

Densidade e retratibilidade de 3 clones do híbrido *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake

Resumo: O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade e os coeficientes de retratibilidade da madeira sólida de 3 clones (I, II e III) do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* ao longo da altura comercial. As árvores foram provenientes de um plantio experimental do Estado de São Paulo com 14 anos de idade e espaçamento 2 X 2 m. Das árvores, foram retirados toretes em três posições (0%, 25% e 50%), em seguida vigas quadradas e corpos de prova. A determinação das propriedades seguiu os procedimentos da NBR 7190 (1997), sendo os resultados analisados por meio da Análise da Variância e Teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro. Como resultados, observou-se a média entre os 3 clones para densidade aparente (12%) de 0,565 g/cm³, densidade básica de 0,467 g/cm³ e coeficiente anisotrópico de 1,61, caracterizando a madeira normal quando se refere ao comportamento no processo de secagem.

Palavras-chave: Espécie não convencional, *Eucalyptus* spp, Propriedades físicas.

Density and retractibility of 3 clones of the hybrid *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake

Abstract: The objective of this work was to determine the density and the retractability coefficients of the solid wood of 3 clones (I, II and III) of the hybrid *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* along the commercial height. The trees were from an experimental plantation of the State of São Paulo, with 14 years of age and 2 x 2 m spacing. From the trees, bulls were removed in three positions (0%, 25% and 50%), followed by square beams and specimens. The determination of the properties followed the procedures of NBR 7190 (1997), and the results were analyzed through the Analysis of Variance and Tukey Test with 5% probability of error. As a result, the average between the 3 clones for apparent density (12%) of 0.565 g/cm³, basic density of 0.467 g/cm³ and anisotropic coefficient of 1.61, characterizing normal wood when referring to the behavior in the drying process.

Keywords: Unconventional species, *Eucalyptus* spp, Physical properties

1. INTRODUÇÃO

A utilização da madeira de eucalipto vem crescendo significativamente nas últimas décadas, e o volume de informações sobre as diferentes espécies dentro do gênero vem crescendo no mesmo ritmo. A hibridação entre essas espécies tem demonstrado haver

superioridade para densidade (Brigatti et al 1983), DAP e altura (Oda & Ferreira, 1983).

Variações da qualidade da madeira de eucalipto ocorrem em níveis de estrutura anatômica, composição química e propriedades físicas, podendo ser detectadas significativas diferenças inter e intraespecíficas (Tomazello Filho, 1994).

Uma intensificação no uso da madeira como matéria-prima para fins industriais ou construtivos só pode ocorrer a partir do conhecimento adequado de suas propriedades, sejam elas físicas ou mecânicas (Gonçalves et al. 2009).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi determinar a densidade e os coeficientes de retratibilidade da madeira sólida de três clones (I, II e III) do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* ao longo da altura comercial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho foram utilizados nove árvores de três clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em espaçamento 2 X 2 m. Os 3 clones, foram denominados de I, II e III. As árvores foram selecionadas de acordo com a representatividade no plantio. Após a derrubada, o fuste foi cortado em toretes com aproximadamente 2,40 m de comprimento nas posições 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, sendo utilizado somente as três primeiras em função do diâmetro.

Os toretes foram transformados em pranchões e posteriormente em vigas quadradas. A viga central que continha a medula foi descartada e as demais transformadas em corpos de prova com dimensões de 20 mm na direção tangencial, 30 mm na radial e 50 mm na longitudinal. Os ensaios seguiram os procedimentos descritos na NBR 7190 (1997).

Os valores encontrados nos ensaios foram submetidos às análises preliminares para utilização da estatística paramétrica como normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias, e posteriormente, a Análise da Variância e Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores de densidade com seus coeficientes de variação. Pode-se observar que não houve diferenças significativas entre as posições, mas, entre os clones, houve diferença significativa, onde o clone II se diferenciou dos demais.

Para a densidade aparente à 12%, foi possível verificar que os valores de densidade foram inferiores ao da literatura, a NBR 7190 (1997) apresenta uma densidade aparente de 0,640 g/cm³, no qual o clone II apresentou um valor muito próximo deste. Rodrigues (2002), alcançou resultados bem superiores em seu estudo chegando a 0,763 g/cm³, embora não consta a idade do plantio, adquirido 12 lotes de madeira serrada de diferentes

produtores, objetivando a caracterização da madeira comercializada até o momento.

Tabela 1. Densidade dos clones de *E. grandis* X *E. urophylla* ao longo do fuste

Clone	Posição	Densidade (g/cm ³)			
		0%	12%	Saturada	Básica
I	0%	0,552 a (20,11)	0,573 a (17,16)	1,054 a (7,11)	0,477 a (19,82)
	25%	0,524 a (10,69)	0,548 a (12,03)	1,025 a (4,74)	0,451 a (9,42)
	50%	0,522 a (7,17)	0,546 a (6,51)	0,999 a (4,69)	0,450 a (6,39)
	Média	0,533 A	0,556 A	1,026 A	0,459 A
II	0%	0,611 a (9,84)	0,618 a (8,41)	1,089 a (2,66)	0,507 a (7,74)
	25%	0,596 a (4,34)	0,610 a (3,92)	1,031 a (2,42)	0,502 a (3,45)
	50%	0,652 a (5,00)	0,676 a (5,08)	1,061 a (4,27)	0,539 a (6,53)
	Média	0,619 B	0,635 B	1,060 A	0,516 B
III	0%	0,459 a (10,40)	0,485 a (9,22)	0,896 a (6,65)	0,410 a (8,19)
	25%	0,472 a (5,62)	0,499 a (5,52)	0,940 a (4,21)	0,421 a (5,42)
	50%	0,513 a (5,61)	0,533 a (4,69)	1,005 a (6,79)	0,444 a (7,72)
	Média	0,481 A	0,506 A	0,947 A	0,425 A

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. Letras maiúsculas na coluna considera-se o clone, enquanto letras minúsculas na linha analisa-se a posição.

Já para densidade básica, os clones obtiveram uma média de 0,467 g/cm³, próximo aos resultados encontrados por Pereira et al. (2000) com idades de 10, 5 e 9 anos de plantio. O clone II novamente foi superior aos demais com uma densidade de 0,516 g/cm³.

Para o clone I, foi possível analisar que os valores de densidade diminuíram gradativamente ao longo do fuste. O comportamento dos valores da densidade básica e aparente do clone II foi diferente. A posição que resultou na maior densidade foi a de 50%. Os valores em que a densidade foi inferior foi na posição de 25%. O clone III teve o comportamento inverso do clone I, ou seja, os valores de densidade aumentaram ao longo do fuste.

Segundo Ribeiro e Zani Filho (1993), o aumento da densidade básica da madeira de árvores do gênero de *Eucalyptus* varia com a idade, com tendência de estabilização após a formação da madeira adulta, havendo, portanto, necessidade de se determinar a idade das árvores para fins de comparação, bem como as condições do sítio. Em comparação a outros trabalhos estudando a madeira de *Eucalyptus*, pode-se observar que os autores concluíram que a densidade aumenta ao longo do fuste, esse mesmo comportamento aconteceu no Clone I.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores de retratibilidade, coeficiente de anisotropia e coeficiente de retratibilidade, com seus respectivos coeficientes de variação.

Tabela 2. Retratabilidade dos clones de *E. grandis* X *E. urophylla* ao longo do fuste

Clone	Posição	Retratabilidade (%)			Ac	Coeficiente de Retratabilidade (%/%)	
		V	T	R		Qt	Qr
I	0%	16,61 a (28,39)	11,30 a (28,26)	5,23 a (30,26)	2,10 a (29,99)	0,27 a (28,41)	0,23 a (0,23)
	25%	14,20 a (11,73)	8,54 a (14,42)	5,79 a (24,87)	1,53 a (17,10)	0,35 a (23,07)	0,25 a (17,67)
	50%	13,59 a (11,11)	8,54 a (19,15)	5,53 a (21,09)	1,65 a (22,44)	0,33 a (26,19)	0,25 a (22,40)
	Média	14,80 A	9,46 A	5,52 A	1,76 A	0,32 A	0,24 A
II	0%	16,87 a (17,35)	10,27 a (15,76)	6,84 a (21,71)	1,51 a (19,97)	0,31 a (24,21)	0,25 a (27,48)
	25%	15,76 a (8,89)	9,08 a (14,17)	7,11 a (12,76)	1,34 a (16,83)	0,31 a (24,91)	0,31 a (21,77)
	50%	17,92 a (12,41)	10,80 a (19,47)	7,06 a (12,68)	1,55 a (21,06)	0,33 a (17,92)	0,27 a (16,51)
	Média	16,85 B	10,05 A	7,00 B	1,47 A	0,32 A	0,28 B
III	0%	11,38 a (21,67)	7,00 a (16,06)	4,05 a (21,29)	1,80 a (27,46)	0,23 a (25,44)	0,20 a (16,85)
	25%	10,84 a (15,65)	6,43 a (22,94)	4,86 a (21,43)	1,58 a (22,18)	0,28 a (19,70)	0,22 a (12,78)
	50%	14,40 a (16,25)	7,89 a (15,37)	6,03 a (19,84)	1,46 a (22,19)	0,31 a (15,62)	0,22 a (24,24)
	Média	12,21 AB	7,11 A	4,98 AB	1,61 A	0,27 A	0,21 A

Legenda: V: volumétrica; T: tangencial; R: radial; Ac: anisotropia de contração; Qt: coeficiente de retratabilidade tangencial; Qr: coeficiente de retratabilidade radial. Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância. Letras maiúsculas na coluna considera-se o clone, enquanto letras minúsculas na linha analisa-se a posição. Entre parênteses está expresso o coeficiente de variação.

Pode-se observar que não houve diferenças significativas entre as posições, mas entre os clones houve diferença significativa. O clone I se diferenciou estatisticamente na retratabilidade volumétrica e radial do clone II. E no coeficiente de retratabilidade radial o clone II se diferenciou estatisticamente dos outros dois clones.

Quanto a retratabilidade volumétrica, os clones I e III obtiveram resultados inferiores ao da literatura. Silva et al. (2006) estudou *E. grandis* de idade entre 10 e 25 anos, no qual obteve uma retratabilidade volumétrica de 15,91% em um plantio de 10 anos. O clone II obteve uma retratabilidade volumétrica superior aos demais clones de 16,85 %, inferior ao encontrado por Silva et al. (2006) de 18,25 % em plantio de 14 anos e superior ao encontrado por Batista et al. (2010) de 14,1 % plantio de 11 anos.

Na retratabilidade tangencial o clone III continua sendo o com menor valor entre os

clones com 7,11 % e inferior ao encontrado na literatura por Silva et al (2006) de 8,85% e Batista et al. (2010) de 9,25 %. O clone III teve a maior média tangencial entre os clones similar aos resultados encontrados por Oliveira et al. (2010) de 10,1 %.

Em relação a retratibilidade radial o clone III obteve a menor variação entre os clones e o clone II a maior variação. Quando comparado pode-se notar que tanto o clone I (5,52%) e o III (4,98%) tiveram valores próximos ao de Silva et al (2006) com plantio de 10 anos 5,35 % e Batista et al. (2010) com 4,6%.

O fator anisotrópico é de grande importância pois está vinculado a secagem da madeira. Quanto maior for o seu distanciamento da unidade, mais propensa será a madeira a fendilhar e empenar durante as alterações dimensionais provocadas pela variação higroscópica. Para as espécies de eucalipto é comum encontrar valores de fator anisotrópico extremos, o que explica esse comportamento é pelo fato das espécies serem provenientes de árvores jovens e de rápido crescimento.

Ainda em relação ao fator anisotrópico, Durlo e Marchiori (1992) apresentaram um critério de classificação da madeira quanto a esse parâmetro, onde madeiras que apresentam o coeficiente anisotrópico entre 1,2 a 1,5 são excelentes; entre 1,6 a 2,0 são normais e acima de 2,1 são ruins. O Clone I e o Clone III apresentaram valores dentro da segunda classe, resultando em uma madeira normal. Já o Clone II, enquadrou-se na primeira classe como madeira excelente.

É com base no fator anisotrópico que podemos ter uma ideia do comportamento das madeiras em relação à secagem, indicando maior ou menor propensão de as peças fendilharem. Os valores variam de 1,3 a 1,4 para madeiras muito estáveis e mais de 3 para espécies extremamente instáveis dimensionalmente, como no caso das madeiras de muitas espécies do gênero *Eucalyptus* (Silva et.al 2006).

De modo geral, os valores de fator anisotrópico encontrados na madeira dos clones deste estudo, podem ser considerados bastante satisfatórios.

Para o Clone I, houve uma variação de contração volumétrica de 13,59 a 16,61%, sendo a menor na posição 50% e a maior contração na posição 0%. Na contração tangencial não houve variação entre a posição 25% e 50%. A contração radial teve um comportamento diferente, a maior contração ocorreu na posição 25%, seguido da posição 50% e posição 0%.

O Clone II apresentou o mesmo comportamento para a contração volumétrica e tangencial, com maior valor na posição de 50% e o menor contração na posição 25% . A

contração radial resultou em um comportamento diferente, a maior média foi na posição 25% e o menor valor foi na posição de 0%.

O Clone III teve um comportamento semelhante ao Clone II. Embora na contração radial o maior valor foi encontrado na posição 50%.

4. CONCLUSÃO

O clone II apresentou valores superiores de densidade básica e densidade aparente a 12%. Para retratibilidade volumétrica, tangencial e radial, o clone II resultou nas maiores médias, 16,85%; 10,05% e 7,00%. O clone que apresentou o melhor coeficiente anisotrópico foi o clone II, equivalente a 1,47 tendo uma madeira com comportamento excelente na secagem.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: Projeto de Estrutura de Madeira. Rio de Janeiro, 1997.

Batista CD; Klitzke JR; Santos TVC. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 665-674, out-dez., 2010.

Brigatti RA et al. Polinização controlada em *Eucalyptus urophylla*: um programa desenvolvido pela Champion Papel e Celulose S.A. Silvicultura, São Paulo, 8(28):213-5, 1983.

Durlo MA; Marchiori JNC. Tecnologia da madeira: retratibilidade. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p.

Gonçalves FG et al. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. Viçosa, Revista Árvore, vol.33, n.3, 2009.

Oda S; Ferreira M. Produção de híbridos interespecíficos por polinização aberta. Silvicultura, São Paulo, 8(28): 407-8, 1983.

Oliveira, JTS.; Tomazello filho, M.; Fiedler, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. Árvore, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 929-936, 2010.

Pereira JCD; Sturion JA; Higa AR; Higa RCV; Shimizu JY. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: Embrapa Florestas, 2000, 113 p.

Rodrigues RAD. Variabilidade de propriedades físico-mecânicas em lotes de madeira serrada de eucalipto para a construção civil. 75 f. Dissertação (Mestre em Recursos Florestais) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

Silva JC et al. Variação da retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden,

em função da idade e da posição radial no tronco. Revista *Árvore*, v.30, n.5, p.803-810, 2006.

Tomazello Filho M. Formação e caracterização da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus*. In: Curso de Processamento Mécânico e Secagem da Madeira *Eucalyptus*. Piracicaba: IPEF, 1994.