

**TRANSFERÊNCIAS DE NUTRIENTES DAS COPAS PARA O SOLO
ATRAVÉS DA DEPOSIÇÃO DE FOLHEDO EM POVOAMENTOS DE
Eucalyptus camaldulensis, *Eucalyptus grandis* E *Eucalyptus torelliana*,
PLANTADOS EM ANHEMBI, SP**

Mauro Valdir Shumacher⁽¹⁾

Fábio Poggiani⁽²⁾

João Walter Simões⁽²⁾

ABSTRACT - Nutrient translocation from the canopy to the soil in three pure stands of **E. camaldulensis** (7-years-old), **E. grandis** (7-years-old) and **E. torelliana** (10-years-old) was studied for two years (June 89/91). The stands are located in Anhembi, in the central part of the State of São Paulo on a poor sandy soil. The tree eucalypt species showed different periods of high leaf-fall. The **E. camaldulensis** stand produced an annual leaf-fall of 7.2 t/ha with 65.1 Kg of N, 2.7 Kg of P, 28.3 Kg of K, 74.4 Kg of Ca and 11.9 Kg of Mg. **E. grandis** produced only 3.1 t/ha including 24 Kg of N, 1.0 Kg of P, 12.3 Kg of K, 23.6 Kg of Ca and 6.1 Kg of Mg and **E. torelliana** produced 5.8 t/ha of leaf-litter with 67.2 Kg of N, 3.1 Kg of P, 43.7 Kg of K, 43.6 Kg of Ca and 12.3 Kg of Mg. **E. grandis** showed the best increment, however returned the lowest amount of nutrients to the soil.

RESUMO - A translocação de nutrientes do dossel para o solo em três povoamentos puros de **Eucalyptus camaldulensis** (7 anos), **Eucalyptus grandis** (7 anos) e **Eucalyptus torelliana** (10 anos) foi estudada durante um período de dois anos (junho de 1989/91). Os povoamentos localizam-se no município de Anhembi, interior do Estado de São Paulo, sobre solos de baixa fertilidade. As três espécies apresentaram diferenças sazonais quanto à deposição de folhedo. No povoamento de **E. camaldulensis** foi observada uma deposição anual de folhedo 7.2 t/ha, contendo: 65.1 Kg de N, 2.7 Kg de P, 28.3 Kg de K, 74.4 Kg de Ca e 11.9 Kg de Mg. **E. grandis** depositou 3.1 t/ha/ano contendo: 24Kg de N, 1.0 Kg de P, 12.3 Kg de K, 23.6 Kg de Ca e 6.1 Kg de Mg. **E. torelliana** depositou 5.8 t/ha/ano de folhedo contendo: 67.2 Kg de N, 3.1 Kg de P, 43.7 Kg de K, 43.6 Kg de Ca e 12.3 Kg de Mg. **E. grandis** evidenciou-se como a espécie que apresentou o incremento mais elevado, todavia restituiu a menor quantidade de nutrientes ao solo.

INTRODUÇÃO

A devolução de nutrientes ao solo, através da produção de serapilheira, constitui-se num aspecto importante do ciclo biológico dos nutrientes em florestas e principalmente em plantações florestais situadas sobre solos de baixa fertilidade.

⁽¹⁾ Pós-Graduação em Engenharia Florestal - ESALQ/USP - Departamento de Ciências Florestais - Caixa Postal 9 - 13400-970 - Piracicaba, SP

⁽²⁾ ESALQ/USP - Departamento de Ciências Florestais - Caixa Postal 9 - 13400-970 - Piracicaba, SP

BRAY & GORHAM (1964), após amplo levantamento a nível mundial, concluíram que a quantidade de serapilheira produzida anualmente pelas florestas está relacionada principalmente com as condições climáticas, sendo menor nas regiões frias e maior nas regiões equatoriais úmidas. As características químicas do solo também se refletem diretamente sobre a quantidade de serapilheira depositada e sobre a quantidade de nutrientes minerais nela contidos.

Diversas espécies de eucaliptos foram introduzidas no Estado de São Paulo, para fins de reflorestamento. Sabe-se que os eucaliptos se caracterizam pelo rápido crescimento e pelas diferentes capacidades de absorção e translocação de nutrientes no ecossistema. De acordo com FAO (1981), os eucaliptos plantados no Brasil também podem ser caracterizados segundo o tipo de formação florestal à qual pertencem no local de origem, apresentando diferentes características morfológicas e silviculturais, com reflexos sobre o microclima no interior das plantações, a ciclagem dos nutrientes e a vegetação do sub-bosque. Estes eucaliptos são característicos de formações que, na Austrália, recebem os nomes de: floresta aberta (open-forest), floresta alta aberta (tall-open forest) e floresta fechada (closed forest).

A quantidade de material orgânico depositado nas florestas naturais e nas plantações de eucaliptos pode variar de 3,5 a 9 toneladas anuais, dependendo da espécie, das condições climáticas e da capacidade do sítio (ATTIWILL, 1980; TURNER & LAMBERT, 1983; POGGIANI, 1985 e CARPANEZZI, 1980). Os mesmos autores observaram, ainda, que cada espécie apresenta uma sazonalidade característica na derrubada das folhas, sendo este um dos aspectos fenológicos associado também às condições de latitude, altitude e distribuição da precipitação.

Este trabalho teve por objetivo estimar comparativamente a quantidade de nutrientes minerais devolvidos ao solo através da produção de folheto em talhões puros de **E. camaldulensis**, **E. grandis** e **E. torelliana**, que, na Austrália, pertencem respectivamente aos tipos de florestas: aberta, alta-aberta e fechada.

MATERIAL E MÉTODOS

Os talhões experimentais das três espécies localizam-se na Estação Experimental de Ciências Florestais da ESALQ/USP, situada no município de Anhembi (SP), próximo às coordenadas geográficas de 22°43' de latitude Sul e 48°10' de longitude Oeste de Greenwich, numa altitude de 500 metros. O clima é do tipo Cwa (segundo Koppen), mesotérmico de inverno seco e moderadamente frio, e verão quente e chuvoso. A precipitação anual varia ao redor de 1200 mm.

As mudas de **Eucalyptus camaldulensis** Dehnh foram obtidas a partir de sementes procedentes de Petford (Queensland-Austrália). As mudas de **Eucalyptus grandis** W. Hill ex Maiden foram produzidas a partir de sementes procedentes de Atherton (Queensland-Austrália) e as mudas de **Eucalyptus torelliana** F. Muell. foram produzidas a partir de sementes procedentes de Kuranda (Queensland-Austrália).

Os talhões de **E. camaldulensis** e **E. torelliana** encontram-se sobre um solo Podzólico Vermelho Amarelo e o talhao de **E. grandis** sobre um Latossolo Vermelho Amarelo, ambos de baixa fertilidade.

No início das coletas os talhões de **E. camaldulensis** e **E. grandis** tinham 7 anos e o talhão de **E. torelliana** 10 anos de idade. A partir de junho de 1989 foram efetuadas, sucessivamente, 24 coletas mensais de folheto em cada um dos talhões experimentais, com

a utilização de coletores constituídos por bandejas formadas por telas de nylon (tipo mosquiteiro) com 1 m² de superfície, distribuídas ao acaso dentro dos povoamentos na proporção de uma bandeja para 45 m² de terreno.

As amostras eram enviadas, logo após a coleta, para o Laboratório de Ecologia do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP, em Piracicaba. Após a secagem, eram pesadas e moldas em moinho tipo Wiley (malha 20 mesh.). O pó resultante era usado para as análises dos elementos químicos, efetuadas de acordo com a metodologia de SARRUGE & HAAG (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de queda natural das folhas e de outros componentes das copas constitui-se num importante mecanismo de transferência de nutrientes da fitomassa para o solo. Sabe-se que a caducifolia é resultante de uma série de processos metabólicos, ligados à fisiologia de cada espécie e também dos estímulos vindos do ambiente tais como: fotoperíodo, temperatura, estresse hídrico etc. (KRAMER & KOZLOWSKI, 1979).

As médias dos valores anuais de deposição de folheto para os talhões de **E. camaldulensis**, **E. grandis** e **E. torelliana** foram respectivamente de 7.200, 3.138 e 5.858 Kg/ha. Na Austrália, em povoamento de **E. grandis** com 27 anos de idade, TURNER & LAMBERT (1983) registraram uma deposição anual média de 4.400 Kg/ha. Em Israel, num talhão de **E. camaldulensis** com 20 anos de idade, ZOHAR (1984) encontrou uma deposição de folheto de 7.370 Kg/ha/ano.

Comparando-se as médias mensais de deposição de folheto (TABELA 1), verifica-se que não houve diferença estatística significativa entre **E. camaldulensis** e **E. torelliana**. Todavia, os valores destas duas espécies diferiram significativamente de **E. grandis**, que apresentou uma menor produção de folheto.

TABELA 1 - Valores médios da deposição mensal de folheto nos povoamentos das três espécies de eucaliptos

Espécie	Média Mensal	C.V.
E. camaldulensis	587,45A	31,8
E. torelliana	488,17A	26,9
E. grandis	261,45B	14,4

Médias seguidas de letra diferente diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando-se que a queda de folheto pode estar relacionada com as variações climáticas, foram elaborados os gráficos da FIGURA 1, representando a produção mensal de folheto ao longo do período de observação. Verifica-se que as maiores deposições de folheto, tanto no talhão de **E. camaldulensis** como no de **E. torelliana**, ocorreram durante a primavera e outono, enquanto que a menor deposição foi registrada nos meses de verão. ZOHAR (1984), acompanhando o curso sazonal da queda de serapilheira em plantios de **E. camaldulensis**, em Israel, verificou que o pico de queda das folhas ocorreu na primavera. THORANISORN et alii (1991), avaliando a produção de serapilheira em povoamentos de

E. camaldulensis na Tailândia, verificaram que o período de maior deposição da serapilheira ocorre a partir do final da estação úmida até a metade da estação seca.

Foi observado, durante esta pesquisa, que **E. grandis** apresenta maior produção de serapilheira durante o verão e a menor produção na primavera. Também TURNER & LAMBERT (1983) observaram, em plantações de **E. grandis** localizadas em Coff's Harbour (Austrália), que a queda mais acentuada de folhede ocorre durante o verão quente e chuvoso. No Brasil, trabalhos realizados por CARPANEZZI (1980) e FERREIRA (1984), utilizando **E. grandis**, apresentaram resultados semelhantes aos observados em Anhembi.

Pode-se dizer, também, que o comportamento de **E. torelliana** é semelhante ao observado nas florestas semidecíduas do Estado de São Paulo, onde a deposição de folhede ocorre principalmente no final do inverno, após o período seco. Os trabalhos de CARPANEZZI (1980), POGGIANI & MONTEIRO (1990) e DELITTI (1984), em florestas naturais do Estado de São Paulo e em áreas de cerrado, identificaram a época do final de inverno como sendo aquela em que ocorre o pico da deposição de serapilheira.

As variações mensais nas concentrações de nutrientes, que freqüentemente se observam no folhede dos eucaliptos, podem ser atribuídas às mudanças de fatores climáticos e edáficos, como também às diferentes proporções entre tecidos vegetais mais velhos e mais novos que constituem o material coletado (ATTIWILL et alii. 1978). Na TABELA 2 são apresentados os valores estimados de nutrientes depositados anualmente através da queda de folhas.

TABELA 2 - Nutrientes depositados anualmente (Kg/ha) sobre o solo dos talhões florestais, através do folhede (média de 2 anos)

Espécie	N	P	K	Ca	Mg
E. camaldulensis	65,1a	2,7a	28,3b	74,4a	11,9a
E. grandis	24,0b	1,0b	12,3c	23,6c	6,1b
E. torelliana	67,2a	3,1a	43,7a	43,6b	12,3a

Médias seguidas de letra diferente diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

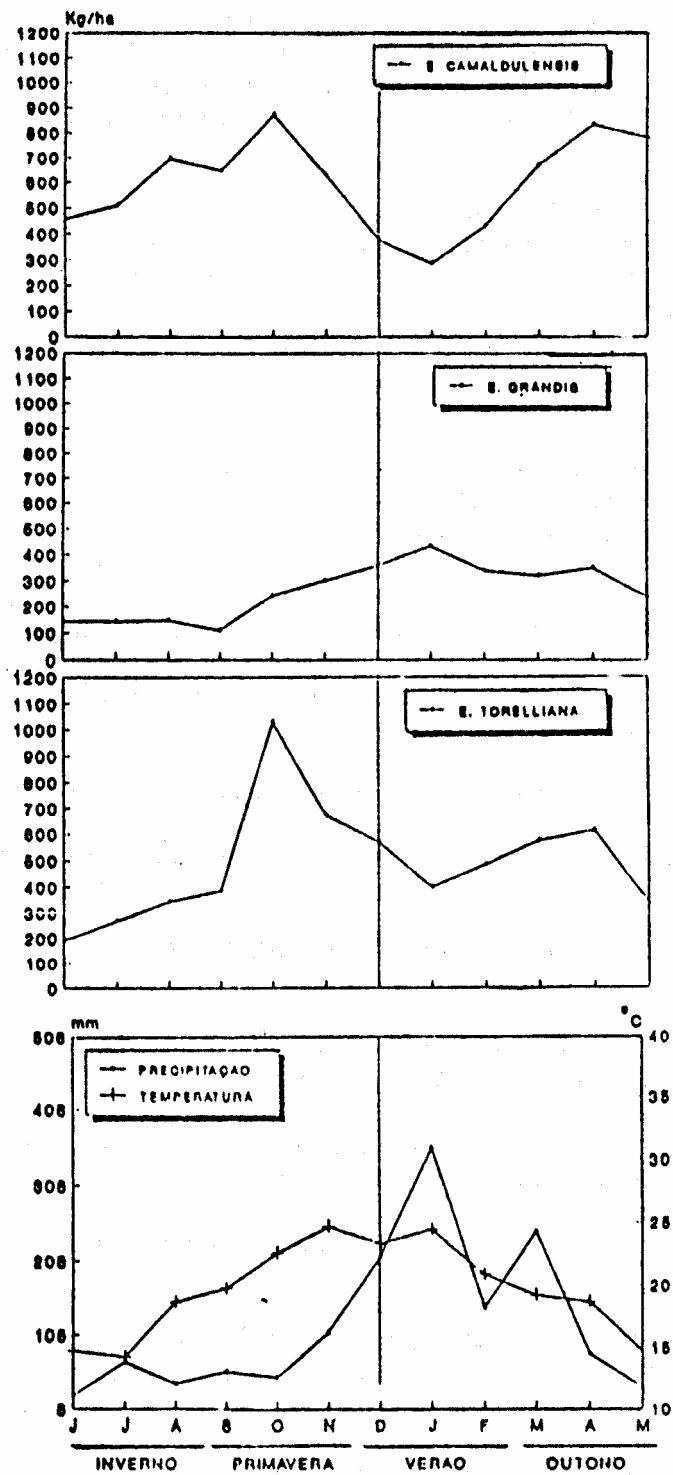


FIGURA 1 - Variação mensal da queda de folheto (Kg/ha) nos talhões experimentais de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torrelliana*, de acordo com as mudanças mensais da temperatura e da precipitação pluviométrica. (média de 2 anos).

As maiores quantidades de nutrientes (N, P, K e Mg) foram depositadas pelo folhede de **E. torelliana**. O elemento Ca foi observado em maior quantidade no folhede de **E. camaldulensis**, **E. grandis** foi a espécie que devolveu as menores quantidades de nutrientes para o solo. TURNER & LAMBERT (1983) registraram em plantações de **E. grandis**, na Austrália, estabelecidas sobre solos de moderada fertilidade, deposição de folhede de 4,2 t/ha/ano, com os seguintes conteúdos de nutrientes: 34,5 Kg de N, 1,29 Kg de P, 6,1 Kg de K, 30,8 Kg de Ca e 8,8 Kg de Mg. POGGIANI (1985) acompanhou a deposição de folhede num talhão de **E. saligna**, crescendo sobre um solo podzólico de fertilidade média/baixa, durante um período de três anos e registrou um valor médio anual de 4,5 t/ha contendo: 27,3 Kg de N, 1,2 Kg de P, 16,7 Kg de K, 44,0 Kg de Ca e 9,3 Kg de Mg.

Há evidências, portanto, de que **E. grandis**, em virtude do elevado incremento usualmente apresentado em plantações puras e da relativamente baixa restituição de nutrientes ao solo, possa acumular em sua biomassa grandes quantidades de nutrientes, que por ocasião da exploração florestal, serão exportados do sítio, com conseqüente reflexo nas rotações futuras.

CONCLUSÕES

- em função dos resultados deste trabalho e dos de outros pesquisadores, pode-se concluir que a quantidade de nutrientes devolvida ao solo pela produção de folhede pelas diferentes espécies de eucaliptos, depende de vários fatores dentre os quais podem ser assinalados: características fisiológicas de cada espécie, condições climáticas e condições edáficas;

- **E. camaldulensis** depositou a maior quantidade de folhede e **E. grandis** a menor;
- as maiores quantidades dos nutrientes N, P, K e Mg foram depositadas no talhão de **E. torelliana** e a de Ca no talhão de **E. camaldulensis**;
- **E. grandis** foi a espécie que devolveu menor quantidade de nutrientes ao solo;
- a sazonalidade de produção de folhede variou entre as três espécies estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTIWILL, P.M. Nutrient cycling in a **Eucalyptus obliqua** forest: 3 - growth biomass and net primary production. **Australian journal of botany**, Melbourne, 28: 79-91, 1980.
- ATTIWILL, P.M. et alii. Nutrient cycling in a **Eucalyptus obliqua** forest: 1 - litter production and nutrient return. **Australian journal of botany**, Melbourne, 26: 79-91, 1978.
- BRAY, J.R. & GORHAM, E. Litter production in forests of the world. **Advances in ecological research**, Londres. 2: 101-57, 1964.
- CARPANEZZI, A.A. **Deposição de material orgânico e nutrientes em uma floresta natural e em uma plantação de eucaliptos no interior do Estado de São Paulo**. Piracicaba, 1980. 107 p. (Tese-Mestrado-ESALQ).

- DELITTI, W.B.C. **Aspectos comparativos da ciclagem de nutrientes minerais na mata ciliar, no campo cerrado e na floresta implantada de *Pinus eliottii* var. *eliottii***. São Paulo, 1984. 288 p. (Tese-Doutoramento-IB/USP).
- FAO. **El eucalipto en la repoblacion forestal**. Roma, 1981. 303p.
- FERREIRA, M.G.M. **An analysis of the future productivity of *Eucalyptus grandis* plantations in the cerrado region in Brazil: a nutrient cycling approach**. Vancouver. 1984 203 p. (Tese-Doutoramento-UBC)
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T. **Physiology of woody plants**. New York. Academic Press, 1979. 811p
- POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus* implicações silviculturais**. Piracicaba. 1985. 210p. (Tese-Livredocência-ESALQ)
- POGGIANI, F. & MONTEIRO, E.S. Deposição de folhedo e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua em Piracicaba, SP In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. 6, Campos de Jordão 1990. **Anais**. São Paulo, SBS/SBEF, 1990. p.596-602.
- SARRUGE, J.R. & HAAG. H. **Análise química em plantas**. Piracicaba, ESALQ, 1974, 56p.
- THORANISORN, S. etalii. Litterfall and productivity of ***Eucalyptus camaldulensis*** in Thailand. **Journal of tropical ecology**, Cambridge (7): 275-79, 1991.
- TURNER, J. & LAMBERT, M.J. Nutrient cycling within a 27 -year-old *Eucalyptus grandis* plantation in New South Wales. **Forest ecology and management**, Amsterdam 6(2): 155-68, 1983.
- ZOHAR, Y. Annual course of litterfall in ***Eucalyptus camaldulensis*** Dehn in Israel **South African forestry Journal**, Pretoria, 128: 79-80. 1984.