

Deposição de Folhedeo e Retorno de Nutrientes ao Solo em Quatro Procedências de (*Grevillea robusta* Cunn.) no Sudoeste do Paraná.

Emerson Gonçalves Martins¹

Carlos Alberto Ferreira²

Edinelson José Maciel Neves³

Mario Takao Inoue⁴

RESUMO

Foram avaliadas a deposição de serapilheira e de nutrientes em quatro procedências de grevilea (*Grevillea robusta* Cunn), de quatro anos de idade, plantadas na Região de Quedas do Iguaçu, em solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico (Haplustox). Os resultados possibilitaram as seguintes conclusões: 1) A grevilea produz em média 10267 kg de serapilheira por hectare/ano, superando as produções observadas em povoamentos de *Pinus* e *Eucalyptus*. 2) A concentração dos macronutrientes na serapilheira não tem relação com o crescimento volumétrico, exceto de P, que se apresenta em maior concentração em povoamentos com a menor produção volumétrica de média. 3) As procedências mais produtivas em madeira tenderam a depositar, pela serapilheira, as maiores quantidades de macro e micronutrientes no solo. A procedência Fine Flower foi a que apresentou a maior deposição de serapilheira, enquanto que a menor foi observada na procedência Albert River. As maiores concentrações de N, K e Zn foram registradas na testemunha; as de Ca na procedência Porter's Gap ; as de P, Mg e Cu na Albert River e as de Fe e Mn pela Fine Flower. Os maiores conteúdos de N, P, Ca, Mg, Cu, Fe e Mn foram observados na procedência Fine Flower, e os de

¹ Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. emartins@cnpf.embrapa.br

² Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. calberto@cnpf.embrapa.br

³ Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. eneves@cnpf.embrapa.br

⁴ Engenheiro Florestal, Doutor, Professor da UNICENTRO. Irati/PR

K e Zn na testemunha. Apenas Mg e Mn em nível de concentração e Cu e Mn em nível de conteúdo mostraram diferenças significativas.

PALAVRAS - CHAVES: Ciclagem de nutrientes, elementos minerais, volume de madeira.

Litter and Nutrient Deposition of Four Provenances of (*Grevillea robusta* Cunn.) in the Southwestern Paraná.

ABSTRACT

Litter production and nutrient deposition were assessed in a four year old (*Grevillea robusta* Cunn) plantation in Quedas do Iguaçu, southwestern of State Paraná. The trial was established on soil classified as Haplustox (LATOSSOLO VERMELHO Distroférico). The results showed the following features: i) *Grevillea* produces a large amount of litter (1,267 Kg/ha); more than various *Pinus* and *Eucalyptus* stands in similar conditions; ii) The nutrient levels in the litter are not correlated with volume of wood produced; (the only exception was the decrease of the level of P as volume increased; iii) A positive and significant (> 90,0%) correlation was evident between volume of wood produced and amount of nutrients in the litter. iv) The largest amount of litter was produced by Fine Flower provenance, and the smallest by Albert River; v) Control plots deposited the largest amount of K and Zn while other nutrients (N, P, Ca, Mg, Cu, Fe and Mn) were deposited in larger amounts by the Fine Flower provenance.

KEY WORDS: litter, nutrient cycling, nutrient deposition, wood volume.

1. INTRODUÇÃO

A *Grevillea* (*Grevillea robusta* Cunn.) é uma espécie arbórea nativa da Austrália, de crescimento rápido, cuja distribuição natural se estende pelas costas do norte do Estado de New South Wales até o sul de Queensland. A altitude, nessas áreas, varia desde o nível do mar até 1.120 m (HARWOOD & GETAHUN, 1990). Esta espécie foi introduzida, inicialmente, como planta ornamental na Europa e,

posteriormente, para sombrear culturas agrícolas no Sri Lanka, Índia, Argélia e África do Sul, chegando à América do Sul, inclusive, ao Brasil, apenas no final do século passado (HARWOOD, 1992). No Brasil, a grevilea foi introduzida no Estado de São Paulo, para sombrear cafezais. Em 1975, o I.B.C. (Instituto Brasileiro do Café) recomendou a formação de quebra-ventos com a espécie para proteção dos cafezais (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1981). A espécie também apresenta potencial para produção de madeira serrada e usos diversos. Seu cerne é resistente, de alta durabilidade e de boa qualidade para marcenaria e produção de parquês, peças torneadas, laminados e chapas (NAIR 1993; MARTINS, et al. 2002).

Na Austrália, a grevilea se desenvolve bem em áreas drenadas, sobre solos originários de basalto ou aluviões, com pH em torno de 5,5 a 7,5 (HARWOOD, 1992). No Brasil, ela é plantada, preferencialmente, nos Estados do Paraná e São Paulo. Os solos, nesses locais, normalmente, são de origem basáltica ou de arenito, como na Região Noroeste do Paraná (INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ, 1981).

Tem-se observado que grevilea tem melhor desenvolvimento em solos férteis, não tolerando competição com ervas daninhas, na fase inicial de seu crescimento. Esta característica indica que ela tem potencial de resposta favorável à adubação. Esta espécie apresenta sistema radicular profundo, sendo capaz de translocar nutrientes das partes mais profundas do solo e depositá-los na superfície através da decomposição da serapilheira (HARWOOD & GETAHUN, 1990).

A deposição de serapilheira é uma das principais formas de transferência de nutrientes nos ecossistemas florestais, sendo parte fundamental do ciclo biogeoquímico (POGGIANI & MONTEIRO JUNIOR, 1990). Especialmente nos ecossistemas tropicais, devido à grande diversidade de espécies, ocorrem deposições de diversos tipos de serapilheira que, após a sua deposição, devolvem ao solo parte substancial dos nutrientes absorvidos pelas árvores. A quantidade de serapilheira depositada e de nutrientes ciclada pela deposição de serapilheira varia com a espécie, o local e a idade do povoamento (HAAG, 1985). Por exemplo, comparando povoamentos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Liquidambar styraciflua*, foi constatado que a serapilheira desta última apresenta maior concentração de nutrientes do que a primeira (NOVAES & POGGIANI, 1983).

Tabela 1. Deposição média anual de serapilheira fina (kg/ha) em diferentes povoamentos de diferentes espécie e florestas. Adaptado de Lima (1987)

Espécie / Floresta	Idade (anos)	Serapilheira*	Referência
<i>Pinu caribaea</i>	11-14	8,4	1
<i>Pinus oocarpa</i>	11-14	7,1	1
<i>Eucalyptus saligna</i>	6	5,5	2
<i>Eucalyptus grandis</i>	27	4,2	3
<i>Gochnatia sp.</i>	7	4,6	4
<i>Anadenanthera sp.</i>	7	4,4	4
<i>Astronium sp.</i>	7	2,3	4
<i>Tabebuia sp.</i>	7	1,0	4
Floresta sub-tropical	Adulta	6,7	5
Floresta tropical	Adulta	7,4	6
Floresta temperada	Adulta	3,2	7
Povmt. De <i>A. angustifolia</i>			
Sítio bom	15	5,8	8 e 9
sítio médio		6,4	
Povmt. <i>Pinus. Taeda</i>			
Sítio bom		8,2	10
Sítio médio	15	8,4	
Sítio ruim		6,7	
Povmt. <i>Pinus. Taeda</i>	6 – 11	5,5	10

* Serapilheira envolve somente folhas

1 - Poggiani, 1985

2 - Poggiani, 1976

3 - Turner & Lambert, 1983

4 - Garrido, 1981

5 - Carpanezzi, 1980

6 – Klinge & Rodrigues, 1968

7 - Duvigneaud & Denayer de Dmet, 1970

8 - Koehler et al. ,1987

9 - Koehler & Reismann, 1992

10 - Koehler, 1990

Do material orgânico total depositado em média 60 a 80% constitui-se de folhas (serapilheira fina), sendo o restante distribuindo entre frutos, ramos e casca. Os dados da Tabela 1, permite verificar que as taxas médias de deposição de serapilheira variam de acordo com a espécie, ou tipo de floresta (LIMA, 1987). No cerrado, não se encontrou diferença na quantidade de serapilheira acumulada sob povoamentos de *Eucalyptus grandis* e *E. camaldulensis*, com idades de onze anos. Porém, em cada espécie, as procedências de maior crescimento retornaram ao solo

maior quantidade de serapilheira e de nutrientes do que as de menor crescimento(MELO et al. 1993).

Quanto aos povoamentos de grevilea plantados no Brasil, não se tem informação sobre a quantidade de nutrientes depositada com a serapilheira, nem se existe variação entre procedências nesse aspecto. Esses detalhes ganham importância e precisam ser esclarecidos à medida em que a espécie é difundida como opção de plantio nas propriedades rurais, usando-se preferencialmente as procedências de crescimento mais rápido.

Este trabalho teve como objetivo determinar a deposição de serapilheira e de nutrientes por quatro procedências de *Grevillea robusta* Cunn., aos quatro anos de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um teste de procedências, com quatro anos de idade, delineado em blocos ao acaso, com parcelas retangulares de 6 árvores, espaçadas de 3m X 3m, com 15 repetições, localizado no município de Quedas do Iguaçu, no sudoeste do Estado do Paraná, latitude 25° 31' S; longitude 53° 01'O; altitude 513 m. Das 18 procedências constantes do teste, foram escolhidas quatro para este estudo, com base nos seguintes critérios: 1) maior crescimento (Fine Flower); crescimento intermediário (Porter's Gap); menor crescimento (Albert River), e a testemunha. A serapilheira foi coletada no interior da projeção da copa das três árvores selecionadas aleatoriamente em cada parcela. A Testemunha constituiu-se de uma procedência local, oriunda de sementes coletadas no Estado do Paraná, representativa do material genético comercial, originada de introduções anteriores (Tabela 2).

Tabela 2. Coordenadas geográficas das procedências de grevilea (*Grevillea robusta*) plantadas em Quedas do Iguaçu, Sudoeste do Paraná.

Procedência	Latitude (S)	Longitude	Altitude (m)
Fine Flower (NSW)	29° 33'	152° 40' E	60
Poter's Gap (QLD)	26° 45'	151° 30' E	70
Testemunha (PR)	-----	-----	-----
Albert River (QLD)	27° 19'	152° 40' E	70

(NSW) Estado de New South Wales, Austrália.

(QLD) Estado de Queensland, Austrália.

(PR) Estado do Paraná.

Amostras de solo, classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico, segundo o sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA 1999), foram coletadas na época da instalação dos coletores de serapilheira, para a determinação dos teores de nutrientes (Tabela 3).

Tabela 3. Características químicas do solo na camada de 0 - 10 cm, nas parcelas das árvores amostradas para a coleta de serapilheira (médias de quatro repetições).

Procedências	PH	P	K	Ca	Mg	Al	Fe	Mn	Cu	Zn
	CaCl ₂	mg/dm ³	Cmol/dm ³			mg/Kg				
Fine Flower	4,28	2	0,20	0,83	0,31	2,7	122	141	19	8
Porter's Gap	4,41	4	0,28	1,43	0,38	2,1	88	130	18	8
Testemunha	4,32	2	0,16	1,06	0,37	2,3	118	102	20	6
Albert River	4,21	3	0,14	0,86	0,28	2,8	100	109	20	6

Os coletores de serapilheira foram, confeccionados com armação de ferro, formando uma área de coleta com 50 cm de diâmetro. Os coletores foram instalados a uma distância de 1m do fuste, na direção noroeste de cada árvore amostrada, a 50 cm de altura do solo. As coletas foram efetuadas nas datas indicadas na Tabela 4. A serapilheira coletada foi colocada em sacos plásticos, formando amostras compostas por parcela. No laboratório, esse material foi a 70° C , pesado e moído até a granulação de pó para determinação dos teores de macro e micronutrientes.

Tabela 4. Datas de coleta de serapilheira de grevilea em Quedas do Iguaçu, em 1997.

Épocas	Estação do ano	Coleta das amostras
1	Verão	26 fevereiro
2	Outono	06 maio
3	Inverno	08 julho
4	Primavera	05 novembro

Os teores de N , P , K , Ca , Mg , Cu , Fe , Mn e Zn, foram determinados usando-se os procedimentos de rotina (JONHSON & ULRICH, 1959; JACKSON, 1964). O teor de N foi determinado pelo método de digestão sulfúrica que consiste na destilação em micro-Kjeldhall, seguida de titulação com ácido sulfúrico (JONHSON & ULRICH, 1959). O teor de P foi determinado pelo método de vanadato de amônia (NH_4VO_3). O teor de K foi determinado por digestão nitroperclórica seguida de análise em fotometria de chama. Os demais elementos foram determinados por digestão nitroperclórica, seguida de espectrometria atômica.

A relação entre o volume e os teores de nutrientes foi analisada usando-se o teste de correlação de Spearman.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades anuais de serapilheira retornadas ao solo por procedência, são apresentadas na Tabela 4. A análise estatística mostrou haver diferença significativa entre as procedências. Na mesma Tabela é possível observar que um povoamento com 1.111 árvores por hectare, deposita em média durante um ano, 10.267 kg/ha de serapilheira.

As quantidades de serapilheira depositadas pela grevilea podem ser consideradas elevadas quando comparadas com os resultados obtidos por Lima (1987), apresentado na Tabela 1. O valor médio obtido neste trabalho, supera os observados para as florestas de *Pinus spp* e *Eucalyptus spp.*, como também os obtidos com plantios de diversas espécies nativas como cambará, peroba, ipê e

Anadenanthera spp., aproxima-se dos resultados relatados em florestas nativas tropicais e subtropicais (LIMA, 1987 e CARPANEZZI, 1997).

Comparando-se com diferentes plantações e florestas estabelecidas no domínio da Floresta Ombrófila Mista (Tabela 1) as quantidades que mais se aproximaram foram as obtidas para *Pinus taeda* com 15 anos de idade, na região de Ponta Grossa, que apresentaram valores entre 8,2 e 8,4 ton/ ha, Koehler, et al. (1987) e *Pinus caribaea* com 11-14 anos de idade, atingindo 8,4 ton/há (POGIANI, 1985).

Tabela 5. Volume de madeira produzida, no período de um ano, (m³/parc.), serapilheira produzida em igual período (kg/ha) e correlação entre as duas variáveis em povoamento de grevilea de quatro procedências, aos quatro anos de idade, em Quedas do Iguaçu, PR.

Procedência	Volume	Serapilheira depositada
N ^o	(m ³)	(kg/ha)
619	0,735	12387
694	0,543	10559
111	0,358	10371
699	0,377	7752
Média	0,503	10267
Correlação Spearman (r)		0,76**

** = altamente significativo (p ≤ 0,01)

Observou-se tendência estatisticamente significativa para as procedências que produziram maiores volumes de madeira depositarem maiores quantidades de serapilheira. Resultados similares são apresentados em outros trabalhos (LIMA, 1987; MELO, et al. 1993 e VETTORAZZO, et al. 1993).

3.1 Concentração e deposição de N, P, K, Ca e Mg na serapilheira de grevilea

Os teores médios na serapilheira de grevilea de N , P , K , Ca e Mg, são apresentados na Tabela 6. Os teores obedecem a seguinte ordem decrescente: N > Ca > K > Mg > P. Entre as procedências estudadas, N e P foram os nutrientes que apresentaram a maior e a menor concentração, respectivamente. Dentre os

teores encontrados para os nutrientes, apenas o teor de P esta correlacionado estatisticamente com o volume de madeira produzido.

Tabela 6. Concentrações médias de macronutrientes (g/kg) presentes na serapilheira devolvida ao solo e correlação com o volume de madeira produzida, no período de um ano, por quatro procedências de grevilea em Quedas do Iguaçu, PR

Procedência	Volume (m ³)	Macronutrientes (g/kg)				
		N	P	K	Ca	Mg
N ^o						
619	0,735	11,03	0,30	1,28	9,36	0,55
694	0,543	10,17	0,29	1,28	10,14	0,61
111	0,358	11,65	0,33	1,42	9,37	0,49
699	0,377	11,51	0,37	1,09	8,67	0,68
Média	0,503	11,09	0,32	1,27	9,39	0,58
Cor. Spearman (r)	-	-0,34ns	-0,65*	-0,06ns	0,18ns	0,22ns

* = significativo (p ≤ 0,05) e ns não significativo

Partindo das quantidades de serapilheira depositadas pelas diferentes procedências e de suas concentrações médias, obtidas para os macronutrientes estudados, calculou-se as respectivas quantidades de nutrientes devolvidas ao solo pela serapilheira. Os resultados para macronutrientes são apresentados na Tabela 7.

O valor de r (correlação de Spearman) é negativo e significativo para o P (Tabela 6), e indica tendência para as procedências de menor volume apresentarem maiores concentrações de P. A título de exemplo, para mostrar a importância desse resultado, admita-se que a concentração de P fosse a mesma para as procedências 699 e 619. A deposição de P na serapilheira, nestas condições, seria de 2,86 kg/ha e 4,58 kg/ha respectivamente para a 699 e 619. Entretanto, para a procedência 619 (Tabela 7), registrou-se apenas 3,72 kg/ha ou seja, 0,86kg/ha a menos. Portanto, praticamente o equivalente a 30 % do P total depositado pela procedência de menor volume é translocado pela procedência mais produtiva, o que indica utilização mais eficiente do nutriente absorvido.

Tabela 7. Quantidades médias de macronutrientes (kg/ha) devolvidos ao solo pela deposição da serapilheira e correlação com o volume cilíndrico produzido, no período de um ano, em povoamento de grevilea de quatro procedências, em Quedas do Iguaçu, PR.

Procedência Nº	Volume (m ³)	Macronutrientes (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
619	0,735	136,63	3,72	15,85	115,94	6,81
694	0,543	107,38	3,06	13,51	107,07	6,44
111	0,358	120,72	3,42	14,73	97,17	5,08
699	0,377	89,22	2,86	8,45	67,21	5,27
Média	0,503	113,49	3,27	13,14	96,85	5,90
Cor. Spearman (r)	-	0,67**	0,54*	0,47ns	0,63*	0,73**

** = altamente significativo (p ≤ 0,01) ; * = significativo (p ≤ 0,05) e ns não significativo

Na Tabela 8, pode-se observar que a procedência mais produtiva (619) foi a que depositou as maiores quantidades de N, P, Ca e Mg. Diferenças significativas correlacionadas positivamente com os maiores volumes produzidos, foram observados para todos os macronutrientes, exceto para o K. Este resultado também foi constatado por Melo, et al. (1993), trabalhando com diferentes procedências de *Ecalyptus grandis* e *E. camaldulensis*.

Tabela 8. Valores médios anuais de deposição de nutrientes (kg/ha) no domínio da Floresta Ombrófila Mista e alguns povoamentos de diferentes espécies .

	Idade (anos)	N	P	K	Ca	Mg	Fonte
<i>Araucaria angustifolia</i> (Lapa – PR)	15	77,0	4,5	9,6	126,1	13,0	1 e 2
sítio bom		87,6	4,9	12,4	122,1	14,9	
sítio médio							
<i>Pinus taeda</i> (Ponta Grossa – PR)	15	48,1	3,4	7,8	20,6	5,3	3
sítio bom		48,9	3,5	10,9	17,2	5,1	
sítio médio		41,4	2,5	4,0	16,3	2,5	
sítio ruim							
<i>Pinus Taeda</i> (média de 6 a 11 anos, São Mateus do Sul – PR)	6-11	24,7	3,5	7,3	34,1	7,5	4
<i>Eucalyptus viminalis</i> (média de 4 a 6 anos, São Mateus do Sul – PR)	4-6	28,6	1,3	11,7	48,9	4,5	5
<i>Pinus caribaea</i>	11-14	43,7	2,2	22,2	20,4	6,4	6
<i>Pinus oocarpa</i>	11-14	36,7	1,9	13,7	12,7	4,5	6
<i>Eucalyptus saligna</i>	7-10	27,3	2,2	16,7	44,0	9,3	6
<i>Eucalyptus grandis</i>	27	70,8	3,4	36,1	71,5	27,0	7
<i>Gochnatia sp.</i>	7	57,1	2,1	59,5	30,1	13,8	8
<i>Anadenanthera sp.</i>	7	84,9	2,8	14,6	31,7	6,9	8
<i>Astronium sp.</i>	7	32,4	2,4	13,3	23,9	6,1	8
<i>Tabebuia sp.</i>	7	11,4	0,7	10,5	19,5	2,9	8
Floresta sub-tropical	Adulta	202,5	11,4	71,9	239,6	31,7	5
Floresta tropical	Adulta	114,0	2,1	12,0	18,0	12,0	9
Floresta temperada	Adulta	79,0	5,4	54,0	76,0	12,0	10
<i>Grevillea robusta</i>	4	113,5	3,3	13,1	96,9	5,9	11

1 - Koehler et al. (1987)

2 - Koehler & Reissmann (1992)

3 - Koehler (1989)

4 - Poggiani & Monteiro (1990)

5- Carpanezzi (1997)

6 - Poggiani (1985)

7 - Turner & Lambert (1983)

8 - Garrido (1981)

9 - Klinge & Rodrigues (1968)

10 - Duvigneaud & Denayer de Smet 970)

11 – Este trabalho

Dos macronutrientes estudados, N e Ca foram os nutrientes que retornaram em maior quantidade, enquanto que o menor retorno foi de fósforo. Comparando-se os resultados obtidos em grevilea, com a extensa revisão de dados de deposição de nutrientes na serapilheira feita por Lima, (1987) e Carpanezi, (1997) (Tabela 8), a quantidade de N depositada no solo, pela serapilheira de grevilea, é elevada quando comparada a outras formações florestais. Este resultado deve-se ao fato de, no caso de N e Ca, serem os nutrientes com as maiores concentrações na serapilheira analisada e, no caso de P, o de menor (Tabela 6). Especificamente, no caso do Ca e P, a disponibilidade desses nutrientes pelo solo sob as procedências estudadas (Tabela 3) contribuíram de forma decisiva para estes resultados. O resultado obtido para o N, segundo Pereira et al.(1984), pode ser atribuído ao fato de as folhas serem a parte das árvores que mais armazenam o mencionado nutriente e há predominância de folhas neste tipo de serapilheira. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Haag (1985) e por Melo, et al. (1993), com espécies do gênero *Eucalyptus* plantadas em solos do cerrado brasileiro.

Os registros da deposição de K e Ca são muito variáveis. A comparação dos resultados deste trabalho com os registros de Lima, (1987); Carpanezi, (1997) e Melo, et al. (1993) demonstram que a deposição de K pode ser considerada pequena, e a do Ca, para as procedências mais produtivas é elevada. Para o Mg, os dados de grevilea são comparáveis apenas às menores deposições registradas (LIMA, 1987; CARPANEZZI, 1997 e MELO, et al. 1993).

3.2 Concentração e deposição de Cu, Fe, Mn e Zn na serapilheira grevilea

A Tabela 9, apresenta concentrações médias de Cu, Fe, Mn e Zn constantes na serapilheira produzida pela grevilea. Os teores obedecem a seguinte ordem decrescente: Mn > Fe > Zn > Cu. Entre as procedências estudadas, Mn e Cu foram os nutrientes que apresentaram a maior e menor concentração, respectivamente.

Estatisticamente, os teores encontrados para os nutrientes analisados não mostram diferenças significativas atribuíveis ao volume produzido. Porém, quando analisa-se a quantidade de microelementos produzida (Cu, Fe e Mn), observou-se diferenças significativas atribuíveis ao maior volume de madeira e portanto às diferentes procedências, (Tabela 10). Tal fato pode ser decorrente de possíveis

diferenças entre as mesmas, no que diz respeito à capacidade de absorção do citado elemento do solo e evidentemente à maior deposição de serapilheira pelas procedências mais produtivas.

Tabela 9. Concentração média estimada de micronutrientes (mg/kg) na serapilheira de diferentes procedências de grevilea.

Procedência	Volume (m ³)	Micronutrientes (mg/kg)			
		Cu	Fe	Mn	Zn
N ^o					
619	0,735	4,94	335,00	921,56	12,31
694	0,543	4,56	289,25	760,75	13,88
111	0,358	5,19	325,88	862,94	16,13
699	0,377	5,44	323,70	677,88	14,19
Média	0,503	5,03	318,46	805,78	14,13
Cor. Spearman (r)	-	-0,50ns	0,13ns	0,30ns	-0,32ns

ns = não significativo

Ainda na Tabela 10, observa-se que a procedência 619 foi a que depositou maiores quantidades de Cu, Fe e Mn, enquanto que a 111, depositou o maior conteúdo de Zn. Os maiores conteúdos depositados foram para Mn e Fe e o menor para Cu. Nos estudos realizados por Melo, et al. (1993), as conclusões obtidas foram semelhantes. As procedências de *Eucalyptus grandis* e *E. camaldulensis* com maiores crescimentos, depositaram maiores quantidades de serapilheira e maiores quantidades de micronutrientes.

Tabela 10. Conteúdo médio de micronutrientes (mg/ha) na serapilheira de diferentes procedências de grevilea.

Procedência	Volume (m ³)	Micronutrientes (mg/ha)			
		Cu	Fe	Mn	Zn
N ^o					
619	0,735	61,19	4149,65	11415,36	152,48
694	0,543	48,15	3054,19	8032,76	146,56
111	0,358	53,82	3379,70	8949,55	167,28
699	0,377	42,17	2509,32	5254,92	110,00
Média	0,503	51,33	3273,22	8413,15	144,04
Cor. Spearman (r)	-	0,54*	0,73**	0,58*	0,41ns

** = altamente significativo (p ≤ 0,01) ; * = significativo (p ≤ 0,05) e ns não significativo

Marschner (1995) e Rogers & Westman (1977), mencionam existir concentrações altas de manganês em serapilheira de florestas nativas de *Eucalyptus sp.* na Austrália e de árvores de diferentes espécies pertencentes às florestas tropicais úmidas do Panamá. Com referência a Fe, as quantidades elevadas na serapilheira das procedências estudadas pode-se atribuir ao solo (LATOSSOLO VERMELHO Distroférico), com boa disponibilidade desse micronutriente.

O fato do Cu ter sido o micronutriente com menor conteúdo na serapilheira das procedências estudadas, pode ser atribuído à baixa disponibilidade do citado elemento no solo (Tabela 3).

4. CONCLUSÕES

- a) A grevilea produziu nas condições deste trabalho, em média 10267 kg/ha de serapilheira, valor considerado elevado, superando inclusive valores observados para florestas de *Pinus* e *Eucalyptus*.
- b) A concentração dos macronutrientes na serapilheira, não tem relação com o crescimento volumétrico, com exceção do P cuja concentração correlaciona-se negativamente com o volume produzido.
- c) A produção em volume de madeira de grevilea é diretamente relacionada com os conteúdos de todos os macro e micronutrientes, exceto para K e Zn.
- d) A procedência Fine Flower foi a que apresentou a maior deposição de serapilheira, enquanto que a menor foi proporcionada pela Albert River, mantendo estreita relação com o volume produzido no decorrer do ano.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARPANEZZI, A. A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucalipto no interior do Estado de São Paulo.** 1980. 107 f. Tese (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba.

CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folhodo e seus nutrientes em povoamentos de bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) na Região Metropolitana de Curitiba – PR.** 1997. 154 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

DUVIGNEAUD, P.; DENAYER DE SMET, S. Biological cycling of minerals in temperature deciduous forests. In: REICHLER, D. E. (Ed.). **Analysis of temperature forest ecosystems.** Berlin: Springer-Verlag, 1973. p. 199-225.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FASSBENDER, H. W.; BORNEMISZA, E. **Química de suelos:** con énfasis en suelos de América Latina. 2. ed. San Jose: IICA, 1994. 420 p.

GARRIDO, M. A. O. **Caractéres siviculturais e conteúdo de nutrientes no folhodo de alguns povoamentos puros e mistos de espécies nativas.** 1981. 105 f. Tese (Mestrado) – ESALQ, Piracicaba.

HAAG, H. P. **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais.** Campinas: Fundação Cargill. 1985. 144 p.

HARWOOD, C. E. Natural distribution and ecology of (*Grevillea robusta*) Cunn. In: HARWOOD, C. E. **Grevillea robusta in agroforestry and forestry:** proceedings of an international workshop. Nairobi: ICRAF, 1992. p. 10.

HARWOOD, C. E.; GETAHUN, A. Australian tree finds success in Africa. **Agroforestry Today**, v. 2, n. 1: p. 8-10, Jan./Mar. 1990.

INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. **Cultura do café no Brasil:** manual de recomendações. 4. ed. Rio de Janeiro, 1981. 23 p.

JACKSON, M. L. **Análisis químico de suelos.** Barcelona: Omega, 1964. 662 p.

JOHNSON, C. M.; ULRICH, A. **Analytical methods:** for use in plant analysis. Berkeley: University of California, Agricultural Experiment Station, 1959. p. 26-78. (University of California - AES. Bulletin, 766).

KLINGE, H.; RODRIGUES, W. A. Litter production in an area of Amazonian lowlands forest: I. - litter fall, organic carbon and total nitrogen content of litter. **Amazoniana**, Manaus, v. 1, n. 4, p. 287-302, Dec. 1968.

KOEHLER, C. W.; REISMANN, C. B.; KOEHLER, H. S. Deposição de resíduos orgânicos (serrapilheira) e nutrientes em plantio de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v. 9, n. 1/2, p. 89-96, 1987.

KOEHLER, C. W. **Variação estacional da deposição da serrapilheira e de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* na região de Ponta Grossa**. 1989. 149 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

KOEHLER, C. W.; REISMANN, C. B. Macronutrientes retornados com a serrapilheira de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, pt. 2, p. 645-648, mar. 1992. Edição dos Anais do 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 1992, São Paulo.

LIMA, W. de P. **O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais**. São Paulo: ARTPRESS, 1987. 114 p.

MARSCHNER, H.. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTINS, E. G.; NEVES, E. J. M.; FERREIRA, C. A.; SHIMIZU, J. Y. Desempenho de procedências de grevilea nos Estados do Paraná e São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4., 2002, Ilhéus. **Anais**. Ilhéus: CEPLAC, 2002. 1 CD ROM.

MASON, C. F. **Decomposição**. São Paulo: EPU, 1980. 63 p. (Temas de biologia, 18).

MELO, J. T. de.; MOURA, V. P. G.; RESCK, D. V. S. Acúmulo de serrapilheira e de nutrientes por *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden e *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh em área de cerrado. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Floresta para o desenvolvimento: política, ambiente, tecnologia e mercado: anais**. São Paulo: SBS; [S.I.]: SBEF, 1993. v. 1, p. 217-220.

NAIR, P. K. R. **An introduction to agroforestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Publ., 1993. 499 p.

NOVAIS, R. F. F.; POGGIANI, F. Efeito da consorciação *Pinnus caribaea hondurensis* e *Liquidambar styraciflua* L., sobre a ciclagem de nutrientes em florestas implantadas. **Boletim Informativo PPT**, Piracicaba, v. 12, n. 7, p. 5-17, 1983.

PEREIRA, J. C. D.; ANDRADE, D. C.; LEAL, P. G. L.; TEIXEIRA, N. C. S. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna* cultivados na região de cerrado de Minas Gerais. **Floresta**, Curitiba, v. 15, n. 1/2, p. 8-16, 1984.

POGGIANI, F. Ciclo de nutrientes e produtividade de florestas implantadas. **Silvicultura**, São Paulo, v. 1, n. 3, p. 45-48, 1976.

POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de eucalyptus e Pinus, Implicações silviculturais. 1985. 211 f. Tese (Livre Docência) - ESALQ, Piracicaba.

POGGIANI, F.; MONTEIRO JUNIOR, E. dos. Deposição de folhedo e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua em Piracicaba (Estado de São Paulo). **Silvicultura**, São Paulo, n. 42, t. 3, p. 596-602, 1990. Edição dos Anais do 6 ° Congresso Florestal Brasileiro, 1990, Campos do Jordão.

ROGERS, R. W.; WESTMAN, W. E. Seasonal nutrient dynamics of litter in a subtropical Eucalyptus forest, North Stradbroke Island. **Australian Journal of Botany**, v. 1, n. 25, p. 47-58, 1977.

TUNER, J.; LAMBERT, M. J. Nutrient cycling within a 27 years old *Eucalyptus grandis* plantations in New South Wales. **Forest Ecology and Management**, v. 6, n. 2, p. 155-168, 1983.

VETTORAZZO, S. C.; POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folhedo de três espécies de *Eucalyptus*. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Floresta para o desenvolvimento: política, ambiente, tecnologia e mercado: anais**. São Paulo: SBS; [S.l.]: SBEF, 1993. v. 1, p. 231-234.