

## **EFEITO DO ESPAÇAMENTO NA DENSIDADE E RETRATIBILIDADE DE *Eucalyptus***

**Thiago Magalhães do NASCIMENTO<sup>1</sup>; Thiago Campos MONTEIRO<sup>2</sup>; Paulo Ricardo Gherardi HEIN<sup>3</sup>; Bruna de Carvalho ROLDÃO<sup>1</sup>; Edy Eime Pereira BARAÚNA<sup>2</sup>; Renan Bispo de JESUS<sup>1</sup>; Lucas Guilherme Moura OLIVEIRA<sup>1</sup>**

1 - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG,  
Estudante de graduação em Engenharia Florestal

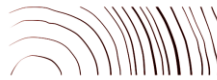
2 - Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias, Montes Claros, MG,  
Professor Adjunto

3 - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Professor Adjunto

**Resumo:** As características da madeira e seu crescimento são afetados pelo espaçamento entre as árvores. Portanto, é necessário conhecer até que ponto a utilização de diferentes espaçamentos de plantio podem afetar essas propriedades da madeira. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento e as propriedades da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* plantados em diferentes espaçamentos. Selecionou-se dez árvores de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* cultivadas em um plantio experimental localizado em Montes Claros, MG. Cinco árvores foram conduzidas em espaçamento 2 x 10 m e cinco em espaçamento 3 x 2 m. Essas árvores foram abatidas e um disco de 30 mm de espessura foi retirado da posição longitudinal a 1,30 m do solo. Foram determinados a densidade básica da madeira, contração tangencial e radial e o coeficiente de anisotropia. Os resultados mostraram que o espaçamento entre árvores afeta seu crescimento e as propriedades da madeira de *Eucalyptus*. O espaçamento maior entre as árvores resulta em um aumento de 25% no DAP em relação a um cultivo em espaçamento menor. Contudo, árvores que tem o seu crescimento mais lento em espaçamento mais adensado, produzem madeiras 7% mais densas comparadas às cultivadas em espaçamento mais amplo. Árvores que desenvolvem mais rápido tendem a produzir madeiras com maiores coeficientes de anisotropia e madeiras mais densas tendem a apresentar menores coeficientes de anisotropia. Entretanto, a correlação entre crescimento da árvore e densidade e retratibilidade da madeira foi baixa, indicando ser possível selecionar matrizes de rápido crescimento e alta densidade básica.

**Palavras-chave:** espaçamento, retratibilidade, densidade básica, crescimento.

**Abstract:** Spacing among trees affects wood properties and its growth. Therefore, knowing how much spacing can affect wood properties is necessary. So, this study aims to analyze *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* wood properties and growth in different spacing. Ten *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* trees were selected in an experimental planting located in Montes Claros, MG. Five trees were grown on 3 x 2 m spacing and five on 2 x 20 m spacing. The trees were cut off and a 30 mm thickness was taken 1,30 m from the ground on longitudinal position. About 20 x 20 x 30 mm of nominal dimension test samples were drawn radially, from the pith to the bark of the discs. Wood density, tangential and radial contraction and anisotropy coefficient were determined. Results showed the spacing among trees affects their growth and *Eucalyptus* wood properties. A greater spacing among trees (2 x 10)



increases 25% on the diameter at breast height compared to a closer spacing (3 x 2). On the other hand, trees with show a lower growth in a closer spacing make 7% denser woods in greater spacing. Trees with developed faster tend to show higher anisotropy coefficients and denser woods tend to show lower anisotropy coefficients. Nevertheless, this study showed that the interconnection between trees growth and wood shrinkage was low; demonstrating that choosing fast development and high basic density headquarters is possible.

**Keywords:** spacing, shrinkage, basic density, growth.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Lorenzi (2003), o gênero *Eucalyptus* é nativo da Austrália e pertence à família Myrtaceae, Frederico de Albuquerque introduziu a cultura do *Eucalyptus* no Estado do Rio Grande do Sul em 1868, que se expandiu para o Estado de São Paulo com a finalidade de abastecer a demanda por dormentes (SAMPAIO, 1957).

Em plantios de *Eucalyptus*, procura-se obter máxima qualidade de sua madeira, principalmente quando se trata de madeira para serraria. A qualidade da madeira do *Eucalyptus* é afetada por diversos fatores, como por exemplo, o espaçamento. De acordo com Oliveira Neto et al. (2003), o aumento do espaçamento entre árvores proporciona um maior crescimento em diâmetro e menor volume total da madeira, porém melhor qualidade. Em espaçamentos mais adensados, há um maior número de árvores por unidade de área e uma maior produção de biomassa. O espaçamento adequado é aquele que resulta em melhoria na qualidade da madeira e maior rendimento volumétrico por unidade de área, em função da espécie utilizada e seu potencial genético, sendo respeitadas as condições ambientais do sítio (LELES et al., 2011).

Quando se trata da industrialização da madeira, suas características tecnológicas devem ser conhecidas. Dentre estas, a densidade básica apresenta forte correlação com outras propriedades da madeira, o que afeta a qualidade do produto final, sendo determinada pelo quociente da massa de madeira seca pelo volume em condição saturada (BRASIL e FERREIRA, 1972). Diversos fatores interferem na densidade básica da madeira, podendo-se citar: espaçamento, local de origem, procedência, idade, taxa de crescimento, entre gêneros e espécies, e até mesmo entre árvores da mesma espécie (TOMAZELLO FILHO, 1987).

A retratibilidade da madeira é outra característica que deve ser considerada quando se avalia um material, dependendo da sua utilização. Essa característica corresponde ao inchamento e contração da madeira, decorrentes da perda ou ganho de água abaixo do ponto de saturação das fibras (SCANAVACA JUNIOR e GARCIA, 2004).

De acordo com Durlo e Marchiori (1992), o índice mais importante para se definir a estabilidade dimensional da madeira é o fator ou coeficiente anisotrópico. Em virtude do elevado índice de anisotropia dimensional que ocorre na maioria das madeiras de *Eucalyptus*, o conhecimento dos mecanismos físicos que conduzem os fenômenos de retratibilidade é essencial, pois auxiliarão na condução mais adequada do processo de secagem e de utilização final da madeira, evitando ou reduzindo a ocorrência de empenamentos e rachaduras e assegurando um produto final de melhor qualidade (SILVA E OLIVEIRA, 2003). Assim, o

presente trabalho tem o objetivo de analisar o efeito do espaçamento na retratibilidade e densidade da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Material vegetal

No presente trabalho, utilizou-se um material de origem em uma área de plantio implantada em janeiro de 2009 na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro do Instituto de Ciências Agrárias-UFMG, Montes Claros-MG, a 598 metros de altitude, nas coordenadas 16°40'4.53 de latitude sul, 43°50'39.73" de longitude oeste. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico. Segundo a classificação de Köppen, o clima é o Aw - Tropical de Savana, caracterizado por temperaturas anuais elevadas e regime de chuvas marcado por duas estações bem definidas, com verão chuvoso e inverno seco.

Abateu-se dez árvores de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*, em que, foram cinco árvores oriundas do espaçamento 3x2 e cinco árvores do espaçamento 2 x 10. Após o abate, coletou-se discos de 30 mm de espessura a 1,30 m do solo e depois foram transportados até a marcenaria do Instituto de Ciências Agrárias – UFMG, onde foram confeccionados a partir de uma banda diametral, 63 corpos de prova de dimensões nominais de 20 x 20 x 30 mm, no sentido da medula à casca.

A densidade básica foi calculada conforme NBR 11941 (ABNT, 2003). A umidade de equilíbrio foi calculada conforme o cálculo da umidade descrito na NBR 7190 (ABNT, 1997).

As contrações e o coeficiente de anisotropia foram determinados conforme metodologia descrita por Durlo e Marchiori (1992). A Equação 1 foi utilizada para os cálculos dos coeficientes de contração tangencial total da madeira, coeficientes de contração radial total da madeira, coeficientes de contração tangencial parcial da madeira e coeficiente de contração radial parcial da madeira. Depois de obterem-se os valores de retratibilidade linear total, avaliou-se o coeficiente de anisotropia (CA), definido pela relação entre as contrações tangencial e radial.

$$\beta = \frac{Dv - D0}{Dv} * 100$$

Equação 1 – Determinação da retratibilidade linear

Onde:

$\beta$  = Retrabilidade linear (%);

Dv = Dimensão verde ou saturada da amostra, em milímetros (mm);

Do = Dimensão da amostra a 0% de umidade, em milímetros (mm).



### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores de diâmetro a altura do peito das árvores, da densidade básica e dos parâmetros de retratibilidade da madeira para os dois espaçamentos de cultivos.

**Tabela 1** - Estatística descritiva das informações das propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* nos dois arranjos de cultivo

	DAP	UEM	$\rho$	$\beta_{tgt}$	$\beta_{rdt}$	$\beta_{tgp}$	$\beta_{rdp}$	CA
Espaçamento 2 x 10 m								
Sd	0.91	0.29	0.054	3.75	2.58	3.69	2.56	1.01
Mín	17.33	8.83	0.356	5.77	3.74	3.38	1.81	0.63
máx	19.67	10.13	0.598	21.60	14.70	18.66	13.26	5.12
CV (%)	4.8	3.1	12.3	26.4	36.8	31.6	52.0	43.3
N	33	33	33	30	32	31	32	30
Espaçamento 3 x 2 m								
Sd	1.42	2.21	0.061	3.70	2.52	3.49	2.00	0.89
Mín	13.04	8.25	0.373	7.06	2.23	5.27	1.48	0.62
máx	17.07	21.04	0.636	21.38	12.57	17.94	8.82	4.17
CV (%)	9.4	22.9	12.9	24.1	36.3	27.6	41.1	38.3
N	30	30	30	23	30	23	30	23

Em que:

DAP, cm = diâmetro a altura do peito; UEM, % = umidade de equilíbrio da madeira;  $\rho$ , g/cm<sup>3</sup> = densidade básica da madeira;  $\beta_{tgt}$ , % = coeficientes de contração tangencial total da madeira;  $\beta_{rdt}$ , % = coeficientes de contração radial total da madeira;  $\beta_{tgp}$ , % = coeficientes de contração tangencial parcial da madeira;  $\beta_{rdp}$ , % = coeficiente de contração radial parcial da madeira; CA = coeficiente de anisotropia; Sd = desvio; Mín = mínimo; Máx = máximo; CV (%) = coeficiente de variância; N = número de observações.

Os resultados apresentados na (tabela 1), mostram que o diâmetro à 1,30 m do solo nas árvores do espaçamento 2 x 10 foram em média, de 19,85 cm e no espaçamento 3 x 2m de 15,01cm. Parte desse comportamento pode ser explicado devido ao aumento do espaçamento do plantio, o que acarreta em um maior diâmetro médio das árvores. Esse comportamento está de acordo com os resultados apresentados por; Oliveira Neto et al. (2003); Moraes (2006) e Schneider (2008). O espaçamento 2 x 10 m, a umidade de equilíbrio da madeira média foi de 9,22% e no espaçamento 3 x 2 m foi de 9,63%, levando-se em consideração uma umidade relativa do ar em torno de 33%. De acordo com Panshin e De Zeeuw (1980), a madeira deverá ser sempre utilizada com uma umidade próxima ao teor de umidade de equilíbrio, uma vez que desta forma ela não apresentará mais problemas associados à retratibilidade, como empenamentos e fendimentos.

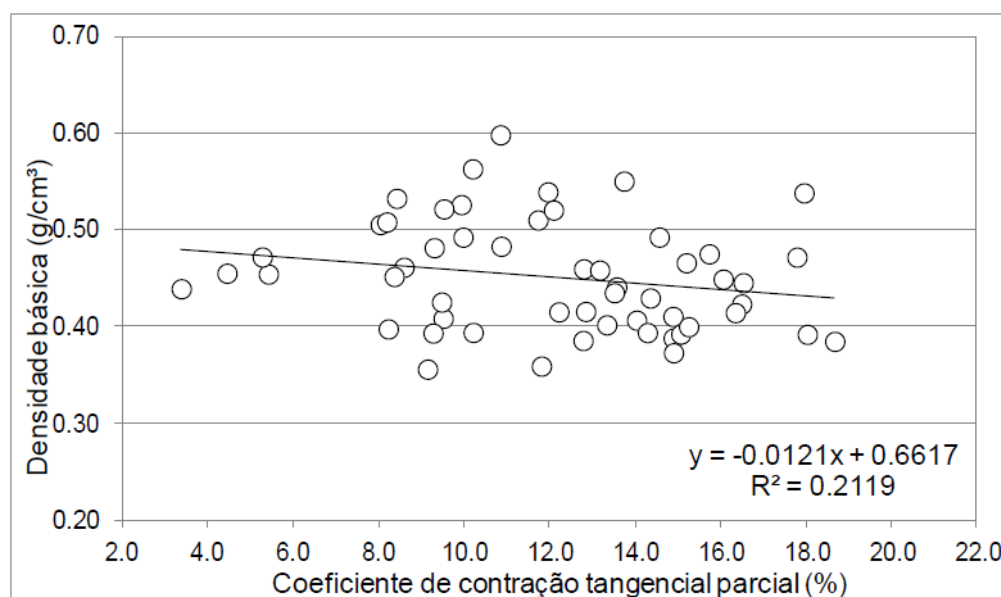
Nota-se pela (tabela 1) que para o DAP, a média da densidade básica da madeira de *Eucalyptus*, em espaçamento 3 x 2 m foi de 0,47g/cm<sup>3</sup> e no espaçamento 2 x 10 m foi de



0,44/cm<sup>3</sup>. Hein et al. (2013) ao estudarem a madeira de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* aos 6 anos, encontrou valores médios de densidade variando entre 0,365g/cm<sup>3</sup> e 0,708g/cm<sup>3</sup>, o que corrobora com a variação encontrada neste estudo para densidade básica da madeira (0,356 a 0,636g/cm<sup>3</sup>, conforme mostrado na Tabela 1. No espaçamento 2 x 10 m, os valores de contração tangencial e radial foram de 14,19% e 7,01%, respectivamente. No espaçamento 3 x 2 m os valores de contração tangencial e radial foram de 15,37% e 6,92%, respectivamente. Segundo Kollman e Coté (1968), a contração tangencial da madeira desde o estado verde (acima do ponto de saturação das fibras) até o estado seco em estufa (0% de umidade) encontra-se no intervalo de 3,5% a 15,0%, enquanto a contração radial encontra-se na faixa de 2,4% a 11,0%. Provavelmente, por possuir maior densidade básica, o espaçamento 3 x 2 m apresentou maiores contrações, pela presença de paredes mais espessas, o que causa maior contração com a liberação da água de impregnação que está contida na parede celular (POTULSKI, 2010).

No espaçamento 3 x 2 m, o valor do coeficiente de anisotropia foi de 2,32, e no espaçamento 2 x 10 m foi de 2,34. Este valor médio encontrado é considerado alto já que este índice varia, geralmente, de 1,5 a 2,5, sendo ideal a menor taxa de variação Tangencial/Radial. Desta forma, trata-se de uma madeira de menor estabilidade dimensional, em função da maior variabilidade entre as contrações tangencial e radial. Madeiras que apresentam um coeficiente de anisotropia superior a 2 geralmente apresentam dificuldade no processo de secagem (GONÇALVES, 2006).

Ao avaliar a retratibilidade da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* aos 70 meses, Gonçalves (2006) encontrou valores médios dos coeficientes de retratibilidade de 5,59% contração radial, 10,26% de contração tangencial e 1,92 de coeficiente de anisotropia, estando assim de acordo com os valores encontrados neste estudo. A figura 2 mostra a dispersão dos dados da correlação entre as contrações tangenciais que ocorrem da condição saturada até o equilíbrio higroscópico e da densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* nos dois arranjos de cultivos.

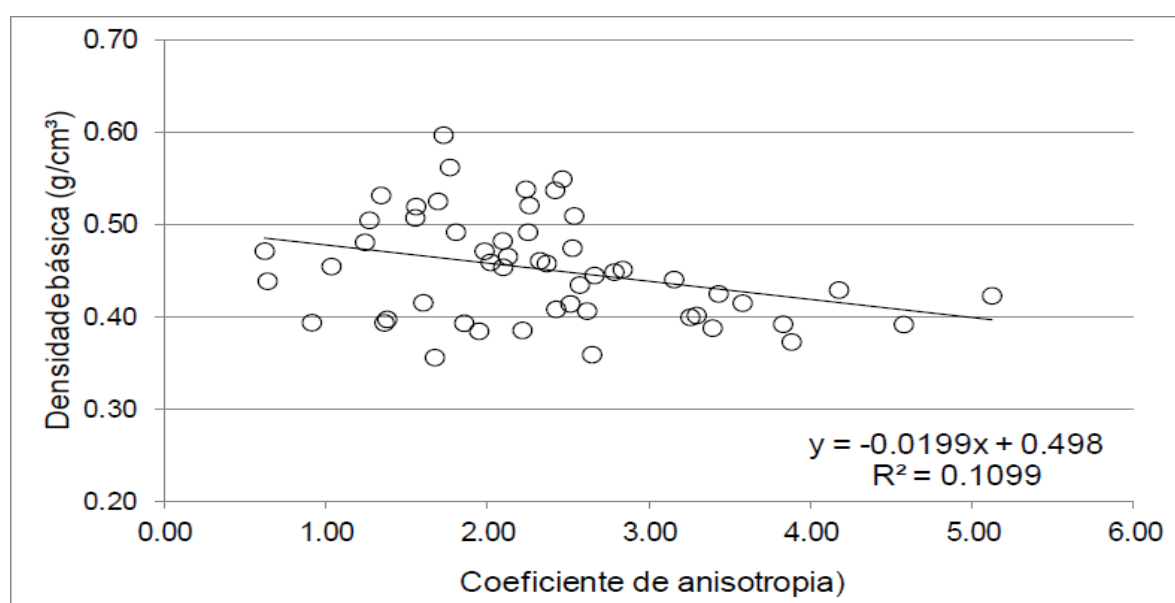


**Figura 2** - Correlação entre coeficiente de contração tangencial parcial (condição saturada até o equilíbrio higroscópico) e densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* plantados nos espaçamentos 2 x 10 m e 3 x 2 m.



Segundo Kollman e Côté (1968), quanto maior a densidade da madeira, maiores são a contração e o inchamento volumétricos, havendo uma relação praticamente linear entre essas propriedades. Entretanto, este estudo mostra que madeiras mais densas apresentam uma tendência de retraírem em menor proporção quando são expostas às variações na umidade relativa do ar. O coeficiente de determinação da regressão (Figura 2), apesar de baixo, indica que há uma tendência das madeiras de maior densidade se contraírem menos.

A figura 3 apresenta a correlação entre o coeficiente de anisotropia e a densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* nos dois arranjos de cultivo. Embora o coeficiente de determinação da regressão seja baixo ( $R^2 \approx 0,11$ ), é possível notar que as madeiras mais densas tendem a apresentar menores coeficientes de anisotropia.



**Figura 3** - Correlação entre Coeficiente de Anisotropia e Densidade Básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis* plantados nos espaçamentos 2 x 10 m e 3 x 2 m.

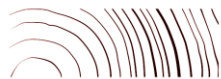
#### 4. CONCLUSÃO

O espaçamento entre as árvores afetam o seu crescimento e as propriedades da madeira de *Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*. Espaçamento mais amplo entre as árvores (2 x 10) resultou num aumento de 25% no diâmetro à altura do peito em relação a um cultivo em espaçamento mais adensado (3 x 2).

Madeiras mais densas tendem a apresentar menores coeficientes de anisotropia. A correlação entre a variação longitudinal da árvore e a retratibilidade da madeira foi baixa, indicando que é possível selecionar matrizes de rápido desenvolvimento e alta densidade básica. Árvores que crescem mais rápido tendem a produzir madeiras com maiores coeficientes de anisotropia.

#### 5. AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1997, 107 p.

BRASIL, M. A. M.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica e das características das fibras em *Eucalyptus grandis* Hill ex maiden ao nível do dap. - análise preliminar. IPEF (5): 81-90. 1972, 1972.

OLIVEIRA NETO, S. N. et al. Produção e distribuição de biomassa em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em resposta adubação e ao espaçamento. REVISTA ÁRVORE, v. 27, n. 1, p. 15-23, 2003.

SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S. Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de *Eucalyptus Saligna* sm., em diferentes condições de umidade relativa do ar. REVISTA ÁRVORE, v. 27, n.2, p. 233-239, 2003.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. Tecnologia da madeira: retratibilidade. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992, 33p.

GONÇALVES, F.G. Avaliação da qualidade da madeira de híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla x grandis* para produtos sólidos. 2006. 153 p. Dissertação (Pós Graduação em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, MG.

HEIN, P. R. G.; SILVA, J. R. M.; BRANCHERIAU, L. Correlations among microfibril angle, density, modulus of elasticity, modulus of rupture and shrinkage in 6-year-old *Eucalyptus urophylla* × *E. grandis*. MADERAS. CIENCIA Y TECNOLOGÍA, v. 15, n. 2, p. 171-182, 2013.

KOLLMANN, F. R.; COTÉ, W. A. Principles of Wood science and technology. Berlin: Springer-Verlag, 1968, 592 p.

LELES, P. S. S. et al. Crescimento de espécies arbóreas sob diferentes espaçamentos em plantio de recomposição florestal. SCIENTIA FORESTALIS, v. 39, n. 90, p. 231-239, 2011.

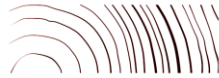
LORENZI, HARRI et al. Árvores exóticas no Brasil. Editora Plantarum, Nova Odessa, Brazil, 2003, 368p.

MORAIS, Verlândia de Medeiros. Dinâmica de crescimento de eucalipto clonal sob diferentes espaçamentos, na região noroeste do estado de Minas Gerais. 2006. 59 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. Textbook of wood technology. 4. ed. New York: McGraw Hill, 1980, 722 p

## II CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Belo Horizonte - 2015



II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira  
Belo Horizonte - 20 a 22 set 2015



POTULSKI, D. C. Densidade e retratibilidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. Moore e *Pinus taeda* L. 2010. 48 p. Trabalho de conclusão de curso - Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

SAMPAIO, A.N. Eucaliptos para o Brasil. REVISTA ARQUIVOS DO SERVIÇO FLORESTAL, v. 12, 1957.

SCANAVACA JUNIOR, L.; GARCIA, J. N. Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla*. SCIENTIA FORESTALIS, v. 65, p. 120-129, 2004.

SCHNEIDER, P. S. P. Autodesbaste e diagrama de manejo da densidade em povoamentos de *Pinus taeda* L. 2008. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus globulus*, *E. pellita* e *E. acmenoides*. IPEF, v. 36, p. 35-42, 1987.