

MADEIRA DE *EUCALYPTO*: COM CASCA OU SEM CASCA?¹

Eucalypt Wood: With or Without Bark?

Michelle Margarido Fonseca Couto Araujo², Marcelo Dias Müller³, Júlio César Lima Neves⁴
e Daniel Câmara Barcellos⁵

Resumo: O presente trabalho traz à tona uma discussão a respeito do uso da madeira de eucalipto do ponto de vista da exportação de nutrientes. Tradicionalmente, a forma de exploração da madeira de eucalipto contempla a remoção do tronco, ou seja, o lenho juntamente com a casca, deixando-se apenas a galhada e as folhas no campo. Recentemente algumas empresas passaram a adotar a exploração da madeira sem a casca, ou seja, em que a madeira é descascada no campo, como uma forma de aumentar a reposição de nutrientes via matéria orgânica. A comparação econômica entre os dois métodos de exploração da madeira (com casca e sem casca) revelou que há acréscimo nos valores dos critérios de análise econômica quando se retira a casca no campo, em função da reposição de nutrientes (em R\$).

Palavras-chave: Exportação de nutrientes, madeira de eucalipto e silvicultura.

Abstract: This work raises a discussion on the use of eucalypt wood from a nutrient exportation viewpoint. Traditionally, eucalypt exploration consisted of removing the entire log, i.e., log with bark, with the branches and leaves being left in the field. Recently, some companies have been adopting wood exploration without bark, which means that the wood is debarked in the field, as a way of increasing the replacement of nutrients via organic matter. The economic comparison between these two types of wood exploration methods (with and without bark) revealed that there is an increase in the economic analysis criteria values when the bark is removed in the field, as a result of nutrient replacement (R\$).

Key words: Nutrient export, eucalypt wood, and forestry.

1 INTRODUÇÃO

As principais razões para adoção de sistemas de geração de energia com base no uso da biomassa como insumo energético são: a redução das emissões de gases poluentes (*greenhouse gas emissions*), o aproveitamento do grande potencial do País e a redução da dependência por combustíveis de origem fóssil, como o petróleo, cujo preço está sempre

sujeito às oscilações do mercado internacional.

No Brasil, o reflorestamento com espécies exóticas de rápido crescimento ganhou destaque na década de 1960, com a institucionalização de programas governamentais de incentivos fiscais ao reflorestamento. Tais programas visaram a expansão da base florestal para atender à demanda do setor

¹ Recebido para publicação em 8.6.2004 e aceito em 16.12.2004.

² Diretora Técnica do Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável - CBCN, <michelle.couto@uol.com.br>. ³ Doutorando em Ciência Florestal, Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa – DEF/UFV, <mdmuller@vicosa.ufv.br>; ⁴ Professor do Departamento de Solos – UFV, <jcneves@ufv.br>; ⁵ Doutorando em Ciência Florestal – DEF/UFV, <dcbarcellos@vicosa.ufv.br>.

industrial, principalmente os setores de celulose e papel e siderurgia.

Em Minas Gerais, Estado com a maior área plantada no País (1,6 milhão de hectares aproximadamente), a expansão do reflorestamento se deu principalmente em áreas de cerrado, em razão da topografia favorável à mecanização e ao baixo preço da terra. Entretanto, os solos dessas áreas são caracterizados por apresentar baixos índices de fertilidade (Leal, 1988; Reis & Barros, 1990).

A necessidade de maximização da produção e redução dos custos do reflorestamento, em curto espaço de tempo, incorre na adoção de técnicas de manejo intensivo do solo e silviculturais (Rezende et al., 1983; Reis & Barros, 1990).

A dimensão da exportação de nutrientes minerais com a exploração de biomassa está relacionada com a escolha da espécie, a duração do ciclo de corte (ciclos mais curtos = maior remoção de nutrientes), o volume de biomassa explorada, as partes ou componentes da árvore que estão sendo exploradas, as taxas de produção de biomassa e as perdas indiretas envolvidas no esquema de manejo da plantação (Lima, 1996; Bouillet & Bernhard-Reversat, 2001). Vários autores, dentre eles Schumacher & Poggiani (1993) e Costa (1990), ressaltam que os nutrientes distribuem-se diferentemente nas distintas partes da árvore. A distribuição de nutrientes nas diversas partes da árvore segue a seguinte tendência: folha > casca > ramos > lenho (Rezende et al., 1983; Schumacher & Poggiani, 1993).

Sabe-se que os nutrientes no solo são gerados a partir do processo de intemperismo das rochas durante a gênese do solo. Nas regiões tropicais este processo é muito mais dinâmico, o que torna os solos mais suscetíveis a perdas, sendo, portanto, mais pobres em bases trocáveis e fósforo, bem como apresentam altos teores de alumínio trocável. Deste modo, os nutrientes alocados na

biomassa e na camada superficial do solo tornam-se fundamentais na produção florestal (Costa, 1990; Kolm, 2001; Souza & Davide, 2001).

Com isso, o manejo intensivo do *site* pode levar à exaustão da capacidade produtiva do solo, pela remoção da biomassa florestal, em um horizonte de longo prazo (Rezende et al., 1983; Costa, 1990).

Economicamente, a remoção de nutrientes pela exploração florestal pode contribuir para onerar o empreendimento, tendo em vista que serão necessários maiores gastos com aporte adicional de fertilizantes.

Por outro lado, a exploração da madeira com casca eleva os custos de transporte, uma vez que este componente representa em torno de 10 a 20% do volume total da árvore.

Com base nessas afirmações, este trabalho pretende confrontar opiniões e fatos científicos, bem como trazer à tona uma discussão sobre a melhor forma de uso madeira para energia: com casca ou sem casca. Será feita uma abordagem sobre a exportação de nutrientes pela atividade de exploração da biomassa florestal (com e sem casca), relacionada com os aspectos de ordem técnica e econômica.

2 CICLAGEM DE NUTRIENTES EM PLANTIOS FLORESTAIS

A ciclagem de nutrientes é um dos aspectos fundamentais para a sustentabilidade da atividade florestal. O manejo florestal deve possibilitar a manutenção de um fluxo contínuo entre o que é depositado no solo e o que é assimilado pelas raízes (Schumacher & Caldeira, 2001).

Existem dois grandes ciclos de nutrientes em ecossistemas florestais: o geoquímico (ou externo), que representa as formas de transferências para dentro e para fora do ecossistema florestal; e o biológico (ou interno), que representa as formas de transferência

dentro do ecossistema florestal. O ciclo biológico ainda pode ser subdividido em duas categorias: o ciclo bioquímico, que é a movimentação de nutrientes dentro da planta; e o ciclo biogeoquímico, que se refere à relação solo-planta de transferência de nutrientes (Ramezov, 1959, e Switzer & Nelson, 1972, citados por Reis & Barros, 1990; Pritchett, 1987).

Os principais *inputs* de nutrientes em um ecossistema florestal ocorrem por meio da ação do intemperismo, das adições atmosféricas (precipitação), da fixação de nitrogênio e da fertilização mineral. Por outro lado, os principais *outputs* de nutrientes ocorrem por meio do processo de lixiviação, erosão, volatilização, queima e exploração florestal (Reis & Barros, 1990; Kolm, 2001).

As espécies utilizadas em reflorestamentos geralmente são rústicas quanto às exigências nutricionais. Estas espécies desenvolveram um mecanismo de conservação de nutrientes na biomassa extremamente eficiente por meio do ciclo bioquímico. Lima (1996) constatou que cerca de 50% da demanda total de fósforo é suprida pelo ciclo bioquímico, por meio da retranslocação do elemento antes da senescência da parte vegetativa. Reis & Barros (1990), citando vários autores, ressaltaram que a quantidade de fósforo e nitrogênio que é retranslocada de folhas de eucalypto normalmente ultrapassa 50%. Baker & Attiwill (1985) observaram que, para florestas de *E. obliqua* e *Pinus radiata*, apenas 4% do nitrogênio e 10% do fósforo demandados pela planta são fornecidos pelo solo, o restante é suprido pelo ciclo bioquímico.

Outro aspecto fundamental no estudo da ciclagem de nutrientes refere-se à quantidade de nutrientes depositados no solo via aporte de matéria orgânica senescente das árvores. A formação da serapilheira em plantios florestais varia com as condições climáticas (Lima, 1996), a qualidade do *site*, a idade, a espécie (Reis & Barros, 1990), a densidade

de plantio e a taxa de decomposição da matéria orgânica (Kolm, 2001). O ciclo biogeoquímico é a principal via de transferência de C, N, P e Ca ao solo (Cole & Rapp, 1980).

2.1 Biomassa e conteúdo de nutrientes

A produção de biomassa está relacionada com a espécie, a idade do povoamento e, principalmente, com a densidade de plantio adotada. Conforme discutido por Couto et al. (2002), em geral a produção de biomassa em um determinado *site*, com o tempo, tende a se igualar em diferentes densidades de plantio, devendo ser ressaltado que nos plantios mais densos ocorre a estagnação do crescimento em idades mais jovens e nos plantios com espaçamentos mais amplos a estagnação do crescimento ocorre em idades mais avançadas.

Rezende et al. (1983), estudando o efeito de diferentes densidades de plantio em florestas de eucalypto, observaram que a copa representa aproximadamente 20% da biomassa da planta, mas, no entanto, retém entre 50 e 60% dos nutrientes. Esta tendência não é observada para o cálcio que é imobilizado em maior quantidade na casca (em torno de 50% do Ca da planta).

De modo geral, o tronco (lenho + casca) representa cerca de 90 % da biomassa acima do solo e a copa (folhas e galhos) representa apenas 10% do total. A copa, por sua vez, é responsável por cerca de 24% do acúmulo de nutrientes contidos na biomassa total, com destaque para o N, P e K; por outro lado, o Ca e o Mg apresentam as maiores concentrações (cerca de 60%) na casca (Schumacher & Poggiani, 1993; Vital et al., 1999).

Resultados semelhantes foram obtidos por Schumacher & Caldeira (2001), para um povoamento de *Eucalyptus globulus*. Os autores observaram valores de 77,8% da biomassa total representada pelo tronco e 22,2% representada pela copa. Com relação ao conteúdo de nutrientes nos diversos

compartimentos da planta constatou-se que para os elementos N e P as folhas apresentam valores maiores que os dos outros componentes. Com relação ao Ca, foram observados valores de 67,9% acumulados na casca e na madeira.

Cumpram ressaltar que esses dados podem variar de elemento para elemento, em função das características nutricionais de cada espécie, do nível de fertilidade do solo e da idade da floresta (Schumacher & Poggiani, 1993). Em uma mesma idade, o conteúdo de nutrientes pode variar de espécie para espécie.

Com relação à serapilheira ou *litter*, os componentes mais representativos são as folhas, que equivalem de 60 a 80% da manta orgânica. Em princípio, essa porcentagem aumenta com a idade, até um ponto de estagnação (Reis & Barros, 1990; Lima, 1996; Kolm, 2001). Ainda segundo os autores, o teor de nutrientes na biomassa é função da espécie, da proporção de folhas em relação aos outros componentes, da capacidade de translocação de nutrientes e do tipo de solo.

2.2 Fluxo de nutrientes

Um aspecto importante é a quantidade de nutrientes que é transferida ao solo pela deposição de folheto. Plantações de eucalipto tendem a transferir ao solo quantidades maiores de Ca e P pela deposição de serapilheira do que outras espécies plantadas.

Schumacher & Poggiani (1993) observam que para *E. grandis* o acúmulo de nutrientes na biomassa é da ordem de 73%, sendo apenas 27% devolvidos ao solo.

Para Santana et al. (1999), o cálcio e o potássio são os nutrientes que mais poderão limitar a produtividade dos próximos ciclos, quando se considera a colheita do tronco. Os resultados obtidos em estudos de campo indicam que o descascamento no campo pode adicionar cerca de 14 t ha⁻¹ de biomassa, evitando a remoção de 58% do Ca, 47% do

Mg, 27% do P, 22% do K e 14% de N. Somando-se a biomassa da copa deixada no campo, seriam 27t ha⁻¹ de biomassa no campo. Para o *E. grandis* e o *E. saligna*, o conteúdo de nutrientes na copa e na casca foi de 68-78% de Ca, 70-74% de Mg, 57-62% de P, 48-46% de N e 45-44% de K, respectivamente, em relação ao conteúdo total.

Vital et al. (1999) determinaram que as saídas de nutrientes por meio da exploração florestal (tronco = lenho + casca), para *E. saligna* com 7 anos de idade, representaram 66,2% de N, 81,1% de P, 69,9% de K, 79,7% de Ca e 75,6% de Mg. Deste modo, 34,8% de N, 19,1% de P, 30,1% de K, 20,3% de Ca e 24,3% de Mg foram deixados no campo.

Os autores citaram ainda o trabalho realizado por Vieira (1998), no qual são estimados os valores da quantidade de nutrientes disponibilizados anualmente com a deposição de folheto. Os resultados mostram que o material deixado no local pode representar um incremento de até 5 vezes no total de N, 8,26 vezes no de P, 5,76 vezes no de K, 2,43 vezes no de Ca e de 4,3 vezes na quantidade de Mg.

Loumeto & Bernhard-Reversat (2001) ressaltaram que o conteúdo de nitrogênio no *litter* tende a diminuir com a idade do plantio. Os autores também observam que, quando em solos pobres (baixo teor de matéria orgânica, argila e nutrientes), o incremento na fertilidade do solo, por meio da deposição de manta orgânica em plantios de eucalipto, ocorre após 6-7 anos.

3 REMOÇÃO/EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES: ANÁLISE ECONÔMICA

Sem dúvida a exploração florestal é o processo mais representativo na remoção de nutrientes do ecossistema. Como mencionado anteriormente, a quantidade de nutrientes removidos do ecossistema é função de uma série de fatores, como espécie, qualidade do

local, componente explorado, densidade de plantio e idade de corte.

Geralmente a exploração florestal restringe-se ao tronco, sendo deixados no campo as folhas e os galhos. Algumas empresas adotam um sistema de descascamento no campo, o que permite incrementar o aporte de nutrientes via matéria orgânica.

Desse modo, o cálculo da quantidade removida de nutrientes por unidade de área deve considerar a utilização do tronco.

Considerando os preços de fertilizantes apresentados no Quadro 1, podem-se estimar as perdas em termos econômicos.

Com base no valor (em R\$) de cada nutriente, podem-se estimar as perdas econômicas anuais, pela sua remoção em virtude do processo de exploração, considerando a exploração de diferentes compartimentos, bem como a utilização integral da árvore.

Foram utilizados valores médios de eficiência de aproveitamento nutricional (N = 50%, P = 20%, K = 70% e Ca e Mg = 60%).

A análise considerou dados propostos por Silveira & Higashi (2001) para *E. grandis* W. Hill ex Maiden nas idades de 6,1 e 5,6 anos e para *E. saligna* Sm. na idade de 7 anos, e por Miranda et al. (2002b), para clones de *E. grandis* W.Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake na idade de 9 anos.

Para determinar a viabilidade de um empreendimento é necessário conhecer todos os custos do processo de formação e produção do povoamento florestal, bem como a sua distribuição ao longo do tempo. No Quadro 2 estão apresentados os dados de um projeto florestal.

Considerando ainda o custo de reposição de nutrientes de R\$ 0,46 m⁻³, proposto por Miranda et al. (2002b), foram calculados: valor presente líquido (VPL), razão benefício/custo (B/C), taxa interna de retorno (TIR) e valor esperado da terra (VET). A taxa de desconto utilizada foi de 8% ao ano.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir estão os dados relativos à necessidade de reposição de nutrientes via fertilização, considerando a quantidade de nutrientes na casca e, conseqüentemente, a exportação com a retirada da casca (Quadro 3). Os resultados da análise econômica estão no Quadro 4.

Para as espécies *E. grandis* (6,1 e 5,6 anos) e *E. saligna* (7 anos) foram observados valores negativos de VPL, devido aos baixos valores de produção volumétrica. Entretanto, o VPL da madeira descascada foi sempre superior ao da madeira com casca. O mesmo ocorreu para valores de TIR e razão B/C.

Quadro 1 – Preço da tonelada de fertilizantes e da tonelada de cada elemento

Table 1 – Fertilizer price (R\$ t⁻¹) and nutrient price (R\$ t⁻¹)

Fertilizante	Ud	R\$ (fertilizante)	R\$ (elemento)*
Calcário (40% Ca; 10% Mg)	t	84	33,6
			8,4
Uréia (44% N)	t	800	352,0
Superfosfato Simples (20% P)	t	560	112,0
Cloreto de potássio (60% K ₂ O)	t	720	432,0

* Considerando a porcentagem do elemento no adubo.

Quadro 2 – Dados de um projeto florestal
Table 2 – Forest project data

Item	Valor (R\$)
Custo de implantação	1.000,00 ha ⁻¹
Custo 1 ^o ano	157,80 ha ⁻¹
Custo 2 ^o ano	68,80 ha ⁻¹
Custo anual	42,00 ha ⁻¹
Custo de roçada pré-corte	10,00 ha ⁻¹
Custo de descascamento da madeira	11,91 m ⁻³
Preço da madeira com casca	17,50 m ⁻³
Preço da madeira sem casca	29,41 m ⁻³
Custo de transporte madeira com casca*	7,92 m ⁻³
Custo de transporte madeira sem casca*	7,12 m ⁻³
Custo de carregamento e descarregamento de madeira com casca	1,53 m ⁻³
Custo de carregamento e descarregamento de madeira sem casca	1,38 m ⁻³
Taxa de desconto	8% a.a.

* Considerando um raio de transporte de 100 km (Miranda et al., 2002a).

Quadro 3 – Necessidade de reposição nutricional via fertilização
Table 3 – Need of nutritional replacement through fertilization

Espécie	Id (anos)	Reposição Via Fertilização em kg					Total
		N	P	K	Ca	Mg	
		(kg ha ⁻¹)					
<i>E. grandis</i>	6,1	74,00	42,00	94,38	145,29	25,05	380,72
<i>E. grandis</i>	5,6	32,00	6,50	14,30	30,06	5,01	87,87
<i>E. saligna</i>	7,0	62,00	65,00	80,08	818,30	95,19	1.121,00
<i>E. grandis x E. urophylla</i> *	9,0	44,05	3,90	38,80	342,20	39,89	468,84

Fonte: Miranda et al. (2002 b).

Quadro 4 – Análise econômica: comparação entre exploração da madeira com casca e sem casca
Table 4 – Economic analysis: comparison between exploration of wood with and without bark

	<i>E. grandis</i> 6,1 anos		<i>E. grandis</i> 5,6 anos		<i>E. saligna</i> 7 anos		<i>E. grandis x E. urophylla</i> 9 anos	
	cc	Sc	cc	sc	cc	sc	cc	sc
VPL	-376,90	-201,25	-636,03	-509,24	-411,93	-243,52	847,14	1.249,45
TIR	0,01	0,04	-0,06	-0,02	0,00	0,04	0,19	0,23
VET	-1.005,98	-537,15	-1.816,55	-1.454,45	-989,02	-584,68	1.695,13	2.500,15
B/C	1,33	1,44	1,11	1,28	1,30	1,42	1,88	1,79

Pela análise dos resultados obtidos, constata-se que a exploração da madeira sem a casca proporciona melhores rendimentos econômicos.

Para *E. grandis* x *E. urophylla* com 9 anos, o VPL e a TIR da madeira sem casca foi superior ao da madeira com casca, porém a razão B/C foi ligeiramente menor.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pôde-se chegar as seguintes conclusões:

- Para todas as espécies consideradas, os valores de VPL e TIR da madeira sem casca foram superiores ao da madeira com casca (apesar dos valores negativos de VPL encontrados para *E. grandis* (6,1 e 6,5 anos) e *E. saligna* (7 anos)).
- Para *E. grandis* (6,1 anos) houve acréscimo no VPL de R\$ 175,65, 0,03 na TIR e 0,11 na razão B/C. Para *E. grandis* (5,6 anos) houve acréscimo no VPL de R\$ 126,78, 0,04 na TIR e 0,17 na razão B/C. Para *E. saligna* (7 anos) houve acréscimo no VPL de R\$ 168,41, 0,04 na TIR e 0,12 na razão B/C. Para *E. grandis* x *E. urophylla* (9 anos) houve acréscimo no VPL de R\$ 402,31, 0,04 na TIR e -0,09 na razão B/C.
- Os valores de razão B/C da madeira sem casca foram maiores para as espécies *E. grandis* (6,1 e 6,5 anos) e *E. saligna* (7 anos). Para o *E. grandis* x *E. urophylla* (9 anos) a razão B/C foi ligeiramente menor.
- Comprovou-se que o descascamento da madeira no campo é uma atividade viável e que pode trazer retornos econômicos.

A atividade florestal, em geral, é bastante intensiva na utilização do tronco das árvores. A remoção do tronco implica grandes perdas de nutrientes, principalmente Ca e Mg. Outro fator observado é que o retorno do nutriente, por meio da deposição de serapilheira, começa a acontecer significativamente (do ponto de vista de fertilidade do solo) a partir de 8-10 anos. Entretanto, a maioria das empresas adota ciclos mais curtos (entre 5 e 8 anos), a extração de nutrientes é maior e,

conseqüentemente, a produtividade do *site* em longo prazo é comprometida, o que implica maiores gastos com fertilização em ciclos subseqüentes.

A manutenção de biomassa não-utilizável industrialmente no campo reveste-se de notável importância, dada à sua capacidade de fornecer nutrientes por meio da decomposição e mineralização dessa biomassa.

Uma alternativa seria a manutenção, ao longo das áreas de plantio, de bosques em diferentes fases de crescimento. Estas áreas, planejadas dentro de limites operacionais de cada propriedade, podem contribuir para o melhor aproveitamento dos nutrientes disponíveis por meio de sua incorporação na biomassa das árvores em crescimento, especialmente aquelas em fases iniciais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, T. G.; ATTIWILL, P. M. Above-ground nutrient distribution and cycling in *Pinus radiata* D. Don and *Eucalyptus obliqua* L'Herit forests in South-Eastern Australia. **Forest Ecology Management**, v. 13, n. 1/2, p. 41-52, 1985.
- BOUILLET, J. P.; BERNHARD-REVERSAT, F. **Effect of exotic tree plantations on plant diversity and biological soil fertility in the Congo savanna: with special reference to eucalypts**. Bogor: Center for International Forestry Research, 2001. 71 p.
- BERNHARD-REVERSAT, F.; LOUMETO, J. J.; LACLAU, J. P. Litterfall, litter quality and decomposition changes with eucalypt hybrids and plantation age. In: BERNHARD-REVERSAT, F. (Ed.) **Effect of exotic tree plantations on plant diversity and biological soil fertility in the Congo savanna: with special reference to eucalypts**. Bogor: Center for International Forestry Research, 2001. p. 23-29.
- CALDEIRA, M. V. W. et al. Exportação de nutrientes em função do tipo de exploração em um povoamento de *Acacia mearnsii* DE WILD. **Floresta e Ambiente**, v. 9, n. 1, p. 97-104, 2002.

- CALDEIRA, M. V. W. et al. Quantificação da biomassa acima do solo de *Acacia mearnsii* De Wild., procedência Batemans Bay – Austrália. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 2, p. 79-91, 2001.
- CALDEIRA, M. V. W. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. 1998. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1988.
- COLE, D. W.; RAPP, M. Elemental cycling in forested ecosystems. In: REICHLE, D. E. (Ed). **Dynamic properties of forest ecosystems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980. p. 341-409.
- COSTA, L. M. Manejo de solos em áreas reflorestadas. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 237-264.
- COUTO, L. et al. **Espaçamentos de Plantio de Espécies de Rápido Crescimento para Dendroenergia**. Belo Horizonte: CEMIG, 2002. 66 p.
- KOLM, L. **Ciclagem de nutrientes e variações do microclima em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden manejados através de desbastes seletivos**. 2001. 73 f. (Dissertação de Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2001.
- LEAL, P. G. L. **Produção de biomassa e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* influenciadas pela aplicação de fósforo natural em solos de cerrado**. 1988. 44 f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996. 301 p.
- LOUMETO, J. J.; BERNHARD-REVERSAT, F. Soil fertility changes with eucalypt hybrids and plantation age: Soil organic matter. In: BERNHARD-REVERSAT, F. (Ed.) **Effect of exotic tree plantations on plant diversity and biological soil fertility in the Congo savanna: with special reference to eucalypts**. Bogor: Center for International Forestry Research, 2001. p. 31-36.
- MIRANDA, G. M. et al. Contribuição da casca na composição do custo de transporte da madeira de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 26, n. 2, p. 145-148, 2002.
- MIRANDA, G. M. et al. Estimativa do custo de reposição de nutrientes exportados pela colheita da casca da madeira em povoamentos de eucalipto. **Revista Árvore**, v. 26, n. 2, p. 149-154, 2002b.
- POGGIANI, F. **Ciclagem de nutrientes em ecossistemas de plantações florestais de *Eucalyptus* e *Pinus*. Implicações Silviculturais**. 1985. 211 f. Tese (Livro Dicência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1985.
- PRITCHETT, W. L. **Properties and management of forest soils**. New York: John Wiley & Sons, 1987. 500 p.
- REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de nutrientes em plantio de eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.) **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 265-301.
- SANTANA, R. C.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do Estado de São Paulo. **Scientia Florestalis**, n. 56, p. 155-169, 1999.
- SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh., *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell., plantados em Anhembi, SP. **Ciência Florestal**, v. 3, n. 1, p. 9-18, 1993.
- SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa de biomassa e do conteúdo de nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) subespécie *maidenii*. **Ciência Florestal**, v. 11, n. 1, p. 45-53, 2001.
- SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não-minerada e em plantações de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, v. 7, n. 1, p. 101-113, 2001.
- VITAL, A. R. T. et al. Biogeoquímica de uma microbacia após o corte raso de uma plantação de eucalipto de 7 anos de idade. **Scientia Florestalis**, n. 55, p. 17-28, 1999.