

Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*

F. POGGIANI

ESALQ/USP - Depto. de Silvicultura, C.P. 09, 13400 - Piracicaba - SP

H. T. Z. DO COUTO

ESALQ/USP - Depto. de Silvicultura, C.P. 09, 13400 - Piracicaba - SP

L. CORRADINI

Guatapar Ftal. S/A Plan. E Reflo, C.P. 524.14100 - Ribeirão Preto - SP

E. C. M. FAZZIO

Guatapar Ftal. S/A Plan. E Reflo, C.P. 524.14100 - Ribeirão Preto - SP

RESUMO - O custo elevado e a escassez do óleo combustível estão levando as empresas florestais  procura de alternativas viáveis, dentre as quais se destaca a utilizao dos resíduos florestais. Contudo, esta decisão deve ser bem analisada do ponto de vista ecológico, silvicultural e econmico. Com este objetivo foi quantificada a biomassa produzida pelos resíduos florestais da copa (ramos e folhas) de um talhão de *E. saligna* com 8 anos de idade, plantado em solo arenoso e de baixa fertilidade no interior do Estado de São Paulo. Foi constatado que os troncos produziram uma biomassa lenhosa correspondente a 90 t/ha, enquanto que os resíduos totalizaram 16 t/ha, cerca de 15% biomassa total. Entretanto, observou-se que os resíduos acumulam grande parte dos nutrientes contidos na biomassa do talhão nas seguintes proporoes: 38% do N; 37% do P; 28% do R; 27,6% do Ca e 35% do Mg. Comparada com a explorao convencional, a utilizao completa da árvore extrai uma maior quantidade de nutrientes do sítio e o baixo contduo de nutrientes disponíveis no solo pode tornar-se critico para as próximas rotaoes. Seria aconselhável incrementar as pesquisas para a seleo de espécies e clones com uma eficiência mais elevada na utilizao dos nutrientes com o objetivo de se aumentar a produo de biomassa com uma menor exportao de nutrientes do sítio.

ABSTRACT - Escalating cost and oil shortage in Brazil, have forced wood users to consider maximizing total tree utilization to produce heat energy. However, this process must be considered under an ecological and silvicultural point of view. This paper discusses the distribution of biomass and nutrients in a stand of *E. saligna*, 8 years old, planted on a sandy and very poor soil, located in the central region of the State of - So Paulo. Under the concept of total tree utilization the total biomass amounts to 106 t/ha. Conventional bolewood harvest of the stand provides 90 t/ha and crown biomass (leaves + branches) 16 t/ha. However, it was found that only crown biomass contains a strong percentage of nutrients accumulated in the above-ground biomass of the stand, respectively: 38% N, 32% P, 28% R, 27,6% Ca and 35% Mg. Comparing with the conventional harvesting, the complete tree utilization removes larger amounts o nutrient from the site and the low

content of available nutrients in the oil can become very critical for the next rotations. It would be advisable to encourage research with species and clones selection for higher efficiency on nutrient utilization to improve biomass production with a lower nutrient removal from the site.

INTRODUÇÃO

O custo elevado e escasses crescente do óleo combustível obrigam os empresários florestais a encararem, cada vez com maior seriedade, a utilização dos resíduos florestais como fonte de energia. Esta preocupação ocorre tanto nos países de clima temperado (MALKONEN, 1973) como nos países de clima tropical (COUTO & BRITO, 1980). Contudo, ao se considerar o elevado teor de nutrientes dos resíduos (folhas, galho e casca), muitos pesquisadores florestais questionam a vantagem de explorá-los para fins energéticos, visto que a retirada, principalmente das folhas, acarreta uma forte exportação de nutrientes do «site» (SWITZER, NELSON & HINESLEY).

Nas regiões dos trópicos, o problema deve ser encarado com todo cuidado, considerando-se que os solos são geralmente ácidos, de baixa fertilidade e elevados teores de alumínio, conseqüentemente as culturas florestais intensivas e a exploração dos resíduos precisa ser enfocada tendo em vista a baixa quantidade de nutrientes disponíveis no solo (POGGIANI, 1980). Um correto balanceamento da adubação deve, também, ser feito em função da fertilidade do solo e das quantidades de elementos exportados por ocasião da exploração da floresta.

METODOLOGIA

Determinação das equações - Através das equações desenvolvidas especificamente para o talhão, e dos dados de inventário de 22 parcelas de 420 m² selecionadas no mesmo talhão, procurou-se estimar o peso seco do fuste e o peso seco dos resíduos por hectare, correlacionando estes valores com variáveis facilmente levantadas através de inventário, tais como: altura, DAP e volume.

Essas variáveis foram, então, utilizadas para estimar as características desejadas: peso seco do fuste por hectare, peso seco dos resíduos por hectare (galhos + folhas).

As equações necessárias para estimar a biomassa arbórea foram determinadas com o auxílio do computador, através de modelos de regressão testados pelo processo de «step-wise».

Determinação do conteúdo de nutrientes na biomassa no solo da floresta - Para a avaliação do conteúdo de nutrientes foram analisadas 50 árvores de diferentes classes de diâmetro. Foram retiradas 2 amostras dos resíduos da copa (bem homogêneas) e 2 amostras do fuste englobando lenho e casca, de maneira proporcional. As amostras de matéria foram moídas em moinho tipo Wiley (mesh 20) e submetidos a processos de digestão ácida para análise dos elementos químicos (N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn). O nitrogênio foi dosado pelo método de microkjeldahl, o fósforo por colorimetria e os demais elementos por espectrofotometria de absorção atômica. As leituras no espectrofotômetro foram repetidas três vezes para cada amostra.

A concentração média de cada elemento foi multiplicada pelos pesos secos dos resíduos e dos fustes obtidos através das equações de biomassa. Foram determinados,

assim, os conteúdos totais de nutrientes na biomassa arbórea da floresta. O solo foi coletado em seis locais diferentes e duas diferentes profundidades. As concentrações de nutrientes obtidas foram utilizadas para estimar o conteúdo de nutrientes no solo em kg/ha até 1 m de profundidade, onde se encontra a maior parte do sistema radicular das árvores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Computando-se os dados de todas as parcelas, foi verificado que a biomassa total corresponde a 106,25 t/ha sendo que 89,97 pertencem aos fustes e apenas 16,28 aos resíduos da copa. Estes, portanto, representam apenas 15,3% do peso total da biomassa dos talhões. Todavia, em termos absolutos, 16,28 t/ha de resíduos (copa + galhos) constituem uma quantidade expressiva de biomassa e uma potencialidade energética considerável.

As concentrações de nutrientes observadas nos resíduos (folhas + galhos) estão representadas na Tabela 1.

Tabela 1: Médias das concentrações de elementos químicos nos resíduos (folhas + galhos) por classes de diâmetro dos eucaliptos.

Classes DAP	%					ppm			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
2 - 6,9	0,25	0,04	0,19	0,19	0,04	76	5	128	5
7 - 11,9	0,47	0,06	0,27	0,28	0,07	50	5	194	9
12 - 16,9	0,67	0,07	0,37	0,39	0,11	70	5	298	9
17 - 24,0	0,66	0,09	0,42	0,40	0,15	69	5	320	14
Médias	0,512	0,065	0,310	0,315	0,092	66	5	235	9

O fato mais notável observado é o aumento da concentração dos elementos nos resíduos em função dos diâmetros das árvores. De maneira geral observou-se que quanto maior o diâmetro, maior é a concentração dos elementos. Este fato poderia ser explicado pela existência de manchas mais férteis de solo devido, provavelmente, ao efeito da deposição de cinzas sobre o solo por ocasião da queimada das leiras formadas antes do preparo do solo. Parece haver uma estreita correlação entre o DAP, a biomassa de resíduos e a concentração de nutrientes.

De uma maneira geral, as concentrações dos nutrientes na copa inteira são mais baixas em relação aos teores de nutrientes usualmente encontrados, apenas nas folhas dos eucaliptos nesta faixa de idade (MALAVOLTA et alii, 1974). Isto porém, era esperado, sabendo-se que a concentração de nutrientes nos ramos é mais baixa do que a concentração nas folhas. Contudo, é preciso salientar que para os elementos K e Ca as concentrações encontradas nos «resíduos» deste experimento foram muito próximas das concentrações foliares assinaladas por HAAG et alii (1976). Isto evidencia que estes elementos ainda estão muito acumulados nos ramos, o que é comum em árvores jovens.

Por outro lado, a concentração de nutrientes nos troncos (ver tabela 2) não variou de forma acentuada com o diâmetro dos mesmos. Os teores dos diferentes elementos situam-se muito perto dos teores observados por BELLOTE (1979) em *E. grandis* aos 7 anos de idade.

Tabela 2: Média das concentrações de elementos químicos nos troncos das árvores (lenho + casca)

%					ppm			
N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
0,15	0,02	0,14	0,15	0,03	75	2	82	5

Os valores médios dos teores de nutrientes encontrados nos «resíduos» e nos troncos multiplicados pelos valores da biomassa dos nutrientes componentes, nos forneceram o conteúdo total de nutrientes na biomassa dos talhões de eucalipto. (Ver tabela 3).

Tabela 3: Conteúdo de nutrientes na biomassa arbórea em árvores de *Eucalyptus saligna* com 8 anos (kg/ha).

Componentes	Biomassa t/ha	Kg/ha								
		N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	zn
Copa (folhas + galhos)	16,28	83,3	10,6	50,4	51,3	14,9	1,0	0,08	3,8	0,14
Fuste (lenho + casca)	89,97	134,9	17,9	125,9	134,9	27,0	6,7	0,17	7,3	0,44
Total	106,25	218,2	28,5	176,3	186,2	41,9	7,7	0,25	11,1	0,58

Observamos que em todos os casos a participação da copa no valor total de nutrientes é muito elevada. Face ao preço atual dos adubos é agora possível pesar as vantagens da exportação dos resíduos para fins energéticos.

A Tabela 4 nos fornece uma estimativa dos nutrientes contidos no solo até 1 m de profundidade.

Tabela 4: Nutrientes disponíveis contidos até 1 m de profundidade do solo.

Nutrientes	P	K	Ca	Mg	N-Total*
Kg/ha	10,3	78,2	320,6	182,4	3.500,00

Atenção especial deve ser dada aos macronutrientes. O nitrogênio total existe em boa quantidade. Entretanto, não sabemos em que proporção ele é realmente disponível às árvores. KENNEY (1980) assinala que o nitrogênio nos solos florestais é disponível em taxas anuais que giram ao redor de 0,2 até 3,5% do nitrogênio total. Neste sentido, a boa condição para a atividade dos microrganismos envolvidos no metabolismo do nitrogênio é muito importante. Pesquisas mais detalhadas neste sentido deverão ser efetuadas em florestas plantadas em nossas situações.

O fósforo mostra-se em quantidades extremamente baixas no solo, sendo a maior parte acumulada nos tecidos da biomassa arbórea. A reserva de potássio disponível no solo é também extremamente baixa em relação às exigências nutricionais do eucalipto. Talvez seja este elemento o mais crítico, juntamente com o fósforo. O Ca e Mg se encontram em baixas quantidades no solo e também na biomassa. Normalmente, quando existe cálcio

facilmente disponível no solo, a concentração deste elemento nas árvores prevalece em relação ao potássio, principalmente no fuste (LUBRANO, 1972). Os dados deste ensaio mostram que o Ca e K apresentam concentrações semelhantes nos tecidos das copas (folhas + galhos).

De qualquer maneira, os dados evidenciam que o estoque de nutrientes na biomassa é elevado, em relação ao solo que é realmente muito pobre. Deve-se considerar, todavia, que o sistema radicular dos eucaliptos em solos arenosos e profundos atinge freqüentemente alguns metros de profundidade.

Precisaríamos, agora, conhecer efetivamente as taxas de entrada, saída e translocação no ecossistema florestal de cada elemento químico. Isto é necessário para suprimento adequado de nutrientes via adubação e para o manejo correto das plantações florestais.

A seleção de árvores com uma «eficiência de utilização dos nutrientes» mais elevada é uma tarefa também a ser desenvolvida, visto que o reflorestamento tende a ocupar solos pobres.

A devolução das cinzas ao campo, após a queima da biomassa, poderá, também, ser uma forma de reciclagem válida e que precisa de estudos intensivos por parte das próprias empresas que utilizam a biomassa florestal.

BIBLIOGRAFIA

COUTO, H. T. Z. do & BRITO, J. O. Inventário de biomassa. *Série Técnica, IPEF*, Piracicaba, 1 (2): A1 -A13, 1980.

HAAO, H. P. et alii. Análise foliar em cinco espécies de Eucaliptos. *IPEF*, Piracicaba (13) : 99-116, 1976.

KENNEY, D. R. Prediction of soil nitrogen availability in forest ecosystems: 2 literature review. *Forest Science*, Washington, 26 (1) : 159-71, 1980.

LUBRANO, L. Ricerche sulle esigenze nutritive di alcune speci eucalitti. *Publicazion: Centro di Sperimentazione Agricola e Forestale*, Roma, 11: 1-15, 1972.

MALKONEN, E. Effect of complete tree utilization on the nutrient reserves of forest soils. IUFRO MIOMASS STUDIES Orono, College of Life Sciences and Agriculture, 1973. p.377-86.

MÁLAVOLTA, E. et alii. *Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas*. São Paulo, Pioneira, 1974, 752 p.

POGGIANI, F. Floresta para fins energéticos e ciclagem de nutrientes. *Série Técnica. IPEF*, Piracicaba, 1(2): D1-D11, 1980.

SWITZER, O. L.; NELSON L. E. & HINESLEY, L.E. Effects of utilization on nutrient regimes and site productivity. In: Mc Millin, C. W. *Complete tree utilization of southern pine*. Madison, Forest Products Research Society, 1978. p. 91-102.



Norme Almeida



A produção de sementes geneticamente melhoradas, coloca a CAFMA, entre as pioneiras do setor, garantindo tranquilidade e segurança aos seus usuários.

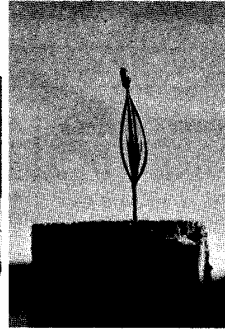
Árvores com bom volume, bom diâmetro, boa forma, ramos finos, copa pequena e angulação de ramos perfeita, só são conseguidas mediante pesquisas e trabalhos genéticos com matrizes perfeitas, Know-How Cafma, que além de fornecer árvores para consumo industrial — Complexo Freudenberg —,



coloca no mercado sementes para se conseguir florestas realmente superiores.

O trabalho desenvolvido pela Cafma, iniciado em 1960 com importação das melhores sementes da América Central, passando por seleções sucessivas, chega hoje a um dos seus pontos máximos: a polinização controlada.

A Cafma dispõe para comercialização imediata de sementes de Áreas



* Pinus Elliottii Var. Densa.
Pinus Strobus Var. Chiapensis
Pinus Caribaea Var. Caribaea,
Hondurensis e Bahamensis
Pinus Kesiya
Pinus Oocarpa

Comerciais (AC), Sementes de Áreas de Produção (AP) e Sementes de Pomares de Sementes (PS).

O desenvolvimento dessas novas e importantes técnicas de melhoramento, dá à Cafma absoluta credibilidade em Técnica Florestal.

Semeie Cafma e colha qualidade.



Cafma

CIA. AGRO FLORESTAL MONTE ALEGRE
Rod. Marechal Rondon, km 323 - Agudos - SP - telex: 0142-191 FRIM

Semeie Cafma e colha qualidade.

A Cafma coloca hoje no mercado brasileiro o que existe de mais avançado em tecnologia florestal: Sementes de Pinus* de ótima qualidade, conseguidas através de 25 anos de pesquisas e estudos genéticos.