



CIRCULAR TÉCNICA Nº 45

Abril/79

PBP/1.12.10

O USO INTENSIVO DA FLORESTA E SEUS REFLEXOS NA FETILIDADE DO SOLO*

**EDSON ANTONIO BALLONI

I. INTRODUÇÃO

A corrida em busca de novas fontes energéticas fez com que o país se voltasse para sua mais tradicional fonte de energia, ou seja, a madeira. É bem verdade que a lenha sempre foi uma das mais importantes fontes energéticas do país, constituindo-se no produto florestal de maior consumo no Brasil (120 milhões de estéreos contra 20 milhões consumidos para celulose e 20 milhões para carvão no ano de 1976. Muthoo 1977).

O uso da floresta como fonte de energia permitiu que se ampliasse a gama de produtos dela extraídos. Além da madeira, os resíduos de exploração como: folhas, ramos e casca, tradicionalmente inaproveitáveis, passaram a ser encarados como uma importante alternativa na substituição do óleo combustível. Portanto, o uso total da árvore "WTU" (Whole Tree Utilization) começa a ser introduzido nas atividades florestais do país.

Outra alternativa que, sem dúvida, ampliará a produtividade da fitomassa florestal para fins energéticos, é a redução dos ciclos de exploração acompanhado de um aumento da densidade de plantas por unidade de área. O tradicional corte aos 6 ou 7 anos, de talhões com 1500 a 2500 árvores/ha, passaria a ser realizado aos 2,5 a 3,0 anos em talhões com 5000 a 10.000 árvores/hectare.

Os conhecimentos sobre a utilização integral da árvore tem aumentado rapidamente nos últimos anos, bem como os estudos sobre a viabilidade do uso de resíduos florestais como combustível o qual, segundo Smith (1976), tem se mostrado tecnicamente viável.

O emprego das citadas técnicas causa algumas preocupações no que tange a exportação de nutrientes do solo, já que a maior parte dos nutrientes minerais estão

* Trabalho apresentado no I Seminário de Fertilização de Melhoramento Florestal promovido pela SIF – SOCIEDADE DE INVESTIGAÇÕES FLORESTAIS – Belo Horizonte – MG.

** Eng^o Ftal. do IPEF

contidos em maior proporção nas folhas, ramos, casca e madeira jovem. É evidente que algumas preocupações a serem discutidas neste trabalho poderão não se justificar, entretanto, elas merecem ser cuidadosamente observadas antes da adoção de semelhantes técnicas silviculturais.

A intensificação do uso da floresta evidentemente, realçara a importância do emprego dos fertilizantes minerais. A aplicação desses produtos, muito provavelmente, deverão ser intensificadas de modo a manter a produtividade florestal.

O presente trabalho não pretende de modo algum, incriminar o uso integral da floresta, mesmo porque não possuímos dados conclusivos sobre seus efeitos, em nossas condições. É nossa intenção somente, restringir a discussão às possíveis consequências que a intensificação do uso da floresta poderá trazer sobre sua produtividade futura, bem como sugerir alguns estudos básicos que poderão ser conduzidos sobre o referido problema.

II - A UTILIZAÇÃO INTEGRAL DA ÁRVORE E SEUS REFLEXOS NA FERTILIDADE DO SOLO

A fertilidade do solo é um termo geral que descreve a capacidade do mesmo de satisfazer as necessidades nutricionais das plantas, sob condições climáticas e genéticas controladas. A fertilidade não é um parâmetro estático, depende da estabilidade do ecossistema, podendo flutuar próximo a um estado de equilíbrio dinâmico ou ser totalmente alterada após um distúrbio (McCool e Powers 1976).

Os mesmos autores afirmam que as práticas de exploração e manejo florestal, são importantes causas de alterações bruscas no ciclo de nutrientes da floresta, causando o seu desequilíbrio, o qual pode refletir negativamente na fertilidade do solo.

O uso integral da árvore, conforme já salientado, exporta do talhão todo resíduo (folhas e galhos) que normalmente permaneceria no campo. Essa retirada pode causar um decréscimo significativo na fertilidade do solo, haja visto serem as folhas, ramos e casca, os órgãos das plantas onde se concentram a maior parte dos nutrientes minerais (Kramer e Koslowsky 1960).

Weetman e Webber (1971), citado por Bunn e Will (1973), consideram que a exportação de nutrientes pela exploração total da árvore, pode não ser sentida em solos férteis, entretanto, em solos de baixa fertilidade, onde o nível de nutrientes é baixo ou marginal, os riscos dessa exploração são grandes. Por outro lado, a exploração somente da madeira parece não alterar significativamente a qualidade do "site", apesar deste produto exportar muito cálcio (Mälkönen 1973). O mesmo autor cita que em alguns locais, a exploração somente da madeira causou alguma alteração prejudicial ao solo.

Mälkönen (1973), comparando em plantios de pinus, a remoção de nutrientes entre a exploração integral da árvore e a exploração somente da madeira a te 6 cm de diâmetro, verificou que a primeira técnica remove 2,5; 3,0; 2,0 e 1,5 vezes mais N; P; K e Ca respectivamente, do que a última.

Curlin (1970), comenta a importância da manutenção dos resíduos florestais no campo. Segundo este autor, apesar da distribuição em peso da fitomassa obedecer a ordem: tronco > raiz > ramos > casca > folhas, o peso absoluto em nutrientes contidos nesses diferentes órgãos, obedece uma ordem diferente: copa > madeira > casca.

Duvigneaud et alii (1964), citados por Curlin (1970), obtiveram para espécies decíduas, alguns dados de peso total de nutrientes contidos nos diferentes órgãos da planta. Segundo estes autores os conteúdos de nutrientes nos diversos órgãos obedeceriam ordens diferentes:

- a) Nitrogênio - casca do tronco > casca dos ramos > folhas > madeira dos ramos > brotos.
- b) Cálcio - casca do tronco > casca dos ramos > folhas > madeira do tronco > brotos > madeira dos ramos.
- c) Potássio - folhas > madeira do tronco > madeira dos ramos > brotos > casca do tronco > casca dos ramos.

Observa-se que a remoção dos resíduos poderá apresentar maior ou menor exportação dos diferentes elementos, dependendo da parte da árvore a ser removida. É evidente que estes teores também variam com a espécie cultivada.

Bunn e Will (1973) fizeram um estudo comparativo entre as quantidades de matéria seca e nutrientes exportados por diferentes intensidades de exploração, em um plantio de P. radiata de 26 anos de idade, contendo 300 árvores/ha. A tabela 1 resume os resultados obtidos pelos autores.

Tabela 1 - Estimativa da matéria seca e dos nutrientes removidos por diferentes intensidades de exploração de um plantio de P. radiata na Nova Zelândia.

Método de Exploração	Matéria seca	N	P	K	Ca
	(kg/ha)				
Árvore total	221000	220	28	224	130
Troncos	177000	108	15	134	89

FONTE: Bunn and Will (1973)

Observa-se que a exploração da árvore total produziu 25% a mais de matéria seca, entretanto, a exportação de nutrientes por esse sistema superou em quase 80% a quantidade exportada pela exploração apenas do tronco.

Os mesmos autores citam o trabalho de Weetman e Webber (1971), sobre a produção de fitomassa por um povoamento de Picea mariana com 65 anos de idade, contendo 6.900 árvores/ha, com DAP médio por volta de 14 cm. O uso total da árvore proporcionou 100 % de acréscimo de matéria seca, quando comparado com a exploração somente do tronco. Todavia, este maior aproveitamento da matéria seca retirou do solo local, quantidades de nutrientes 3 vezes maiores às retiradas somente pelos troncos (tabela 2).

Tabela 2 - Estimativa da matéria seca e nutrientes removidos por diferentes intensidades de exploração de um povoamento de P. mariana com 65 anos de idade no Canadá.

Método de Exploração	Matéria seca	N	P	K	Ca
	(kg/ha)				
Árvore total	107000	167	42	84	276
Troncos	54000	43	12	25	98

FONTE: Weetman e Webber (1971) citados por Bunn e Well (1973)

O gráfico 1, extraído de Switzer e Nelson (1973), mostra o aumento da demanda anual de nitrogênio em função da utilização total ou parcial da árvore, bem como do nível de manejo.

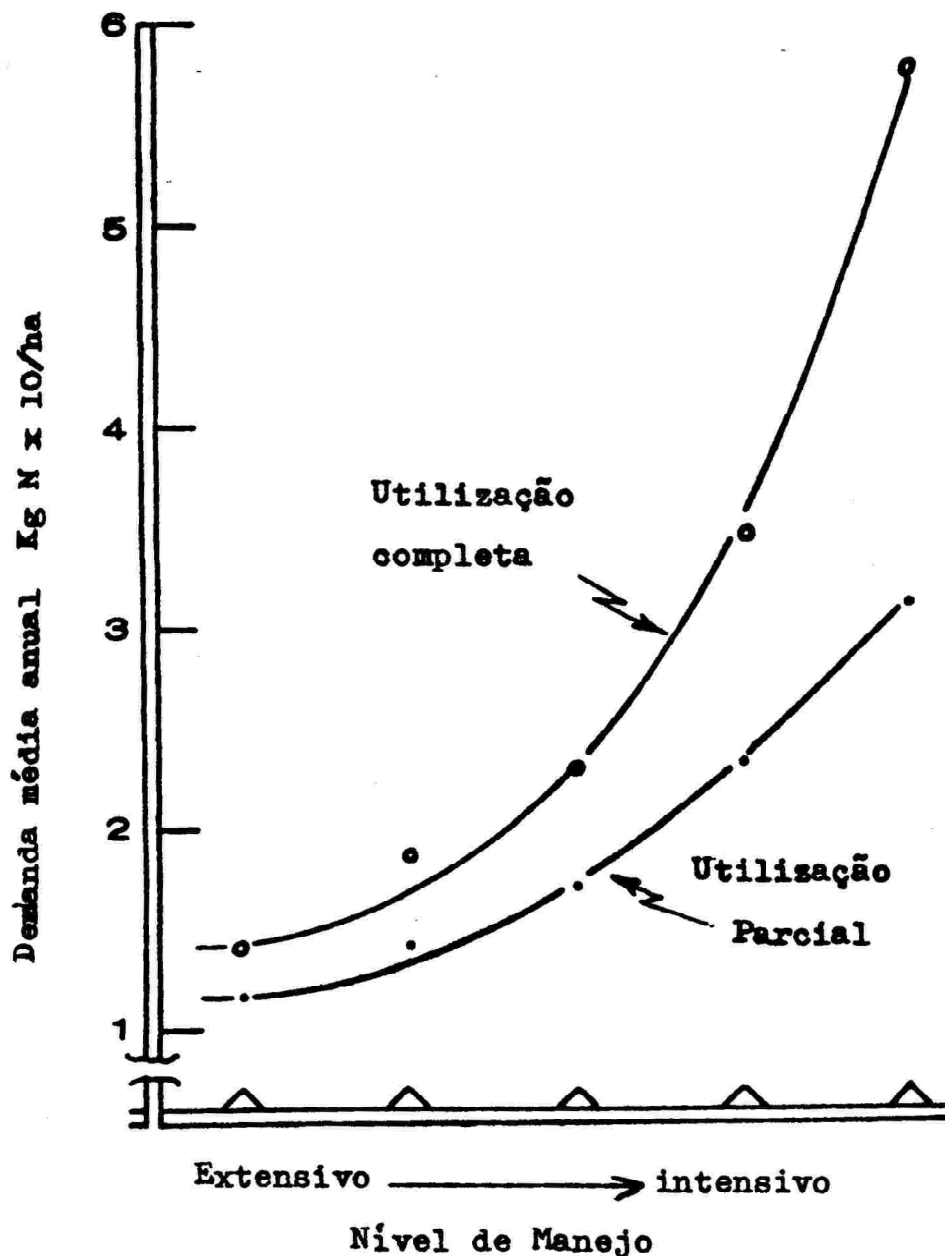


Gráfico 1 – Relações entre a demanda média anual de nitrogênio e os níveis de manejo para P. taeda quando a completa ou parcial utilização é empregada.

Existem na literatura, muitos outros trabalhos sobre a exportação de nutrientes através do uso total da árvore. A maioria destes trabalhos foram conduzidos em regiões temperadas

utilizando-se de folhosas e coníferas regionais. Entretanto, poucas são as pesquisas conduzidas em regiões tropicais e subtropicais, principalmente com espécies do gênero Eucalyptus.

Ghosh et alii (1978), estudando alguns aspectos da relação água e nutrição em plantas de Eucalyptus na Índia, apresentaram alguns resultados da composição da fitomassa de diferentes espécies (tabela 3)

Tabela 3 - Quantidade de elementos minerais imobilizados por 3 espécies de Eucalyptus em um período de 10 anos em diferentes partes da árvore em kg/ha.

Espécies	P2O5 (kg/ha)		K2O (kg/ha)		CaO(kg/ha)	
	Madeira	Resíduos	Madeira	Resíduos	Madeira	Resíduos
<u>E. globulus</u>	8,0	6,4	289,3	296,1	70,2	277,7
<u>E. camaldulensis</u>	9,5	13,7	45,0	60,3	30,8	403,5
<u>E. gomphocephala</u>	10,8	16,6	34,5	78,8	136,5	478,1

FONTE: Ghosh et alii (1978)

Os autores discutem a importante contribuição dos resíduos dos Eucalyptus no aumento da fertilidade do solo. Os dados da tabela 3, de certa forma, apresentam alguma semelhança com muitos dados obtidos em regiões temperadas, com outras espécies.

A remoção das folhas e ramos das florestas de Eucalyptus pode causar problemas de deficiências nutricionais para os plantios ou rotações posteriores. Haag et alii (1977), estudando um povoamento de E. citriodora de 4 anos de idade, conduzido para exploração de óleos essenciais, verificaram sintomas de uma desnutrição acentuada de S, Ca e P. Uma das razões das baixas concentrações dos elementos nas folhas foi atribuída, pelos autores, à coleta sistemática de folhas na área.

Para árvores crescendo em povoamentos florestais, estima-se que o peso do fuste c/ casca varia de 70 a 80% do peso total da árvore; o restante seria copa (tolha, ramos e órgãos reprodutivos).

Um povoamento de Eucalyptus com um crescimento da ordem de 21 m³/ha/ano com casca, produziria ao final de 4 anos, por volta de 80 m³/ha. Supondo que a densidade desse material fosse 0,4 g/cm³, o peso de madeira + casca produzido seria da ordem de 32 ton/ha. Consequentemente) o peso da copa (20% do peso total) poderia ser estimado como sendo por volta de 8 ton/ha.

Baseando-se nas suposições acima e nos teores de nutrientes obtidos por Poggiani et alii (1979) em diferentes órgão de árvores de E. grandis, construímos a tabela 4.

Tabela 4 - Quantidade de elementos minerais provavelmente contidos no tronco e nos resíduos de uma floresta de E. grandis com 4 anos de idade. (kg/ha) I

Materiais	N	P	K
Tronco	60	6	16
Resíduos	90	10	39
TOTAL	150	16	55

É evidente que os dados da tabela 4 são uma estimativa bastante grosseira dos reais teores existentes na floresta. Também, tais dados seriam válidos para a espécie, idade e

local onde foram coletadas as amostras. Entretanto, estes dados evidenciam a importância que os resíduos de exploração teriam para o desenvolvimento da rotação seguinte.

A remoção desses resíduos retiraria um importante componente do ciclo de nutrientes, cuja contribuição nutricional seria de alta importância para o crescimento da brotação. Estes nutrientes exportados deverão ser repostos artificialmente através da fertilização mineral.

Considerando que os Eucalyptus repõe anualmente, cerca de 51 kg de N, 3 Kg de P e 11 kg de K (Poggiani 1976) talvez, a primeira rotação após a exploração dos resíduos não sofra perdas significativas, mas, as rotações posteriores certamente serão afetadas, caso não se promovam fertilizações pesadas na área.

É importante ressaltar que a maioria de nossos solos disponíveis para o reflorestamento, são de fertilidade extremamente baixa e, por esta razão, a exploração dos resíduos talvez possa comprometer ainda mais a capacidade produtiva do "site".

Considerando os dados da tabela 4, poder-se-ia fazer algumas inferências sobre as quantidades de fertilizantes necessárias à suprir as quantidades de nutrientes exportadas somente pelos resíduos, sem levar em conta a fertilidade natural do solo. A necessidade de fertilizantes seria da ordem de 450 kg de sulfato de amônia, 100 kg de super fosfato simples e 65 kg de cloreto de potássio, cujo custo atingiria um valor aproximado de Cr\$ 2.000,00 por hectare.

Ressalta-se que nos cálculos acima não foram considerados o Ca, Mg e S além de todos os micronutrientes, cuja aplicação, quando necessária, eleva bastante os custos com fertilizantes.

É bem verdade que tais estimativas podem estar um tanto longe da realidade, mas não seria conveniente estudá-la em outras situações com maiores detalhes, antes da exploração total dos resíduos em larga escala?

III - O ENCURTAMENTO DOS CICLOS DE EXPORTAÇÃO E SEUS POSSÍVEIS EFEITOS SOBRE A FERTILIDADE DO SOLO

O conceito de ciclo curto ou longo está relacionado com a finalidade da floresta, espécie plantada e sua produtividade. Enquanto que para os europeus, os ciclos de 30 anos para produção de celulose, seriam considerados curtos, para nós, seriam extremamente longos, principalmente, para algumas espécies do gênero Eucalyptus.

Atualmente existe uma série de especulações sobre a implantação de florestas de Eucalyptus com finalidades energéticas. A idéia seria reduzir os espaçamentos de plantio e realizar o corte aos 3 anos. Esta aproximação das práticas agrônômicas, seria com o intuito de aumentar a fitomassa produzida por unidade de área. Entretanto, este novo sistema de manejo florestal é totalmente desconhecido com relação às regiões tropicais, e sua aplicação deve ser precedida de um estudo muito detalhado sobre seus efeitos nas propriedades físicas e químicas do solo.

O encurtamento das rotações promovera um aumento da demanda de nutrientes pelo povoamento, pois, o mesmo será constantemente mantido em um ritmo acelerado de crescimento. Powers (1976), afirma que as necessidades de nutrientes pelas árvores são maiores em seus estágios juvenis (varas e adolescentes) e que após as copas entrarem em intensa competição, o ciclo interno de nutrientes na planta ganha importância, particularmente para os nutrientes móveis do floema. Bunn and Will (1973), consideram que após o fechamento do dossel ocorre um período durante o qual a demanda pelos nutrientes permanece constante.

A tabela 5, extraída de SWITZER e Nelson (1973), mostra que a demanda de nutrientes é maior nos períodos iniciais de crescimento, ocorrendo uma posterior diminuição.

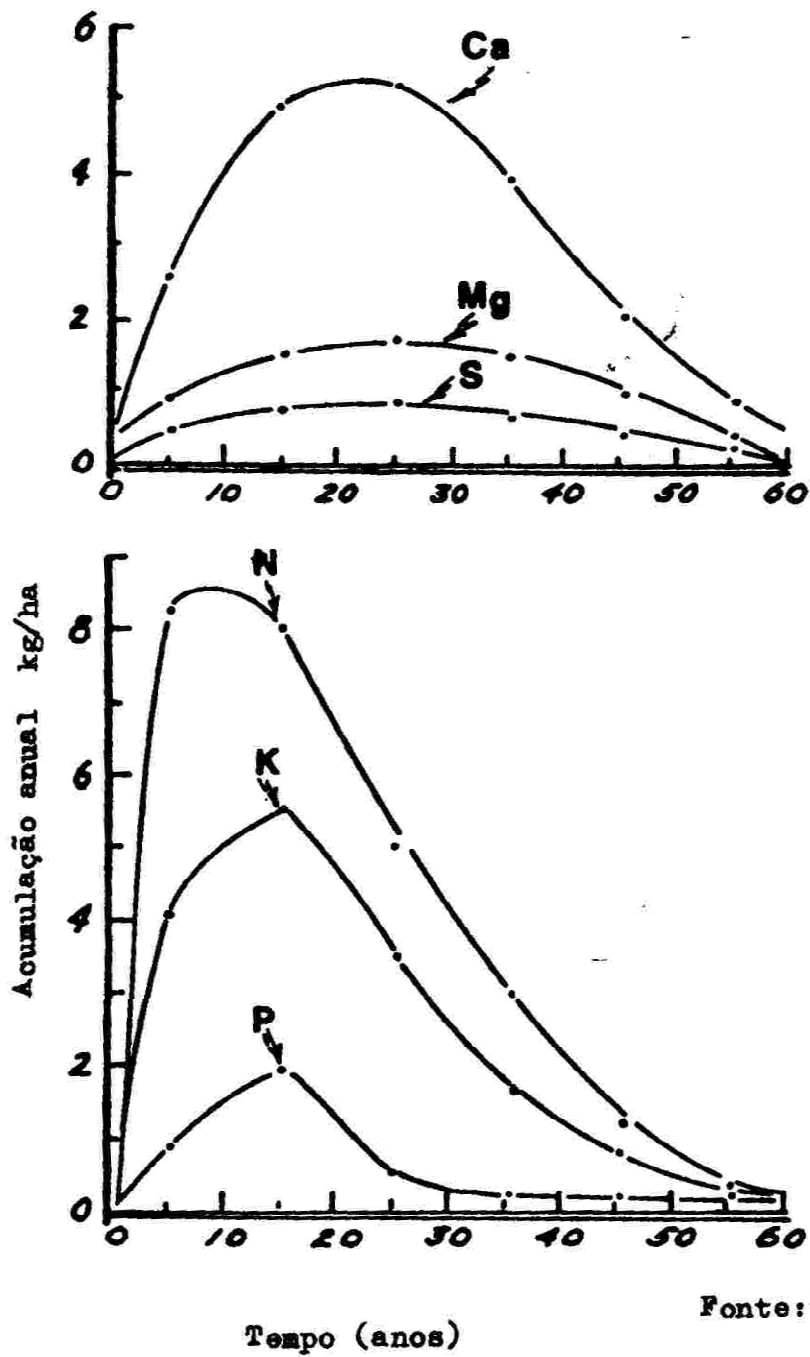
Tabela 5 – Média anual de acúmulo de nutrientes na massa arbórea de P. taeda, relacionado com o intervalo de crescimento (kg/ha/ano)

Nutrientes	Intervalo de crescimento		
	0 – 20 anos	20 – 40 anos	0 – 40 anos
N	9,0	3,0	6,0
P	1,0	0,2	0,6
K	5,0	3,0	4,0
Ca	5,0	4,0	4,0

A variação do acúmulo de nutrientes na madeira em função da idade, é devido às diferenças na redistribuição interna que ocorre no interior da árvore. No início da formação do cerne, os elementos mais móveis como N, P e K são removidos, enquanto que o cálcio se acumula. Este fato demonstra que a exploração de árvores jovens tende a remover maiores teores de NPK do que a exploração de árvores que atingiram a maturidade. A recíproca seria verdadeira para o elemento cálcio (Orman and Will, 1960).

O encurtamento da rotação, de 40 para 20 anos, em povoamentos de P. taeda, promoveu um aumento da exportação de nutrientes da ordem de 27%, 22%, 15% e 17% respectivamente, para N; P; K e Ca. No mesmo experimento, quando o encurtamento do ciclo foi acompanhado pela utilização total da árvore, a exportação de nutrientes aumentou para 35%, 34%, 23% e 17% respectivamente, para N; P; K e Ca, quando comparado à exploração somente do tronco, em ciclos longos.

O acúmulo periódico de nutrientes na fitomassa é maior durante os períodos iniciais da vida do povoamento, diminuindo consideravelmente com a maturação do mesmo. As demandas por N, P e K são maiores durante o período de formação, diminuindo abruptamente quando ocorre a estagnação do crescimento. Por outro lado, as demandas por Ca, Mg e S também atingem seus níveis máximos nas idades jovens, entretanto seus períodos de máxima demanda são superiores aos do N, P e K (Switzer e Nelson, 1973). O gráfico 2 representa um modelo de absorção por um período de 60 anos em P. taeda.



Fonte: (Switzer e Nelson 1973)

Gráfico 2 – Acumulação anual de nutrientes na fitomassa de P. taeda em bons “sites”

Observa-se que o encurtamento do ciclo manterá o povoamento sempre com um alto nível de demanda de nutrientes, além da exportação ser proporcionalmente mais elevada do que seria em ciclos mais longos.

Segundo Powers (1976), o corte raso pode estimular a nitrificação resultando em perdas significativas de nitrato, principalmente em solos de textura grosseira.

Portanto, um outro aspecto a ser ressaltado é que o encurtamento da rotação expõe o solo por um maior período de tempo às intempéries climáticas do que as rotações longas, o que pode ser prejudicial, pois aumenta a drenagem de nutrientes pela lixiviação e erosão.

Os ciclos curtos, ou seja, o corte raso da floresta durante seu desenvolvimento, não permite que se estabeleça um ciclo de nutrientes equilibrado e eficiente. O mesmo só seria conseguido na maturidade da floresta (Switzer e Nelson, 1973).

É importante salientar que a redução dos ciclos de corte, intensifica todas as atividades de exploração florestal. Uma intensa movimentação de máquinas e veículos dentro da área explorada, exigirá operações extras de revolvimento, caso contrário, a rebrota poderá ser prejudicada.

IV - CONSIDERACOES FINAIS

O nosso conhecimento sobre as necessidades nutricionais das principais espécies de Eucalyptus cultivadas Brasil, bem como seus ciclos de nutrientes, praticamente estão se iniciando. Portanto, antes que se intensifique toda a atividade florestal procurando utilizar os resíduos florestais e/ou reduzir os ciclos de corte, é importante que se estabeleçam alguns estudos básicos de fundamental importância. Ciclagens de nutrientes, marcha da absorção de nutrientes para diferentes espécies e solos, bem como o estudo de correlações entre espécies / procedências e a fertilidade do solo, são algumas das dezenas de pesquisas que poderiam ser conduzidas, de imediato, na área de nutrição mineral de Eucalyptus.

Até que as pesquisas produzam resultados, e possam nortear a condução racional das florestas para produção de energia, o mais razoável, no caso do aproveitamento de resíduos, seria que ao menos se mantivesse as folhas na área de corte. A fitomassa representada por estes órgãos dão uma contribuição muito pequena se comparada ao resto da árvore. Entretanto, podem conter quase 50% dos nutrientes das árvores. Uma simples defasagem de alguns dias, entre a derrubada e a retirada dos resíduos, seria suficiente para que com a movimentação da copa as folhas se desprendessem e caíssem no solo.

BIBLIOGRAFIA

BUNN, E.H., and G.M. WILL. 1973 – Management operations affecting nutrient cycling and fertilizer response in forest stands. In FAO-IUFRO International Symp. Forest Fertilization. Paris. P.33-53.

CURLIN, J.W. 1968 – Nutrient cycling as a factor in site productivity and forest fertilization: In C.T. Youngberg and C.B. Davey (ed) Tree growth and forest soils. Proc. Third North Amer. Forest Soil Conf. Oregon State Univ. Press, Corvallis Oregon. P.313-26.

GHOSH, R.C., O.N. KAUL and B.K. SUBBA Rao – 1978 – Some aspects of Water relations and nutrition in Eucalyptus plantation. Indian For., 103 (7): 517-524.

HAAG, H.P. et alii. 1977. Distúrbios nutricionais em Eucalyptus citriodora. IPEF. Piracicaba 14: 59-67.

KRAMER, P.J., E T. KOZLOWSKI, 1960 – Fisiologia das Árvores. Fundação Calouste Gulbenkian Lisboa. 743p.

MALKONEN, E., 1973 – Effect of complete tree utilization on the nutrient reserves of Forest soils. In IUFRO BIOMASS STUDIES. FRANCE p.379-385.

MC COOL, J.G., and R.F. POWERS. 1976 – The soil solution as a site indicator. In XVI World Congress IUFRO, Oslo. 8p.

MUTHOO, M.K. 1977 – Perspectivas e tendências do setor florestal brasileiro de 1975 a 2000. IBDF Serie Tec nº 8 Coleção Desenvolvimento e Planejamento Florestal.

ORMAN,H.R., and G.M. WILL. 1960 – The nutrient content of Pinus radiata trees N.Z.J. Sci 3: p.510-522.

POGGIANI, F. – 1976 – Ciclo de nutrientes e produtividade de floresta implantada. Silvicultura (3): 45-49.

POGGIANI, F. et alii – 1979 – Avaliação do conteúdo mineral na biomassa a um povoamento de eucalipto. (no prelo).

POWERS, R.F., 1976 – Principles and concepts of Forest soil fertility In Earth Science Symp. First Annual Earth Science Symp. California. 33p.

POWERS, R.F., 1976 – Nutrient requirements of timber species. An overview. In proceedings of the Fifth California Forest Soil Fertility Conference, Sacramento, California. P.7-16.

SMITH, A.D. 1976 – Wood a fuel. Foster Wheller Limited Mimeografado. 32p.

SWITZER, G.L., and L.E. NELSON 1973 – Maintenance of productivity under short rotations. In FAO-IUFRO International Symp. Forest Fertilization. Paris. P.365-389.

Esta publicação é editada pelo Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, convênio Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo.

Periodicidade – irregular

Permuta com publicações florestais

Endereço

IPEF – Biblioteca
ESALQ-USP
Caixa Postal, 9
Fone: 33-2080
13.400 – Piracicaba – SP
Brasil

Comissão Editorial da publicação do IPEF:

MARIALICE METZKER POGGIANI – Bibliotecária
WALTER SALES JACOB
COMISSÃO DE PESQUISA DO DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA –
ESALQ-USP
DR. HILTON THADEU ZARATE DO COUTO
DR. JOÃO WALTER SIMÕES
DR. MÁRIO FERREIRA

Diretoria do IPEF:

Diretor Científico – JOÃO WALTER SIMÕES
Diretor Técnico – HELLÁDIO DO AMARAL MELLO
Diretor Administrativo – NELSON BARBOZA LEITE