



III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

Densidade básica e crescimento de eucalipto sob aplicação de composto orgânico

Ricardo Marques Barreiros¹
Iraê Amaral Guerrini¹
Cláudio Angeli Sansígolo¹

¹ Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

DENSIDADE BÁSICA E CRESCIMENTO DE EUCALIPTO SOB APLICAÇÃO DE COMPOSTO ORGÂNICO

Resumo: A adubação orgânica tem sido uma prática eficiente em plantações florestais, que pode resultar em melhoria significativa da fertilidade do solo e, conseqüentemente, do potencial produtivo da floresta, tornando-se também uma alternativa promissora para a disposição final adequada dos resíduos orgânicos. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de lixo urbano semidecomposto na produtividade e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* em relação à adubação química convencional. O material foi obtido de uma plantação comercial de 8,4 anos de idade na região Centro-Oeste do Estado de São Paulo. A amostragem foi aleatória, sendo de 24 árvores em cada área estudada, isto é, com e sem aplicação do lixo urbano semidecomposto, divididas em 2 parcelas aleatórias e 4 classes de DAP. Os resultados mostraram que a aplicação do composto orgânico (lixo orgânico semidecomposto) proporcionou árvores mais altas, de maiores diâmetros e de maiores volumes de madeira, porém de menores densidades básicas.

Palavras-chave: Adubação orgânica; produtividade de madeira; qualidade da madeira.

BASIC DENSITY AND GROWTH EUCALYPTUS UNDER APPLICATION OF ORGANIC FERTILIZATION

Abstract: The organic fertilization has been an efficient practice in forest plantations, which can result in significant improvement in soil fertility and, consequently, the productive forest potential, also becoming a promising alternative for the proper disposal of organic waste. This work aimed to evaluate the effect of the application of semi-decomposed urban waste in productivity and quality of *Eucalyptus grandis* wood compared to conventional chemical fertilizer. The material was obtained from a commercial plantation of 8.4 years in the Midwest region of the São Paulo State. The sampling was randomized, with 24 trees in each area studied, this is, with and without application of semidecomposed urban waste, random divided into 2 plots and 4 DAP classes. The results showed that application of the organic compost (semidecomposed organic waste) gave higher trees, diameters larger and larger quantities of wood, but with lower basic densities.

Keywords: Organic fertilization; wood productivity; wood quality.

1. INTRODUÇÃO

Somente o Brasil produz diariamente cerca de 190 mil toneladas de resíduo sólido urbano (lixo), sendo que 113,9 mil toneladas (58,4%) são destinadas a aterros sanitários, 42,2 mil toneladas (24,2%) a aterros controlados e 33,9 mil toneladas (17,4%) a lixões (ABRELPE, 2014).

Segundo Gorgati e Lucas Júnior (2001), outras opções para a disposição final do lixo são os incineradores, as usinas de compostagem, os digestores anaeróbios e outros, sendo que a escolha de uma delas depende de características do local e de disponibilidade financeira. Neste sentido, uma maneira de tornar aproveitável esses resíduos orgânicos, desenvolvida

por sistema de baixo custo e facilidade operacional é a compostagem (PEREIRA NETO, 1997).

Por outro lado, a atividade florestal no Brasil geralmente utiliza solos arenosos, que se destacam pela baixa fertilidade. Dentre os gêneros florestais utilizados, destaca-se o do eucalipto, que tem apresentado um papel importante do ponto de vista silvicultural e econômico, apesar de que o baixo nível tecnológico aplicado no seu cultivo fez com que as empresas florestais convivessem por muitas décadas com baixas produções (MOREIRA et al., 2005).

Na busca de aumentar a produtividade, novos recursos foram incorporados aos sistemas produtivos, por exemplo, além do crescimento das áreas reflorestadas, porém em solos com deficiências em nutrientes, houve também um forte aumento do consumo de fertilizantes (OLIVEIRA et al., 2001).

Em plantações florestais de eucalipto, a adubação orgânica é uma prática silvicultural eficiente, que além de resultar em melhoria significativa da fertilidade do solo, conseqüentemente, do potencial produtivo da floresta, torna-se uma alternativa promissora para a disposição final adequada dos resíduos orgânicos (BARREIROS, 2006).

De uma maneira geral, o estudo dos efeitos da fertilização química sobre a produtividade em florestas verticalizadas tem sido muito comum, porém, estudos sobre a implicação da fertilização na qualidade da madeira ainda tem sido poucos, principalmente quando se trata de composto orgânico aplicado em florestas de folhosas. Logo, este trabalho teve por objetivo investigar o efeito da aplicação de um composto orgânico, mais precisamente o lixo urbano semi-decomposto, sobre a produtividade e a qualidade da madeira de uma população comercial de *Eucalyptus grandis*, frente à adubação química convencional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 O experimento

O experimento foi conduzido no município de Itatinga, estado de São Paulo, Brasil. O local está a 23°15'S e 48°28'O, com altitude entre 650 e 700 m. O clima predominante, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, com precipitação média anual variando de 1200 a 1300 mm, concentrada no período de outubro a março e sem déficit hídrico. As temperaturas médias variam de 22 a 23°C no mês mais quente do ano e de 15 a 16°C no mês mais frio. O solo é do tipo Neossolo Quartzarênico, profundo, bem drenado, com textura arenosa. Devido à constituição quartzosa, esse solo é pobre em nutrientes minerais, ácido, com alta saturação em alumínio, baixa capacidade de retenção de cátions e de água. O relevo é descrito como suave ondulado, declividade baixa, favorável à prática silvicultural mecanizada.

O material em estudo trata-se de dois talhões de uma população comercial de *Eucalyptus grandis*, plantado em espaçamento de 3 m x 2 m, com 8,4 anos de idade, cujas mudas foram produzidas por sementes. Um dos talhões (38,52 ha) recebeu o composto orgânico (lixo urbano semidecomposto) e o outro (64,11 ha) recebeu adubação química convencional.

Os tratamentos foram denominados “com composto” e “sem composto”, detalhados a seguir:

Tratamento com composto - no plantio, foram realizadas adubação e calagem com 1.500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 90) + 15.000 kg ha⁻¹ de composto orgânico urbano (composição, ver Tabela 1) + 500 kg ha⁻¹ de termofosfato Yoorim (18% de P₂O₅, 25% de CaO e 16% de MgO) + 400 kg ha⁻¹ da formulação 10-10-10. Vinte e sete meses depois, foi realizada a adubação de manutenção para corrigir os teores foliares, cuja quantidade de fertilizante

(NPK) foi calculada com base nos dados de análise foliar, sendo aplicado 175 kg ha⁻¹ da formulação 14-07-28.

Tratamento sem composto - no plantio, foram realizadas adubação e calagem com 1.500 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 90) + 500 kg ha⁻¹ de termofosfato Yoorim (18% de P₂O₅, 25% de CaO e 16% de MgO) + 400 kg ha⁻¹ da formulação 10-10-10. Vinte e sete meses depois, foi realizada a adubação de manutenção para corrigir os teores foliares, cuja quantidade de fertilizante (NPK) foi calculada com base nos dados de análise foliar, sendo aplicado 175 kg ha⁻¹ da formulação 14-07-28.

O composto orgânico de lixo urbano foi proveniente da Usina Santa Leopoldina, da cidade de São Paulo-SP, cuja análise química foi realizada antes de sua aplicação no plantio das mudas, pelo Laboratório de Análises Químicas do Departamento de Limpeza Urbana da Prefeitura de São Paulo, e revelou a composição química mostrada na Tabela 1, após o composto ser totalmente curado e peneirado.

Tabela 1. Características químicas do composto de lixo urbano utilizado

Variável analisada	Teor
pH	8,0
Cinzas, g kg ⁻¹	457,0
Umidade, g kg ⁻¹	350,0
Matéria orgânica, g kg ⁻¹	530,0
Carbono, g kg ⁻¹	225,0
Nitrogênio, g kg ⁻¹	18,0
Relação C/N	12,5
Fósforo, g kg ⁻¹	2,4
Potássio, g kg ⁻¹	8,9
Cálcio, g kg ⁻¹	21,0
Magnésio, g kg ⁻¹	2,9
Enxofre, g kg ⁻¹	3,3

As análises dos solos dos talhões foram realizadas na época do plantio, pela empresa, e na época da colheita da madeira, pelo Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Recursos Naturais (Ciência do Solo) da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista de Botucatu-SP, de acordo com a metodologia proposta por Raij et al. (1987). Nove amostras simples de solo foram coletadas, na profundidade de 0-20 cm, formando 3 amostras compostas após a homogeneização em cada tratamento. Essas coletas ocorreram na época do plantio e logo após o abate das árvores e amostragem da madeira. Foram realizadas análises para as seguintes variáveis: pH (em CaCl₂), matéria orgânica (M.O.), H+Al, P, K, Ca, Mg e Saturação por bases (V%), sendo que P, K, Ca e Mg foram extraídos pela resina trocadora de íons, cujos teores constam na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização química dos solos nas épocas de plantio e colheita

Tratamento	Operação	pH	M.O. g dm ⁻³	P mg dm ⁻³	K -----mmol _c dm ⁻³ -----	Ca	Mg	Al ³⁺	H+Al	CTC	V %
	Plantio	3,5	14	6	0,2	1	1	2	5	6	5
Com comp.	Colheita	3,9	15	4	0,4	3	2	8	38	45	10
Sem comp.	Colheita	3,9	15	4	0,3	4	3	7	39	43	11

2.2 Amostragem das árvores

Para cada área, com e sem aplicação do composto, foram coletadas 24 árvores amostradas aleatoriamente dentro de cada tratamento em 2 parcelas aleatórias e 4 classes de DAP (< 12 cm, 12-15,5 cm, 15,5-19 cm e > 19 cm). O total de árvores amostradas foi 48, número que está além do que a Norma Panamericana COPANT (1972) reporta, ou seja, um número mínimo de cinco árvores por população para estudos tecnológicos, quando se tem um conhecimento prévio da espécie.

2.3 Dendrometria

Após a medição dos DAPs (Diâmetros à Altura do Peito), as árvores amostradas foram abatidas, medidas as alturas total (HT) e comercial (HC), retirados discos de aproximadamente 4 cm de espessura a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial, esta considerada no diâmetro mínimo de 8 cm com casca. Tais medidas foram utilizadas nos cálculos de volume e densidade básica da madeira e da casca.

2.4 Preparação dos discos

Em condições de laboratório, a preparação das amostras a partir dos discos ocorreu na condição seca ao ar com, aproximadamente, 12% de umidade e as análises químicas da madeira ocorreram na condição absolutamente seca.

Os discos foram processados nas formas adequadas às análises subsequentes, isto é, tiveram seus diâmetros medidos com casca e depois foram descascados para a determinação da densidade básica.

2.5 Determinações dendrométricas e físicas

Uma vez bem identificadas, as amostras foram preparadas e as determinações foram as seguintes:

2.5.1 Volume comercial de madeira com casca

O volume comercial de madeira de cada árvore, com casca, foi determinado pela equação geral de Smalian, descrito por Veiga (1984), segundo a Expressão 1.

$$V = \frac{\pi L}{4} \left[D_0^2 + D_{100}^2 + 2(D_{25}^2 + D_{50}^2 + D_{75}^2) \right] \quad (1)$$

Onde:

V = volume comercial de madeira da árvore com casca, m³;

π = número pi (3,1416);

L = comprimento do segmento de madeira entre os discos retirados da árvore, m;

D = diâmetro dos discos de madeira a diversas alturas (0, 25, 50, 75 e 100%) da altura comercial da árvore, m.

2.5.2 Densidade básica da madeira

Foi utilizada uma das cunhas de cada disco, sem indício de nó, para a determinação da densidade básica da madeira nas respectivas alturas (0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial) ao longo do fuste da árvore. Essa determinação foi feita conforme o método da balança hidrostática, norma ABTCP M 14/70 (ABTCP, 1974).

2.5.3 Densidade básica média da árvore

Para o cálculo da densidade básica média de cada árvore, calcularam-se os volumes de madeira das toras compreendidas entre dois discos sucessivos e os respectivos pesos secos, expressos pelo produto entre seus volumes e as densidades básicas dos discos, calculadas anteriormente. A densidade básica média de cada árvore foi, então, calculada por meio da Expressão 2, ou seja, a média ponderada, em função da densidade básica de cada cunha, que na verdade representa o disco, e o respectivo diâmetro do disco sem casca, conforme descrito por Sansígolo e Barreiros (1998).

$$Dba = \frac{1}{2} \cdot \frac{(D_0^2 + D_{25}^2)(Db_0 + Db_{25}) + \dots + (D_{75}^2 + D_{100}^2)(Db_{75} + Db_{100})}{D_0^2 + D_{100}^2 + 2(D_{25}^2 + D_{50}^2 + D_{75}^2)} \quad (2)$$

Onde:

Dba = densidade básica média da árvore, $g\ cm^{-3}$;

D = diâmetro dos discos de madeira a diversas alturas (0, 25, 50, 75 e 100%) da altura comercial da árvore, cm;

Db = densidade básica dos discos de madeira a diversas alturas (0, 25, 50, 75 e 100%) da altura comercial da árvore, $g\ cm^{-3}$;

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez medidas as 48 árvores dos dois tratamentos, sem e com a aplicação do composto orgânico, quanto ao DAP, diâmetro a várias alturas (0, 25, 50, 75 e 100%) da altura comercial, altura total e aplicadas as equações 1 e 2, denota-se que a aplicação do composto orgânico é uma alternativa renovável para o crescimento em altura das árvores analisadas, porém o mesmo não foi obtido para o diâmetro. Dessa forma, as Tabelas 3 e 4 mostram tal afirmação.

O DAP médio das árvores (Tabela 3) não foi diferente entre os tratamentos, porém diferenciou-se entre as classes de diâmetros estipuladas com e sem composto.

Tabela 3. DAP médio das árvores nos respectivos tratamentos e classes diamétricas

Tratamento	Classe de diâmetro (cm)				Média
	< 12	12 ≤ 15,5	15,5 ≤ 19	> 19	
Sem (cm)	10,4	13,5	17,2	23,3	16,1 a
Com (cm)	10,4	14,0	17,4	24,4	16,6 a
Média	10,4 D	13,8 C	17,3 B	23,4 A	16,3

Em estudos com outra espécie, Trautenmüller et al. (2016) obtiveram resultados semelhantes para a altura. Observaram que a utilização de composto orgânico proveniente de lixo urbano, sem tratamento, proporcionou mudas de *Ilex paraguariensis* com maiores alturas e diâmetros do colo, juntamente com a menor relação H/D (altura/diâmetro).

Já a altura total média das árvores (Tabela 4) foi diferente entre os tratamentos e entre as classes de diâmetros estipuladas, sendo as de maiores diâmetros as mais altas e na presença de composto orgânico.

Tabela 4. Altura total média das árvores nos respectivos tratamentos e classes diamétricas

Tratamento	Classes de diâmetros (cm)				Média
	< 12	12 ≤ 15,5	15,5 ≤ 19	> 19	
Sem (m)	19,9 aC	24,0 aB	26,5 bA	28,7 bA	24,8 b
Com (m)	20,0 aD	24,3 aC	29,4 aB	33,0 aA	26,7 a
Média	19,9 B	24,2 B	28,0 A	30,8 A	25,7

Andrade (2002) também constatou aumento da produtividade, 46 % em volume e 37 % em biomassa, em árvores de *E. grandis*, aos 7 anos de idade, com aplicação de lixo urbano orgânico compostado em relação à aplicação de fertilizantes minerais.

Teixeira et al. (2004) utilizaram composto orgânico de lixo urbano em formação de mudas de abieiro e também concluíram que o mesmo pode funcionar perfeitamente como fonte de adubo, antecipando o tempo de formação das mesmas. Resultados semelhantes aos citados por estes autores, foram encontrados por Oliveira et al. (2000) em milho como planta indicadora.

O volume total médio das árvores (Tabela 5) foi diferente entre os tratamentos e entre as classes de diâmetros estipuladas, sendo as de maiores volumes aquelas de maiores diâmetros e na presença de composto orgânico, caracterizando um aumento na produtividade em volume de madeira.

Tabela 5. Volume total médio das árvores nos respectivos tratamentos e classes diamétricas

Tratamento	Classes de diâmetros (cm)				Média
	< 12	12 ≤ 15,5	15,5 ≤ 19	> 19	
Sem (m ³)	0,074 aD	0,164 bC	0,285 bB	0,581 bA	0,276 b
Com (m ³)	0,074 aD	0,196 aC	0,321 aB	0,734 aA	0,331 a
Média	0,074 D	0,180 C	0,303 B	0,658 A	0,304

Corroborando os resultados encontrados neste estudo, Barreiros (2006) avaliou o efeito da aplicação de um composto orgânico de lodo de esgoto doméstico tratado (0 a 40 t ha⁻¹ base seca) frente a uma dose de adubo mineral nos atributos físicos da madeira de *Eucalyptus grandis*, em árvores de cinco anos de idade, no mesmo município deste trabalho. O composto diminuiu a densidade básica da madeira, o que foi compensado pelo aumento na produtividade de madeira.

A densidade básica média das árvores (Tabela 6) foi diferente entre os tratamentos e entre as classes de diâmetros estipuladas, sendo as de maiores densidades as de maiores diâmetros e na ausência de composto orgânico.

Tabela 6. Densidade básica média das árvores nos respectivos tratamentos e classes diamétricas

Tratamento	Classes de diâmetros (cm)				Média
	< 12	12 ≤ 15,5	15,5 ≤ 19	> 19	
Sem (g/cm ³)	0,454 aB	0,455 aB	0,485 aA	0,485 aA	0,470 a
Com (g/cm ³)	0,408 bD	0,424 bC	0,440 bB	0,460 bA	0,433 b
Média	0,431 B	0,440 B	0,462 A	0,473 A	0,451

Com o presente trabalho, verificou-se que a utilização de composto orgânico pode ser uma alternativa viável e promissora em termos de produtividade, além de ecológica, pois o lixo urbano é também um problema urbano. Por ser reciclável, deixa de ser lixo e passa a ser matéria prima como composto orgânico, que pode ser aplicado na produção de espécies florestais.

4. CONCLUSÕES

A aplicação do composto orgânico (lixo orgânico semi-decomposto) proporcionou árvores mais altas, de maiores diâmetros e de maiores volumes de madeira, porém de menores densidades básicas.

5. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, G. de C. Efeitos da aplicação de composto orgânico de lixo urbano e de fertilizante mineral em povoamentos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. 2002. 132 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 12^a ed. São Paulo, 2014. 118 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. MÉTODOS DE ENSAIO. São Paulo, 1974.

BARREIROS, R.M. Modificações na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* causadas pela adubação com lodo de esgoto tratado. 2006. 111p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

COPANT - Comissão Panamericana de Normas Técnicas, Maderas - Selección y colección de muestras. Norma Panamericana., 1972. 458 p.

GORGATI, C.Q.; LUCAS JÚNIOR, J. Compostagem da fração orgânica de lixo urbano do município de São Lourenço da Serra-SP.: rendimento da produção de composto durante a estação de inverno. ENERGIA NA AGRICULTURA, Botucatu, v.16, n.2, p.63-69, 2001.

MOREIRA, C.R.; GUERRINI, I.A.; BIAGGIONI, M.A.M. Avaliação energética do cultivo de eucalipto, com e sem composto de lixo urbano. ENERGIA NA AGRICULTURA, Botucatu, v.20, n.4, p. 1-19, 2005.

OLIVEIRA, R. F. de; CRUZ, E. de S.; TEIXEIRA, L. B. Efeito do composto de lixo orgânico urbano de Barcarena na produção de matéria seca de milho em casa de vegetação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 15p. (Boletim de Pesquisa, 26)

OLIVEIRA, S. A.; MORAES, M. L. T.; BUZETTI, S. Efeito da adubação NPK com e sem boro no crescimento de *Eucalyptus citriodora* Hook. REVISTA DO INSTITUTO FLORESTAL, São Paulo, v.13, n.2, p.115-120, 2001.

PEREIRA NETO, J.T. Características, disponibilidades e usos alternativos de resíduos orgânicos de origem urbana. In: WORKSHOP SUL-AMERICANO SOBRE SUSOS ALTERNATIVOS DE RESÍDUOS FLORESTAL E URBANO, 1., 1997, Curitiba. ANAIS ... Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1997. p. 105-109.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO PARA FINS DE FERTILIDADE. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170p.

SANSÍGOLO, C.A.; BARREIROS, R.M. Qualidade da Madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* para produção de celulose kraft. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL DA ABTCP, 31., São Paulo, 1998. ANAIS ... São Paulo:ABTCP, 1998. p. 417-429.

TEIXEIRA, L. B.; CARVALHO, J. E. U. de; MULLER, C. H.; FURLAN JÚNIOR, J.; DUTRA, S. Uso de composto orgânico de lixo urbano na produção de mudas de Abieiro. Belém: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2004. 03p. (Comunicado Técnico, 86).

TRAUTENMÜLLER, J. W.; BORELLA, J.; LAMBRECHT, F. R.; VALERIUS, J.; COSTA JÚNIOR, S.; LESCHEWITZ, R. Influência de composto orgânico no desenvolvimento de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire. Advances in Forestry Science, Cuiabá, v.3, n.4, p.55-58, 2016.

VEIGA, R.A.A. Dendrometria e inventário florestal. Botucatu: Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais, 1984. 108 p. (Boletim Didático, 1).