

Alterações na Nutrição e na Produtividade do *Pinus taeda* L. Provocadas pela Aplicação de Resíduo Celulósico¹

*Celina Milani Rodrigues*²
*Antonio Francisco Jurado Bellote*³
*Renato Antonio Dedeczek*³
*Fernando dos Santos Gomes*⁴

RESUMO

O Brasil produziu, em 2004, cerca de 8 milhões de toneladas de papel e 9,4 milhões de toneladas de celulose. Com a crescente produção desses produtos, as indústrias do setor têm gerado grandes quantidades de resíduos que necessitam de alternativas de destino viáveis. Dentre elas, tem-se a proposta de aplicação do resíduo celulósico em plantios florestais. Para tanto, foi instalado em 1996, no município de Arapoti, estado do Paraná, Brasil, um experimento com delineamento inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos receberam doses crescentes de resíduo celulósico, a saber: 0 (testemunha), 20, 40, 80 e 100 t.ha⁻¹. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura média, e está sob o cultivo de *Pinus taeda* L. no espaçamento de 3 x 2 m. Efetuou-se, na área, avaliações do crescimento das árvores, estado nutricional, produção de biomassa nos diferentes compartimentos das árvores, acúmulo e exportação de nutrientes e volume de lenho produzido. Como resultado, as árvores do tratamento que recebeu 80 t.ha⁻¹ de resíduo apresentaram, até a idade de 7 anos, maior altura total e DAP, maior concentração de K, Ca e Mg nas acículas,

¹ Concentração em Ciência do Solo, da Universidade Federal do Paraná.

² Engenheira-Agrônoma, Mestre. ce_milani@hotmail.com

³ Engenheiro-Agrônomo, Doutor, Pesquisador da *Embrapa Florestas*. bellote@cnpf.embrapa.br, dedeczek@cnpf.embrapa.br

⁴ Engenheiro Florestal, Mestre, Inpacel - Industrias de Papel Arapoti Ltda.

aumento na produção de biomassa nos diferentes compartimentos, maior acúmulo de nutrientes e ganhos de até 147% na produção de volume de lenho. A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que a aplicação do resíduo celulósico apresentou efeitos positivos sobre o crescimento e a nutrição do *Pinus taeda* L., proporcionando aumentos na produção de biomassa e volume de lenho.

Palavras-chave: resíduo, *Pinus taeda* L., nutrição, produtividade.

Nutrition and Productivity Alterations in the *Pinus taeda* L. Caused by Cellulose Residue Application

ABSTRACT

Brazil produced in 2004, around 8 million tons of paper and 9,4 million tons of cellulose. Through the increasing production of paper and cellulose, the industries of this segment have generated a great amount of residues that requires viable future alternatives of disposal. Among these alternatives there is an application proposal of the cellulose residues in the forest growing. Thus, an experiment composed by 5 treatments and 4 repetitions was done entirely randomized. It was installed in 1996, in Arapoti Municipal District, State of Paraná, Brazil. These treatments received increasing doses of cellulose residues, such as: 0 (testimony), 20, 40, 80 and 100 t.ha⁻¹. This soil was classified as red-yellow Oxisol of medium texture and it is under the cultivation of *Pinus taeda* L. with space of 3 x 2 m. Evaluations for growing trees were done in the area, its nutritional status, biomass production in the different part of the trees, its accumulation, nutrient exportation and quantity of wood production. As a result, the treatment of the trees which received 80 t.ha⁻¹ of residue, presented, till the age of 7 years, larger total elevation and BHP, better concentration of K, Ca, and Mg in acículas, rising production of biomass in different parts, better accumulation of nutrients and a 147% gain in the production of wood stock.

From these results it is possible to conclude that the application of the cellulose residues presented encouraging effects on the growth and nutrition of *Pinus taeda* L. increasing the production of biomass and wood volume.

Keywords: residues, *Pinus taeda* L., nutrition, productivity.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui 1,8 milhão de hectares de áreas plantadas com *Pinus*. O estado do Paraná possui a maior porção dessa área (32%), somando mais de 600 mil hectares do gênero (SOCIEDADE, 2003). Dessa porção, o setor industrial de celulose e papel possui uma fatia de aproximadamente 200 mil hectares de área reflorestada com a espécie (BRACELPA, 2004).

Segundo a Associação Brasileira de Celulose e Papel, nos últimos 10 anos, a produção mundial de papel cresceu 35%, sendo que o Brasil somou 8,2 milhões de toneladas de papel em 2004 e ocupou a posição de sétimo maior fabricante mundial de celulose, com cerca de 9,4 milhões de toneladas (BRACELPA, 2004).

No entanto, com a crescente produção de papel e celulose e a busca constante pela obtenção de qualidade dos produtos, as indústrias do setor têm gerado, diariamente, grande quantidade de resíduos sólidos e efluentes, o que têm se constituído numa grande preocupação ambiental e econômica.

Algumas alternativas de aproveitamento desses resíduos têm sido estudadas. Dentre elas, tem-se a disposição do resíduo celulósico em plantios florestais, considerando que os mesmos apresentam características favoráveis aos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, o que reflete positivamente no crescimento e na nutrição das árvores, proporcionando ganhos expressivos na produção de madeira (BELLOTE et al., 1994; FERREIRA et al., 1995; HARRISON et al., 2003).

Além disso, em sítios florestais, a exportação de nutrientes através da colheita e dos manejos de poda e desbaste pode provocar grandes impactos sobre a fertilidade do solo. Práticas de reposição dos nutrientes se fazem necessárias

para manter o suprimento dos mesmos no solo e assegurar a produtividade do sítio florestal a longo prazo (CALDEIRA et al., 2002).

Desenvolveu-se a presente pesquisa com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de resíduo celulósico sobre o crescimento e a nutrição de *Pinus taeda* L. aos 7 anos de idade, bem como a produção de biomassa nos diferentes compartimentos e o volume de lenho produzido. E, com base nesses resultados, pretende-se indicar a melhor dose de resíduo a ser aplicada em áreas com as mesmas condições da área de estudo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em junho de 1996 em área pertencente a INPACEL - Indústria de Papel Arapoti Ltda, localizada no município de Arapoti, estado do Paraná, Brasil. Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999), o solo da área está classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, de textura média (teor de argila inferior a 35% e teor de areia superior a 15%) e extremamente ácido (pH < 4,3). A classe de relevo é classificada como suave ondulado (3-8% de declividade). Na tabela 1 é apresentado o resultado da análise química do solo antes da aplicação dos tratamentos. A análise foi realizada no laboratório de solos e nutrição da Embrapa Florestas, Município de Colombo-PR, conforme metodologia proposta por Embrapa (1997).

TABELA 1. Análise química do solo da área do experimento antes da sua implantação.

Prof. * cm	pH CaCl ₂	Al	H ⁺ A	Ca	Mg	Ca + Mg	K	P	M.O	V	CTC
		cmol.c.dm ⁻³						mg.dm ⁻³	g.kg ⁻¹	%	cmol.c.dm ⁻³
0-20	3,9	0,6	5,1	0,1	0,5	0,4	0,03	1	10,7	11,0	5,7
20-40	4,0	0,4	4,4	0,1	0,5	0,2	0,02	1	14,0	12,4	5,0

* Profundidade do solo

A área está sob o cultivo de *Pinus taeda* L. no espaçamento 3 x 2 m. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto de 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram compostos por doses de resíduo celulósico, a saber: 0 (testemunha), 20, 40, 80 e 100 t.ha⁻¹.

O resíduo foi proveniente da INPACEL, sendo obtido por meio do processo

termo-químico de extração de celulose. Devido à alta relação C/N, o produto sofreu uma decomposição prévia ao ar livre por cerca de 2 anos antes de ser usado na área em estudo. O resíduo foi aplicado na superfície do solo no momento do plantio e incorporado superficialmente com enxada rotativa. Na tabela 2 são apresentadas as características do resíduo celulósico já compostado.

Com base na análise do resíduo e, considerando apenas os macronutrientes essenciais, a aplicação de 100 t.ha⁻¹ incorporou ao solo um total de 210 kg.ha⁻¹ de N, 740 kg.ha⁻¹ de P, 90 kg.ha⁻¹ de K, 480 kg.ha⁻¹ de Ca e 130 kg.ha⁻¹ de Mg.

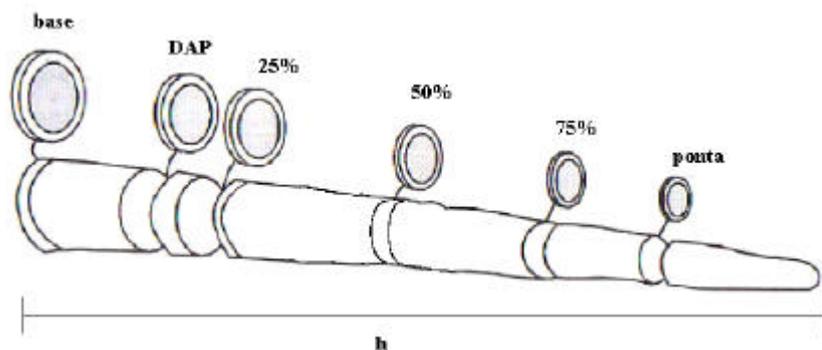
TABELA 2. Características do resíduo compostado aplicado na área experimental.

Variáveis analisadas	Composição média
pH	7,9
Matéria orgânica total (combustão) (g.kg ⁻¹)	88,2
Umidade perdida a 60-65°C (g.kg ⁻¹)	407,2
Carbono total (orgânico e mineral) (g.kg ⁻¹)	48,8
Nitrogênio total (g.kg ⁻¹)	2,1
Fósforo total (g.kg ⁻¹)	7,4
Potássio (K ⁺) (g.kg ⁻¹)	0,9
Cálcio (Ca ²⁺) (g.kg ⁻¹)	4,8
Magnésio (Mg ²⁺) (g.kg ⁻¹)	1,3
Sódio (Na ⁺) (g.kg ⁻¹)	0,3
Relação C/N (C total e N total)	24/1

Fonte: Andrade et al., 2003 (adaptado).

Para realizar as avaliações, selecionou-se em cada parcela uma árvore considerada dominante e representativa do tratamento. Depois de abatida, mediu-se a altura total e o diâmetro à altura do peito (1,30 m de altura). As massas verdes totais de acículas e galhos foram determinadas no campo e, com base no teor de umidade obtido em laboratório, calculou-se a biomassa seca.

Para cálculo da biomassa do tronco, dividiu-se o mesmo em 5 segmentos, coletando-se 6 discos, com casca, em diferentes partes do tronco. A figura 1 permite visualizar o esquema de retirada dos discos nas árvores.



Fonte: Bellote & Silva, 2000 (adaptado).

FIGURA 1. Esquema de retirada dos discos do tronco de *Pinus taeda* L.

O volume de cada segmento do tronco da árvore foi estimado por meio da equação de Smallian e a massa dos mesmos foi obtida pela multiplicação do volume com a densidade básica. A densidade foi determinada pelo método da balança hidrostática, segundo as normas da ABTCP (ASSOCIAÇÃO ..., 1974). O somatório dos volumes e massas dos 5 segmentos permitiu a obtenção do volume total e massa total do tronco.

Para análise nutricional, coletaram-se amostras de acículas maduras do terço médio da copa. A análise química do tecido vegetal foi realizada no laboratório de solos e nutrição da *Embrapa Florestas*, município de Colombo-PR, conforme metodologia proposta por Sarruge & Haag (1974).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 TEOR DE NUTRIENTES

Na tabela 3, são apresentados os teores de nutrientes nas acículas de árvores do *Pinus taeda* L. da área em estudo.

TABELA 3. Teor de nutrientes nas acículas de árvores de *Pinus taeda* L., aos 7 anos de idade, para cada tratamento.

Tratamentos t.ha ⁻¹	Teor de nutrientes (g.kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg
0	15,87a	0,90a	1,66c	2,32 d	0,28 c
20	15,08ab	0,78c	1,89c	3,57 b	0,37 ab
40	14,13bc	0,79bc	2,08a	3,84 c	0,37 ab
80	14,02c	0,86ab	1,94b	4,13 a	0,33 bc
100	13,66c	0,74c	1,91c	3,89 ab	0,40 a
CV%*	3,2	4,3	3,1	1,0	7,0

NOTA: Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si (Tukey 5%).

* Coeficiente de Variação

Segundo Reissmann & Wisniewski (2000), os teores foliares adequados de N, P e Ca para um bom suprimento de *Pinus taeda* L. aos 15 anos de idade são, respectivamente: 18,5; 1,9 e 1,4 g.kg⁻¹. Em *Pinus taeda* L. de 8 anos, o teor adequado de K é 6,0 g.kg⁻¹ e de Mg é 0,6 g.kg⁻¹. De acordo com os valores observados para esses nutrientes (Tabela 3), independente da quantidade de resíduo utilizada, os resultados analíticos mostram que os teores de N, P, K e Mg nas acículas encontram-se relativamente baixos para todos os tratamentos. Apenas os teores de Ca estão em níveis adequados para a espécie.

Os baixos teores dos nutrientes nas acículas podem ser reflexos da baixa oferta desses nutrientes do solo. Como o resíduo celulósico foi aplicado somente no plantio, é possível que parte dos elementos adicionados ao solo tenha se indisponibilizado para a absorção das árvores e os teores dos mesmos nas acículas tenham sido parcialmente diluídos. Além disso, também pode ter ocorrido uma redistribuição dos nutrientes da parte mediana da copa (local de amostragem) para o topo, o que ocasiona uma redução dos teores.

Outros fatores, como a época de amostragem e a posição das acículas na copa das árvores, também podem justificar os baixos teores foliares. O fato da amostragem das acículas ter sido realizada na primavera e as amostras terem sido coletadas no terço médio da copa, podem estar relacionados com os baixos teores de nutrientes encontrados.

Vettorazzo (1994) sugere que a amostragem deve ser feita no inverno, coletando-se acículas jovens na posição superior da copa, que é o procedimento

recomendado para a análise do K e do P. Porém, para a análise específica do Ca e do Mg, o recomendado é a amostragem no terço médio da copa, no verão.

De acordo com os resultados mostrados na tabela 3, os teores de N e P das acículas da testemunha (dose zero) foram significativamente superiores aos tratamentos que receberam aplicação de resíduo, o que sugere um efeito de concentração desses nutrientes, já que as árvores da testemunha cresceram menos do que as árvores dos demais tratamentos.

Para os teores de K nas acículas, a aplicação de 40 t.ha⁻¹ de resíduo mostrou-se superior aos demais tratamentos. Em relação ao Ca, a aplicação de 80 t.ha⁻¹ foi superior e, para o Mg, os teores foram superiores na maior dose (100 t.ha⁻¹). A testemunha apresentou os menores teores de K, Ca e Mg. Estudos realizados por Bellote et al. (1994) também constataram que a aplicação de resíduo celulósico e cinza, em plantios de *Eucalyptus grandis*, elevou os teores foliares de K, Ca e Mg.

3.2 PRODUÇÃO DE BIOMASSA ARBÓREA

Os dados de biomassa dos diferentes compartimentos das árvores, em cada tratamento, estão apresentados na tabela 4.

TABELA 4. Biomassa arbórea de *Pinus taeda* L. aos 7 anos de idade, por compartimento, para cada tratamento.

Tratamentos t.ha ⁻¹	Biomassa (t.ha ⁻¹) ¹				
	Acículas	Galhos	Casca	Lenho	Total
0	9,8d	15,4c	4,1c	26,6b	55,8b
20	11,4c	16,4c	4,9bc	47,4a	80,2a
40	11,4c	17,2c	5,5ab	56,5a	90,6a
80	14,6a	23,8a	6,4a	57,2a	101,8a
100	13,8b	20,3b	6,3a	56,0a	96,5a
CV% ²	1,8	7,3	11,8	10,5	11,0

NOTA: Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si (Tukey 5%).

¹ Considerando 1500 árvores/ha ; ² Coeficiente de Variação

Observa-se na tabela 4 que as árvores do tratamento que recebeu 80 t.ha⁻¹ de resíduo possuem maior biomassa de acículas, galhos, casca e lenho, sendo superior estatisticamente na biomassa de acículas e galhos, quando comparado

aos demais tratamentos. Do ponto de vista estratégico, o aumento da biomassa da copa favorecerá o desenvolvimento do tronco.

Para a biomassa da casca, os tratamentos que receberam as maiores doses (80 t.ha⁻¹ e 100 t.ha⁻¹) apresentaram valores significativamente maiores e, para a biomassa do lenho, todos os tratamentos com aplicação de resíduo foram estatisticamente iguais entre si e superiores à testemunha que não recebeu o resíduo. A testemunha apresentou os menores valores de biomassa em todos os compartimentos, sendo que a biomassa total das árvores do tratamento de 80 t.ha⁻¹ é 81% maior do que a testemunha.

3.3 CRESCIMENTO DAS ÁRVORES E PRODUTIVIDADE DE MADEIRA

Os dados de diâmetro à altura do peito, altura total, volume de lenho, incremento médio anual de lenho e ganho de volume de lenho em relação à testemunha estão apresentados na tabela 5.

TABELA 5. Diâmetro à altura do peito (DAP), altura total (H), volume de lenho, incremento médio anual (IMA) e ganho de volume de lenho (GVL), por tratamento, em árvores de *Pinus taeda* L. aos 7 anos de idade.

Tratamentos (t.ha ⁻¹)	DAP (cm)	H (m)	Volume de lenho (m ³ .ha ⁻¹) ¹	IMA (m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	GVL (%)
0	13,3e	7,7 c	61,0 d	10,3	...
20	15,7d	10,0 b	109,7 c	16,7	79,9
40	16,8c	10,4 ab	128,8 bc	19,5	111,1
80	18,0a	11,2 a	150,8 a	22,7	147,2
100	17,5b	10,4 ab	134,8 b	20,5	121,0
CV% ²	0,6	4,9	7,4		

NOTA: Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si (Tukey 5%).
¹ 1 ha possui 1500 árvores plantadas; ² Coeficiente de Variação

De acordo com a tabela 5, o tratamento que recebeu 80 t.ha⁻¹ de resíduo é estatisticamente superior aos demais tratamentos no DAP, altura total e volume de lenho. Esse tratamento também apresentou o incremento médio anual de volume de lenho de 22,7 m³.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo 120% maior do que o da testemunha.

Quanto à produção de madeira, o *Pinus taeda* L., aos 7 anos de idade, teve um

aumento de volume de lenho de até 147,2% em relação à testemunha. A menor aplicação de resíduo (20 t.ha⁻¹) já foi suficiente para apresentar resultados significativos de aumento na altura, diâmetro e volume de lenho (80%), em relação à testemunha.

Segundo Bergamin et al. (1994), em situações de solos extremamente pobres, alguns tratamentos com aplicação de resíduo celulósico proporcionaram ganhos na produção de lenho superiores a 150%. Andrade et al. (2003) constataram que a aplicação de 80 t.ha⁻¹ de resíduo celulósico em plantios de *Eucalyptus dunnii* resultou, aos 6 anos de idade, num aumento de 43,5% de volume cilíndrico de lenho, em relação à testemunha.

Por meio da análise de regressão, obteve-se uma equação para estimar os ganhos de volume de lenho de *Pinus taeda* L., aos 7 anos de idade, quando aplicadas as doses de resíduo celulósico. Essa equação foi significativa a 5% de probabilidade, com R²=0,98. A equação quadrática obtida foi a seguinte:

$$V = 62,514 + 2,4645x - 0,0173x^2$$

Onde:

V= volume em m³.ha⁻¹

X= dose de resíduos celulósicos aplicados em toneladas por ha.

Na figura 2, é apresentado o gráfico de produção de volume de lenho de árvores de *Pinus taeda* L., aos 7 anos de idade, em função da aplicação de doses de resíduo celulósico.

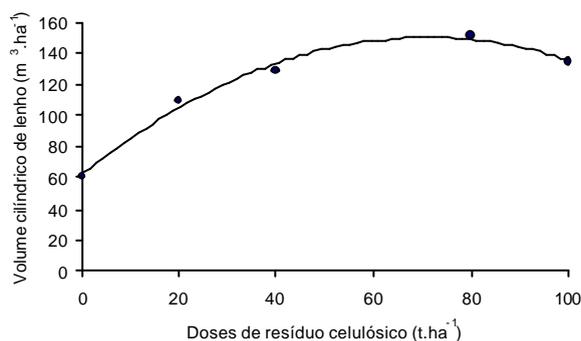


FIGURA 2. Volume cilíndrico de lenho de árvores de *Pinus taeda* L., aos 7 anos de idade, em função da aplicação de doses de resíduo celulósico.

Com base na equação obtida, estimou-se que, dentro da linha de tendência (figura 2), o maior volume de lenho (150,2 m³) foi associado à dose de 71,2 t.ha⁻¹ de resíduo celulósico. Isso representa uma economia de 8,8 t.ha⁻¹ de resíduo em relação à dose de 80 t.ha⁻¹, que apresentou praticamente a mesma produção de volume de lenho (150,8 m³), conforme foi apresentado na tabela 5.

Andrade et al. (1997) observaram que os valores máximos de altura de árvores de *Eucalyptus dunnii*, aos 2 anos de idade, foram obtidos com a aplicação de 77 t.ha⁻¹ de resíduo celulósico. Para essa mesma espécie, aos 6 anos de idade, Andrade et al. (2003) encontraram valores máximos de volume de lenho com a associação de 80 t.ha⁻¹ de resíduo celulósico com 93,9 g de P₂O₅/arvore.

Como o objetivo do uso do resíduo em plantios florestais também é o descarte, diminuindo seu acúmulo nas indústrias, a economia de resíduo aplicado no solo é importante para se obter o mesmo resultado de produção de madeira, aplicando uma menor quantidade de resíduo, porém, numa área maior.

4. CONCLUSÕES

- A aplicação do resíduo celulósico teve efeito positivo sobre a nutrição do *Pinus taeda* L., elevando os teores de K, Ca e Mg nas acículas;
- A aplicação do resíduo proporcionou maior altura total das árvores, maior diâmetro à altura do peito, maior produção de biomassa nos diferentes compartimentos e, conseqüentemente, ganhos na produção de volume de lenho;
- A aplicação de 80 t.ha⁻¹ do resíduo celulósico demonstrou ser a melhor dose.

5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, G. C.; MARTINEZ, C. M.; SILVA H. D.; BELLOTE, A. F. J. Efeito da aplicação de adubo fosfatado e resíduo de celulose no crescimento inicial de *Eucalyptus dunnii*. In: WORKSHOP SUL-AMERICANO SOBRE USOS ALTERNATIVOS DE RESÍDUOS DE ORIGEM FLORESTAL E URBANA, 1997, Curitiba. **Anais**. Curitiba: EMBRAPA-CNPQ, 1997. p. 136-139.

ANDRADE, G. C.; SILVA, H. D. da; BELLOTTE, A. F.J.; FERREIRA, C. A. Efeitos da adubação e da aplicação de resíduo de celulose no crescimento de *Eucalyptus dunnii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 47, p. 43-54, jul./dez. 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. **Normas técnicas**. São Paulo, 1974. Não paginado.

BELLOTE, A. F. J.; FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D.; ANDRADE, G. C.; MORO, L. Implicações ecológicas do uso de cinzas de caldeira e resíduo de celulose em plantios de *Eucalyptus grandis*. In: SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1, 1994, Botucatu. **Anais**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 1994. p. 167-187.

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. de M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 105-134.

BERGAMIN, F. N.; ZINI, C. A.; GONZAGA, J. V.; BORTOLAS, E. Resíduos de fábrica de celulose e papel: lixo ou produto? In: SEMINÁRIO SOBRE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1, 1994, Botucatu. **Anais**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônomicas, 1994. p. 97-120.

BRACELPA. **Avaliação do setor de celulose e papel**: desempenho do setor em 2004. Disponível em: < <http://www.bracelpa.org.br/economico.asp>> . Acesso em: 10 dez. 2004.

CALDEIRA, M. V. W.; RONDON NETO, R. M.; SCHUMACHER, M. V.; WATZLAVICK, L. F. Exportação de nutrientes em função do tipo de exploração em um povoamento de *Acacia mearnsii* de Wild. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 1, p. 97-104, jan./dez. 2002.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.

FERREIRA, C. A.; SILVA, H. D. da; BELLOTE, A. F. J.; ANDRADE, G. C. Efecto de la aplicacion de ceniza y residuo de celulosa em la decomposicion y liberacion de nutrientes de la horajasca em plantaciones de *Eucalyptus grandis*. **Bosque**, Valdivia, v. 16, n. 1, p. 1-104, 1995.

HARRISON, R. B.; GUERRINI, I. A.; HENRY, C. L.; COLE, D. W. Reciclagem de residuos industriais e urbanos em áreas de reflorestamento. **IPEF. Circular Técnica**, Piracicaba, n. 198, p. 1-20, jul. 2003.

REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais de plantios de *Pinus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF. 2000. p. 135-166.

SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1974. 56 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **O Setor florestal brasileiro**: fatos e números. São Paulo, 2003. Disponível em: < [http://: www.sbs.org.br/ estatisticas.htm](http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm) > . Acesso em: 22 ago. 2004.

VETTORAZZO, S. C. **Intensidade e local de amostragem para avaliação nutricional de povoamentos de *Pinus taeda* L.** 1994. 114 f. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.