

Propriedades físicas da madeira de *Corymbia citriodora* no sentido radialPhysical properties of *Corymbia citriodora* wood in radial directionTainise Lourençon<sup>1</sup>, Darci Gatto<sup>2</sup>, Bruno Mattos<sup>1</sup> e Rafael Delucis<sup>3</sup>**Resumo**

Este estudo teve como objetivo avaliar a densidade básica e estabilidade dimensional da madeira de *Corymbia citriodora* no sentido radial. Para tal, foram selecionadas cinco árvores com idade média de 60 anos, de bom fuste e com diâmetro superior a 50 cm à altura do peito (DAP). Para elaboração dos corpos de prova, foram retirados cinco discos (um de cada árvore), no DAP, em que corpos de prova de centímetro em centímetro foram confeccionados. Assim as dimensões e a massa dos corpos de prova foram mensuradas em três condições de umidade: acima do ponto de saturação das fibras, climatizados em 12% de umidade (condições de 20°C e 65% UR) e secos em estufa com temperatura a 103 ± 2°C. Com base nos resultados a madeira apresentou densidade básica crescente até 14-20 cm da medula e posterior estabilização até a parte mais externa, caracterizando lenho juvenil próximo à medula e adulto próximo à casca. Por outro lado variação dimensional tangencial mostrou-se decrescente no sentido medula-casca, porém quando considerado somente o lenho juvenil da madeira, a variação dimensional foi inicialmente crescente e posteriormente estável.

**Palavras-chave:** *Corymbia citriodora*, Propriedades físicas, Direção radial.

**Abstract**

This study aimed to evaluate the specific gravity and dimensional stability of *Corymbia citriodora* wood in the radial direction. To this end, we selected five mature trees, with age around 60 yr, and with girth greater than 50 cm of diameter at breast height (DBH). For preparation of the samples five disks were removed (one from each tree), at DBH. Samples were taken every cm. Thus, the dimensions and mass of the samples were measured at three times: above the fibers saturation point, conditioned at 12% of moisture content wood (conditions of 20°C and 65% RH) and oven dried at 103 ± 2°C of temperature. The results showed that the wood presented a specific gravity increasing from 14-20 cm, followed by stabilization; which characterizes juvenile wood near the pith and mature wood near the bark. The tangential dimensional variation proved decreasing from pith to bark, but when considering only the juvenile wood timber, the dimensional variation was initially increased and subsequently stable.

**Keywords:** *Corymbia citriodora*, Physical Properties, Radial direction.

**INTRODUÇÃO**

O quadro atual da indústria madeireira apresenta uma grande disponibilidade de árvores jovens, de rápido crescimento e com formação de lenho juvenil em grandes proporções, em decorrência da maior utilização de matéria prima proveniente de florestas plantadas. Essas florestas de ciclos curtos, planejadas inicialmente para indústria de celulose e papel, são utilizadas em todos os setores e muitas vezes acabam não correspondendo a qualidade que se espera do material.

Na crescente busca por qualidade, plantios com ciclos de longo período que possibilitam maior quantidade de lenho maduro nas peças de madeira e conseqüentemente maior qualidade dos produtos gerados, podem ser a resposta para essa demanda. Segundo Wu et al. (2007), deve-se considerar que o lenho juvenil apresenta menor densidade e rigidez que o lenho adulto, o que muitas vezes inviabiliza a produção de madeira sólida com esse tipo de lenho. Nesse contexto, estudos com madeiras oriundas de plantios de idade avançada contribuem para um futuro silvicultural mais sofisticado.

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. UFPEL – Universidade Federal de Pelotas - Rua Conde de Porto Alegre, 793 - Centro - Pelotas – RS - CEP 96010-290 – E-mail: [tainise@gmail.com](mailto:tainise@gmail.com); [brunodufamattos@gmail.com](mailto:brunodufamattos@gmail.com)

<sup>2</sup>Professor Doutor. UFPEL – Universidade Federal de Pelotas - Rua Conde de Porto Alegre, 793 - Centro - Pelotas – RS - CEP 96010-290 – E-mail: [darciatto@yahoo.com](mailto:darciatto@yahoo.com)

<sup>3</sup>Acadêmico do Curso de Engenharia Industrial Madeireira – UFPEL – Universidade Federal de Pelotas - Rua Conde de Porto Alegre, 793 - Centro - Pelotas – RS - CEP 96010-290 – E-mail: [r.delucis@hotmail.com](mailto:r.delucis@hotmail.com)

Vidaurre et al. (2011) ao revisarem estudos que abrangem as contrações em madeira, sugerem que para folhosas, mais estudos devem ser realizados, principalmente aqueles relacionados à madeira adulta de eucalipto.

Devido as singularidades inerentes a cada tipo de lenho, deve-se conhecer as características que os diferem, tanto para propriedades físicas (densidade) e mecânicas (rigidez), quanto para propriedades anatômicas (fibras, ângulo fibrilar e microfibrilar, diâmetro dos lumens) e químicas (teor de celulose e de lignina), as quais estão diretamente associadas a qualidade e utilização do produto final.

Aliada a qualidade da madeira, Bowyer et al. (2003) afirmam que a variação dimensional da madeira é um fator importantíssimo, caracterizado pela contração ou inchamento quando da desorção ou adsorção de água, que ocorrem abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF). A contração longitudinal é geralmente desconsiderada, por ser muito pequena, já a contração tangencial costuma ser maior que a radial.

Segundo Oliveira et al. (2010), as moléculas de água estão ligadas por ligações de hidrogênio às microfibrilas dos polissacarídeos que formam a madeira, e quando estas são forçadas a sair, deixam um espaço, e forças de coesão tendem a reaproximar as microfibrilas, causando, portanto, contração da madeira como um todo. O fenômeno da expansão é o inverso, ou seja, quando a água é adsorvida pela madeira, tende a penetrar entre as microfibrilas, causando, portanto, o afastamento delas e o conseqüente inchamento da peça de madeira como um todo.

Com base nas informações supracitadas, evidencia-se a necessidade de avaliar o comportamento das propriedades físicas intrínsecas da madeira oriunda de plantios de longo período, a fim da melhor utilização industrial desse ma-

terial. Dessa forma este estudo teve como objetivo avaliar a densidade básica e a estabilidade dimensional da madeira de *Corymbia citriodora* ao longo do sentido medula-casca.

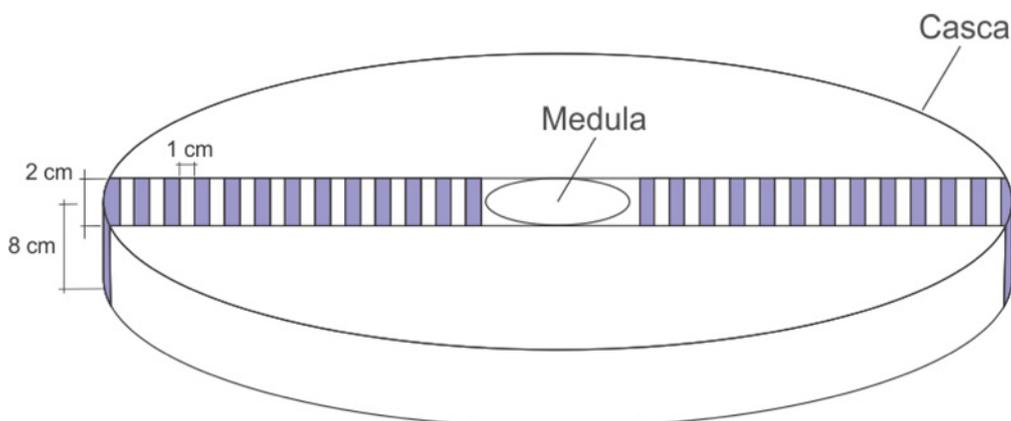
## MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas cinco árvores com idade média de 60 anos da espécie *Corymbia citriodora*, com fuste reto, cilíndrico, em boas condições fitossanitárias e com diâmetro superior a 50 cm à altura do peito (DAP). O material foi proveniente de povoamentos homogêneos do Estado do Rio Grande do Sul e selecionado ao acaso, evitando árvores de bordadura, de acordo com a norma D 5536-94 ASTM (1995).

Para confecção dos corpos de prova (CP's), foram retirados cinco discos (um de cada árvore), no DAP, que posteriormente foram levados ao Laboratório de Propriedades Físicas do curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas. De cada disco foi retirado uma bagueta central de 2 cm de largura para confecção dos CP's, centímetro a centímetro para ambos os lados, no sentido medula-casca (Figura 1).

Para obtenção de amostras com umidade acima do PSF, os CP's foram submersos em água por aproximadamente 60 dias, em seguida, foram destinados a uma câmara climatizada (20 °C e 65% UR) para estabilização a 12% de teor de umidade, e posteriormente foram secos em estufa, até massa constante, com temperatura de  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  a fim de se obter CP's com teor de umidade a 0%.

Para mensurar dimensões e massas foram utilizados paquímetro digital (0,01 mm precisão) e balança analítica (0,01 g precisão), o volume foi obtido pelo método do empuxo. As equações 1, 2, 3, 4, 5 e 6, foram utilizadas, respectivamente, para obtenção da densidade básica ( $\rho$ ), densi-



**Figura 1.** Modelo de confecção dos corpos de prova.  
**Figure 1.** Model of samples made.

dade básica a 12% ( $\rho_{12\%}$ ), coeficiente de retração (Q), contração ( $\beta$ ), inchamento ( $\alpha$ ) e anisotropia (A). As variáveis Q,  $\beta$  e  $\alpha$  foram calculadas para os planos radial e tangencial.

$$\rho = \frac{m_0}{v_{100\%}} \quad (1)$$

$$\rho_{12\%} = \frac{m_{12\%}}{v_{12\%}} * 100 \quad (2)$$

$$Q = \frac{(L_{12\%} - L_0) * m_0}{(m_{12\%} - m_0) * L_0} * 100 \quad (3)$$

$$\beta = \frac{(L_i - L_0)}{L_i} * 100 \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{(L_i - L_0)}{L_0} * 100 \quad (5)$$

$$A = \frac{\beta \text{ ou } \alpha_{tan}}{\beta \text{ ou } \alpha_{rad}} \quad (6)$$

Em que:  $L_{12\%}$  = Dimensão a 12% de umidade da madeira (mm);  $L_0$  = Dimensão seca (mm);  $L_i$  = Dimensão inicial (mm);  $L_f$  = Dimensão final (mm);  $m_{12\%}$  = massa a 12% de umidade da madeira (g);  $m_0$  = massa seca (g);  $v_{sat\%}$  = volume úmido;  $v_{12\%}$  = volume a 12% de umidade da madeira;  $\rho$  = densidade básica;  $\rho_{12\%}$  = densidade básica a 12% de umidade da madeira.

Para tornar possível a análise estatística dos dados, foram definidos pontos na direção medula-casca, em que; P1 (1 a 6 cm), P2 (7 a 13 cm), P3 (14 a 20 cm), P4 (21 a 27 cm), P5 (28 a 34 cm). Cada ponto com em média doze amostras

(considera-se ambos os lados do disco), o que em cinco árvores corresponde a sessenta amostras por ponto, dessa forma chega-se a um total de 300 observações nos cinco pontos analisados.

Com base nos pontos definidos foi feita a análise de variância ANOVA (teste F em nível de 1 e 5% de probabilidade de erro), e nos casos em que a hipótese de nulidade foi rejeitada procedeu-se com o teste de médias HSD de Tukey, em nível de 1 e 5% de probabilidade de erro. Na análise do grau de associação entre os parâmetros estudados, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, observa-se que ocorre um gradativo aumento dos valores de densidade básica até a posição P3 (entre 14 e 20 cm), após este ponto a densidade estabiliza nas posições mais próximas à casca (P4 e P5), tal como verificado em diversos estudos anteriores (CARMO, 1996, GATTO et al., 2010; LOPES et al., 2011; RIBEIRO et al., 2011).

O incremento da densidade do lenho se dá devido a alterações do meristema cambial, em que à medida que é formado o lenho adulto, a espessura da parede das fibras aumenta e a frequência e número de vasos diminui, para suprir as exigências mecânico-fisiológicas derivadas do processo de desenvolvimento das árvores (SETTE JÚNIOR et al., 2012).

**Tabela 1.** Comportamento das propriedades físicas da madeira de *Corymbia Citriodora* no sentido medula-casca. **Table 1.** Behavior of the physical properties of *Corymbia Citriodora* wood from pith to bark.

Parâmetro	Posição					Teste F		
	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>			
$\rho$	$\mu$	0,65a	0,75b	0,81c	0,82c	0,82c	99,54**	
	$\zeta$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01		
$\rho_{12\%}$	$\mu$	0,7a	0,82b	0,86c	0,86c	0,86bc	33,35**	
	$\zeta$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02		
$\beta$	Tang	$\mu$	9,16cd	9,45d	8,93c	8,47b	7,6a	11,7**
		$\zeta$	0,18	0,14	0,14	0,17	0,27	
	Rad	$\mu$	5,97a	6,5a	6,51a	6,12a	6,29a	0,95 <sup>ns</sup>
		$\zeta$	0,26	0,22	0,22	0,26	0,43	
	Vol	$\mu$	13,2a	14,7b	13,9ab	13,9ab	13,4ab	1,6 <sup>ns</sup>
		$\zeta$	0,37	0,31	0,32	0,37	0,61	
$\alpha$	Tang	$\mu$	10,11cd	10,45d	9,82c	9,26b	8,24a	11,7**
		$\zeta$	0,21	0,17	0,17	0,2	0,33	
	Rad	$\mu$	6,38a	6,99a	7a	6,56a	6,48a	0,96 <sup>ns</sup>
		$\zeta$	0,3	0,25	0,25	0,29	0,48	
	Vol	$\mu$	15,31a	16,9b	16,2ab	16,1ab	15,5ab	1,63 <sup>ns</sup>
		$\zeta$	0,5	0,41	0,42	0,5	0,82	
T/R	$\mu$	1,38ab	1,41b	1,37ab	1,28a	1,28ab	1,47 <sup>ns</sup>	
	$\zeta$	0,05	0,04	0,04	0,05	0,07		

Na mesma linha, valores seguidos de letras distintas diferem estatisticamente de acordo com o teste LSD de Fisher em nível de 95% de significância. P1 (1 a 6 cm), P2 (7 a 13 cm), P3 (14 a 20 cm), P4 (21 a 27 cm), P5 (28 a 34 cm);  $\mu$  - média ( $\mu$ ),  $\zeta$  - coeficiente de variação (%); \* - significativo em nível de 5% de probabilidade de erro, \*\* - significativo em nível de 1% de probabilidade de erro, ns - não significativo,  $\rho$  - densidade, T/R - fator anisotrópico,  $\alpha$  - Inchamento,  $\beta$  - contração.

As propriedades de contração e inchamento tangencial foram maiores próximo à medula, onde há maior proporção de lenho juvenil, seguido de decréscimo em direção à casca. Sabe-se que o fator mais influente na retratibilidade tanto dos planos analisados separadamente como da estabilidade dimensional volumétrica está associada ao ângulo microfibrilar na camada S2 (BOYD, 1977). Nesse contexto, Palma e Ballarin (2003) afirmaram que a madeira juvenil, por apresentar fibras curtas e paredes finas, tem maior inclinação fibrilar do que a madeira adulta. Esses fatos associados explicam o comportamento menos estável da retratibilidade tangencial no lenho juvenil em relação ao adulto, observado para a madeira de *Corymbia citriodora*.

Por outro lado, a madeira de *Corymbia citriodora* apresenta alta densidade e teor de extrativos elevado, principalmente quando comparada a outras folhosas exóticas, com em média 7,26% no lenho adulto (SEVERO, 2013). Nesse contexto, Oliveira et al. (2010), afirmaram que para madeiras densas e com elevados teores de extrativos hidrófobos nas paredes celulares, as contrações poderão não ser muito elevadas, o que pode ser um bom indicativo da boa estabilidade dimensional da madeira estudada.

Os valores médios encontrados para contração e inchamento na madeira de *Corymbia citriodora* foram 6,3% radial e 8,8% tangencial, os quais se mostraram superiores a valores encontrados para *Corymbia citriodora* cultivada na Austrália de acordo com a Primefacts (2010), a qual apresentou para contração de 4,5% radial e 6% tangencial. A diferença para a retratibilidade entre madeiras de mesma espécie cultivadas em diferentes sítios está associada diretamente às condições climáticas e aos tratos silviculturais, em que a variação dessas condições faz com que o ritmo de crescimento seja alterado e conse-

quentemente ocorrem variações no parâmetros anatômicos, que estão associados a estabilidade dimensional da madeira (SWAMINATHAN et al., 2012; POUBEL et al., 2011; ROQUE; TOMAZELLO FILHO, 2009)

Os valores médios encontrados nas diferentes posições radiais quanto a anisotropia, não foram estatisticamente significativos entre si, conforme Tabela 1. Todavia, a correlação entre o fator anisotrópico e a distância medula-casca, ainda que baixa, foi negativa, o que mostra que enquanto uma cresce (distância) a outra (anisotropia) decresce. Esta afirmação pode ser visualizada na Tabela 2.

Oliveira e Silva (2003), afirmaram que quanto mais próximo de 1 for o coeficiente anisotrópico, maior será a estabilidade dimensional da mesma. Ao considerar que a espécie em estudo apresentou tal coeficiente em torno de 1,4, pode-se afirmar que a mesma, conforme Moreschi (2005), possui excelente estabilidade dimensional.

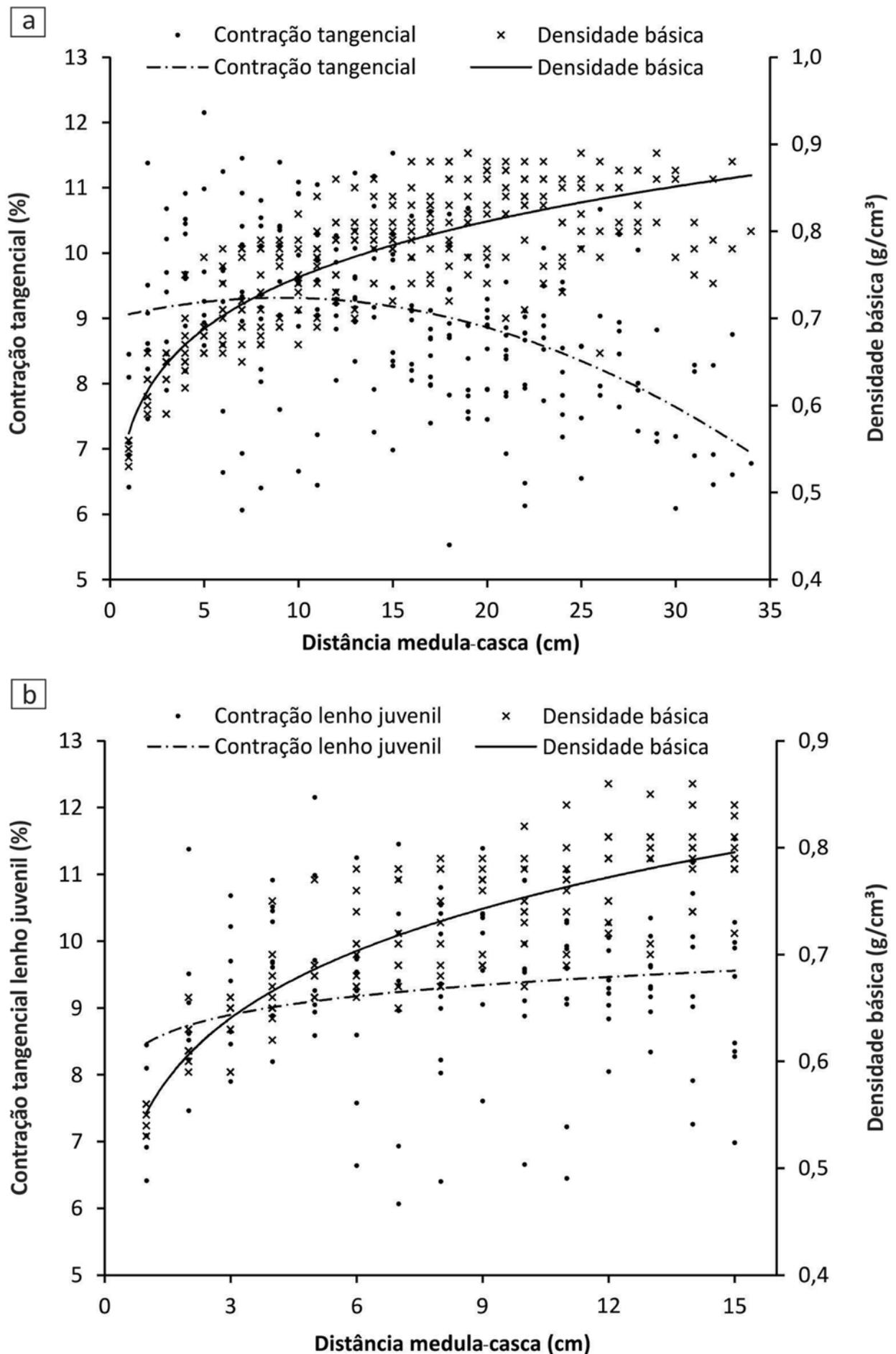
A densidade básica e distância (na direção medula-casca) apresentam correlação positiva, pois conforme ocorre a transição de lenhos há aumento e estabilização da densidade, bem como a variação dimensional e distância, apresentaram correlação negativa, em que conforme proximidade com a casca e conseqüentemente com o lenho adulto, os valores de contração e inchamento diminuiram. Tal comportamento pode ser visualizado na Figura 2a.

Na Figura 2b, a comparação foi realizada entre a contração tangencial e a densidade básica, consideradas até a distância de 15 cm da medula, onde tem-se a maior proporção de lenho juvenil. Ao considerar apenas o lenho juvenil, o comportamento da contração da madeira é menor próximo a medula e após o P1 se mantém constante, não diminuindo como ocorre a partir do P3 observado ao analisar ambos os lenhos.

**Tabela 2.** Correlação entre propriedades físicas da madeira de *Corymbia citriodora*.  
**Table 2.** Correlation between physical properties of *Corymbia citriodora* wood.

	Dist.	T/R	$\rho_{\text{Bás.}}$	$\rho_{\text{Bás. 12\%}}$	$\beta$	$\alpha$	Q
Dist.	1	-0,20	0,70	0,49	-0,34	-0,34	0,09
T/R		1	-0,11	-0,03	0,29	0,29	0,04
$\rho_{\text{Bás.}}$			1	0,79	-0,20	-0,12	0,22
$\rho_{\text{Bás. 12\%}}$				1	-0,09	-0,09	0,02
$\beta$					1	0,99	0,30
$\alpha$						1	0,30
Q							1

Em que: Dist. - distância medula-casca; T/R- fator anisotrópico;  $\rho_{\text{Bás.}}$ - densidade básica;  $\rho_{\text{Bás. 12\%}}$ - densidade básica 12%;  $\beta$  - contração;  $\alpha$  - Inchamento; Q -retratibilidade.



**Figure 2.** Densidade e contração tangencial da madeira de *Corymbia citriodora*, considerando os dois lenhos (a) e considerando apenas o lenho juvenil (b).

**Figure 2.** Specific gravity and tangential shrinkage of *Corymbia citriodora* wood, considering the two woods (a) and considering only juvenile wood (b).

## CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

- Madeira proveniente de árvores maduras apresentam melhor estabilidade dimensional e consequentemente mostram-se como melhor matéria prima para indústria de serrados;
- A densidade básica, no sentido radial, é crescente até o ponto P3 (entre 15 e 20 cm) e após este ponto se mantém estável;
- A contração e inchamento volumétrico e radial, não foram estatisticamente significativos, apresentando comportamento constante ao longo do eixo radial.
- A variação dimensional tangencial tende a ser maior próximo à medula, diminuindo em direção à casca;
- Conforme coeficiente anisotrópico da madeira de *Corymbia citriodora*, a mesma foi considerada excelente quanto a estabilidade dimensional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. D5536-94: Standard methods of testing small clear specimens of timber. Philadelphia, 1995

BOWYER, J. L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J; **Forest products and wood science**. an Introduction. 4. ed. New York: Blackwell Publishing, 2003. 554 p.

BOYD, J. D. Relationship between fibre morphology and shrinkage of wood. **Wood Science and Technology**, New York, v. 11, n. 1, 1977.

CARMO, A. P. T. **Avaliação de algumas propriedades da madeira de seis espécies de eucalipto**. 1996. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

GATTO, D. A.; HASELEIN, C. R.; BULIGON, E. A.; STANGERLIN, D. M.; MELO, R. R. M.; TREVISAN, R.; SANTINI, E. J. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil a adulto de *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch por meio de parâmetros anatômicos da madeira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 675-682, 2010.

PALMA H. A. L.; BALLARIN A. W. Propriedades de contração na madeira juvenil e adulta de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 64, p. 13-22, 2003.

PRIMEFACTS *Corymbia maculate*, *Corymbia citriodora* subsp. *Variegata* and *Corymbia henryi*. 2010. Disponível em: < <http://www.industry.nsw.gov.au> >.. Acesso em: 15 jun. 2012.

LOPES, C. S.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. S.; PANSINI, A. Estudo da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 315-322, 2011.

MORESCHI, J. C. **Propriedades tecnológicas da madeira**. Curitiba: UFPR, 2005. 168 p.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 115-127, 2010.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da Madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 381-385, 2003.

POUBEL, D. S.; GARCIA, R. A.; LATORRACA, J. V. F.; CARVALHO, A. M. Estrutura Anatômica e Propriedades Físicas da Madeira de *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 117-126, 2011.

RIBEIRO, A.O.; MENDES, L. M.; MORI, F. A.; ZIECH, R. Q.; MENDES, R. F. Variação da densidade básica da madeira de *Toona ciliata* Roem cultivada em diferentes localidades. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 91, p. 359-366, set. 2011.

ROQUE, R. M.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Gmelina arborea* em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 273-285, 2009.

SETTE JÚNIOR, C.R.; OLIVEIRA, I. R.; TOMAZELLO FILHO, M.; YAMAJI, F. M.; LACLAU, J. P. Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 1183-1190. 2012.

SEVERO, E.D.; SANSÍGOLO, C. A.; CALONEGO, F. W.; BARREIROS, R. M. Kraft Pulp from juvenile and mature woods of *Corymbia citriodora*. **BioResources**, Raleigh, v. 8, n. 2, p. 1657-1664, 2013.

SWAMINATHAN C.; VIJENDRA RAO, R.; SHASHIKALA, S. Preliminary Evaluation of Variations in Anatomical Properties of *Melia dubia* Cav. Wood. **International Research Journal of Biological Sciences**, Indore, v. 1, n. 4, p. 1-6, 2012.

VIDAURRE G.; LOMBARDI, L. R.; OLIVEIRA, J. T. S.; ARANTES, M. D. C. Lenho Juvenil e Adulto e as Propriedades da Madeira. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 4, p. 469-480, 2011.

WU, H. X.; ELDRIDGE, K. G.; MATHESON, A. C.; POWELL, M. B.; McRAE, T. A.; BUTCHER, T. B.; JOHNSON, I. G. Achievement in forest tree improvement in Australia and New Zealand 8. Successful introduction and breeding of radiata pine to Australia. **Australian Forestry**, Melbourne, v. 70, n. 4, p. 215-225, 2007.

Recebido em 09/01/2013  
Aceito para publicação em 12/07/2013

