

Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *urophylla*

Longitudinal variation of the wood basic density of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. and *E. grandis* x *urophylla* clones

Sandra Bibiana Arango Alzate
Mario Tomazello Filho
Sônia Maria de Stefano Piedade

RESUMO: No Brasil e em diversos países têm sido verificados significativos avanços na silvicultura clonal intensiva com diferenças marcantes existentes entre os clones de espécies e de híbridos de *Eucalyptus* quanto aos parâmetros de crescimento e de desenvolvimento. Ao mesmo tempo, nos últimos tempos, foi introduzido o conceito de uso múltiplo do lenho das árvores com a utilização da madeira como fonte de celulose e papel, madeira sólida e outras aplicações como estratégia de aumento da rentabilidade do empreendimento florestal. Este trabalho teve como objetivo estimar a variação da densidade básica da madeira de árvores de 8 anos de clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e de *E. grandis* x *urophylla*, provenientes de plantações da Cia. Suzano de Celulose e Papel localizadas no município de São Miguel de Arcanjo, SP, visando a otimização do seu uso. Foram selecionados 5 clones de cada espécie e híbrido pelas suas características silviculturais. Para cada clone foram selecionadas as 10 melhores árvores (total de 150 árvores) e do seu tronco cortados discos de madeira, em 5 alturas e no DAP, totalizando 900 amostras. Destas foram cortadas cunhas de madeira para a determinação da densidade básica pelo método da balança hidrostática. Os resultados mostraram (i) maiores valores de densidade básica média para os híbridos em todas as posições no sentido base-topo e (ii) variações da densidade básica da madeira no sentido longitudinal do tronco.

PALAVRAS-CHAVE: Densidade básica, Híbrido, *Eucalyptus*, Clone

ABSTRACT: In Brazil, as in many other countries, it has been verified significant advances in intensive clonal silviculture with remarkable differences between clones of species and hybrids of *Eucalyptus* based on growth and development parameters. At the same time, during these last years, it has been introduced the concept of multiple uses of trees log, having the wood as cellulose and paper source, solid wood and other applications as strategies for rising rentability of forestry enterprise. For the above, this research was based on wood basic density of 8-year-old clones of *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* and *E. grandis* x *urophylla*, heading to the optimization of its use. The 5 best clones of each species and hybrid were selected based on their silvicultural characteristics and were chosen from clone cultures of Cia. Suzano de Celulose e Papel, located at the district of São Miguel Arcanjo, in SP. For every clone it was selected and sliced the 10 best trees (over 150) and these trees had their log sliced in cylinders of wood, in 5 percentage of highness of the log and DHP, over a total amount of 900 sample. In the transversal sections of wood discs were cut wedge of ¼ of the volume approximately and estimate the wood basic density for hydrostatic balance method. The results showed that the *E. grandis* x *urophylla* presented height values of wood basic density when compared with the other two species. Thus, were verified variations of wood basic density between and inside of species.

KEYWORDS: Basic density, Clone, *Eucalyptus*

INTRODUÇÃO

O Brasil é reconhecido não somente como um dos principais países, em termos de área de plantações florestais com espécies de eucaliptos, mas como detentor de elevado nível científico-tecnológico nas diversas áreas da eucaliptocultura, em função das pesquisas realizadas nas universidades, institutos de pesquisa e empresas florestais. Dentre as inúmeras e importantes áreas da pesquisa cabe destacar às de fisiologia, melhoramento e genética florestal, proporcionando o domínio das técnicas de propagação vegetativa e de obtenção de híbridos e a de tecnologia da madeira, ampliando as possibilidades de uma utilização mais integral da madeira das árvores de eucalipto.

A exemplo dos demais países, no Brasil, os novos materiais genéticos de espécies e híbridos, multiplicados pelo processo de clonagem, existentes em ensaios experimentais e em plantações comerciais, necessitam no desenvolvimento das etapas das pesquisas, serem analisados com relação aos parâmetros de qualidade da madeira. Nesse aspecto, ocorreu nas últimas décadas, a partir da experiência de outros países, como a África do Sul (MALAN e HOON, 1992; POYNTON, 1981 e SCHÖNAU, 1991) uma alteração com relação à utilização final da madeira, sendo introduzido um novo conceito denominado de “uso múltiplo da madeira” ou “uso da madeira para múltiplos fins” (NAHUZ, 1995, 1997 e NAHUZ *et al.*, 1998). Dessa forma, além da utilização preferencial do tronco das árvores de eucaliptos como matéria prima para a celulose e papel (BUSNARDO *et al.*, 1978; BARRICHELO *et al.*, 1975; FOELKEL *et al.*, 1978 e GONZAGA, 1983), conforme inicialmente concebida as plantações, outras aplicações foram agregadas, como as da madeira sólida serrada, energia e chapas (GARLIPP, 1982; MORO, 1994; SANTOS, 1994).

Entre as propriedades físicas da madeira, a densidade básica é a mais utilizada como parâmetro de seleção, pois é influenciada pela base genética, ambiental e é resultado da interação desses dois fatores (RUY, 1998; RUY *et al.*, 2001). Em relação à variação longitudinal da densidade básica da madeira Panshin e De Zeeuw (1980), apresentam uma síntese dos padrões de variação longitudinal, como sendo: a) a densidade decresce uniformemente no sentido base-topo; b) a densidade decresce até o meio do tronco e a partir deste ponto cresce até o topo; c) a densidade decresce da base para o topo, embora desu-

niformemente. Inúmeros autores afirmam que, a densidade básica varia em função de muitos fatores como a idade, a taxa de crescimento das árvores, do clima, dos tratamentos silviculturais, do sítio, do lugar de amostragem no tronco, seja entre espécies, dentro da mesma espécie, em uma mesma árvore, no sentido longitudinal e radial da madeira. O objetivo deste trabalho foi determinar a variação da densidade básica da madeira, no sentido longitudinal do tronco e a densidade básica média das árvores, pelo método gravimétrico.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do local e do experimento

O experimento foi instalado na Fazenda Santa Rosa, no município de São Miguel Arcanjo, SP, de propriedade da Cia. Suzano de Celulose e Papel em agosto de 1992, sendo as árvores cortadas em julho de 2000 (8 anos). A área experimental encontra-se na longitude de 47° 98' W, latitude de 23° 88' S e altitude de 660 m. A precipitação média anual é de 1.174 mm, a temperatura média anual de 18-19 °C, sendo dezembro e janeiro os meses mais chuvosos e julho e agosto, os mais secos. As temperaturas mais elevadas ocorrem de dezembro a março e as mais baixas de junho a julho, com possibilidade de ocorrência de geadas. O experimento ocupou uma área de 1,47 ha, com o espaçamento de plantio de 2,70 x 2,23 m e aplicação de 140 g de NPK (6-30-6) e 200 g de FAPS/planta no plantio.

Espécies e híbrido

Foram utilizados clones de *Eucalyptus grandis*, de *E. saligna* e de *E. grandis* x *urophylla*. Os clones de *E. grandis* foram selecionados de plantações estabelecidas com sementes procedentes de Pomar de Sementes do Horto de Rio Claro, SP; os de *E. saligna* de várias plantações e áreas experimentais da Cia. Suzano de Celulose e Papel; e os de *E. grandis* x *urophylla* de sementes provenientes da Aracruz de Celulose, plantadas no município de Biritiba Mirim, SP, da Cia. Suzano de Celulose e Papel.

Seleção dos clones

O experimento constou com diferentes clones para as 2 espécies e híbridos de eucaliptos, sendo 37 clones para o *E. grandis*, 17 para o *E. saligna* e 27 para o *E. grandis* x *urophylla*. O ensaio foi instalado com delineamento de 5 blocos

ao acaso com 6 árvores/clone/repetição. Do total de clones das duas espécies e híbrido de eucaliptos foram selecionados os 5 melhores, com base nos valores do DAP, altura total, dimensão da copa, retidão do caule etc. Em seguida, para cada clone foram selecionadas as duas melhores árvores de cada bloco (10 árvores/clone) sendo 50 árvores de *E. grandis*, de *E. saligna* e de *E. grandis x urophylla*, constituindo um total de 150 árvores amostradas.

Coleta das amostras do lenho

As árvores dos clones selecionados foram cortadas, desramadas e retirados discos do tronco (3,5-4,5 cm de espessura) da base, DAP, 25, 50, 75 e 100 % da altura comercial do tronco. As 6 amostras do lenho retiradas de cada árvore foram identificadas com um código numérico (clone, bloco, repetição e porcentagem da altura), armazenadas em sacos plásticos e transportadas para o Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP.

Determinação da densidade básica do lenho

Na seção transversal das amostras de lenho foram demarcadas, identificadas e cortadas subamostras, na forma de cunhas, com cerca de 1/4 do volume. A densidade básica da madeira foi determinada pelo método da balança hidrostática, (equação 1).

$$D_B = \frac{P_s}{P_U - P_I} \quad (1)$$

Onde:

D_B = densidade básica (g/cm³);

P_s = massa seca (g)

P_U = massa úmida (g);

P_I = massa submersa (g)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade básica da madeira mostraram variações no sentido longitudinal do tronco, indicadas pelas diferentes porcentagens da altura do tronco dos clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla* analisadas (Figura 1).

A variação longitudinal da densidade básica da madeira no tronco dos clones de *E. grandis* decresceu da base até aproximadamente 50% da altura comercial (à exceção do clone 21), aumen-

tando no sentido do topo do tronco. A densidade básica média da madeira obtida para o *E. grandis* (Tabela 3) foi de 0,46 g/cm³, onde o clone 19 apresentou o menor valor médio e o clone 31, o máximo valor médio, equivalentes a 0,41 e 0,49 g/cm³, respectivamente. Os modelos de variação longitudinal e valores de densidade média da madeira foram relatados na literatura para árvores de *E. grandis* e *E. saligna* (CARPIM e BARRICHELO, 1984; SOUZA et al., 1986; MIGLIORINI et al., 1988; LOPES, 2003).

Em relação à variação longitudinal da densidade básica da madeira no tronco dos clones de *E. saligna* verificou-se a existência de 3 modelos de variação, sendo (i) modelo similar ao do *E. grandis*, apresentado pelos clones 2 e 12; (ii) modelo de variação caracterizado pelo pequeno aumento dos valores de densidade básica da madeira, no sentido base-topo, apresentado pelos clones 3 e 4 e (iii) modelo de variação caracterizado pela diminuição da densidade básica da madeira, no sentido longitudinal, apresentado pelo clone 13. A densidade básica média da madeira obtida para o *E. saligna* foi de 0,47 g/cm³ (Tabela 3) onde o clone 4 apresentou o menor valor médio e o clone 2 o máximo valor médio, equivalentes a 0,46 e 0,49 g/cm³, respectivamente. Nessa espécie observou-se grande homogeneidade entre os seus clones, com uma dispersão mais acentuada dos valores de densidade no clone 3 (Figura 1b). Vários autores verificaram os modelos de variação longitudinal da densidade básica da madeira, apresentados por estas duas espécies (BUSNARDO et al., 1983; BARRICHELO e BRITO, 1984; SOUZA et al., 1986; SHIMOYAMA e BARRICHELO, 1991; OLIVEIRA, 1997; CARVALHO, 2000; LOPES, 2003).

Os valores de densidade básica da madeira, no sentido longitudinal do tronco dos clones de *E. grandis x urophylla* mostraram um modelo de variação caracterizado pelo aumento da densidade da base até o topo, com uma dispersão dos seus valores dentre e entre os clones do híbrido (Figura 1c). Esta tendência apresentada pelo híbrido de eucalipto difere da encontrada por Carvalho (2000) que relata para este híbrido aos 7 anos de idade uma variação da densidade no sentido longitudinal da árvore decrescente até o DAP e crescente a partir deste ponto. A densidade básica média da madeira obtida para o híbrido de eucalipto foi de 0,49 g/cm³, onde o clone 15 apresentou o menor valor médio e o clone 26 o máximo valor médio, equivalentes a 0,46 e 0,52 g/cm³, respectivamente (Tabela 3).

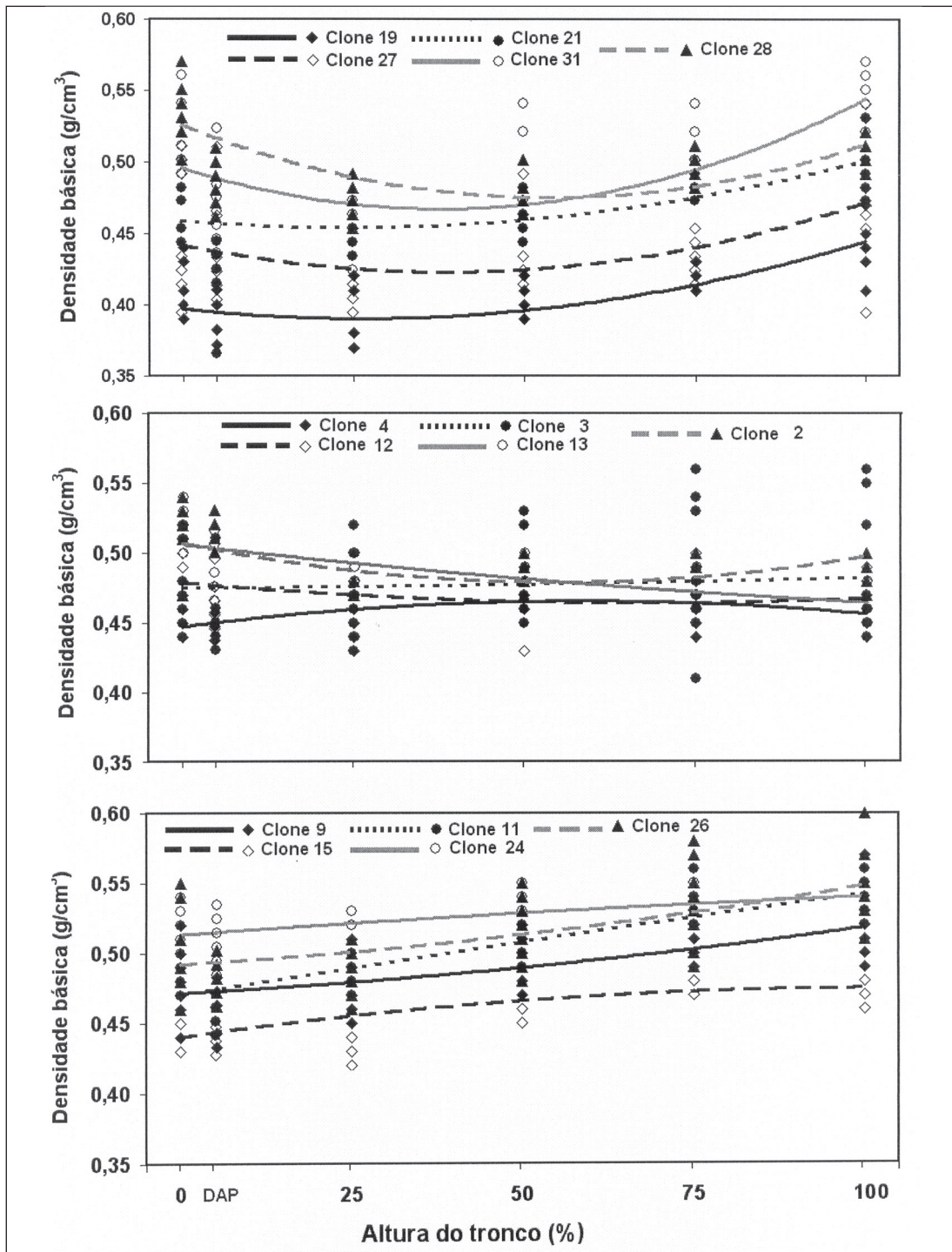


Figura 1. Densidade básica da madeira nas porcentagens da altura do tronco dos clones (a) *Eucalyptus grandis*, (b) *E. saligna* e (c) *E. grandis* x *urophylla*.
(Wood basic density in the different percents of the height trees for (a) *Eucalyptus grandis*, (b) *E. saligna* and (c) *E. grandis* x *urophylla* clones)

De modo geral, a variação da densidade básica da madeira mostrou uma tendência polinomial de 2º grau significativa em relação à altura do tronco dos clones das 2 espécies e híbrido de eucalipto com uma significância de 5%, porém os clones 3 e 12 do *E. saligna* não se mostraram significativos para o polinômio linear e quadrático. Foi observada uma maior variação entre os clones de *E. grandis* e uma menor variação para o híbrido de eucalipto, seguido do *E. saligna*; no entanto, os valores de R² mostraram que a altura do tronco explica esta variação em 45 (20-60), 30 (18-36) e 55 % (42-86) para o *E. grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla*, respectivamente (Tabela 1).

Tanto os valores médios de densidade básica da madeira como o padrão de variação no sentido base-topo dos clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla* são coerentes com os divulgados por outros pesquisadores para o gênero *Eucalyptus* (FERREIRA, 1972; PANSHIN e DE ZEEUW, 1980; BARRICHELO et al., 1983; BARRICHELO e BRITO, 1984; CARMIM e BARRICHELO, 1984; SOUZA et al., 1986; GAIOTTO, 1993; EVANS et al., 1997; ARANGO ALZATE e HOYOS, 1999).

As diferenças das médias da densidade básica da madeira com 5% de significância entre os clones do *E. grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla* nas 6 porcentagens da altura do tronco são mostradas na Tabela 2.

Para o *E. grandis* houve diferenças significativas na base (clones 19-21, 19-28, 19-31, 21-28,

21-31, 27-28, 27-31), DAP (clones 19-21, 19-27, 19-28, 19-31, 21-28, 21-31, 27-28); a 25% (clones 19-21, 19-27, 19-28, 19-31, 21-27, 21-28, 27-28, 27-31, 28-31); a 50 % (clones 19-21, 19-27, 19-28, 19-31, 21-27, 27-28, 27-31); a 75% (clones 19-21, 19-27, 19-28, 19-31, 21-27, 27-28; 27-31) e a 100% da altura do tronco (clones 19-21, 19-28, 19-31, 21-31, 27-28, 27-31).

Para o *E. saligna* as diferenças significativas ocorreram na base (clones 2-3, 2-4, 2-12, 3-4, 3-13, 4-12, 4-13, 12-13; no DAP (clones 2-4, 4-13); a 25 e 50% (clones 4-13) e a 100% da altura do tronco (clones 2-4, 2-13).

Para o *E. grandis x urophylla* as diferenças significativas foram na base (clones 9-24, 11-24, 15-24, 15-26); no DAP (clones 9-24, 9-26, 11-15, 11-24, 15-24, 15-26, 24-26); a 25% (clones 9-15, 9-24, 11-15, 11-24, 15-24, 15-26, 24-26); a 50% (clones 9-15, 9-24, 9-26, 11-15, 11-24, 15-24, 15-26); a 75% (clones 9-11, 9-15, 9-24, 9-26, 11-15, 15-24, 15-26) e a 100% da altura do tronco (clones 9-11, 9-15, 9-26, 11-15, 15-24, 15-26).

A densidade básica média da madeira (Tabela 3) foi mais alta no híbrido e, em seguida, no *E. saligna* e *E. grandis* com valores de 0,49, 0,47 e 0,46 g/cm³ respectivamente. Valores semelhantes de densidade básica da madeira nas 2 espécies e híbrido foram constatados na literatura (BARRICHELO e BRITO, 1977; STURION et al., 1987; WILKES, 1988; VITAL et al., 1994; PAULA, 1995; TOMAZELLO, 1998; SILVA et al., 2003).

Tabela 1. Equações de regressão polinomial e coeficiente de determinação em função da altura do tronco (x) para a densidade básica da madeira (Y) dos clones das 2 espécies e híbrido de *Eucalyptus* (Polynomial regression equations and determination coefficient in the height function (x) for wood basic density (y) of two species and hybrid *Eucalyptus* clones)

Espécie	Clone	Equação $Y=a+b_1x_1+b_2x^2$	R ²
<i>E. grandis</i>	19	$Y=0,40-0,0005x+0,00001x^2$	0,60
	21	$Y=0,44-0,00003x+0,000006x^2$	0,59
	27	$Y=0,44-0,001x+0,00001x^2$	0,20
	28	$Y=0,51-0,001x+0,00001x^2$	0,36
	31	$Y=0,48-0,001x+0,00002x^2$	0,48
<i>E. saligna</i>	02	$Y=0,50-0,0007x+0,000007x^2$	0,18
	03*		
	04	$Y=0,44+0,0007x-0,000006x^2$	0,35
	12*		
	13	$Y=0,02+0,48x+3,34x^2$	0,36
<i>E. grandis x urophylla</i>	09	$Y=0,46-0,0006x-1,93E-7x^2$	0,52
	11	$Y=0,46+0,001x-0,000002x^2$	0,86
	15	$Y=0,44+0,0006x+0,000003x^2$	0,42
	24	$Y=0,50+0,0007x-0,000003x^2$	0,46
	26	$Y=0,48+0,0006x+6,94E-7x^2$	0,50

(*) equações da regressão linear e quadrática não significativas ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Densidade básica média da madeira das 2 espécies e híbrido de eucalipto nas diferentes porcentagens de altura do tronco.

(Mean wood basic density for two species and hybrid *Eucalyptus* in the different percents height trees)

Espécie/ híbrido	Altura do caule (%)	Clone (n°)									
		19		21		27		28		31	
		Média		Média		Média		Média		Média	
<i>E. grandis</i>	Base	0,41	C	0,46	B	0,44	BC	0,53	A	0,50	A
	DAP	0,38	D	0,43	C	0,43	BC	0,48	A	0,46	AB
	25	0,39	D	0,44	B	0,41	C	0,47	A	0,44	B
	50	0,40	C	0,46	A	0,43	B	0,47	A	0,48	A
	75	0,42	C	0,48	A	0,44	B	0,49	A	0,50	A
	100	0,44	D	0,50	BC	0,47	CD	0,50	AB	0,54	A
		2		3		4		12		13	
<i>E. saligna</i>	Base	0,51	A	0,48	B	0,45	C	0,48	B	0,51	A
	DAP	0,48	A	0,46	AB	0,44	B	0,46	AB	0,48	A
	25	0,47	AB	0,47	AB	0,45	B	0,46	AB	0,48	A
	50	0,48	AB	0,48	AB	0,47	B	0,47	AB	0,49	A
	75	0,49	A	0,48	A	0,47	A	0,47	A	0,47	A
	100	0,49	A	0,48	AB	0,45	B	0,46	AB	0,46	B
		9		11		15		24		26	
Híbrido	Base	0,47	BC	0,47	BC	0,46	C	0,52	A	0,50	AB
	DAP	0,45	CD	0,45	BC	0,43	D	0,49	A	0,47	B
	25	0,47	B	0,48	B	0,44	C	0,51	A	0,48	B
	50	0,49	C	0,51	BC	0,47	D	0,53	A	0,52	AB
	75	0,51	B	0,53	A	0,48	C	0,54	A	0,53	A
	100	0,52	B	0,54	A	0,47	C	0,54	AB	0,54	A

*Médias seguidas de letras diferentes em uma mesma linha diferem entre si (ao nível de 5% de probabilidade)

Tabela 3. Densidade básica da madeira e estatísticas descritivas dos clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis x urophylla*

(Wood basic density of *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* and *E. grandis x urophylla* clones)

Espécie	Clone (n°)	Densidade básica (g/cm ³)	Desvio padrão	Coefficiente de variação (%)
<i>E. grandis</i>	19	0,41	0,03	7,47
	21	0,46		
	27	0,44		
	28	0,49		
	31	0,49		
	Média	0,46		
<i>E. saligna</i>	02	0,49	0,01	2,40
	03	0,48		
	04	0,46		
	12	0,47		
	13	0,48		
	Média	0,47		
<i>E. grandis x urophylla</i>	09	0,48	0,02	4,87
	11	0,50		
	15	0,46		
	24	0,52		
	26	0,51		
Média	0,49			

O desvio padrão e o coeficiente de variação indicam maior homogeneidade para os clones de *E. saligna* e uma maior dispersão (heterogeneidade) entre os clones de *E. grandis*. Gaiotto (1993) avaliando a madeira de *E. saligna* e de *E. urophylla* para a produção de lâminas descreveu a madeira do *E. saligna* como a mais homogênea.

Com relação ao uso múltiplo da madeira, os resultados das avaliações da densidade básica no sentido longitudinal do tronco indicaram os clones de diferentes níveis de uniformidade. Esse parâmetro deve ser considerado na definição do uso potencial dos clones, seja como madeira sólida (móveis, esquadrias, tacos, uso estrutural etc.) ou transformada (celulose e papel, laminação, chapas de fibras etc.). Saliente-se que devem ser incorporados outros parâmetros de qualidade da madeira (ex.: características anatômicas, relação cerne/alburno, composição química, propriedades mecânicas etc.), ensaios tecnológicos (ex.: tensões de crescimento, variação dimensional, defeitos de secagem, rendimento em serraria, tratabilidade da madeira etc.) além das avaliações silviculturais (taxa de crescimento em diâmetro e altura do tronco, retidão do fuste, rebrota, desrama natural, resistência a fungos, insetos, geadas e sítios pobres etc.) na seleção dos clones nos programas de melhoramento florestal.

CONCLUSÕES

Os modelos de variação da densidade básica da madeira foram para o *E. grandis* (decréscimo até 50% da altura comercial seguido de aumento até o ápice); *E. grandis* x *urophylla* (aumento no sentido base-topo); *E. saligna* (similar aos apresentados pelo *E. grandis* e pelo híbrido).

A densidade básica média da madeira de *E. grandis*, *E. saligna* e *E. grandis* x *urophylla* foi de 0,46 g/cm³; 0,47 g/cm³ e 0,49 g/cm³, respectivamente.

Em geral, o híbrido apresentou os maiores valores de densidade básica média em todas as posições no sentido base-topo, exceto na base e DAP, onde o *E. saligna* apresentou maiores valores no total das árvores.

Estatisticamente foi verificada uma maior homogeneidade entre os clones de *E. saligna* e uma maior dispersão (heterogeneidade) para os clones de *E. grandis* com respeito à densidade básica.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

Sandra Bibiana Arango Alzate é Doutora em Recursos Florestais pela ESALQ/USP. E-mail: bibiana_arango@hotmail.com

Mario Tomazello Filho é Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/USP - Caixa Postal 09 – Piracicaba, SP – 13418900 – E-mail: mtomazel@esalq.usp.br

Sônia Maria de Stefano Piedade é Professora Doutora do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP - Caixa Postal 09 – Piracicaba, SP – 13418900 – E-mail: soniamsp@esalq.usp.br

Os autores expressam seus agradecimentos à Companhia Suzano de Celulose e Papel, pela doação da madeira empregada no presente estudo, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de Mestrado e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa e apoio financeiro no doutorado.

REFERÊNCIAS

ARANGO ALZATE, S.B.; HOYOS, J.F. **Variación de la densidad básica de la madera de *Eucalyptus grandis* en árboles de siete años de edad.** 1999. 107 p. Monografía (Trabalho de Conclusão de Curso) - Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1999.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. Variabilidade longitudinal e radial da madeira de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO NACIONAL ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 17, 1984, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABCP, 1984. p.403-409.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. Variações das características da madeira de *Eucalyptus grandis* e suas correlações com a produção de carvão vegetal: densidade e teor de lignina da madeira. **IPEF**, Piracicaba, v.5, n.14, p.19-28, 1977.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O.; MIGLIORINI, A.J. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. **Silvicultura**, São Paulo, v.8, n.28, p.726-31, 1983.

BARRICHELO, L.E.G.; FOELKEL, C.E.B.; MILANEZ, A.F. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata* e *E. tereticornis* para a produção de celulose sulfato. **IPEF**, Piracicaba, n.10, p.17-37, 1975.

- BUSNARDO, C.A.; FOELKEL, C.E.B.; ZVINAKEVICIUS, C.; KAJIYA, S.; ALVES, E.E. Estudo comparativo da qualidade da madeira de algumas espécies de eucaliptos tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 11., 1978, São Paulo. **Trabalhos técnicos**. São Paulo: ABCP, 1978. p.191-197.
- BUSNARDO, C.A.; GONZAGA, J.V.; FOELKEL, C.E.B.; VESZ, J.B.V. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose, inter-relações entre propriedades das árvores e de suas madeiras. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo. **Trabalhos técnicos**. São Paulo: ABCP, 1983. v.1, p.45-69.
- CARPIM, M.A.; BARRICHELO, L.E.G. Influência da procedência e classe de diâmetro sobre as características da madeira de *Eucalyptus grandis*. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 17, 1984, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABCP, 1984. p.411-422.
- CARVALHO, A.M. **Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha**. 2000. 128 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- EVANS, C. *et al.* **Sampling plantation Eucalypts**. Canberra: CSIRO, 1997. 124 p.
- FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de povoamentos comerciais de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden nas idades de 11, 12, 13, 14 e 16 anos. **IPEF**, Piracicaba, n.4, p.65-89, 1972.
- FOELKEL, C.E.B.; ZVINAKEVICIUS, C.; ANDRADE, J.R.; KATO, J.; MEDEIROS, J. Eucaliptos tropicais na produção de celulose kraft. **Cenibra Pesquisa**, Ipatinga, n.68, p.1-31, 1978.
- GAIOTTO, M.R. **Avaliação da madeira de *Eucalyptus saligna* e *E. urophylla* para produção de lâminas**. 1993. 119 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.
- GARLIPP, R.C.D. **Biomassa de florestas plantadas como fonte alternativa de energia em substituição ao óleo combustível industrial no Estado de São Paulo**. 1982. 200p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1982.
- GONZAGA, J.V. **Qualidade da madeira e da celulose kraft de treze espécies de *Eucalyptus***. 1983. 163p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.
- LOPES, M.C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira**. 2003. 93 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- MALAN, F.S.; HOON, M. Effect of initial spacing and thinning on some wood properties of *Eucalyptus grandis*. **South African Forestry Journal**, v.163, p.13-20, dez. 1992.
- MIGLIORINI, A.J.; BARRICHELO, L.E.G.; KAGEYAMA, P. Y.; CAMARGO, F.R.A. Variação da densidade básica da madeira de *E. grandis* em função de diferentes níveis da floresta. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 21., 1988, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABCP, 1988. 12 p.
- MORO, L. **Utilização da cinza de biomassa florestal como fonte de nutriente em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis***. 1994. 65 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.
- NAHUZ, M. **Aspectos de tecnologia e produção no uso múltiplo das florestas**. Belo Horizonte, 1995. 10 p.
- NAHUZ, M. **A tecnologia na valorização das florestas renováveis**. Belo Horizonte, 1997. 5 p.
- NAHUZ, M.; FRANCO, N.; FIGUEROA, F.M.Z. Uso estrutural da madeira de eucalipto: a experiência do IPT. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SIF, Viçosa: UFV, 1998. p.125-133.
- OLIVEIRA, J.T.S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1997. 429 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 404 p.
- PAULA, J. E. Anatomia e dendrometria de *Mimosa artemisiana* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.6, p.745-757, 1995.
- POYNTON, R.J. The silvicultural treatment of *Eucalyptus* plantations in Southern Africa. **South African Forestry Journal**, v.116, p.11-16, mar. 1981.
- RUY, O.F. **Variação da qualidade da madeira em clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake da Ilha de Flores, Indonésia**. 1998. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

- RUY, O.F.; TOMAZELLO FILHO, M.; FERREIRA, M. Qualidade da madeira de grupos fenotípicos de clones de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.60, p.21-27, 2001.
- SANTOS, J.A. Tecnologia de transformação do eucalipto para madeira maciça. In: CONGRESSO FLORESTAL NACIONAL, 3., 1994, Figueira da Foz. **Anais...** p.232-243.
- SCHÖNAU, A.P.G. Growth, yield and timber density of short rotation coppice stands of *E. grandis*. **South African Forestry Journal**, n.156, p.12-22, mar. 1991.
- SHIMOYAMA, V.R.S.; BARRICHELO, L.E.G. Influência de características anatômicas e químicas sobre a densidade básica da madeira de *Eucalyptus* spp. In: CONGRESSO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, 24., 1991, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABTCP, 1991. p.23-36.
- SILVA, J.C; ASSIS, T.F.; OLIVEIRA, J.T. Melhoramento genético para a qualidade da madeira. **Revista da Madeira**, Curitiba, n.75, p.47-51, 2003.
- SOUZA, V.R.; CARPIM, M.A.; BARRICHELO, L.E.G. Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posições em árvores de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. **IPEF**, Piracicaba, n.33, p.65-72, 1986.
- STURION, J.A.; PEREIRA, J.C.D.; ALBINO, J.C.; MORITA, M. Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* plantadas em Uberaba, MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.14, p.28-38, 1987.
- TOMAZELLO FILHO, M. Calidad de la madera de árboles de *E. saligna*. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DA IUFRO, 1., 1998, Valdivia. **O manejo sustentável dos recursos florestais, desafio do século 21**. Valdivia: IUFRO, 1998. 15 p.
- VITAL, B.R.; ALMEIDA, J.; VALENTE, O.F.; PIRES, I.E. Características de crescimento das árvores e de qualidade da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* para a produção de carvão. **IPEF**, Piracicaba, n.47, p.22-28, 1994.
- WILKES, J. Variations in wood anatomy within species of *Eucalyptus*. **IAWA Bulletin**, n.9, p.13-23, 1988.