



## Nutrição e crescimento do eucalipto submetido à aplicação de resíduo celulósico, calcário dolomítico e cinza de madeira.

**Shizuo Maeda<sup>(1)</sup>; João Bosco Vasconcelos Gomes<sup>(2)</sup>; Itamar Antônio Bognola<sup>(3)</sup>; Epitágoras Rodison de Oliveira Costa<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Pesquisador; Embrapa Florestas; Colombo, Paraná; shizuo.maeda@embrapa.br; <sup>(2)</sup> Pesquisador; Embrapa Florestas; joao.bv.gomes@embrapa.br; <sup>(3)</sup> Pesquisador; Embrapa Florestas; Itamar.bognola@embrapa.br; <sup>(4)</sup> Consultor; CVG; Rio Negrinho, Santa Catarina, epitagoras@cvg.ind.br.

**RESUMO:** A aplicação de resíduos do processamento da madeira em solos florestais é uma forma de disposição que pode atender a questão legal envolvida ao mesmo tempo em que contribui para a sustentabilidade do sítio florestal melhorando/mantendo a fertilidade do solo. O objetivo desse trabalho foi o de avaliar a viabilidade técnica do uso do lodo gerado na estação de efluentes da reciclagem de papel e da cinza de madeira gerada em caldeiras auxiliares de geração de energia como insumo florestal. Uma dose, estimada com base no pH SMP para elevar o pH a 5,5, de lodo celulósico, cinza de madeira e calcário dolomítico além de uma testemunha sem aplicação de produtos foi estudada em bloco ao acaso e quatro repetições. Foi realizada uma adubação básica com NPK, considerada adequada para o crescimento das árvores de *Eucalyptus benthammii*. A maior produtividade de madeira foi obtida com a aplicação de cinza, seguida pelo calcário dolomítico. As produtividades do lodo celulósico e da testemunha foram os menores e estatisticamente iguais entre si. O solo utilizado tem baixos teores de nutrientes e esse resultado, provavelmente, se deve à maior presença de nutrientes na cinza, seguido pelo calcário dolomítico, com presença de cálcio e magnésio, enquanto o lodo tem elevado teor de cálcio e reduzido de magnésio o que resultou em problemas de absorção de magnésio. A cinza de madeira mostrou-se, até o momento, como mais eficiente insumo quando comparado com o lodo celulósico e o calcário dolomítico.

**Termos de indexação:** resíduos; fertilidade do solo; produtividade florestal

### INTRODUÇÃO

A consciência ambiental despertada nos últimos e a legislação pertinente ao assunto levou à necessidade de se dar um destino aos resíduos de processos industriais, que sejam seguros termos ambientais e viáveis em termos financeiros. Nesse contexto, os resíduos gerados no processamento de aparas de papel para reciclagem, tais como a cinza de madeira, gerada em caldeira auxiliar de geração de energia e o lodo da estação de tratamento de efluentes têm sido estudados para a sua disposição

em solos florestais. O plantio de espécies florestais para exploração comercial da madeira ocorre predominantemente em áreas com solos de baixa aptidão agrícola, tanto pelas condições topográficas inadequadas para o cultivo mecanizado quanto pela baixa fertilidade do solo. Com isso, e associado à intensificação das rotações, a produtividade florestal pode ser reduzida, caso medidas de manejo da fertilidade do solo não sejam aplicadas. O uso de cinzas de madeira e lodo gerado em estações de tratamento de efluentes da reciclagem de aparas de papel vem ganhando importância devido às suas características físicas e químicas, sendo ambas fontes de nutrientes para as árvores, o que possibilita a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo. Além disso, a crescente demanda mundial por fertilizantes vem provocando a elevação dos custos de aquisição e aplicação de fertilizantes minerais, o que leva os silvicultores a procurar meios alternativos para reduzir essas despesas. O objetivo desse trabalho foi o avaliar o lodo celulósico e a cinza de madeira como insumo para o plantio de eucalipto.

### MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio vem sendo conduzido num Cambissolo Húmico Alumínico típico, textura argilosa (Embrapa, 1999) no município de Rio Negrinho, SC. Os tratamentos consistiram da aplicação de uma dose de lodo celulósico, cinza de madeira e calcário dolomítico e um tratamento testemunha, sem aplicação de qualquer material. A dose utilizada foi estimada para elevar o pH (em água) do solo a 5,5, com base no pH SMP (Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004). Os materiais utilizados foram aplicados uniformemente sobre toda área de cada parcela experimental e incorporadas na linha de plantio de *Eucalyptus benthammii*, com o uso do "ripper", o qual é composto por uma haste com profundidade de trabalho de 0,40 m e dois discos em cada lado da haste, com profundidade de trabalho de 0,20 cm e com 1,0 m de faixa de trabalho. O plantio das mudas foi realizado em abril de 2012, sendo as mudas espaçadas em 2,5 m x 2,5 m. A adubação, aplicada em todas as parcelas,



constou da aplicação de 150 g planta<sup>-1</sup> de NPK fórmula 6-30-6; 200 g planta<sup>-1</sup> de termofosfato com 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 150 g planta<sup>-1</sup> de NPK fórmula 15-5-30. Em novembro de 2014 foram realizadas avaliações biométricas, que consistiram da medição da altura e da circunferência a altura do peito (1,3 m), informações essas utilizadas para calcular o volume sólido (fator de forma 0,45) e a área basal. Nessa ocasião foram coletadas amostras de folhas (folhas 4, 5 e 6, em galhos do meio da copa, conforme, Bellote & Silva, 2005) para avaliação nutricional. Nas amostras de folhas foram determinados os teores de N, P, K, Ca e Mg (Silva, 1999).

As informações obtidas foram submetidas à análise de variância. Quando significativas, as médias foram submetidas ao teste de Duncan 5%. Os teores foliares de nutrientes e os dados biométricos foram submetidos à análise de correlação de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior crescimento das árvores em altura foi observado com a aplicação de cinza de madeira, seguidos pela testemunha e pelas aplicações de calcário dolomítico e lodo celulósico os quais foram iguais estatisticamente. Em diâmetro a altura do peito e área basal, os maiores valores foram observados com a aplicação de cinza de madeira e calcário dolomítico. A maior produtividade de madeira, medida pelo volume sólido, foi obtida com a aplicação de cinza de madeira, seguida pela aplicação de calcário dolomítico. As menores produtividades de madeira foram observadas com a aplicação de lodo celulósico e no tratamento testemunha (Tabela 1).

É provável que o maior equilíbrio nutricional proporcionado pela aplicação de cinza de madeira tenha resultado na maior produtividade de madeira sólida. A cinza de madeira é um material alcalino e apresenta teores consideráveis de P, K, Ca e Mg, bem como de micronutrientes (Osaki & Darolt, 1989/1991). Sua aplicação resulta na redução da acidez e na elevação da disponibilidade dos nutrientes mencionados (Maeda et al., 2014).

Por sua vez, o lodo celulósico estudado também é um material alcalino com elevado teor de Ca e baixo teor de Mg e outros nutrientes (Costa et al., 2009), que resulta, com sua aplicação, num aumento da razão da relação Ca/Mg no solo (Costa et al., 2009). Com isso, a absorção de Mg pode ser prejudicada, sendo o teor do nutriente semelhante ao observado no tratamento testemunha, conforme pode ser observado na Tabela 2. O maior teor de Mg foi observado com a aplicação de calcário

dolomítico, o que se explica pela maior presença do elemento em maior concentração no material estudado. Apesar disso, em todos os tratamentos o teor de Mg se situou abaixo da faixa de suficiência em todos os tratamentos (Malavolta et al., 1997).

Os aumentos nos teores de Ca (lodo celulósico) e de Ca e Mg (calcário dolomítico) podem ser responsáveis pelos teores foliares mais baixos de K observados nos tratamentos onde esses materiais foram aplicados, por efeito de inibição competitiva entre os mesmos (Silva & Trevisan, 2015).

O teor foliar mais elevado de Ca foi observado no tratamento onde foi estudado o lodo celulósico o que pode ser justificado pelo teor elevado no elemento no lodo. Apenas nesse tratamento o teor de Ca ajustou-se na faixa considerada adequada (Malavolta et al., 1997).

Embora não havendo diferença significativa, comparando os teores de N observados nesse estudo com os mencionados por Malavolta et al., (1997), para *Eucalyptus grandis*, de alta produtividade, apenas no tratamento testemunha o teor de N se enquadraria na faixa de teor adequado, tendo como possível explicação o menor crescimento das árvores nesse tratamento, ocorrendo, portanto, menor efeito de diluição do nutriente na biomassa.

Para o teor foliar de P, os teores observados não apresentaram diferenças significativas e se situaram no limiar inferior para teor adequado (Malavolta et al., 1997).

Com relação ao K, os teores observados no tratamento testemunha e cinza de madeira enquadraram-se na faixa de teor adequado, enquanto que com aplicação de lodo celulósico e calcário dolomítico se enquadraram abaixo do adequado, possivelmente como resultado de uma inibição competitiva na absorção do nutriente (Silva & Trevisan, 2015).

Não se observou significâncias a 5% nos coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis biométricas e os teores foliares de nutrientes do eucalipto. Apesar de baixo, os coeficientes de correlação de Pearson entre os teores foliares de Mg e o diâmetro a altura do peito (0,37) e a área basal (0,34), apresentaram significância a 7 e 9%, respectivamente, indicando uma relação, nos níveis mencionados, entre a nutrição com Mg e o ganho em volume de madeira da espécie estudada.



## CONCLUSÕES

O lodo celulósico resultante do tratamento de efluentes da reciclagem de papel não proporciona ganhos na produtividade do eucalipto.

A cinza de madeira proporciona a maior produtividade de madeira do eucalipto.

## REFERÊNCIAS

BELLOTE, A.F.J.; SILVA, H.D. da. 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: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2005. p.105-133.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: SBCS - Núcleo Regional Sul, 2004. 400 p.

COSTA, E. R. O.; RIZZI, N. E.; SILVA, H. D. et al. Alterações químicas do solo após aplicação de biossólidos de estação de tratamento de efluentes de fábrica de papel reciclado. Revista Floresta, Curitiba, v.39, n.1, p.1-10, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de 2 Solos. Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

MAEDA, S. BOGNOLA, I.A.; SILVA, H.D.da. Avaliação de lama de cal e cinza de biomassa florestal como insumo florestal. Colombo: Embrapa Florestas, 2014. (Série Documentos, 270. 41p.)

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

SILVA, F. C. da (Ed.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2ª. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 627 p.

SILVA, M. L. de; TREVIZAM, A.R. Interações iônicas e seus efeitos na nutrição de plantas. Informações Agrônomicas, Piracicaba, n. 149, p.10-17, mar. 2015.

**Tabela 1.** Altura, diâmetro a altura do peito (Dap), volume sólido (VS) e área basal de árvores de *Eucalyptus benthammi* submetidas a aplicação de lodo celulósico, calcário dolomítico e cinza de madeira.

Tratamentos*	Altura	Dap	VS	Área basal
	(m)	(cm)	(m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	(m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
Testemunha	7,6 b	7,0 b	21,4 c	6,2 b
Lodo celulósico	8,0 b	7,4 b	26,6 c	7,0 b
Calcário dolomítico	9,0 b	9,4 a	47,2 b	11,4 a
Cinza	10,4 a	10,1 a	62,3 a	12,9 a
CV - %	15,1	13,55	37,47	25,72

\*Valores seguidos por letras iguais nas colunas não diferem significativamente Pelo teste de Duncan (5%). Ausência de letras indica igualdade estatística (F 5%)

**Tabela 2.** Teores foliares de nutrientes de árvores de *Eucalyptus benthammi* submetidas à aplicação de lodo celulósico, calcário dolomítico e cinza de madeira.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	----- g kg <sup>-1</sup> -----				
Testemunha	21,57	1,28	9,56 a	3,35 c	1,51 bc
Lodo celulósico	20,42	1,13	7,75 b	7,81 a	1,37 c
Calcário dolomítico	19,32	1,20	7,79 b	4,21 bc	1,98 a
Cinza de madeira	20,20	1,32	9,78 a	4,66 b	1,68 b
CV - %	8,91	9,87	8,15	12,94	7,01

\*Valores seguidos por letras iguais nas colunas não diferem significativamente (Duncan 5%). Ausência de letras Indica igualdade estatística (F 5%)