

**Retorno ao Solo de Nutrientes
de Serrapilheira de *Eucalyptus
camaldulensis* no Cerrado do
Distrito Federal**





Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1676-918X

Dezembro, 2003

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 109

Retorno ao Solo de Nutrientes de Serrapilheira de *Eucalyptus camaldulensis* no Cerrado do Distrito Federal

José Teodoro de Melo
Dimas Vital Siqueira Resck

Planaltina, DF
2003

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

http://www.cpac.embrapa.br

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Dimas Vital Siqueira Resck*

Editor Técnico: *Carlos Roberto Spehar*

Secretária-Executiva: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Supervisão editorial: *Jaime Arbués Carneiro*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Tratamento de ilustrações: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Foto da capa: *Chaile Cherne Soares Evangelista*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*
Jaime Arbués Carneiro

Impresso no Serviço Gráfico da Embrapa Cerrados

1ª edição

1ª impressão (2003): tiragem 100 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Cerrados.

M528 Melo, José Teodoro de.

Retorno ao solo de nutrientes de serrapilheira de *Eucalyptus camaldulensis* no Cerrado do Distrito Federal / José Teodoro de Melo, Dimas Vital Siqueira Resck. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2003.

17 p. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; 109)

1. *Eucalyptus camaldulensis*. 2. Cerrado - Distrito Federal.
I. Resck, Dimas Vital Siqueira. II. Título. III. Série.

634.973 - CDD 21

© Embrapa 2003

Sumário

Resumo	5
Abstract	6
Introdução	7
Material e Métodos	7
Resultados e Discussão	8
Conclusões	15
Referências Bibliográficas	15

Retorno ao Solo de Nutrientes de Serrapilheira de *Eucalyptus camaldulensis* no Cerrado do Distrito Federal

José Teodoro de Melo¹

Dimas Vital Siqueira Resck²

Resumo – O objetivo deste trabalho foi comparar procedências de *Eucalyptus camaldulensis* quanto à queda de serrapilheira e o retorno de nutrientes ao solo por essa via, no Cerrado, em Planaltina-DF. O experimento foi em uma área localizada a 1000 m de altitude. O solo é Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa. As procedências avaliadas foram: 10911 de Emu Creek, Queensland; 9856 de Agnew Road, West Australian e 10557 de Kimberley Area, West Australian. No centro das parcelas de 7 x 7 plantas, colocaram-se coletores de 1,0 x 1,0 m, ao nível do solo. De setembro de 1995 a agosto de 2000, mensalmente, o material foi recolhido e separado em folhas, galhos, frutos, cascas e determinada a matéria seca. Antes da separação, retirava-se uma amostra do material para determinação dos teores de nutrientes e carbono orgânico. As procedências 10557 e 10911 apresentaram comportamento semelhante quanto à queda mensal de folhas com menor valor em novembro seguido de aumento nos meses de janeiro e fevereiro. A procedência 9856 apresentou maior queda de folhas de janeiro a abril. A serrapilheira foi constituída, principalmente por folhas, seguidas por galhos, cascas e frutos. A quantidade total de nutrientes retornada ao solo, a velocidade de decomposição e o tempo de residência da serrapilheira não dependem da procedência.

Termos para indexação: ciclagem de nutrientes, matéria orgânica, carbono orgânico, reflorestamento.

¹ Eng. Flor., D.Sc., Embrapa Cerrados, teodoro@cpac.embrapa.br

² Eng. Agrôn, Ph.D., Embrapa Cerrados, dvsresck@cpac.embrapa.br

The Return to the Soil of Nutrients from *Eucalyptus camaldulensis* Litter in the Savannah of the Federal District

Abstract – *The objective of this study was to compare provenances of Eucalyptus camaldulensis for litterfall and the return of nutrients by litterfall in the planting in Planaltina – DF. The planting took place on an area at 1000 m of altitude. The soil is a clay, dystrophic Red Latossol. The provenances evaluated were 10911 from Emu Creek, Queensland; 9856 from Agnew Road, West Australian and 10557 from Kimberley Area, West Australian. In the center of the plots, formed by 7 x 7 plants, 1 m x 1 m collectors were placed, at ground level. From September 1995 to August 2000, on a monthly basis, the litterfall found in the collectors was removed and separated into leaves, branches, fruits and bark for the evaluation of the dry matter. Before of the separation, a sample of the material was removed to determine the nutrient and organic carbon content. The provenances 10557 and 10911 show similarity in the leaves fall with smallest value in November and increase from January to February. The provenance 10911 shows biggest leaves fall from January to April. The litter was formed mainly by leaves followed by branches, barks and fruits. The nutrients turned to the soil, velocity of decomposition and the time of decomposition of the litter do not depend on the provenance.*

Index terms: nutrients cycling, organic matter, organic carbon, forestry.

Introdução

O reflorestamento ocorre muitas vezes nos solos de menor fertilidade, ficando os mais férteis reservados às atividades agropecuárias. O uso de fertilizantes em reflorestamento, geralmente, é na época do plantio, quase sempre, na cova. Por isso a ciclagem desses nutrientes assume grande importância nos reflorestamentos.

A ciclagem de nutrientes refere-se à transferência dos minerais acumulados na biomassa vegetal para o solo, principalmente, pela queda de resíduos da parte aérea que irá formar a serrapilheira e de sua posterior decomposição, sendo reabsorvidos pela planta ou por outros organismos do sistema ([Fassebender, 1993](#); [Gama-Rodrigues, 1997](#); [Barbosa, 2000](#)). A porcentagem de restituição por essa via diferencia-se conforme a espécie, o local e a idade do povoamento ([Haag, 1985](#)). De acordo com [Resck et al. \(1991\)](#) é importante o conhecimento da matéria orgânica do solo, no estado virgem e em sistemas cultivados, para se entender melhor sua dinâmica e, conseqüentemente, sua contribuição para as propriedades físicas e químicas do solo.

Diferenças no comportamento nutricional entre espécies florestais têm sido observadas quanto à habilidade de absorção e quanto à utilização de nutrientes por meio do ciclo biogeoquímico ([Vetorazzo et al., 1993](#)). Em estudo realizado por [Silva \(1983\)](#), em vegetação natural de Cerrado, a queda de serrapilheira foi maior na época seca, atingindo 401 kg/ha em agosto e menor no período chuvoso, chegando a 64 kg/ha em janeiro, entretanto, [Chiaranda, et al., \(1983\)](#) verificaram que a deposição de serrapilheira pela bracinga e pelo *Eucalyptus viminalis* aumenta nos meses mais quentes e úmidos do ano. Os maiores teores de Al, Ca e Mg ocorreram na época seca e os de K e P em outubro, já no período chuvoso.

O objetivo deste trabalho foi determinar a queda de serrapilheira e o retorno de nutrientes por essa via em um povoamento de *Eucalyptus camaldulensis* no Cerrado, em Planaltina-DF.

Material e Métodos

Realizou-se o estudo em um ensaio de espécies e procedências de *Eucalyptus camaldulensis* com 16 anos de idade, localizado no campo experimental da

Embrapa Cerrados em Planaltina – DF (15° 39' 36'' latitude Sul e 47° 44' 24'' longitude Oeste). A área, localizada a 1000 m de altitude, é de relevo plano a suavemente ondulado. O solo é um Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa (52% de argila, 13% de silte, 3% de areia grossa e 25% de areia fina). A adubação por ocasião do plantio foi 40 g de sulfato de amônio, 60 g de superfosfato triplo, 20 g de cloreto de potássio, 2 g de sulfato de zinco, 3 g de bórax e 500 g de calcário dolomítico por cova de 20 x 20 x cm. No centro das parcelas constituídas por 7 x 7 plantas (49 indivíduos no espaçamento 3 x 2 m), foram instalados coletores de 1,0 x 1,0 m, ao nível do solo, para avaliar a queda de serrapilheira. No período de setembro de 1995 a agosto de 2000, mensalmente, o material depositado era recolhido e separado em folhas, galhos, frutos e cascas, secado em estufa a 65 °C até o peso constante para determinação da matéria seca. Para a serrapilheira foram determinados os teores de macro e micronutrientes e carbono orgânico. Os nutrientes foram extraídos por digestão úmida com ácido perclórico (Adler & Wilcox, 1985) e os elementos, determinados pelo plasma. O carbono orgânico foi determinado pelo método de Walkley & Black ([Embrapa, 1997](#)).

Em julho de 2000, em cada parcela, foi determinada a quantidade de serrapilheira acumulada no solo coletando-se uma amostra de um metro quadrado. A taxa de decomposição k foi calculada pela relação entre a serrapilheira total depositada durante o ano e a acumulada no solo. Determinou-se ainda o tempo de residência t_r ($t_r = 1/k$) ([Anderson & Swift, 1983](#)).

As procedências avaliadas foram: 10911 de Emu Creek, Queensland; 9856 de Agnew Road, West Australian e 10557 de Kimberley Area, West Australian. O experimento foi em blocos ao acaso com três tratamentos (procedências) e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

As procedências 10557 e 10911 apresentaram comportamento semelhante quanto à queda mensal de folhas mostrando dois picos de produção de folhas um menor em agosto e outro em janeiro e fevereiro (10911) e março (10557). [Schumacher et al. \(1994\)](#) obtiveram resultado semelhante verificando que o *E. camaldulensis* apresenta dois picos de produção de folheto um em abril e outro em outubro. A procedência 9856 apresentou pequena variação na queda de

folhas (em torno de 450 a 500 kg ha⁻¹ de maio a dezembro seguido de aumento no período de janeiro a abril chegando a 775 kg ha⁻¹ em fevereiro. Maior quantidade de serrapilheira nos meses mais quentes e úmidos do ano, conforme observado neste trabalho, foi verificado por [Chiaranda et al. \(1983\)](#) para *Eucalyptus viminalis*, por [Kolm & Poggiani, \(2003\)](#) para *Eucalyptus grandis* e por [Souza & Davide \(2001\)](#) para *Eucalyptus saligna*. [Carpanezi, \(1980\)](#) comenta que esse padrão é semelhante ao observado para os eucaliptos na Austrália e para algumas espécies nativas. Entretanto, contraria o que foi observado por [Correa Neto, et al. \(2001\)](#) para *Eucalyptus grandis* e por [Durigan \(1994\)](#) para florestas ciliares que encontraram maior queda de folhas no período seco. De acordo com [Poggiani \(1985\)](#), nas plantações de eucaliptos no Estado de São Paulo, maior queda ocorre nos meses mais quentes (primavera e verão) quando os diferentes órgãos entram em competição por nutrientes, e o crescimento de um pode resultar na senescência e morte de outros, em função da translocação de compostos orgânicos e nutrientes das folhas adultas para as folhas jovens.

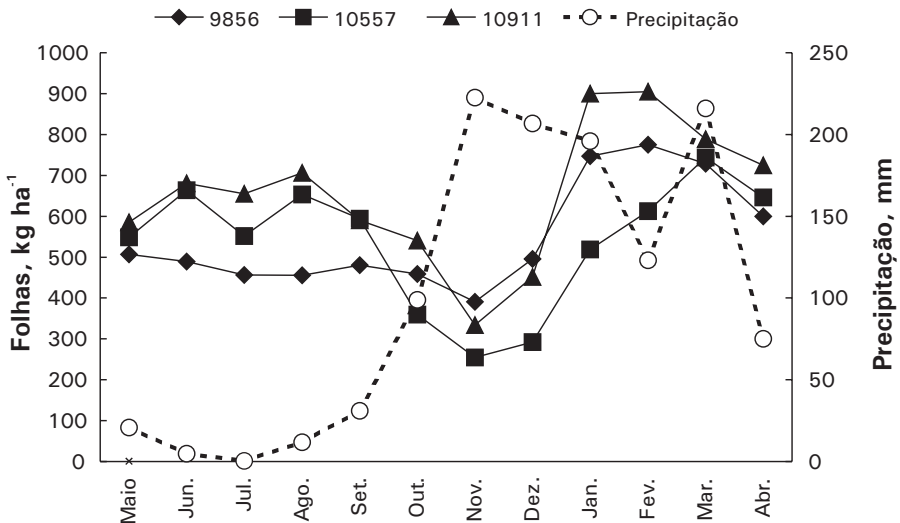


Figura 1. Queda mensal de folhas de procedências de *Eucalyptus camaldulensis* em Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa, Planaltina-DF.

As procedências avaliadas apresentaram comportamento semelhante quanto à queda de galhos com um pico de produção no período seco (10911 e 10557 em junho e 9856 em julho) e outro pico no período chuvoso (10557 em dezembro, 10911 em janeiro e 9856 em fevereiro). A fração lenhosa tem sido considerada a mais variável dos componentes que formam a serrapilheira (Proctor, 1983) citado por [Morellato, \(1992\)](#). Aparentemente não se observa correlação com o deficit hídrico. Isso provavelmente se deve ao fato de os galhos, serem material lenhoso, terem sua queda mais ligada à deterioração da madeira que a eventos climáticos. Outra possível causa seria a dimensão dos coletores talvez não muito apropriada para essa fração.

Os maiores valores de queda de frutos ocorreram em setembro, fevereiro e abril para a procedências 9856, 10557 e 10911 atingindo 20, 36 e 41 kg ha⁻¹, respectivamente. ([Figura 3](#)), aparentemente sem correlação com deficit hídrico.

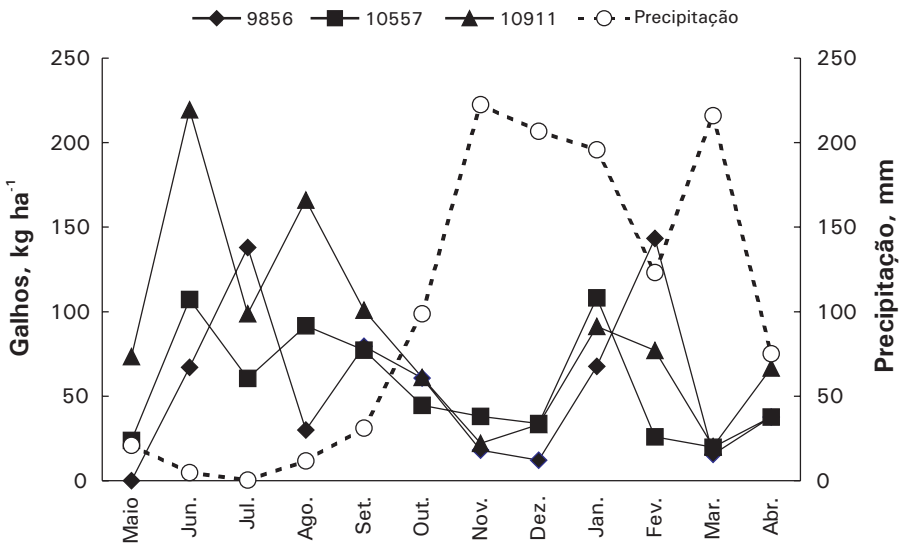


Figura 2. Queda mensal de galhos de procedências de *Eucalyptus camaldulensis* em Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa, Planaltina-DF.

Os maiores valores foram alcançados em setembro, fevereiro e abril para as procedências 9856, 10557 e 10911 atingindo valores de 20, 36 e 41 kg ha⁻¹, respectivamente.

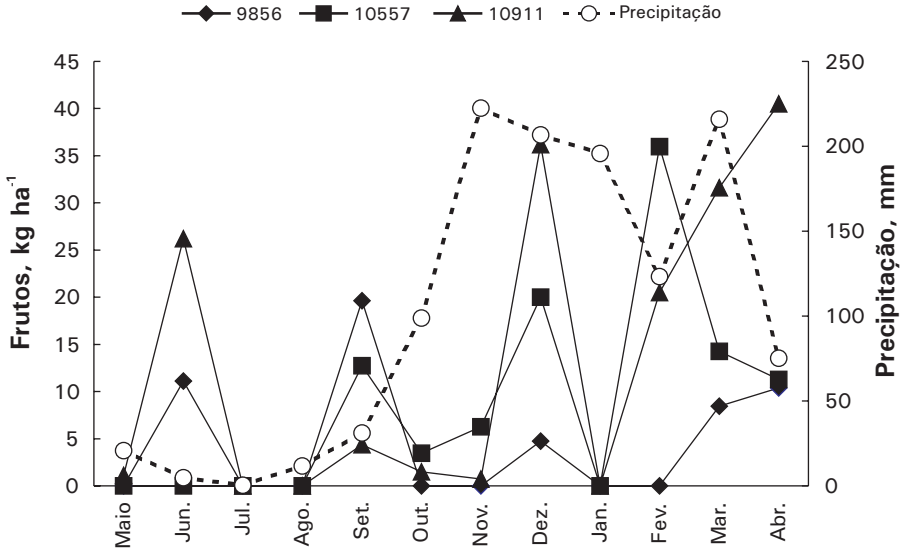


Figura 3. Queda mensal de frutos de procedências de *Eucalyptus camaldulensis* em Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa, Planaltina-DF.

Ao contrário dos outros componentes, a queda anual de cascas se concentrou no período chuvoso parecendo estar correlacionada com o déficit hídrico, independente da procedência (Figura 4). Os maiores valores foram observados em novembro para a procedência 10911 (162 kg ha⁻¹) e em dezembro para as procedências 10557 e 9856 (134 e 138 kg ha⁻¹, respectivamente). Esse padrão de queda, provavelmente, se deve ao escoamento de água pelo caule associado ao crescimento da planta em diâmetro que poderia causar a deterioração da junção da casca com o caule provocando a queda, entretanto, esse fato precisa ainda ser pesquisado.

A serrapilheira produzida durante o ano foi constituída, principalmente, por folhas que representaram 82,1%, 86,1% e 85,9% nas procedências 10911, 9856 e 10557, respectivamente, do total retornado ao solo seguido de galhos que representaram 10,5%, 8,8% e 9,0% nas procedências 10911, 9856 e 10557, respectivamente, do total retornado ao solo, cascas que representaram 5,8%, 4,4% e 3,8% nas procedências 10911, 9856 e 10557, respectivamente, do total retornado ao solo e de frutos que representaram 1,6%, 0,8% e 1,4% nas procedências 10911, 9856 e 10557, respectivamente, do total retornado ao solo (Tabela 1). Nos diferentes sistemas florestais, as folhas têm maior participação na formação da serrapilheira. Em florestas, a participação é cerca de 70% (Morellato, 1992); em área de Cerrado é de 85% (Silva, 1983) e em

Cerradão é de 86% (Peres et al., 1983). Esses valores são um pouco menores que os aqui obtidos, porém confirmam a grande participação das folhas na formação da serrapilheira. De acordo com Collins (1977), a coleta de serrapilheira com coletores pode apresentar falhas e salienta que os galhos, principalmente os grandes, podem não atingir os coletores, subestimando a quantidade total e a estimativa da queda ao longo do tempo. Esse fator pode ter elevado o coeficiente de variação para galhos, frutos e cascas. Entre as procedências avaliadas, não houve diferenças significativas para o coeficiente k , mostrando que a velocidade de decomposição é a mesma para todas elas. Os valores de k estão muito abaixo daqueles observados por Morellato (1992), cerca de 1,3 em florestas tropicais do Estado de São Paulo. Vários fatores foram sugeridos por Anderson & Swift (1983) para explicar as diferentes taxas de decomposição como baixa concentração de nutrientes, alto teor de ligninas nas folhas, baixa atividade da fauna e outras. O tempo médio de residência da serrapilheira t_r variou de 1,64 a 1,89. Esse parâmetro pode variar de valores menores que um até 629 anos dependendo da região e do tipo de floresta. Valores menores que um são observados nas florestas tropicais decíduas e semidecíduas de folhosas, valores entre 4 e 20 anos ocorrem nas florestas temperadas e de 60 anos nas florestas situadas nas regiões boreais; esse tempo é maior no caso de coníferas Vogt et al. (1986).

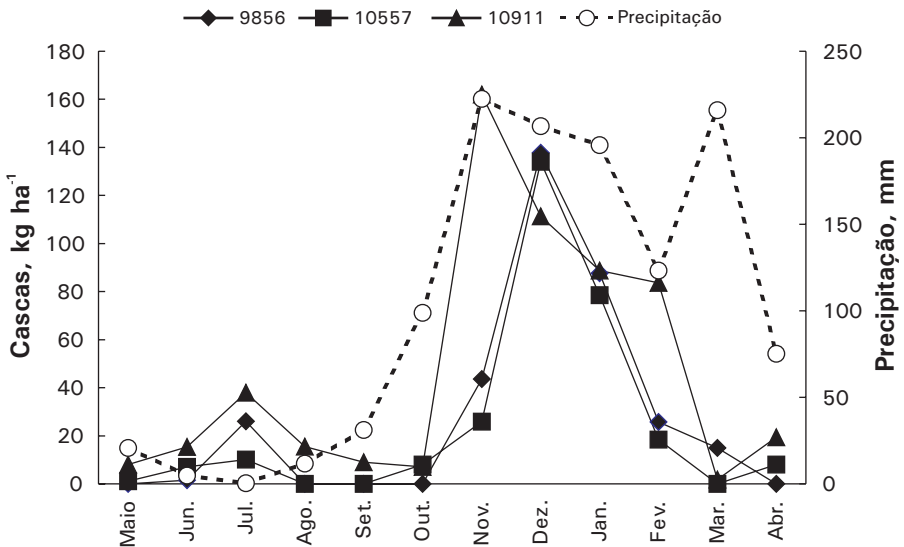


Figura 4. Queda mensal de cascas de procedências de *Eucalyptus camaldulensis* em Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa, Planaltina-DF.

Tabela 1. Deposição anual de folhas, galhos, frutos e cascas, coeficiente de decomposição (k) e tempo médio de residência da serrapilheira (t_r) de procedências de *Eucalyptus camaldulensis* em Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa, Planaltina-DF.

Procedência	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹						
	Folhas	Galhos	Frutos	Cascas	Total	K	t_r
10911	7849 a (82,1) ¹	1004 a (10,5)	150 a (1,6)	553 a (5,8)	9556 a	0,58 a	1,72 a
9856	6573 b (86,1)	675 b (8,8)	57 b (0,8)	332 ab (4,4)	7637 b	0,53 a	1,89 a
10557	6452 b (85,9)	673 b (9,0)	104 b (1,4)	285 b (3,8)	7514 b	0,61 a	1,64 a
CV (%)	7,5	15,7	34,0	30,7	6,0	6,8	6,7

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

¹ Porcentagem do componente em relação ao total de serrapilheira.

Não houve diferenças significativas nos teores de macronutrientes na serrapilheira. Os valores médios foram de 5,50; 0,37; 4,38; 8,55; 1,11 e 0,49 g kg⁻¹ para N, P, K, CA, Mg e S, respectivamente. Os valores encontrados para P e S são semelhantes aos observados por [Souza & Davide \(2001\)](#) para *Eucalyptus saligna* em Poços de Caldas - MG, que encontraram 0,30 e 0,58 g kg⁻¹, respectivamente, porém, são maiores para potássio e cálcio menores para N e Mg cujos valores foram 2,05; 8,55; 5,55 e 1,11 g kg⁻¹, respectivamente.

As três procedências avaliadas não apresentaram diferenças significativas nos teores de micronutrientes e de carbono orgânico na serrapilheira. Os valores médios foram de 7,33; 424,0; 12,4; e 253 mg kg⁻¹ para Cu, Fe, Zn e Mn, respectivamente e de 51,3 dag kg⁻¹ para carbono orgânico. Os teores de nutrientes da serrapilheira variam conforme a espécie, o tipo de floresta, a fertilidade do solo e a idade da árvore. Para floresta tropical úmida, as concentrações de Fe, Zn e Mn foram 393, 30 e 103 mg kg⁻¹, respectivamente ([Golley et al., 1978](#)), enquanto para *Eucalyptus viminalis* 693, 14 e 2.583 mg kg⁻¹, respectivamente ([Poggiani et al., 1982](#)).

As quantidades de P, K, Ca e S, retornadas ao solo anualmente, não diferiram entre as procedências ([Tabela 2](#)). Em relação a N, a diferença foi significativa entre as procedências 10911 que superou a procedência 10557. A quantidade

de Mg retornada ao solo pela procedência 10911 superou significativamente as procedências 9856 e 10557. Essa maior produção se deve à maior quantidade de serrapilheira produzida e não ao teor dos nutrientes na matéria seca. O N foi o elemento que apresentou maior retorno ao solo seguido pelo Ca, K, Mg, S e P.

Tabela 2. Retorno anual de nutrientes em procedências de *Eucalyptus camaldulensis* em Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa, Planaltina – DF.

Procedência	kg ha ⁻¹ ano ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	S
10911	51,1 a	3,3 a	41,3 a	82,3 a	10,9 a	4,5 a
9856	44,7 ab	3,0 a	34,4 a	63,5 a	8,3 b	4,0 a
10557	40,0 b	2,6 a	33,8 a	67,7 a	8,1 b	3,5 a
CV%	8,5	11,5	10,5	35,4	5,11	13,7

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

As procedências não apresentaram diferenças significativas na quantidade de Zn, Fe, e Mn, porém, a procedência 9856 proporcionou maior retorno de Cu que a 10557. Quanto ao carbono orgânico, o maior retorno foi alcançado pela procedência 10911 cuja produção foi maior que as demais (Tabela 3). À semelhança dos macronutrientes, essa menor devolução de micronutrientes essas diferenças se devem à quantidade de serrapilheira e não ao teor dos elementos na matéria seca.

Tabela 3. Queda anual de micronutrientes e de carbono orgânico (CO) em procedências de *Eucalyptus camaldulensis* em Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura argilosa, Planaltina – DF.

Procedência	g ha ⁻¹ ano ⁻¹				CO kg ha ⁻¹ ano ⁻¹
	Zn	Cu	Fe	Mn	
10911	117,3 a	67,3 ab	4767 a	2246 a	4906 a
9856	113,5 a	72,3 a	3073 a	1976 a	3893 b
10557	90,5 a	52,3 b	2817 a	1986 a	3870 b
CV%	10,5	11,8	49,5	11,5	5,24

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Conclusões

1. As folhas são as maiores formadoras da serrapilheira seguidas dos galhos, cascas e frutos.
2. No período chuvoso e quente (janeiro a março), ocorre maior queda de folhas, cascas e serrapilheira total.
3. A quantidade total de nutrientes retornada ao solo depende da quantidade de serrapilheira e não da procedência.
4. A velocidade de decomposição e o tempo de residência da serrapilheira não dependem da procedência.

Referências Bibliográficas

ADLER, P. R.; WILCOX, G. E. Rapid perchloric acid digest methods for analysis of major elements in plant tissue. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 16, n. 11, p. 1153-1163, 1985.

ANDERSON, J. M.; SWIFT, M. J. Decomposition in tropical forests. In: SUTTON, S. L.; WITHMORE, T. C.; CHADWICK, A. C. (Ed.). *Tropical rain forest: ecology and management*. London: Blackwell Scientific, 1983. p. 287-309.

BARBOSA, J. H C. da. **Dinâmica da serrapilheira em estágios sucessionais de Floresta Atlântica (Reserva Biológica de Poço das Antas-RJ)**. 2000. 202 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

CARPANEZZI, A. A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de *Eucalyptus* no interior do Estado de São Paulo**. 1980. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba.

CHIARANDA, S.; POGGIANI, F.; SIMÕES, J. W. Crescimento das árvores e deposição de serrapilheira em talões florestados plantados em áreas de solos alterados pela mineração do xisto. **IPEF**, Piracicaba, v. 25, p. 25-28, 1983.

COLLINS, N. M. Vegetation and litter production in southern guinea savanna, Nigeria. **Oecologia**, Berlin, v. 28, p. 163-175, 1977.

- CORREA NETO, T. A.; PEREIRA, M. G.; CORREA, M. E. F.; ANJOS, L. H. C., Deposição de serrapilheira e mesofauna edáfica em áreas de eucalipto e floresta secundária. **Floresta e Ambiente**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 70-75, 2001
- DURIGAN, G. **Florística, fitossociologia e produção de folhedo em matas ciliares da região oeste do Estado de São Paulo**. 1994. 149 f. Tese (Doutorado) - UNICAMP, Campinas.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FASSEBENDER, H. W. **Modelos edafológicos de sistemas agroflorestais**. 2. ed. Turrialba: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1993. 491 p.
- GAMA-RODRIGUES, A. C. da. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solo de tabuleiro da Bahia, Brasil**. 1997. 107 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- GOLLEY, F. B.; MCGINNIS, J. T.; CLEMENTS, R. G.; CHILD, G. I.; DUEVER, M. J. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida**. São Paulo: EPU: EDUSP, 1978. 256 p.
- HAAG, H. P. (Coord.). **Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. 144 p.
- KOLM, L.; POGGIANI, F. Ciclagem de nutrientes em povoamentos de Eucalyptus grandis submetidos à prática de desbastes progressivos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 63, p. 79-93, 2003.
- MORELLATO, L. P. C. Nutrient cycling in two south-east Brazilian forests. I litterfall and litter standing crop. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 8, n. 2, p. 205-215, may 1992.
- PERES, J. R. R.; SUHET, A. R.; VARGAS, M. A. T.; DROZDOWICZ, A. Litter production in areas of brazilian cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 9, p. 1037-1043, set. 1983.
- POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de eucalyptus e pinus: implicações silviculturais**. 1985. 210 f. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, Piracicaba.
- POGGIANI, F.; CHIARANDA, R.; LARA, R. P. Efeito do reflorestamento com *Mimosa scabrella* na recuperação do solo degradado pela exploração do xisto

betuminoso. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 16A, pt B, p. 1962-1970, 1982.

RESCK, D. V. S.; SILVA, J. E.; PEREIRA, J. **Matéria orgânica em solos de cerrado**. In: RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DOS CERRADOS 1985/1987. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1991. p. 105-107.

SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F.; SIMÕES, J. W. Transferência de nutrientes das copas para o solo através da deposição de folhodo em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus torelliana*, plantados em Anhembi, SP. **IPEF**, Piracicaba, v. 47, p. 56-61, maio, 1994.

SILVA, I. S. da. **Alguns aspectos da ciclagem de nutrientes em uma área de cerrado (Brasília-DF)**: chuva, produção e decomposição de liter. Brasília: UnB, 1983. 87 p.

SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serrapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 101-113, 2001.

VETORAZZO, S. C.; POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folhodo de três espécies de *Eucalyptus*. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1.; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba, PR. **Anais**. Curitiba: SBS: SBEF, 1993. v. 1, p. 231-234.

VOGT, K. A.; GRIER, C. C.; VOGT, D. J. Production, turnover and nutrient dynamics of above- and below-ground detritus of world forests. **Advances in Ecological Research**, Southamptonv, v. 15, p. 303-366, 1986.