

**PRODUÇÃO DE BIOMASSA E REMOÇÃO DE NUTRIENTES
EM POVOAMENTOS DE *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh,
Eucalyptus grandis Hill ex Maiden E *Eucalyptus torelliana* F. Muell,
LOCALIZADOS EM ANHEMBI – SP**

BIOMASS YIELD AND NUTRIENTS REMOTION BY *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden AND *Eucalyptus torelliana* F. Muell, CULTIVATED IN ANHEMBI – SP

Mauro Valdir Schumacher¹ Fabio Poggiani²

RESUMO

Neste trabalho estudou-se a distribuição de biomassa e a quantidade de nutrientes estocados nos diferentes compartimentos (folhas, ramos, cascas e lenho) das árvores de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell com 9,9 e 12 anos de idade, respectivamente, plantados em solos de textura arenosa e baixa fertilidade, em Anhembi – SP. A espécie *E. grandis* foi a que apresentou a maior produção de biomassa para todos os compartimentos analisados, com exceção dos ramos grossos. Nas três espécies, o tronco (casca + lenho) representou em média 90% da biomassa acima do solo. Os nutrientes concentraram-se de forma decrescente nas folhas, ramos, casca e lenho. As copas das árvores foram responsáveis pelo acúmulo de, aproximadamente, 24% dos nutrientes contidos na biomassa total das árvores. Na casca encontram-se as maiores quantidades de cálcio, aproximadamente 60% do total. A espécie *E. grandis* removeu do solo a maior quantidade de nutrientes, desenvolvendo através da queda de folheda menores quantidades que as outras espécies. Desta forma, cuidados especiais deverão ser dispensados para garantir a produtividade

1 Engenheiro Florestal, MSc., Graduado pelo Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS), Brasil.

2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias, 11, CEP 13418-900, Piracicaba (SP), Brasil.

das rotações futuras.

Palavras-chave: biomassa; nutrientes; *E. camaldulensis*; *E. grandis*; *E. torelliana*.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the distribution of biomass and the quantity of stored nutrients of biomass in the different compartments (leaves, branches, bark, timber) of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hillex Maiden and *Eucalyptus torelliana* F. Muell tree, with 9,9 and 12 years old respectively, cultivated in soils with low fertility and sandy texture, in Anhembi – SP. *E. grandis* showed the highest production of biomass for all the analyzed compartments excepting for thick branches. For the three species the trunk (bark + timber) represented in average 90% of the biomass above the soil. The nutrients were concentrated in a decreasing way leaves, branches, bark and timber. The crown of the tree were responsible for the accumulation of nearly 24% of the nutrients in the total biomass of the tree. In the bark were found the highest quantities of calcium, nearly 60% of the total. *E. grandis* removed the highest quantity of nutrients of the soil, returning smaller quantities than other species. Thus special cares should be taken in the to assure the yield of future.

Keywords: biomass; nutrient; *E. camaldulensis*; *E. grandis*; *E. torelliana*.

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas florestais contêm cerca de 90% da biomassa da terra e cobrem, aproximadamente, 40% de sua superfície (GARDNER & MANKIN, 1981).

No Brasil, a implantação de vastas áreas florestais puras, na grande maioria formadas por espécies exóticas, é consequência da evolução de toda uma estrutura industrial, que tem por objetivo atender à demanda das regiões mais desenvolvidas do país, com matéria-prima necessária para a produção de papel, celulose, chapas, aglomerados, carvão vegetal, móveis, etc.

As espécies do gênero *Eucalyptus*, introduzidas no Brasil para

fins de reflorestamento, permitem um ciclo de corte relativamente curto e elevada produtividade. Considerando o exagerado consumo de madeira, optou-se por práticas silvicultoras como a redução do ciclo de corte e aumento da densidade de populações florestais.

Em um ecossistema florestal, a quantidade de nutrientes é determinada pelo somatório dos diferentes compartimentos das árvores (folhas, ramos, casca e lenho, etc.), vegetação do sub-bosque, serapilheira e solo. Cada compartimento de uma árvore apresenta diferentes concentrações de elementos químicos em seu tecido. Observa-se, geralmente, um gradiente com a seguinte tendência: folhas > casca > ramos > lenho.

Considerando que a atividade florestal vem ocupando solos de baixa fertilidade, deverão ser efetuados estudos mais detalhados sobre a concentração e o conteúdo de nutrientes na biomassa arbórea a ser explorada, com a finalidade de evitar problemas para as rotações futuras.

Este trabalho tem como principal objetivo estimar a biomassa e a quantidade de nutrientes estocados em três espécies de eucaliptos, plantados no município de Anhembi – SP.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Pritchett (1979), a absorção dos nutrientes pelas árvores é influenciada pela espécie, cobertura vegetal e condições de solo e clima. Em princípio, a absorção anual de nutrientes pela maioria das espécies florestais é da mesma ordem da apresentada pelas culturas agrícolas, mas, como a maior parte dos nutrientes absorvidos são devolvidos para o piso florestal, quantidades relativamente pequenas são retiradas no acréscimo anual da fitomassa arbórea.

Cortes de biomassa de folhosas removerão mais nutrientes que cortes similares de coníferas, devido às concentrações médias de nutrientes serem duas vezes maiores que nas coníferas (RALSTON, 1977).

Em florestas localizadas em regiões de clima tropical ou subtropical, observa-se geralmente uma produtividade bem mais elevada do que nas florestas em regiões de clima temperado ou boreal.

De acordo com Bazilevich et al. (1971), a produtividade anual das florestas é diretamente dependente dos fatores climáticos. Salientam estes autores, que não se deve perder de vista outro fator importante que afeta a produtividade vegetal, que é a disponibilidade de nutrientes no sistema.

O maior percentual de biomassa produzido por um povoamento encontra-se no tronco. Esta proporção tende a aumentar à medida que o povoamento envelhece (ANDRAE, 1976).

Tandon et al. (1988), estimando a biomassa e distribuição de nutrientes em plantações de *E. grandis* com 5 idades diferentes (3, 5, 7, 9 e 11 anos), verificaram que percentagens de contribuição da biomassa do tronco para o total acima do solo aumenta com o diâmetro e a idade, variando entre 28 e 86%. A percentagem de contribuição das folhas, galhos finos e ramos decresce com o aumento da idade e diâmetro.

As necessidades de nutrientes, por parte das árvores é bastante variável de espécie para espécie. A concentração de nutrientes pode acumular-se na biomassa arbórea também em função da disponibilidade de nutrientes nos solos dos diferentes sítios (WARING & SCHLESINGER, 1985).

Schonau (1981), em estudo sobre as mudanças dos níveis de concentração de nutrientes em função da sazonalidade verificou claramente que as mudanças ocorrem em árvores de sítios diferentes, principalmente no auge da estação de crescimento.

Bellote (1990), no Brasil, trabalhando com *E. grandis*, observou que o conteúdo dos nutrientes minerais nas folhas varia em função da idade e das estações.

Segundo Kramer & Kozlowski (1979), as concentrações de cálcio e magnésio poderão ser mais ou menos elevadas nas folhas de acordo com a época do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na Estação experimental de Ciências Florestais de Anhembi, estado de São Paulo.

Os talhões de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. torelliana* encontram-se estabelecidos sobre um solo tipo Podzólico Vermelho Amarelo. Já o talhão *E. grandis* está localizado sobre um Latossolo Vermelho Amarelo.

O clima, baseado na classificação de Köppen, é do tipo “Cwa”, caracterizado como mesotérmico de inverno seco, em que a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18°C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C. A precipitação média anual varia de 1.100 a 1.300 mm.

Os povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden (multiprocêndcias, Atherton e Queensland) e de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh (procêndcias Petford e Queensland – Austrália) foram instaladas em abril de 1982 em um espaçamento de 3,0 x 2,0 m.

O manejo utilizado para os povoamentos constitui-se de tratamentos culturais normais, isto é, capinas periódicas até o estabelecimento definitivo dos indivíduos.

Em função de um inventário florestal, para cada uma das espécies, foi feita uma distribuição diamétrica em função de 5 classes e em cada uma foi abatida uma árvore.

A determinação do volume real do tronco com casca foi feita utilizando a fórmula de “Smalian”. Logo após, foram coletadas amostras de folhas para análise nutricional. Estas foram tomadas na parte intermediária da copa, levando em conta quatro pontos ortogonais. Os ramos foram separados dos troncos e classificados como finos (diâmetro menor que 1,0 cm), médios (diâmetro entre 1,1 e 2,0 cm) e grossos (diâmetro maior que 2,1 cm). Todos os compartimentos tiveram seu peso total determinado.

Para a análise química, as amostras dos diferentes compartimentos foram obtidas de uma árvore, representativa de cada classe de diâmetro preestabelecido.

As amostras de folhas e ramos, obtidas na parte intermediária da copa em quatro pontos ortogonais e do tronco (lenho + casca), coletadas a partir de um disco da parte central do mesmo, foram colocadas para secar em estufa de ventilação forçada a 70 -75°C. Em seguida, o material foi moído, em moinho tipo “Wiley”, e peneirado com malha 20. As concentrações de N, P, K, Ca e Mg foram determinadas, segundo a metodologia de Sarruge & Haag (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das três espécies de eucaliptos estudadas, observa-se que *E. grandis* destaca-se por apresentar os maiores valores para as variáveis DAP, altura, área basal e volume de madeira (Tabela 1). Provavelmente, estas variações se devem, entre outros fatores, à diferente densidade populacional em que se encontram as espécies, as condições do sítio e ao potencial adaptativo e genético de cada espécie, revelando a grande plasticidade existente entre as espécies de *Eucalyptus*.

TABELA 1: Valores dendrométricos dos talhões florestais de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

TABLE 1: Dendrometric values of forestal stands of *E. camaldulensis*, and *E. torelliana*

Espécie	Idade (anos)	Número Árvore (ha)	Altura Média (m)	DAP Médio (cm)	Área Basal (m ² /ha)	Volume (m ³ /ha)
<i>E. camaldulensis</i>	9	853	20,5	17,9	22,9	198,6
<i>E. grandis</i>	9	966	27,6	21,0	30,0	528,9
<i>E. torelliana</i>	12	1160	19,0	17,0	29,4	267,4

TABELA 2: Biomassa seca (Kg/ha) e percentagem do total em plantações de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

TABLE 2: Dry biomass (Kg /ha) and percentage of total in plantations of *E. camaldulensis*, *E. grandis* and *E. torelliana*.

Espécie	Idade (anos)	Num. Arv/ha	Folha (%)	Ramos						Casca (%)	Lenho (%)	Total			
				Fino (%)	Médio (%)	Grosso (%)									
<i>E. camaldulensis</i>	9	853	2201,2	1,74	930,7	0,74	1692,2	1,34	8456,7	6,70	10722,8	8,50	102118,1	80,97	126121,6
<i>E. grandis</i>	9	966	8530,5	3,12	2554,5	0,93	4345,2	1,59	7132,8	2,61	19471,8	7,12	231242,1	84,62	273277,2
<i>E. torelliana</i>	12	1160	1837,4	1,07	1123,1	0,66	3740,9	2,18	10876,0	6,35	11254,3	6,57	142493,8	83,17	171325,7

‘Na Tabela 2, são apresentados os valores referentes à biomassa total para os diferentes compartimentos das espécies estudadas.

Observa-se que *E. grandis*, mesmo representando menor idade e menor número de árvores por hectare que *E. torelliana*, apresentou uma maior produção de matéria seca em todos os compartimentos, exceto para os ramos grossos, observados em *E. torelliana*. Principalmente com relação ao compartimento de folhas, *E. grandis* apresentou uma fitomassa aproximadamente 4 vezes superior as outras espécies.

Verifica-se para as três espécies, que o tronco (casca+lenho) representa em média 90% do total produzido, enquanto a copa (folhas + ramos) representa apenas 10% da biomassa total.

De modo geral, as concentrações de nutrientes apresentam a seguinte ordem crescente: folhas, ramos, casca e lenho.

As três espécies de eucalipto apresentaram um comportamento semelhante no que diz respeito à distribuição de nutrientes nos diferentes compartimentos. Nas folhas verificam-se as maiores concentrações de N, P e K e na casca foram observadas as maiores concentrações de Ca e Mg (Tabela 3).

TABELA 3: Concentração média (%) de nutrientes nos diferentes compartimentos das árvores de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

TABLE 3: Mean concentration (%) of nutrients in the different compartments of trees of *E. camaldulensis*, *E. grandis* and *E. torelliana*.

Componente	Espécies	Nutrientes (%)				
		N	P	K	Ca	Mg
Folhas	<i>E.camaldulensis</i>	1,990	0,122	1,380	0,746	0,188
	<i>E.grandis</i>	1,398	0,086	0,976	0,746	0,230
	<i>E.torelliana</i>	1,576	0,086	1,300	0,568	0,176
Ramos finos	<i>E.camaldulensis</i>	0,350	0,022	0,332	0,274	0,040
	<i>E.grandis</i>	0,264	0,013	0,272	0,308	0,102
	<i>E.torelliana</i>	0,528	0,022	0,480	0,638	0,152
Ramos médios	<i>E.camaldulensis</i>	0,318	0,008	0,246	0,264	0,044
	<i>E.grandis</i>	0,226	0,011	0,158	0,252	0,090
	<i>E.torelliana</i>	0,504	0,019	0,284	0,680	0,112
Ramos grossos	<i>E.camaldulensis</i>	0,244	0,007	0,236	0,250	0,038
	<i>E.grandis</i>	0,197	0,013	0,127	0,222	0,072
	<i>E.torelliana</i>	0,413	0,014	0,283	0,263	0,077
Casca	<i>E.camaldulensis</i>	0,310	0,019	0,640	1,870	0,217
	<i>E.grandis</i>	0,354	0,042	0,698	1,464	0,314
	<i>E.torelliana</i>	0,384	0,034	0,582	2,780	0,322
Lenho	<i>E.camaldulensis</i>	0,156	0,005	0,056	0,054	0,014
	<i>E.grandis</i>	0,218	0,004	0,056	0,044	0,010
	<i>E.torelliana</i>	0,134	0,011	0,134	0,100	0,020

Através da Tabela 4, observa-se que o *E. grandis* além de apresentar a maior produção de biomassa também é a espécie que extrai e acumula as maiores quantidades dos nutrientes analisados, com exceção do cálcio, que se encontra em maior quantidade no *E. torelliana*.

TABELA 4: Biomassa arbórea e nutrientes acumulados (kg/ha) nos diferentes componentes para os talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana* com suas respectivas percentagens.

TABLE 4: Arboreal biomass and accumulated nutrients (Kg/ha) in the different components for the stands of *E. camaldulensis*, *E. grandis* and *E. torelliana*.

Componente	Espécie*	Biomassa	(%)	Nutrientes (%)									
				N	(%)	P	(%)	K	(%)	Ca	(%)	Mg	(%)
Folhas	<i>E.c</i>	2201,23	1,75	43,80	16,49	2,69	24,86	30,38	15,56	16,42	5,47	4,14	9,70
	<i>E.g</i>	8530,53	3,12	119,43	16,52	7,68	28,62	83,60	22,48	63,97	13,18	19,62	16,98
	<i>E.t.</i>	1837,40	1,07	28,59	8,70	1,58	6,85	23,09	7,30	10,44	1,97	3,23	3,93
Ramos Finos	<i>E.c.</i>	930,75	0,74	3,26	1,23	0,20	1,85	3,09	1,68	2,55	0,85	0,37	0,87
	<i>E.g.</i>	2554,54	0,93	6,74	0,93	0,33	1,23	6,94	1,87	7,86	1,62	2,60	2,26
	<i>E.t.</i>	1123,16	0,66	5,93	1,78	0,25	1,09	5,39	1,65	7,58	1,43	1,70	2,07
Ramos médios	<i>E.c.</i>	1692,00	1,34	5,38	2,03	0,13	1,20	4,16	2,27	4,47	1,49	0,74	1,73
	<i>E.g.</i>	4345,22	1,59	9,82	1,36	0,51	1,90	6,86	1,84	10,94	2,25	3,91	3,38
	<i>E.t.</i>	3740,90	2,19	18,85	5,66	0,73	3,16	10,62	3,25	26,78	5,06	4,19	5,10
Ramos grossos	<i>E.c.</i>	8456,74	6,70	20,63	7,76	0,61	5,64	10,96	10,88	21,14	7,04	3,21	7,51
	<i>E.g.</i>	7132,80	2,61	14,08	1,95	0,92	3,43	9,09	2,45	15,87	3,27	5,17	4,47
	<i>E.t.</i>	10876,05	6,34	44,95	13,50	1,49	6,46	30,82	9,42	28,64	5,42	8,34	10,15
Copa	<i>E.c.</i>	13280,72	10,53	73,07	27,51	3,63	33,55	57,59	31,39	44,58	14,85	8,46	19,81
	<i>E.g.</i>	22563,14	8,25	150,07	20,76	9,44	35,18	106,49	28,64	98,64	20,32	31,30	27,09
	<i>E.t.</i>	17577,51	10,26	98,68	29,64	4,05	17,56	70,72	21,62	73,44	13,88	17,46	21,25
Casca	<i>E.c.</i>	10722,81	8,50	33,24	12,51	2,08	19,22	68,62	37,43	200,52	66,78	19,44	46,70
	<i>E.g.</i>	19471,87	7,13	68,93	9,53	8,14	30,34	153,91	36,54	285,07	58,72	61,14	52,91
	<i>E.t.</i>	11254,37	6,57	43,22	12,99	3,92	16,99	65,50	20,02	312,87	59,19	36,24	44,09
Lenho	<i>E.c.</i>	102118,10	80,97	159,30	59,98	5,11	47,23	57,19	31,18	55,44	18,37	14,30	33,49
	<i>E.g.</i>	231242,15	84,62	504,11	69,71	9,25	34,48	129,50	34,82	101,74	20,96	23,12	20,00
	<i>E.t.</i>	142493,81	83,17	190,94	57,37	15,10	65,45	190,94	58,36	142,49	26,95	28,50	34,66
Tronco	<i>E.c.</i>	112840,91	89,47	192,54	72,49	7,19	66,45	125,81	68,61	255,96	85,15	34,24	80,19
	<i>E.g.</i>	250714,02	91,75	573,04	79,24	17,39	64,82	265,41	71,36	386,81	79,68	84,26	72,91
	<i>E.t.</i>	153748,18	89,74	234,16	70,36	19,02	83,44	256,44	78,38	455,36	86,12	64,74	78,75
Total de árvores	<i>E.c.</i>	126121,63	100,00	265,61	100,00	10,82	100,00	183,40	100,00	300,54	100,00	42,70	100,00
	<i>E.g.</i>	273277,16	100,00	723,11	100,00	26,83	100,00	371,90	100,00	485,45	100,00	115,56	100,00
	<i>E.t.</i>	171325,69	100,00	332,84	100,00	23,07	100,00	327,16	100,00	528,80	100,00	82,20	100,00

E.c. = *E. camaldulensis* *E.g.* = *E. grandis* *E.t.* = *E. torelliana*

O componente copa armazena em média 24% do total dos nutrientes da árvore e no componente casca encontram-se as maiores quantidades de cálcio, aproximadamente, 60% do total.

É importante ressaltar que o acúmulo de nutrientes na biomassa arbórea varia de elemento para elemento, em função das características

TABELA 5: Estimativa % da mineralomassa absorvida*, acumulada** nas árvores e devolvida*** ao solo pela derrubada das folhas (kg/ha/ano). Entre parêntesis os valores em percentagem em relação aos elementos absorvidos.

TABLE 5: Estimative of percentage (%) of mineral mass absorbed*, accumulated ** in trees and returned*** to soil by the falling of leaves (Kg/ha/year). In parenthesis are the values in percentage in relation to the absorbed elements.

Espécie	N			P			K			Ca			Mg		
	ABS.	AC.	DEV.	ABS.	AC.	DEV.	ABS.	AC.	DEV.	ABS.	AC.	DEV.	ABS.	AC.	DEV.
<i>E.c.</i> (%)	94,6	29,5	65,1	3,9	1,2	2,7	48,6	20,3	28,3	107,8	33,4	74,4	16,6	4,7	11,9
	100,0	31,8	68,2	100,0	30,7	69,3	100,0	41,7	58,3	100,0	30,9	69,1	100,0	28,3	71,7
<i>E.g.</i> (%)	104,3	80,3	24,0	3,9	2,9	1,0	53,6	41,3	12,3	77,6	54,0	23,6	18,9	12,8	6,1
	100,0	77,0	23,0	100,0	74,3	25,7	100,0	77,0	23,0	100,0	69,5	30,5	100,0	67,7	32,3
<i>E.t.</i> (%)	94,9	27,7	67,2	5,0	1,9	3,1	70,9	27,2	43,7	81,6	44,0	43,6	19,2	6,9	12,3
	100,0	29,3	70,7	100,0	38,0	62,0	100,0	38,3	61,7	100,0	50,2	49,8	100,0	35,7	64,3

*Mineralomassa Absorvida = nutrientes minerais acumulados na fitomassa + devolvidos ao solo via folheto.

**Mineralomassa Acumulada = nutrientes minerais estocados na fitomassa arbórea

***Mineralomassa Devolvida = nutrientes minerais devolvidos ao solo via folheto.

nutricionais de cada espécie, dos diferentes níveis de fertilidade do solo e da idade da floresta.

Na Tabela 5 são apresentadas as estimativas das quantidades de nutrientes absorvidos pelas árvores acumuladas pela biomassa e devolvidas ao solo pela deposição de folheto, nos talhões florestais estudados.

No caso de *E. grandis*, verifica-se que esta espécie acumula em média 73% dos nutrientes estudados e devolve apenas 27% destes ao solo via folheto. Esta característica demonstra o quanto o ciclo bioquímico é fundamental para esta espécie de rápido crescimento, mas retém na biomassa elevada quantidade de nutrientes. Este comportamento, a médio prazo, deverá refletir principalmente na fertilidade da camada superficial do solo.

Atualmente, no Brasil, a maioria das empresas florestais explora

TABELA 6: Dados comparativos dos nutrientes estocados anualmente (Kg/ha/ano) no tronco (casca + lenho) e disponíveis no solo (Kg/ha) entre o 0 e 150 cm de profundidade.

TABLE 6: Comparative data of yearly stored nutrients (Kg/ha/year) in the trunk (bark + wood) and available in the soil (Kg/ha) between 0 and 150 cm deep.

Elementos	<i>E. camaldulensis</i>				<i>E. grandis</i>				<i>E. torelliana</i>			
	Casca	Lenho	Tronco	Solo	Casca	Lenho	Tronco	Solo	Casca	Lenho	Tronco	Solo
N	3,79	17,70	21,39	*	7,66	56,01	63,67	*	3,06	15,91	18,97	*
P	0,23	0,56	0,79	60,50	0,90	1,03	1,93	21,60	0,32	1,26	1,58	53,7
K	7,62	6,35	13,97	679,00	17,10	14,39	31,49	414,00	5,45	15,91	21,35	858,0
Ca	22,22	6,16	28,38	1730,00	31,67	11,30	42,97	279,00	26,07	11,87	37,94	1003,0
Mg	2,16	1,58	3,74	832,00	6,79	2,57	9,36	140,00	3,02	3,37	5,39	739,0

*Elemento não analisado.

somente o tronco (madeira + casca) da árvore, deixando os resíduos (folhas, galhos etc.) no local.

Verifica-se, mediante uma análise global da Tabela 6, que *E. grandis* plantado no local, em virtude do elevado acúmulo de nutrientes na biomassa e baixo estoque no solo, deverá apresentar a curto prazo problemas nutricionais, principalmente em relação aos elementos cálcio e potássio.

Na Tabela 7, mostra-se a eficiência de utilização dos nutrientes para os povoamentos *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana*.

Observa-se que, se for considerado o tronco como um todo, *E. grandis* foi a espécie que apresentou a maior eficiência nutricional para o elemento cálcio. Todavia, *E. camaldulensis* evidenciou as maiores eficiências para os elementos fósforo, potássio e magnésio.

Se for considerado apenas o lenho, que, com o crescimento das árvores incorpora uma proporção cada vez maior da biomassa da árvore, então *E. grandis* passa a apresentar maior eficiência para o fósforo, cálcio e o magnésio. Isto evidencia a adaptação desta espécie para o crescimento em solos de baixas fertilidades, conforme as observações efetuadas por Attiwill et al. (1978), na Austrália.

TABELA 7: Eficiência da utilização de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) em matéria seca produzida para os talhões de *E. camaldulensis*, *E. grandis* e *E. torelliana* (Kg de biomassa/Kg de nutrientes).

TABLE 7: Efficiency in the usage of nutrients (N, P, K, Ca and Mg) in dry mass produced for the stands of *E. camaldulensis*, *E. grandis* and *E. torelliana* (Kg of biomass/Kg of nutrients).

Elementos	<i>E. camaldulensis</i>			<i>E. grandis</i>			<i>E. torelliana</i>		
	Casca	Lenho	Tronco	Casca	Lenho	Tronco	Casca	Lenho	Tronco
N	322,87	641,04	586,15	282,44	458,73	437,52	408,65	746,35	675,40
P	5180,08	20261,52	15870,73	2403,92	24945,21	14433,73	907,75	9424,19	8109,07
K	156,35	1786,84	897,48	126,52	1785,51	884,63	229,44	746,35	600,11
Ca	53,62	1841,95	441,38	68,31	2273,76	648,29	47,96	1000,30	337,70
Mg	551,50	7181,29	3352,37	318,63	9997,49	2976,18	414,06	5162,82	2377,05

CONCLUSÕES

- a) Quanto à produção de biomassa arbórea acima do solo, *E. grandis* foi a espécie que apresentou os maiores valores para os compartimentos (folhas; ramos finos, médios; casca e lenho). Apenas para os ramos grossos, a maior produção de biomassa foi registrada nas árvores de *E. torelliana*. Verificou-se, ainda, que nas três espécies estudadas o tronco (casca + lenho) representou em média 90% do total da biomassa acima do solo. Entretanto, as copas acumularam em média 24% dos nutrientes contidos na biomassa total das árvores.
- b) Do ponto de vista silvicultural, *E. grandis* evidenciou-se como a espécie que apresentou a maior produtividade. No entanto, removeu do solo a maior quantidade de nutrientes, devolvendo-lhe através da queda de folheto a menor quantidade em relação aos outros eucaliptos estudados. Desta

forma, cuidados especiais deverão ser tomados para garantir a produtividade nos futuros ciclos de corte, considerando a baixa fertilidade do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRAE, F.H. **Washstum, wasser – und Nahrstoffhaushalt von *Araucaria angustifolia* O.Kuntze, *Cordiatrichotoma* Arrabund *Eucalyptus saligna* Smith.** Wien: Universitat fur Bodenkultur, 1976. 140p.
- ATTIWILL, P.M.; GUTHRIE, H.B.; LEUNING, R. Nutrient cycling in a *Eucalyptus obliqua* forest: 1 – litter production and nutrient return. **Australian Journal of Botany**, Melbourne, v.26, p.79-91, 1978.
- BAZILEVICH, N.I.; DROSDOV, A.V.; RODIN, L.E. World forest productivity, its basic regularities and relationship with climatic factors. In: DUVIGNEAUD, P. **Productivity of forest ecosystems.** Paris: UNESCO, 1971. P.345-53.
- BELLOTE, A.F.J. **Suprimento de nutrientes minerais e crescimento de plantações adubadas de *Eucalyptus grandis* nos cerrados do estado de São Paulo.** Freiburg: Universidade Freiburg, 1990. 166p. (Dissertação de Doutorado).
- GARDNER, R.H.; MANKIN, J.B. Analysis of biomass allocation in forest ecosystems of the IBP. In: REICHLE, D.E. **Dynamic properties of forest ecosystems.** Cambridge: Cambridge University Press, 1981. Cap.8, p.451-497.
- KRAMER, J.P.; KOZLOWSKI, T. **Physiology of woody plants.** New York: Academic Press Inc., 1979. 811p.
- PRITCHETT, W.L. **Properties and management of forest soils.** New York: John Wiley, 1979. 500p.
- RALSTON, S. et al. **The ecological effects coal stripmining: a bibliography with abstracts.** Washington: Fish and Wildlife Service, 1977. 416p.

SARRUGE, J.R.; HAAGA, H.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.

SCHONAU, A.P.G. Seasonal changes in foliar nutrient content of *Eucalyptus grandis*. **SouthAfrican Forestry Journal**, Pretória, v.119, p.1-4, 1981.

TANDON, V.N.; PANDE, M.C.; SINGH, R. Biomassa estimation and distribution of nutrients in five different aged *Eucalyptus grandis* plantations ecosystems in Kelara state. **The Indian Forester**, Indian, v.114, n.4, p.184-199, 1988.

WARING, R.H.; SCHLESINGER, W.H. **Forest ecosystems, concepts and management**. Orlando: Academic Press Inc., 1985. 340p.