca, galhos, flores, frutos e outras partes (Koehler, 1989). Sua deposição varia em função da tipologia vegetal e da condição climática.

Vários fatores bióticos e abióticos afetam a produção de serapilheira, tais como: tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de 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 constituem-se 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.

Diferentes ecossistemas florestais depositam diferentes quantidades de serapilheira que também podem apresentar diferentes proporções de frações constituintes. De acordo com Haag (1985), essas diferenças advêm do ciclo biológico, das condições climáticas, entre outros fatores.

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 reportou 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 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 72,73% do total, os ramos com 16,09% e outros componentes com 11,29%.

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 de folheto 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 outono, a produção foi de 2.045,2 e 1.887,2 kg/ha respectivamente. Do total de serapilheira produzida, 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 Anhangava, 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.

Considerando a importância do tema e da Floresta Ombrófila Mista para o sul do Brasil, esta pesquisa tem como objetivo avaliar, a longo prazo, a deposição estacional de serapilheira.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A floresta em análise situa-se na Estação Experimental de São João do Triunfo pertencente à

Universidade Federal do Paraná. Localiza-se no Segundo Planalto Paranaense a cerca de 125 km de Curitiba, a 780 m s.n.m. e possui coordenadas geográficas de 25°34'18" S e 50°05'56" W.

De acordo com a classificação climática de Köppen, a região na qual a floresta está inserida apresenta clima do tipo Cfb. Por meio de prospecções realizadas nas parcelas em que os coletores estão instalados, Durigan (1999) constatou a presença de vários tipos de solos: Cambissolos, Litólicos, Latossolos Vermelho-Escuros e Podzólicos Vermelho-Amarelos.

Com base na classificação proposta pelo IBGE (1992), a tipologia vegetal característica da área de estudo é a Floresta Ombrófila Mista Montana. Há mais de 30 anos, a floresta sob estudo, sofreu uma exploração seletiva de araucárias. Pode-se considerar a área como sendo uma formação primária bastante alterada, ou uma formação secundária desenvolvida, visto que possui algumas características estruturais de formações primárias e intervenções antrópicas características de formações secundárias (Schaaf, 2001).

A área está dividida em trinta parcelas de 1 ha cada. Foram selecionadas três parcelas em que se instalou, sistematicamente, nove coletores em cada parcela, 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 m<sup>2</sup>. 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 quatro canos de PVC firmemente fincados no chão. A moldura ficou aproximadamente a 1,5 m do solo (Figura 1).

As coletas estão sendo realizadas desde setembro de 1998, a cada 45 dias, observando-se os termos das estações. O material foi coletado e levado ao laboratório em sacos plásticos, sendo estes identificados com número do coletor e da parcela em que está instalado. Após uma pré-secagem, o material de cada coletor foi separado em três frações: folhas, galhos e miscelânea. A fração "galhos" em geral não ultrapassa diâmetros de 3 cm. Cada fração foi embalada em sacos de papel para serem levados à estufa a uma temperatura de 65°C, até atingirem peso constante. Posteriormente, procede-se à pesagem para a determinação do peso seco. Essas etapas têm sido repetidas em cada estação do ano, apresentando-se, neste trabalho, os resultados dos dois primeiros anos de estudos (primavera/1998 ao inverno/2000).

Os dados climáticos são provenientes da estação meteorológica do município da Lapa, com localização mais próxima da área em estudo. Esses dados foram disponibilizados pelo SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), entidade responsável pela sua coleta.

Realizou-se a análise estatística dos dados pelas estimativas de média, desvio-padrão e coeficiente de variação para uma melhor caracterização dos resultados.



FIGURA 1: Coletor de serapilheira.

FIGURE 1: Litter fall collector.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores de biomassa, 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.

TABELA 1: Biomassa 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.

TABLE 1: Biomass produced (kg/ha) per season and fraction of litter fall, percentual contribution of each fraction for the two years of observation and for the annual average.

Estação	Fração	Ano 1		Ano 2		Média	
		Produção	%	Produção	%	Produção	%
Primavera	folhas	1.551,71	61,5	1.421,43	60,6	1.486,57	61,1
	galhos	604,59	24,0	475,54	20,3	540,06	22,2
	miscelânea	366,11	14,5	447,26	19,1	406,68	16,7
	total	2.522,41	100,0	2.344,23	100,0	2.433,31	100,0
Verão	folhas	861,13	56,1	1.037,62	50,2	949,37	52,8
	galhos	411,27	26,8	573,49	27,8	492,38	27,4
	miscelânea	261,80	17,1	454,11	22,0	357,95	19,8
	total	1.534,20	100,0	2.065,22	100,0	1.799,70	100,0
Outono	folhas	761,61	45,0	618,41	62,6	690,01	51,5
	galhos	643,72	38,1	158,93	16,1	401,33	30,0
	miscelânea	285,58	16,9	209,75	21,3	247,66	18,5
	total	1.690,91	100,0	987,09	100,0	1.339,00	100,0
Inverno	folhas	1.232,81	55,0	1.331,87	63,9	1.282,34	59,2
	galhos	786,84	35,0	473,04	22,7	629,94	29,1
	miscelânea	225,41	10,0	279,60	13,4	252,51	11,7
	total	2.245,06	100,0	2.084,51	100,0	2.164,79	100,0
Total Geral	folhas	4.407,26	55,1	4.409,33	58,9	4.408,29	57,0
	galhos	2.446,41	30,6	1.681,00	22,5	2.063,71	26,7
	miscelânea	1.138,90	14,3	1.390,71	18,6	1.264,81	16,3
	total	7.992,57	100,0	7.481,04	100,0	7.736,80	100,0

A fração folhas representa a maior parte da serapilheira produzida, variando ao longo dos dois anos de observações de 45 a 63,9%. Em média, as folhas contribuíram com 57% do total da serapilheira produzida. Este percentual é um pouco menor do que o encontrado por Bray e Gorham (1964), os quais relataram que as folhas, em geral, representam entre 60 a 80% da serapilheira. Esses autores estudaram florestas situadas na mesma faixa de latitude da área em estudo.

A deposição no primeiro ano foi maior que no segundo, sobretudo por causa da maior quantidade de galhos registrada no primeiro ano. Em média, os galhos representaram 26,7% do total de serapilheira. Já a fração miscelânea representou 16,3% desse total. A Figura 2 mostra a quantidade média de serapilheira produzida nos dois anos de estudo e dá uma idéia mais direta da produção por estação e frações consideradas neste estudo.

Na Tabela 1, observa-se também que a deposição de serapilheira no primeiro ano foi maior na primavera, seguida pelo inverno, outono e verão. No segundo ano, houve a mesma tendência, ocorrendo, no entanto, uma inversão quanto às estações outono e verão, pois a deposição no verão foi maior que no outono, provavelmente em razão da maior incidência de precipitação durante o verão e uma diminuição considerável no outono (Figura 3). Observa-se que, no primeiro ano, a fração galhos teve uma grande contribuição para que a deposição no outono fosse maior que no verão. Já no segundo ano, a produção de serapilheira aumentou bastante no verão nas três frações, ocorrendo o inverso no outono, que registrou uma queda acentuada.

Esse comportamento observado no segundo ano acabou refletindo na média dos dois anos e, portanto, a produção de serapilheira segue a ordem decrescente primavera>inverno>verão>outono, para o total de biomassa produzida. A deposição por fração ocorre segundo essa mesma ordem para as folhas. Para

os galhos, ocorreu uma inversão na ordem entre o inverno e a primavera e, para a fração miscelânea, verificou-se uma inversão entre o inverno e o verão.

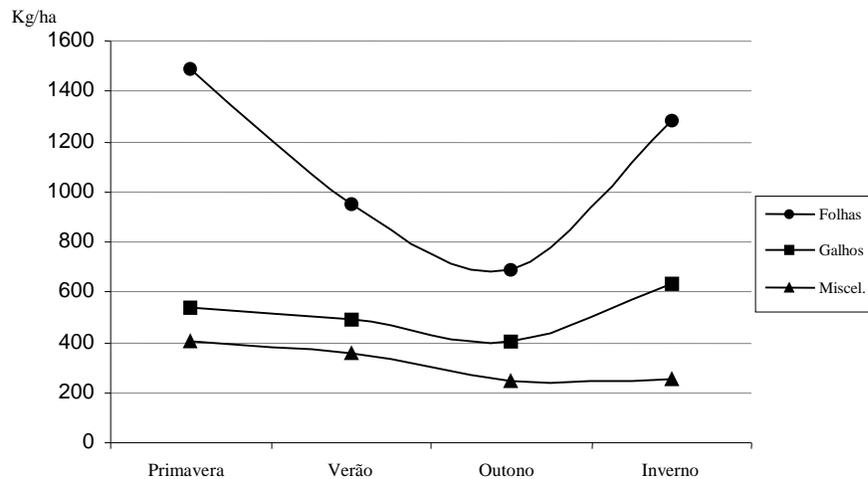


FIGURA 2: Peso seco médio de serapilheira por estação e por fração em dois anos de observações.

FIGURE 2: Mean dry weight of litter fall per season and per fraction in two years of observation.

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

TABELA 2: Resumo dos resultados de alguns estudos sobre deposição de serapilheira para algumas tipologias florestais.

TABLE 2: Summary of the results from some studies about litter fall's deposition for some forest types.

Pesquisa	Tipologia Florestal	Tempo (anos)	Número de Coletores	Área do Coletor	Biomassa (kg/ha/ano)
Este Estudo	Floresta Ombrófila Mista (São João do Triunfo -PR)	2	27	1m <sup>2</sup>	7.736,80
Wisniewski <i>et.al.</i> (1997)	Floresta Ombrófila Mista (Ponta Grossa – PR)	2	12	1m <sup>2</sup>	6.969,40
Britez <i>et al.</i> (1992)	Floresta Ombrófila Mista (São Mateus do Sul – PR)	1	78	1m <sup>2</sup>	6.526,70
Britez (1994)	Floresta Ombrófila Densa Restinga Baixa	2	15	1m <sup>2</sup>	5.234,62
Britez (1994)	Floresta Ombrófila Densa Restinga Alta	2	15	1m <sup>2</sup>	7.673,43
Custódio Filho <i>et al.</i> (1996)	Floresta Pluvial Atlântica	2	22	0,5m <sup>2</sup>	6.054,10
Portes <i>et al.</i> (1998)	Floresta Ombrófila Densa Altomontana	2,5	20	0,1963m <sup>2</sup>	4.500,00

Comparando a produção média de serapilheira, nos dois anos de observações, verificou-se na floresta em estudo uma maior deposição de serapilheira que as demais tipologias citadas. No entanto, a produção encontra-se dentro dos limites esperados para florestas localizadas em latitudes próximas a da área estudada (6000 a 8000 kg/ha/ano), segundo Bray e Gorham (1964). Deve-se ressaltar que essas diferenças podem também estar relacionadas a diferentes estágios sucessionais das florestas avaliadas (Tabela 2).

A Tabela 3 compara os resultados deste estudo com o realizado por Wisniewski *et.al.* (1997). Essa comparação se faz relevante em razão a alguns aspectos similares das duas pesquisas 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, o outono e o verão, além da produção média anual ser inferior àquela registrada neste estudo. Essas diferenças podem ser atribuídas a vários fatores como: estágio sucessional, solos, fatores climáticos, dentre outros.

TABELA 3: Comparação entre este estudo e o realizado por Wisniewski *et al.* (1997).

TABLE 3: Comparison among this study and the one accomplished by Wisniewski *et al.* (1997).

Estação	Ano	Produção de Serapilheira (Kg/ha)							
		Folhas		Galhos		Miscelânea		Total	
		A	B	A	B	A	B	A	B
Primavera	1	1551,71	1320,00	604,59	512,00	366,11	382,20	2522,41	2214,20
	2	1421,43	927,80	475,54	588,20	447,26	360,20	2344,23	1876,22
	Média	1486,57	1123,90	540,06	550,10	406,68	371,20	2433,31	2045,20
Verão	1	861,13	447,20	411,27	210,00	261,80	248,70	1534,20	905,90
	2	1037,62	376,90	573,49	231,20	454,11	149,10	2065,22	757,20
	Média	949,37	412,00	492,38	220,60	357,95	198,90	1799,70	831,60
Outono	1	761,61	780,50	643,72	286,40	285,58	166,30	1690,91	1233,20
	2	618,41	809,20	158,93	1005,60	209,75	183,60	987,09	1998,40
	Média	690,01	794,80	401,33	646,60	247,66	175,00	1339,00	1615,80
Inverno	1	1232,81	1744,50	786,84	656,00	225,41	188,50	2245,06	2589,00
	2	1331,87	1538,90	473,04	684,90	279,60	141,00	2084,51	2364,80
	Média	1282,34	1641,70	629,94	670,40	252,51	164,75	2164,79	2476,90
Anual	1	4407,26	4292,20	2446,41	1664,40	1138,90	985,70	7992,57	6942,30
	2	4409,33	3652,80	1681,00	2509,90	1390,71	833,90	7481,04	6996,60
	Média	4408,29	3972,50	2063,71	2087,20	1264,81	909,80	7736,81	6969,50

Em que: A = Este estudo; B = Wisniewski *et al.*, 1997.

Foi realizada uma análise estatística dos dados com a finalidade de verificar a variabilidade por fração e para toda a serapilheira produzida. A Tabela 4 mostra a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação por estação e fração para a média dos dois anos.

Observa-se uma alta variabilidade na fração galhos, contrastando com a fração folhas que é comparativamente mais homogênea. A princípio, denota-se a necessidade de um grande contingente de coletores necessários para atender um estreito limite de erro, fundamentalmente, em razão da grande variabilidade acarretada pela fração galhos. Ressalta-se aqui que o elemento dessa fração raramente ultrapassou 3 cm de diâmetro. Evidentemente, galhos grandes não são captados pelos coletores ( $\pm 1 \text{ m}^2$  de área) normalmente empregados em trabalhos dessa natureza (Tabela 2).

A Figura 3 apresenta a deposição total de serapilheira por ano de observação (a), o comportamento da precipitação (b) e a temperatura (c) por estação do ano. Quando se faz uma análise pontual por estação, a precipitação parece influenciar a deposição de serapilheira. Observa-se nas estações verão, outono e inverno que a menor ou maior quantidade de chuvas resultou em menor ou maior quantidade de serapilheira, notadamente, no verão em que houve a maior mudança quanto à precipitação nos dois anos de estudos e também na deposição de serapilheira (Figura 6 a-b). A temperatura (Figura 6-c) parece não ter influenciado na deposição de serapilheira, uma vez que, praticamente, não variou durante as estações entre os dois anos.

Todavia, uma análise de correlação global dos dados indica que a produção de serapilheira teve uma baixa correlação linear com a precipitação ( $r = 0,3633$ ) e com a temperatura ( $r = -0,1016$ ). Provavelmente, a continuação da pesquisa para um período maior poderá trazer informações mais seguras a respeito do relacionamento dessas variáveis. Ressalta-se que o ideal seria a disponibilidade de uma estação no próprio local do experimento.

TABELA 4: Análise estatística por estação do ano e fração de serapilheira.

TABLE 4: Statistical analysis for season and litter fall fraction.

Estação	Frações	Parâmetros Estatísticos por Estação		
		$\bar{X}$ (g/m <sup>2</sup> )	s (g/m <sup>2</sup> )	cv (%)
Primavera	folhas	148,66	53,19	35,78
	galhos	54,01	29,07	53,83
	miscelânea	40,67	19,07	46,90
	total	243,34	78,09	32,09
Verão	folhas	94,94	64,61	68,06
	galhos	49,24	38,11	77,39
	miscelânea	35,80	19,42	54,24
	total	179,98	106,77	59,32
Outono	folhas	69,00	34,83	50,48
	galhos	40,13	78,59	195,82
	miscelânea	24,77	22,80	92,05
	total	133,90	107,70	80,43
Inverno	folhas	128,23	54,89	42,80
	galhos	62,99	71,89	114,13
	miscelânea	25,25	15,56	61,64
	total	216,47	110,75	51,16

Em que:  $\bar{X}$  = média; s = desvio padrão; cv = coeficiente de variação.

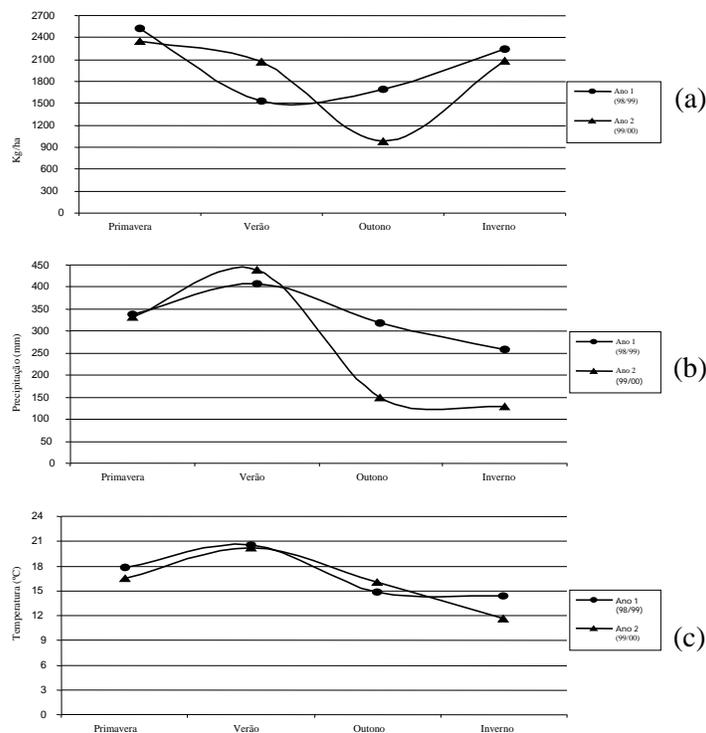


FIGURA 3: Relação entre a deposição de serapilheira (a), precipitação (b) e temperatura (c) para os dois anos de estudos.

FIGURE 3: Relation among the litter fall deposition (a), precipitation (b) and temperature (c) for the two years of studies.

## CONCLUSÕES

As folhas foram responsáveis pela maior parte da serapilheira produzida pela floresta, seguindo-se os galhos e miscelânea, produzindo, em média, 4408,29; 2063,71 e 1264,81 kg/ha respectivamente para folhas, galhos e miscelânea.

Para a floresta em estudo, a deposição estacional de serapilheira seguiu a ordem decrescente primavera>inverno>verão>outono.

A deposição anual registrada mostrou-se um pouco superior àquela apresentada por outras formações florestais já estudadas.

Detectou-se baixas correlações entre a serapilheira produzida por estação com a precipitação e a temperatura, apresentando coeficientes de correlação (r) de 0,3633 e -0,1016 respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAY, J.R.; GORHAM, E. Litter production in the forests of the world. **Advances in Ecological Research**, New York, v. 2, p. 101-157, 1964.
- BRITTEZ, R. M. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR**. 1994. 240 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade federal do Paraná, Curitiba, 1994.
- 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. **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, n. 3, p. 766-772, 1992.
- 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, v. 8, n. 1, p. 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*. 305p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.
- DURIGAN, G; LEITÃO FILHO, H.F.; PAGANO, S.N. Produção de folheto em matas ciliares na região oeste do estado de São Paulo. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 187-199, 1996.
- DURIGAN, M.E. **Florística, dinâmica e análise protéica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR**. 125p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.
- HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas-SP: Fundação Cargill, 1985.144p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p. (Série manuais técnicos em geociências, n. 1).
- KOEHLER, W.C. **Variação estacional de deposição de serapilheira e de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa – PR**. 138p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1989.
- MASON, C.F. **Decomposição**. São Paulo: EPU, 1980. 63p.
- PORTES, M.C.G.O; KOEHLER, A.; GALVÃO, F. Floresta ombrófila densa altomontana: avaliação da deposição de serapilheira e de nutrientes. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 49., 1998, Salvador. **Resumos ...** Instituto de Biologia, 1998. 302p.
- SCHAAF, L.B. **Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no sul do Paraná**. 2001. 119p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.
- TADAKI, Y. **Leaf Biomass**. JIBP synthesis v. 16, p. 39-57. Tokyo, 1977.
- WISNIEWSKI, 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. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO. SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997.