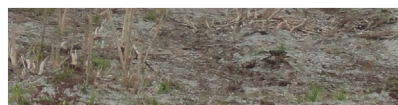
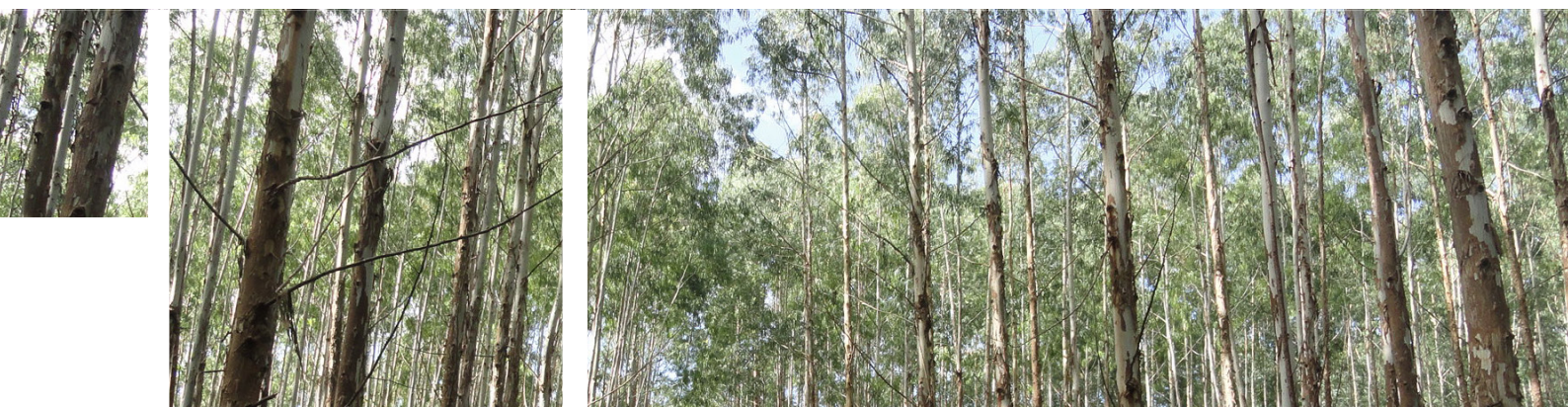


Produção de biomassa de tronco de *Eucalyptus benthamii* submetida à aplicação de lama de cal, cinza de madeira e calcário no oeste catarinense





**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Florestas  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**DOCUMENTOS 346**

Produção de biomassa de tronco de  
*Eucalyptus benthamii* submetida à aplicação de lama de  
cal, cinza de madeira e calcário no oeste catarinense

*Shizuo Maeda  
Itamar Antonio Bognola  
João Bosco Vasconcelos Gomes*



Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Florestas**

Estrada da Ribeira, km 111, Guaraituba,  
Caixa Postal 319  
83411-000, Colombo, PR, Brasil  
Fone: (41) 3675-5600  
www.embrapa.br/florestas  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações da  
Embrapa Florestas

Presidente  
*Patrícia Póvoa de Mattos*

Vice-Presidente  
*José Elidney Pinto Júnior*

Secretária-Executiva  
*Elisabete Marques Oaida*

Membros  
*Annete Bonnet*  
*Cristiane Aparecida Fioravante Reis*  
*Guilherme Schnell e Schühli*  
*Krisle da Silva*  
*Marcelo Francia Arco-Verde*  
*Marcia Toffani Simão Soares*  
*Marilice Cordeiro Garrastazu*  
*Valderês Aparecida de Sousa*

Supervisão editorial  
*José Elidney Pinto Júnior*

Revisão de texto  
*José Elidney Pinto Júnior*

Normalização bibliográfica  
*Francisca Rasche*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*Neide Makiko Furukawa*

Fotos capa  
*Shizuo Maeda*

**1ª edição**

Versão digital (2020)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Florestas

---

Produção de biomassa de tronco de *Eucalyptus benthamii* submetido  
à aplicação de lama de cal, cinza de madeira e calcário no Oeste  
Catarinense [recurso eletrônico] / Shizuo Maeda ... [et al.]. -  
Colombo : Embrapa Florestas, 2020.  
12 p. - (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958 ; 346)

Modo de acesso: World Wide Web:

<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/item/221>>

1. *Eucalyptus benthamii*. 2. Biomassa florestal. 3. Resíduo industrial.  
4. Fertilidade do solo 5. Eucalipto. I. Maeda, Shizuo. II. Bognola, Itamar  
Antonio. III. Gomes, João Bosco Vasconcelos. IV. Série.

CDD (21. ed.) 631.8

## **Autores**

### **Shizuo Maeda**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

### **Itamar Antonio Bognola**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Florestal, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR

### **João Bosco Vasconcellos Gomes**

Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR



## Apresentação

A disposição adequada de resíduos industriais é uma exigência estabelecida em legislação específica. Entre as alternativas disponíveis, destaca-se a utilização desses materiais como insumo para o plantio florestal. A utilização desses resíduos para essa finalidade depende de avaliação prévia de seus efeitos no ambiente e nas plantas. Relata-se nesse trabalho os resultados da avaliação da lama de cal, resíduo gerado na recuperação do licor verde, utilizado no cozimento de cavacos de madeiras para a separação da fibra celulósica e da cinza gerada na queima da madeira para a produção energética na produtividade de biomassa de tronco de *Eucalyptus benthamii*.

*Marcílio José Thomazini*

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento  
Embrapa Florestas





## Sumário

Introdução.....	9
Material e métodos.....	9
Resultados.....	11
Considerações.....	12
Referências .....	12



## Introdução

A destinação sustentável de resíduos é um dos grandes desafios da produção industrial de celulose e papel. A aplicação desses resíduos como insumo de plantios florestais, uma vez atendidos os preceitos da legislação ambiental, é uma alternativa que pode se tornar muito atraente, atuando como um condicionador do solo. Os resíduos podem atuar nas propriedades físicas (porosidade e retenção de água) e na manutenção ou melhoria da fertilidade do solo, contribuindo para a sustentabilidade do sítio florestal (Barros et al., 1982; Lourenço, 1997; Dedecek; Bellotte, 2008; Maeda; Bognola, 2013)

Boa parte da produção florestal utiliza áreas degradadas pelo uso agropastoril pretérito ou mesmo áreas inaptas ao cultivo de lavouras anuais. Esses solos vão apresentar, de forma conjunta ou alternada, diferentes graus de limitações para os plantios florestais, envolvendo, principalmente, deficiências de nutrientes e água. Boa parte dessas limitações é uma consequência do histórico de exportação de nutrientes e da erosão dos solos, resultando em reduções drásticas da qualidade dos sítios florestais. Esse efeito pode ser minimizado pela combinação da aplicação de fertilizantes e práticas de manejo florestal, que incluem a aplicação de resíduos industriais e urbanos (Balbinot Junior et al., 2014; Bognola, et al., 2019, Maeda et al., 2019).

A cinza de biomassa florestal e a lama de cal são resíduos da indústria de celulose e papel que, ao serem aplicados no solo, possibilitam importantes mudanças em suas propriedades químicas e físicas. São conhecidos os efeitos benéficos da aplicação desses resíduos no solo, aumentando os valores de pH, cátions trocáveis (Ca, Mg e K), P extraível e a capacidade de troca catiônica, reduzindo o Al trocável e, do ponto de vista físico, melhorando a capacidade de agregação das partículas do solo (Gonçalves; Moro, 1995; Osaki; Darolt, 2009; Balbinot Junior et al., 2014; Bognola et al., 2019, Maeda et al., 2019). A lama de cal normalmente apresenta teores elevado de Ca e reduzido de Mg, o que pode resultar no desequilíbrio nutricional em solos com baixos teores de Mg, que é a condição da quase totalidade dos solos sob plantios florestais, sendo possível que esse desequilíbrio seja minimizado com a aplicação combinada da lama de cal com a cinza de madeira. Para a correção da deficiência de Ca e Mg, comumente é recomendada a aplicação de calcário dolomítico (Bognola, 2014). Em resumo, a aplicação da cinza e da lama de cal pode se tornar extremamente competitiva na substituição de insumos tradicionais, para a melhoria das condições químicas do solo, principalmente a calagem e a adubação potássica.

O objetivo desse trabalho foi estimar o efeito de doses de lama de cal e cinza de biomassa florestal, aplicadas de forma isolada e combinada, na produtividade de biomassa de tronco de *Eucalyptus benthamii*.

## Material e métodos

A área experimental está localizada no talhão Ressaca, distrito de Campina da Alegria, município de Vargem Bonita, SC, pertencente à Irani Papel e Embalagens S.A. O solo da área experimental é um LATOSSOLO BRUNO Distróférrico típico, A húmico, textura argilosa, com capacidade de troca de cátions na camada 0-20 cm superior a  $15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ . Os resultados da análise do solo antes do estabelecimento do ensaio experimental encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas iniciais do solo utilizado no estudo.

Camada cm	pH CaCl <sub>2</sub>	Al	Ca	Mg	K	P*	Ca/Mg
		cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				mg dm <sup>-3</sup>	
0 a 10	3,93	2,68	0,58	0,01	0,13	2,48	57,50
10 a 20	3,97	2,26	0,38	0,01	0,06	0,80	37,50
20 a 40	4,01	1,96	0,36	0,01	0,04	0,80	36,25

\* P Mehlich 1

Os tratamentos componentes desse estudo encontram-se na Tabela 2. Um tratamento recebeu apenas a aplicação de calcário dolomítico para fins de comparação com os tratamentos contendo as doses dos resíduos. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os materiais componentes de cada tratamento foram aplicados em toda a superfície da parcela experimental, com a incorporação sendo realizada nas covas de plantio das mudas, por meio de coveadora motorizada. O plantio das mudas foi realizado em novembro de 2011.

**Tabela 2.** Doses (Mg ha<sup>-1</sup>) de lama de cal, cinza de madeira e calcário dolomítico aplicadas no ensaio instalado na fazenda Ressaca, distrito de Campina da Alegria, Vargem Bonita, SC.

Tratamento	Lama de cal	Cinza de madeira	Calcário dolomítico
1	-	-	-
2	1,5	-	-
3	3,0	-	-
4	6,0	-	-
5	-	1,5	-
6	-	3,0	-
7	-	6,0	-
8	-	-	1,5
9	1,5	1,5	-
10	3,0	3,0	-
11	6,0	6,0	-

Tracejado indica ausência.

Em janeiro de 2020 foi realizada a avaliação do volume do tronco da árvore dominante de cada parcela experimental, com abate da mesma e as medições da altura total e dos diâmetros da base, da altura média e do ápice do tronco, para a estimativa do volume total pelo modelo de Smalian (Souza et al., 2017).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de regressão, considerando a aplicação de lama de cal e de cinza de forma isolada e a aplicação desses dois resíduos misturados em igual quantidade. A máxima eficiência técnica para a lama de cal, cinza de madeira e para a mistura desses materiais foi estimada conforme Raij (1991). Nos casos das misturas, quando se refere à dose 1.500 kg ha<sup>-1</sup>, 3.000 kg ha<sup>-1</sup> e 6.000 kg ha<sup>-1</sup>, deve-se considerar a participação de lama de cal e cinza de biomassa em igual quantidade.

As características químicas analisadas nos materiais estudados são apresentadas na Tabela 3.

**Tabela 3.** Características químicas dos materiais estudados.

Resíduo	PN	PRNT	Ca	Mg	K	P	Umidade	pH
	%							
Lama de cal	94,1	94,1	37,64	0	-	-	32,77	12,9
Cinza de madeira	20,7	19,9	4,40	0,67	0,2	0,46	-	7,3
Calcário dolomítico	100,0	75,2	20,44	12,09	-	-	-	-

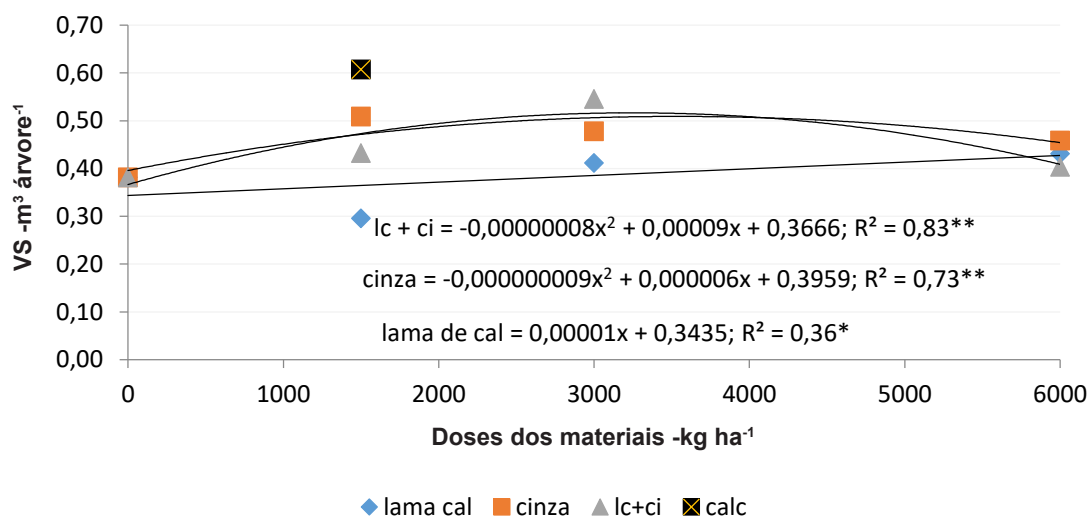
## Resultados

Os dados de volume de tronco (VT), para as doses de lama de cal, cinza de madeira e mistura entre esses materiais submetidos à análise de regressão e o VT estimado para a aplicação de calcário dolomítico são apresentados na Figura 1. Os dados para lama de cal apresentaram efeito linear enquanto para a cinza de madeira e para a mistura dos materiais apresentaram efeito quadrático.

Para a cinza de madeira, a dose para máxima eficiência técnica (Rajj, 1991) foi  $3.200 \text{ kg ha}^{-1}$ , com VT de  $0,496 \text{ m}^3 \text{ árvore}^{-1}$ , enquanto para a mistura da lama de cal e da cinza de madeira a dose para máxima eficiência técnica foi  $4.500 \text{ kg ha}^{-1}$  com VT de  $0,569 \text{ m}^3 \text{ árvore}^{-1}$ , sugerindo um possível efeito complementar da cinza aplicada como fonte de nutrientes, principalmente de Mg. O incremento observado com a aplicação da mistura de lama de cal + cinza, em relação à aplicação isolada de cinza de madeira, foi de 15%. Considerando a quantidade de lama de cal ( $2.500 \text{ kg ha}^{-1}$ ) na dose de máxima eficiência técnica, na mistura com cinza de madeira, a produção de biomassa estimada com a aplicação isolada de lama em VT nessa dose é de  $0,366 \text{ m}^3 \text{ árvore}^{-1}$ , o que corresponde a 64% daquela obtida com a dose de máxima eficiência técnica da mistura.

Apesar dos baixos teores de Ca, Mg, K e P presentes na cinza de madeira, a sua aplicação supre parte da demanda desses nutrientes pelo eucalipto. Na dose proporcionando a máxima eficiência técnica da mistura de lama de cal e cinza de madeira ( $4.500 \text{ kg ha}^{-1}$  de cada material), foram aplicados, por meio da cinza de madeira,  $277 \text{ kg ha}^{-1}$  de CaO,  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de MgO,  $50 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  e  $48 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

A aplicação isolada de lama de cal aparentemente não é adequada para as condições do solo estudado, tendo em vista que os teores de Ca e Mg desse solo são baixos para o cultivo do eucalipto e a lama de cal apresenta elevados teores de Ca em relação aos de Mg, resultando numa razão desproporcional para a relação entre os nutrientes prejudicial à absorção de Mg.



**Figura 1.** Volume de biomassa de tronco (VT) de *Eucalyptus benthamii* submetida a doses ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de calcário dolomítico (calc), de lama de cal (lc), cinza (cin) e da mistura de doses de lama de cal e cinza.

## Considerações

Os dados obtidos dessa experimentação demonstram a superioridade da aplicação combinada de lama de cal e cinza de biomassa de madeira comparativamente à aplicação isolada de lama de cal, na produtividade de biomassa de tronco de *Eucalyptus benthamii*, nas condições de um LATOSSOLO BRUNO Distrófico típico, A húmico, textura argilosa, com capacidade de troca de cátions na camada 0-20 cm superior a  $15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , avaliada 98 meses após o plantio, próximo à idade de corte raso. Considera-se que essa informação se enquadra no nível 5 da escala de maturidade tecnológica (TRL), sendo necessário novas avaliações em condições pré-comerciais, para o incremento do seu nível de maturidade tecnológica.

## Referências

- BALBINOT JUNIOR, A. A.; VEIGA, M. da; FONSECA, J. A. da; VOGT, G. A.; ALBUQUERQUE, J. A.; OLIVEIRA COSTA, E. R. Aplicação de resíduo de reciclagem de papel em Cambissolo Háplico e seu efeito no solo e no cultivo de plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 38, p. 336-344, 2014. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832014000100034>>.
- BARROS, N. F. de; PEREIRA, A. R.; BORBA, A. M. Liberação de nutrientes minerais mediante a queima de leiras. **Revista Árvore**, v. 6, n. 1, p. 84-89, 1982.
- BOGNOLA, I. A. Fundamentos de nutrição, adubação e calagem. In: SANTOS, P. E. T. dos. (Ed.). **Cultivo do eucalipto**. 4. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2014. (Sistemas de produção, 4). Disponível em: <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaoof6\\_1ga1ceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=7811&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicId=8516](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaoof6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7811&p_r_p_-996514994_topicId=8516)>.
- BOGNOLA, I. A.; MAEDA, S.; SOARES, M. T. S.; GOMES, J. B. V. **Doses de cinza de madeira como fonte de K, Ca e Mg em solos sob plantio de pinus no Oeste Catarinense**. Colombo: Embrapa Florestas, 2019. 7 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 436). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1114031>>.
- DEDECEK, R. A.; BELLOTE, A. F. J. **Uso de resíduos de colheita e industriais em plantios de eucaliptos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 4 p. (Embrapa Florestas, Comunicado técnico, 221). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/315903>>.
- GONÇALVES, J. L. de M.; MORO, L. Efeitos da cinza de biomassa florestal sobre a produtividade de povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira. **IPEF**, Piracicaba n. 48/49. p. 18-27, 1995.
- LOURENÇO, R. S. Curvas de neutralização de solo com lama de cal comparada com  $\text{CaCO}_3$ , p.a. e calcário. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 35, p. 49-57, 1997.
- MAEDA, S.; BOGNOLA, I. A. Propriedades químicas de solo tratado com resíduos da indústria de celulose e papel. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 33, n. 74, p. 169-177, 2013.
- MAEDA, S. BOGNOLA, I.A, GOMES, J. B.V. GOMES, COSTA, E. R. de O. COSTA. **Aplicação de lodo de reciclagem de papel como fonte de cálcio em solos cultivados com Pinus taeda no planalto sul catarinense**. Colombo: Embrapa Florestas, 2019. 10 p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 441). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1115306>>.
- OSAKI, F.; DAROLT, M. F. **Estudo da qualidade de cinzas vegetais para uso como adubos na região metropolitana de Curitiba**. Disponível em <[www.iapar.br/arquivos/File/zip\\_pdf/darolt\\_qualcinzasv.pdf](http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/darolt_qualcinzasv.pdf)>. Acesso em: 26 abr. 2019.
- RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343 p.
- SOUZA, H. S.; DRESCHER, R.; VENDRUSCOLO, D. G. S.; MOURA, J. P. V. M.; SIQUEIRA, T. A. da S.; MAMORÉ, F. M. Comparação de métodos para cubagem de eucalipto. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 35, n. 1, p. 17-26, 2017.

**Embrapa**

---

**Florestas**

