

ses de agrupamento e discriminante mostraram-se adequadas para definir as sub-regiões ecológicas.

A metodologia de classificação ecológica desenvolvida para a delimitação de regiões e sub-regiões ecológicas apresentada acima tem grande potencial para aplicação em estudos semelhantes a serem desenvolvidos em outras regiões do Brasil. Essa metodologia permite que a mesma seja utilizada para uma variedade de finalidades não sendo, portanto, de uso restrito para a área florestal.

5. LITERATURA CITADA

- BARNES, B.V. The ecological approach to ecosystem classification. In: SYMPOSIUM ON SITE AND PRODUCTIVITY OF FAST GROWING PLANTATIONS, Pretoria and Pietermaritzburg, 30 April-11 May, 1984. Proceedings. Pretoria, IUFRO, 1984. p. 69-89.
- CETEC. Diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1983. (Série Pub. Técn., SPT-010)
- EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Espírito Santo. Rio de Janeiro, 1978. 461 p. (Bol. Técnico, 45)
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Belo Horizonte, PRODEPEF, 1975. 65 p. (Série Técnica, 3)
- KIM, JAE-ON. Factor analysis. In: NIE, H.H. (ed.) Statistical package for the social sciences. 2. ed. New York, McGraw-Hill, 1975. v. 5, p. 468-514.
- POWEL, J.M. e MacIVER, D.C. A summer climate classification for the forest area of the Prairie Provinces using factor analysis. Alberta, Canadian Forest Service, 1977. 51 p. (Information Report Nor-X-177)
- MARTINS, S.V.; REIS, M.G.F.; SOUZA, A.L.; ASPIAZZ, C.; REIS, G.G. Classificação ecológica do Estado do Espírito Santo baseada em condições climáticas. Rev. Árvore, 16:272-286. 1992.
- TRISTÚO R.A. Classificação ecológica de uma área do Estado de Minas Gerais: um método biopedológico. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1992. 91 p.

CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES MINERAIS NO LENHO DE *Eucalyptus saligna* E SUA RELAÇÃO COM A APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES

Carlos A. Ferreira

Antonio F.J. Bellote

Helton D. da Silva

Pesquisadores da EMBRAPA-CNPFFlorestas

RESUMO

Este trabalho apresenta resultados obtidos da análise da concentração de nutrientes do lenho de discos coletados no DAP de árvores dominantes de *E. saligna* com oito anos de idade. As amostras foram obtidas em diferentes tratamentos, componentes de um experimento de adubação localizado no município de Altinópolis -SP. Os teores de N, P, Ca e Mg na madeira das árvores adubadas foram significativamente mais elevados que das não adubadas. As concentrações de Fe decresceram em função da adubação. K, S, B e Mn mostraram as mesmas concentrações independentemente dos tratamentos aplicados. As concentrações de P, K, Ca, Mg e Mn decresceram significativamente da casca em direção a parte central dos discos, devido aos processos fisiológicos que resultam na formação do cerne. A importância desses resultados para a quantificação da exportação de nutrientes pela exploração e para a determinação da rotação ecológica para povoamentos florestais é discutida.

ABSTRACT

Wood samples from dominant trees of fertilized and control plots of *E. saligna* at eight years of age were analyzed in relation to their concentration of nutrients. The treatments were part of a fertilizer trial established on a poor sandy soil in the cerrado region in Altinópolis SP. The concentrations of N, P, Ca and Mg were higher in the wood at DBH of the fertilized trees, as compared to the control trees. The concentrations of P, K, Ca, Mg and Mn significantly decreased from the sapwood to the heartwood, as consequence of the physiological processes of heartwood formation. The implications of this variation to precisely quantify the nutrient exportation and stipulate the ecological rotation of the plantations are discussed.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da distribuição de nutrientes dentro das árvores e entre árvores de um povoamento é essencial para o estabelecimento de estratégias de amostragem para diagnósticos nutricionais, estudos de ciclagem (MADGWICK & MEAD, 1990; MEAD, 1984) e ainda avaliações da exportação de nutrientes.

Em determinado ambiente, a absorção de nutrientes pelas árvores dependerá do suprimento desses mesmos nutrientes para as raízes e da demanda dentro da planta, determinada pelo crescimento e pelo funcionamento normal de suas várias partes incluindo as próprias raízes (WILLIAMS, 1955).

Cada órgão vegetativo de uma planta passa por uma fase de aumento da concentração de nutrientes pela absorção e acúmulo dos mesmos, outra, posterior, quando a concentração se mantém relativamente constante, e uma terceira onde ocorre a exportação da maioria de seus componentes minerais. Assim, cada órgão pode acumular nutrientes e, na sua senescência, constituir-se numa fonte potencial de alguns nutrientes móveis para as partes mais jovens da planta

(BOUMA, 1983). Evidentemente, a demanda de nutrientes, de qualquer parte de uma planta, é suprida em sua quase totalidade, se não totalmente, pelo solo. Entretanto, a taxa de absorção depende, em parte, da disponibilidade do nutriente no interior da planta. Normalmente, mesmo plantas crescendo em meios ricos, com grande disponibilidade de nutrientes, utilizam preferencialmente os elementos liberados pelos órgãos senescentes, por estes estarem mais acessíveis. No caso de nutrientes imóveis, a planta dependerá sempre de suprimento externo (BOUMA, 1983).

Alterações na composição das diferentes partes das plantas, em função da idade, são abordadas em vários trabalhos. Dados apresentados por SMITH (1962), mostram que as concentrações de N, P e K na matéria seca sempre decrescem com o aumento da idade, enquanto outros como Ca e Mg geralmente crescem. MADGWICK & MEAD (1990) encontraram essa mesma tendência para ramos de *Pinus radiata*. LEMOINE et al (1988) demonstraram a existência de um padrão mais complexo de variação na copa viva de *Pinus pinaster*, na qual a concentração dos elementos variou não só com a idade, mas também com a distância da gema apical.

A mobilização dos nutrientes é uma das características da diferenciação da madeira em cerne e alburno. ATTIWILL (1981) destaca que, durante a formação do cerne, os nutrientes fisiologicamente móveis, como o P, ciclam bioquimicamente. Esta ciclagem é reponsável pelo atendimento de grande parte da demanda de nutrientes das árvores. Na fase de manutenção da floresta, a ciclagem biogeoquímica, principalmente através da redistribuição interna e da decomposição da serrapilheira, supre praticamente toda a demanda de nutrientes.

Concentrações diferenciadas de nutrientes entre cerne e alburno para *E. saligna* e *E. grandis* foram apresentadas por TURNER & LAMBERT (1983) e WISE & PITMAN (1981). No caso do P, a concentração do alburno foi quatorze vezes mais elevada que a do cerne, em *E. saligna* aos dez anos de idade. A exportação de nutrientes pela exploração da madeira está relacionada com a quantidade relativa de cerne e alburno. Assim, este trabalho discute a necessidade de adequar a metodologia de amostragem para melhor representar essas variações. A quantificação precisa dos nutrientes no cerne e no alburno tem grande importância para o estabelecimento de rotações ecologicamente mais estáveis, cujo objetivo é a conservação da produtividade do solo, além da produção madeireira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de madeira de *E. saligna*, analisadas neste trabalho provém de um ensaio de parcelamento de adubação, realizado no município de Altinópolis, em áreas pertencentes à Champion Papel e Celulose Ltda. Maiores detalhes de clima solo e tratamentos desses experimentos foram apresentados por FERREIRA (1989).

As amostras constituíram-se de discos coletados à altura do DAP, de 4 (quatro) árvores representativas do extrato dominante das parcelas. Os tratamentos selecionados foram os seguintes:

1. Testemunha absoluta, sem qualquer aplicação de fertilizantes.
2. Aplicação de 300g/árvore da formulação NPK 10:34:06.
3. Aplicação de 100g/árvore no plantio, ao completar 2 e 4 anos de idade da formulação NPK 10:34:06.
4. Aplicação de 75g/árvore no plantio, ao completar 2, 4 e 6 anos de idade da formulação NPK 10:34:06.

Os discos foram seccionados, no sentido medula - casca, e retiradas tiras de madeira com um centímetro de largura. Estas tiras, apresentando quantidades decrescentes de cerne em relação ao alburno, foram secas em estufa até peso constante e moídas. Posteriormente, procedeu-se a análise química para determinação das concentrações de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe e Mn, em cada tira de madeira seguindo-

se a metodologia descrita por SARRUGE & HAAG (1974).

Com a finalidade de facilitar a discussão, cada tira foi denominada pela posição e numerada de 1 a 8, no sentido do maior gradiente de alburno.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Concentração média dos nutrientes na madeira

As concentrações médias dos nutrientes analisados mostraram comportamento diferenciado em resposta à adubação, como pode ser observado pelos resultados apresentados na Tabela 1.

A adubação provocou, em geral, tendência de aumento nos teores médios, dos elementos. O aumento foi mais acentuado e significativo no caso do P, Ca e Mg. O parcelamento da adubação parece acentuar essas diferenças no caso do Ca e do Mg.

Embora as diferenças de concentrações sejam pequenas, em valores absolutos, entre as árvores adubadas e não adubadas, o total de nutrientes acumulados é expressivamente maior, devido ao estímulo de crescimento promovido pela adubação, como demonstrado por FERREIRA (1989). Portanto, a exploração de árvores adubadas levará a uma maior exportação total de nutrientes pelo maior volume.

Tabela 1. Concentração média dos nutrientes no lenho de *E. saligna* nos vários tratamentos.

Elemento	Tratamentos			
	1	2	3	4
Concentração em % da M.S.				
N	0,210 b* (0,002)	0,220 a (0,003)	0,224 a (0,004)	0,210 b (0,003)
P	0,026 c (0,0009)	0,029 ba (0,001)	0,033 a (0,001)	0,026 cb (0,002)
K	0,052 a (0,003)	0,055 a (0,003)	0,059 a (0,003)	0,058 a (0,005)
Ca	0,037 b (0,001)	0,037 b (0,002)	0,040 ab (0,002)	0,044 a (0,002)
Mg	0,006 c (0,0004)	0,007 c (0,0003)	0,011 a (0,0008)	0,008 b (0,0006)
S	0,022 a (0,001)	0,027 a (0,001)	0,024 a (0,002)	0,026 a (0,003)
Concentração em ppm/g M.S				
B	4,36 a (0,14)	4,03 ab (0,15)	4,22 ab (0,18)	3,82 b (0,15)
Fe	30,73 a (3,68)	14,95 b (1,09)	21,57 b (2,18)	17,79 b (1,97)
Mn	43,50 a (2,79)	42,37 a (2,75)	48,65 a (5,89)	45,62 a (5,89)

* médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade (pelo teste t de Student). Valores entre parênteses são os desvios padrão das médias de madei-

... e ainda pela maior concentração dos nutrientes na mesma, como é o caso do P, do Ca e do Mg. Pela mesma razão, ou seja a maior produção de madeira, a exportação pela exploração também será mais elevada mesmo para nutrientes cujas concentrações não diferiram significativamente.

As concentrações de Fe decresceram em função da adubação, com uma clara tendência de efeitos devidos ao parcelamento. O K, S, B e Mn apresentaram as mesmas concentrações médias independentemente dos tratamentos aplicados.

3.2 Concentração dos nutrientes em várias posições do disco

A Tabela 2 apresenta resultados da análise de regressão das concentrações dos nutrientes com relação à posição da amostra no disco do DAP. As concentrações de P, K, Ca, Mg e Mn decresceram significativamente da casca em direção a parte central dos discos. O decréscimo das concentrações, além de estar relacionado ao papel fisiológico dos nutrientes, depende também da formação do cerne, que é responsável pela migração dos nutrientes da parte central do lenho. Durante a formação do cerne, parte do P, K, Ca e Mn presentes na madeira foram liberados da parte mais interna do lenho e translocaram-se em direção à região cambial. A tendência da variação da concentração com a distância do cambium é linear com coeficientes de determinação altamente significativos. Outros modelos foram testados mas a tendência dos dados, neste caso, foi melhor explicada pelo modelo linear simples. Deve-se ainda ressaltar que as concentrações foliares desses mesmos nutrientes, no mesmo material amostrado, apresentados por FERREIRA (1989), estão abaixo das concentrações ótimas, para as condições da África do Sul, propostas por SCHONAU (1983). No caso do N, as concentrações obtidas estão muito próximas da ótima. Aparentemente, portanto, a translocação é mais evidente para os nutrientes mais carentes.

O comportamento do Ca e do Mg, apresentando translocação significativa, de certa forma surpreende devido a estes elementos serem considerados relativamente imóveis (SMITH, 1962, BOUMA, 1983, MADGWICK & MEAD, 1990). Entretanto, resultados semelhantes, mostrando menores concentrações de Ca e Mg no cerne do

que no albarno de E. saligna e E. grandis, foram relatados por WISE & PITMAN (1981) e TURNER & LAMBERT (1983), demonstrando portanto ser uma tendência geral.

A Tabela 3 apresenta a variação pontual das concentrações ao longo do disco, para os nutrientes cujas correlações foram significativas. Como a variação observada é resultante dos processos de formação do cerne, a maior ou menor exportação de nutrientes, pela exploração da madeira, dependerá também da proporção relativa de cerne e de albarno, no volume total de madeira explorada.

3.3. Implicações para a rotação dos povoamentos

A manutenção da produtividade dos sítios florestais apresenta-se como um dos desafios da silvicultura. A sustentabilidade da produção florestal está baseada na sua renovação. Entretanto, para que essa característica se mantenha, é necessário evitar a exaustão dos sítios.

Tabela 2 Análise de regressão para teores de nutrientes em relação à posição da amostra no disco.

Elemento	Coeficientes de determinação para os modelos			
	Linear	Recíproco	Exponencial	Multiplicativo
N	0,14	- 0,12	0,12	0,09
P	0,42**	- 0,22	0,40**	0,39**
K	0,75**	- 0,70**	0,75**	0,65**
Ca	0,54**	- 0,48**	0,50**	0,41**
Mg	0,45**	- 0,40**	0,46**	0,39**
S	0,02	0,06	- 0,06	- 0,04
B	0,07	- 0,02	0,01	0,04
Fe	0,14	- 0,12	0,14	0,11
Mn	0,55**	- 0,55**	0,58**	0,49**

** valores significativos a 5% de probabilidade

Tabela 3. Concentração média dos nutrientes no lenho de E. saligna em função da posição no disco do DAP.

Elemento	Posição da amostra no disco do DAP							
	Cerne						Albarno	
	1	2	3	4	5	6	7	8
Concentração em % da M.S.								
P	0,025 (0,001)*	0,025 (0,001)	0,026 (0,001)	0,027 (0,001)	0,031 (0,001)	0,032 (0,002)	0,033 (0,003)	0,036 (0,002)
K	0,037 (0,002)	0,038 (0,002)	0,039 (0,002)	0,048 (0,002)	0,061 (0,003)	0,075 (0,004)	0,086 (0,004)	0,076 (0,005)
Ca	0,036 (0,002)	0,032 (0,002)	0,032 (0,002)	0,034 (0,002)	0,041 (0,002)	0,046 (0,002)	0,049 (0,003)	0,057 (0,005)
Mg	0,006 (0,0004)	0,006 (0,0004)	0,006 (0,0004)	0,007 (0,0006)	0,008 (0,0007)	0,010 (0,0008)	0,011 (0,0012)	0,011 (0,0016)
Concentração em ppm/g M.S								
Mn	33,68 (2,88)	33,40 (3,58)	30,08 (1,98)	33,48 (2,30)	42,64 (2,83)	60,62 (6,58)	68,52 (7,38)	83,40 (13,6)

* Valores entre parênteses são os desvios padrão das médias

Deve-se quantificar o montante de nutrientes presentes no sítio, as perdas por causas diversas e a reposição natural, como a deposição atmosférica, mineralização das rochas e fixação biológica do N. A avaliação das operações de manejo, sob o ponto de vista nutricional, auxilia a adoção daquelas que assegurem maior suprimento e disponibilidade dos nutrientes (BEVEGE, 1981)

O manejo conservacionista de uma floresta, visando a manutenção da produtividade dos sítios florestais, enquadra-se dentro do conceito de rotação ecológica. De acordo com KIMMINS (1977), rotação ecológica é o período necessário para um determinado sítio, manejado com uma determinada tecnologia, retornar às condições em que se encontrava antes da exploração. Uma vez que a exploração florestal é a operação mais agressiva em termos de possíveis prejuízos ao sítio, principalmente devido à exportação de nutrientes, os intervalos entre as explorações devem ser devidamente planejados, de forma a assegurar que a reposição de nutrientes pelo menos equilibre a retirada pela exploração. Muitas vezes a rotação ecológica não coincide com a rotação financeira ou mesmo a silvicultural.

Se a diferença temporal entre a rotação ecológica e a rotação financeira, ou silvicultural, for muito grande, o empobrecimento do sítio é inevitável, a não ser que medidas corretivas sejam adotadas, como por exemplo adubações. Neste aspecto, o manejo do solo e da nutrição do povoamento florestal se apresenta como uma ferramenta das mais úteis. Necessita-se, portanto, de conhecimentos detalhados dos efeitos das decisões silviculturais sobre o solo.

A amostragem para quantificação da exportação de nutrientes pela exploração, deve levar em consideração as diferenças de concentração de nutrientes decorrentes da diferenciação da madeira em cerne e alburno, sob o risco de cometer-se erros consideráveis. A Tabela 4 foi elaborada admitindo-se a exploração de 100 (cem) m³/ha de madeira, com densidade de 0,5 ton/m³, portanto um total 50 (cincoenta) toneladas de madeira seca por ha. A título de exemplificação, assumiu-se como representativa de todo o fuste a concentração obtida ao DAP.

Tabela 4. Estimativa da exportação de nutrientes a partir de concentrações obtidas no cerne e alburno no DAP.

Posição da amostra	Exportação estimada em Kg/ha			
	P	K	Ca	Mg
Alburno	16,5 (0,033)*	37,5 (0,075)	22,5 (0,045)	5,0 (0,01)
Cerne	12,5 (0,025)	20,0 (0,040)	18,5 (0,037)	3,2 (0,002)

* valores entre parênteses são as concentrações médias em % da M.S. assumidas no disco do DAP.

O exame da Tabela 4 permite concluir que para todos os nutrientes considerados no exemplo (P, K, Ca e Mg), as estimativas de exportação, como se poderia esperar, diferem consideravelmente. A estimativa "verdadeira" da exportação seria um valor intermediário, que dependerá da quantidade relativa de cerne e alburno presentes na madeira.

Apesar das diferenças entre as estimativas de exportação serem aparentemente pequenas, quando comparadas com as entradas anuais de nutrientes, relatadas por POGGIANI (1985), representam somas elevadas, que podem alterar profundamente as estimativas do período necessário à reposição dos nutrientes. Segundo o autor acima referido, as entradas médias anuais por via atmosférica, no Estado de São Paulo, seriam da ordem de 0,9; 2,6 - 9,8; 5,6 - 16,0 e 0,9 - 5,2 kg/ha para

P, K, Ca e Mg. Portanto, para o caso do P, o nutriente com maior limitação nos solos tropicais, o erro de estimativa corresponderia a quase cinco anos de deposição atmosférica.

4. CONCLUSÕES

A análise dos resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

- A adubação resultou em aumento nas concentrações médias dos nutrientes P, Ca e Mg. O parcelamento da adubação parece acentuar o acúmulo do Ca e do Mg.

- A exploração de árvores adubadas levará a uma maior exportação total de nutrientes, tanto pelo maior volume de madeira obtido, como também pela maior concentração dos nutrientes, como é o caso do P, do Ca e do Mg.

- A concentração de Fe decresceu em função da adubação, sem uma clara tendência de efeitos devidos ao parcelamento. O K, S, B e Mn apresentaram as mesmas concentrações médias independentemente dos tratamentos aplicados.

- A concentração de P, K, Ca, Mg e Mn decresceu significativamente da casca em direção a parte central dos discos. A tendência de variação da concentração com a distância da amostra até o cambium é significativa e linear.

- A amostragem para quantificação da exportação de nutrientes, pela exploração, deve levar em consideração as diferenças de concentração de nutrientes decorrentes da diferenciação da madeira em cerne e alburno, sob o risco de cometer-se erros consideráveis.

- Apesar das diferenças entre as estimativas de exportação serem aparentemente pequenas, quando comparadas com as entradas anuais de nutrientes representam somas elevadas, que podem alterar profundamente as estimativas do período necessário à reposição dos nutrientes.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Champion Papel e Celulose Ltda, na pessoa de seu Diretor Dr. Manoel de Freitas, pelo apoio recebido durante a implantação e manutenção dos experimentos analisados neste trabalho. Agradecem ainda a Iraê Amaral Guerrini, Adalberto Plínio Silva, Benedito Vastano Jr e Osmir José Lavoranti.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTIWILL, P. Energy, nutrient flow and biomass. Proceedings Australian Forest Nutrition Workshop. Productivity in Perpetuity. Canberra, 1981. p.131-134.
- BEVEGE, D.I. The management of forest soils and nutrition. Proceedings Australian Forest Nutrition Workshop. Productivity in Perpetuity. Canberra, Australia, 1981. p.253-261.
- BOUMA, D. Diagnosis of mineral deficiencies using plant tests. In Lauchli, A. and Bielecki, R.L. (eds) Inorganic Plant Nutrition. Enciclopedia of Plant Physiology, New Series, Vol 15A, Springer-Verlag, Berlin, 1983. p.120-146.
- FERREIRA, C.A. Nutritional aspects of the management of Eucalyptus plantations on poor sandy soils of the Brazilian cerrado region. Phd Thesis, Oxford Forestry Institute, Green College, Michaelmas Term, 1989. 193 p.
- KIMMINS, J.P.. Evaluation of the consequences for the future tree productivity of the loss of nutrients in whole-tree harvesting. Forest Ecology and Management. 1, (2), Amsterdam, 1977. p.169-183.
- LEMOINE, B., RANGER, J., GELPE, J. Distributions qualitative et quantitative des éléments nutritifs dans un jeune peuplement de Pin maritime (Pinus pinaster Ait). Ann. Sci. For. 45 (2). 1988. p. 95-116.
- MADGWICK, H.A.I., MEAD, D.J. Variation in nutrient concentrations within Pinus radiata trees and their relationship to tree size. New Zealand Journal of Forestry Science, 20 (1), 1990. p.29-38.

- MEAD, D.J. Diagnosis of nutrient deficiencies in plantations. In Bowen, G.D. and Nambiar (Eds) Nutrition of Plantation Forests, Academic Press, Orlando, New York and London. 1984. p.259-291.
- POGGIANI, F. Nutrient cycling in Eucalyptus and Pinus plantations ecosystems, silvicultural implications. IPEF Piracicaba 31, 1985. p.31-40.
- SARRUGE, J.R., HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Livrocetes, Piracicaba, 1974. p.56.
- SCHONAU, A.P.G. Fertilization in South African forestry. South African Journal of Forestry. 125, 1983. p.1-19.
- SMITH, P.F. Mineral analysis of plant tissues. Annual Review of Plant Physiology (13), 1962. p. 81-108.
- TURNER, J. and LAMBERT, M.J. Nutrient cycling within a 27-year-old Eucalyptus grandis plantation in New South Wales. Forest Ecology and Management 6, (2), 1983. p.155-168.
- WILLIAMS, R.F. Redistribution of mineral elements during development. Annual Review of Plant Physiology (6), 1955. p.81-108.
- WISE, P.K. and PITMAN, M.G. Nutrient removal and replacement associated with short-rotation eucalypt plantations. Australian Forestry 46, (3), 1981. p.142-152.

CONCENTRAÇÃO E REDISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES NAS FOLHAS E NO FOLHEDO DE TRÊS ESPÉCIES DE Eucalyptus

SILVIA CRISTINA VETTORAZZO

FABIO POGGIANI

MAURO VALDIR SCHUMACHER

ESALQ/USP - Departamento de Ciências Florestais - Piracicaba, SP

RESUMO

Foram estudadas as concentrações e a redistribuição de nutrientes minerais nas folhas recém maduras e caducas das três espécies: *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*, entre 9 e 12 anos de idade, cultivadas sobre solos de baixa fertilidade, na região central do Estado de São Paulo.

As concentrações de nutrientes nas folhas recém maduras apresentaram variações de acordo com a espécie e as características do solo. O *E. grandis* foi a espécie que retranslocou maior quantidade de N, P e Mg antes da derrubada das folhas, enquanto que o *E. camaldulensis* transferiu mais ativamente o K. A concentração do Ca nas folhas recém maduras e caducas das três espécies evidenciou que este elemento apresenta baixa mobilidade nos tecidos das plantas, sendo que sua movimentação no ecossistema ocorre principalmente através do ciclo biogeoquímico.

ABSTRACT

Concentration and reallocation of nutrients in crown leaves and shed leaves of three *Eucalyptus* species. - Nutrient concentration and reallocation were determined comparatively in crown leaves and shed leaves of: *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus torelliana*, growing in pure stands respectively 9, 9 and 12 years old, planted on a poor sandy soil in the central region of the State of São Paulo. Nutrient concentration differed among the three species, but were in general higher in mature than in shed leaves. *E. grandis* showed the highest nutrient reallocation before leaf shedding, mainly for Nitrogen, Phosphorus and Magnesium. Nevertheless, *E. camaldulensis* reallocated more efficiently Potassium. The similar concentration of Calcium observed in mature and shed leaves of the three species, confirms the low internal transfer of this nutrient that moves in the ecosystem mainly by the biogeochemical cycle.

INTRODUÇÃO

O processo de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas florestais pode ser caracterizado, de acordo com SWITZER & NELSON (1972), em três tipos: (a) **ciclo geoquímico**, que é a troca (entrada e saída) de elementos minerais entre os diversos ecossistemas; (b) **ciclo biogeoquímico**, o qual se estabelece nas relações entre o solo e a planta e (c) **ciclo bioquímico**, que se relaciona com as transferências internas dos elementos dentro dos processos vegetais.

Comparações quantitativas entre nutrientes retidos na copa e aqueles devolvidos ao solo através da deposição do folheto podem fornecer uma idéia sobre as estratégias predominantes de ciclagem em diferentes espécies florestais. Esses processos são extremamente importantes para compreender a forma de conservação de nutrientes e a adaptação das espécies em solos de baixa fertilidade (POGGIANI,