

Densidade e retratibilidade de três madeiras comerciais de rápido crescimento

Density and retractability of three fast-growing commercial woods

Victória Oliveira Cabral Hassan^{1*}, Marciano Martins Artismo¹, Bianca Lamounier da Silva Lima¹, Fabricio Pereira da Costa¹, Alexsandro Bayestorff da Cunha¹

¹Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Lages-SC, Brasil

*Autora para correspondência: vhassan01@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho buscou determinar a densidade e retratibilidade de três espécies de rápido crescimento diferentes: *Pinus taeda*, *Eucalyptus grandis* e *Cryptomeria japonica*. A matéria prima veio da marcenaria do Laboratório de Propriedades da Madeira na Universidade do Estado de Santa Catarina e é proveniente de diversas serraria do município de Lages, Santa Catarina. As peças foram beneficiadas para a produção de cercas, molduras e pisos e a partir delas foram feitos os corpos de prova (20x30x50mm). Os corpos de prova foram expostos a saturação (submersão em água), 12% e 0% de umidade de equilíbrio em câmara climatizada a 20°C e 103°C, respectivamente. Em cada caso, foram medidos o peso e as dimensões dos corpos de prova. Foram determinadas, seguindo a norma NBR 7190 (1997), as propriedades físicas: Densidade aparente a 0%, 12% e saturada; Densidade básica; Anisotropia de contração; Coeficiente de Retrabilidade; Retrabilidade Máximo, Linear e Volumétrico. Os resultados indicaram o valor de retrabilidade de *E. grandis* como o maior valor dentre as espécies analisadas tanto no volumétrico ($\beta=13.87\%$) quanto no linear no plano tangencial ($\beta=9.30\%$) e a maior densidade básica (542 kg/m^3) foi de *C. japonica* e indica ser normal de trabalhar ($1,50 < \text{Anisotropia de Contração Média} < 2,00$). Conclui-se que, considerando a contração máxima volumétrica, o *E. grandis* foi o mais instável dimensionalmente e o *P. taeda* o mais estável dimensionalmente. Considerando-se a densidade básica, *Pinus taeda* foi classificado como baixa densidade e tanto *Eucalyptus grandis* quanto *Cryptomeria japonica* foram classificados como média densidade.

Palavras-chave: Defeito. Secagem. Resistência

Realização:



Apoio:



ABSTRACT

The present work sought to determine the density and shrinkage of three different fast-growing species: *Pinus taeda*, *Eucalyptus grandis* and *Cryptomeria japonica*. The raw material came from the Laboratory of Wood Properties at the University of the State of Santa Catarina and it comes from several sawmills in the municipality of Lages, Santa Catarina. The pieces were processed to produce fences, frames and floors and from them the test specimens (20x30x50mm) were made. The specimens were exposed to saturation (submersion in water), 12% and 0% equilibrium humidity in a climate chamber at 20°C and 103°C, respectively. In each case, the weight and dimensions of the specimens were measured. The physical properties were determined, following NBR 7190 (1997) standard: Apparent density at 0%, 12% and saturated; Basic density; Contraction anisotropy; Retractability Coefficient; Maximum, Linear and Volumetric shrinkage. The results indicated the retractability value of *E. grandis* as the highest value among the analyzed species both in volumetric ($\beta=13.87\%$) and linear in the tangential plane ($\beta=9.30\%$) and the highest basic density (542 kg/m³) was from *C. japonica* and indicates to be normal to work (1.50 < Mean Contraction Anisotropy < 2.00). It is concluded that, considering the maximum volumetric contraction, *E. grandis* was the most dimensionally unstable and *P. taeda* the most dimensionally stable. Considering the basic density, *Pinus taeda* was classified as low density and both *Eucalyptus grandis* and *Cryptomeria japonica* were classified as medium density.

Keywords: Defect. Drying. Resistance.

1 INTRODUÇÃO

Para proteger a vegetação nativa, a exploração legal foi restrita aos reflorestamentos, ajudando na capacidade de geração de emprego e renda do setor florestal, abastecendo o mercado madeireiro sem desmatamento ilegal e garantindo consistência econômica, ambiental e social (JUVENAL, 2002). A madeira é um material muito importante para diversos setores, sendo destinadas para diferentes indústrias conforme suas características,

Realização:



Apoio:



tanto para fins estruturais, quanto para madeira, moveleira, celulose ou papel (MÜLLER, 2014).

Desse modo, as características próprias de cada madeira determinam a relação com o produto, bem como as variações que ela sofre sobre distintas circunstâncias, de modo que realizem diferentes empregos conforme a variação própria de cada espécie (TRUGILHO, 2014) e aumentam a eficiência do seu uso. Assim, uma das propriedades mais relevantes nas propriedades físicas da madeira é a densidade, pois caracteriza a resistência e rigidez da madeira (MELO, 2010).

A retratibilidade volumétrica se correlaciona significativamente com a densidade, que ao aumentá-la diminui a estabilidade dimensional da madeira (VALE, 2010). Assim, é imprescindível o conhecimento das propriedades físico-mecânicas, como a retratibilidade e densidade, para entender e utilizar corretamente este material. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo determinar a densidade e retratibilidade de três espécies de rápido crescimento: *Pinus taeda* L., *Eucalyptus grandis* W.Hill. e *Cryptomeria japonica* (Thunb. ex L.f.) D.Don.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado entre abril e maio de 2022, no Laboratório de Propriedades da Madeira na Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC, Campus Ciências Agroveterinárias - CAV, no Município de Lages, Santa Catarina.

Foram escolhidas três espécies da marcenaria do laboratório para a análise, sendo elas *Eucalyptus grandis*, *Cryptomeria japonica* e *Pinus taeda*, essas peças foram adquiridas de diversas serrarias do município de Lages, Santa Catarina, sem distinção de idade e sua finalidade era para produção de cercas, molduras e pisos. Após a escolha das peças, foram feitos três corpos de prova para cada espécie seguindo a NBR 7190 (1997), com as dimensões de 20 x 30 x 50 mm, em perfeita orientação dos anéis de crescimento e com lados lisos e sem defeitos.

Com isto, para se obter os dados a partir dos corpos de prova (CP) foram divididas em três etapas. Na primeira, foram armazenados em uma câmara climatizada com 20°C de temperatura e 65% umidade relativa, ou seja, 12% de umidade de equilíbrio até a

Realização:



Apoio:



estabilização de seu peso, este foi coletado juntamente com as suas dimensões. Na segunda etapa os CP's foram mergulhados em recipiente com água para se realizar a saturação deles por cerca de 7 dias, repetindo a mesma operação de pesagem e retirada de medidas. E na terceira etapa, os corpos de prova foram encaminhados para uma das estufas do laboratório, a 103° C, por 48h até atingirem o teor de umidade de 0%, para as últimas medidas e pesagem. Foram coletados dados de medidas nas três posições da madeira: Radial, Longitudinal e Transversal.

As análises e a tabulação dos dados foram informatizadas através do software *Microsoft Excel*, resultando nos valores médios referentes as seguintes propriedades físicas: Densidade aparente a 0%, 12% e saturada; Densidade básica; Anisotropia de contração; Coeficiente de Retratabilidade; Retratabilidade Máximo, Linear e Volumétrico. Para a escrita do presente trabalho foi utilizado o software *Microsoft Word*.

3 RESULTADOS

A densidade média básica (Tabela 1) para *Pinus taeda* foi de 357 kg/m³, para *Cryptomeria japônica* foi de 542 kg/m³ e para *Eucalyptus grandis* foi de 533 kg/m³. A retratabilidade máximo volumétrico (Tabela 2) para *Pinus taeda* foi de 10,71 %, para *Cryptomeria japônica* foi de 12 % e para *Eucalyptus grandis* foi de 13,87%. A anisotropia de contração média (Tabela 3) para *Pinus taeda* foi de 2,61, para *Cryptomeria japônica* foi de 1,56 e para *Eucalyptus grandis* foi de 4,64.

Tabela 1- Densidade saturada, a 12%, a 0% de teor de umidade e básica.

Espécie	Densidade Média (kg/m ³)			
	Saturada	12%	0%	Básica
<i>Pinus taeda</i>	889	496	400	357
<i>Cryptomeria japonica</i>	1061	691	616	542
<i>Eucalyptus grandis</i>	892	686	563	533

Realização:



Apoio:



Tabela 2- Retratibilidade máximo volumétrico (V) e linear no plano tangencial (T), radial (R) e longitudinal (L).

Espécie	Retratibilidade máxima (%)			
	V	T	R	L
<i>Pinus taeda</i>	10.71	7.45	3.36	0.17
<i>Cryptomeria japonica</i>	12.00	6.76	5.49	0.27
<i>Eucalyptus grandis</i>	13.87	9.30	4.41	0.31

Tabela 3- Anisotropia de contração média (ACM) e coeficiente de retratibilidade das amostras no plano tangencial (Qt) e radial (Qr).

Espécie	ACM	Qt (% / %)	Qr (% / %)
<i>Pinus taeda</i>	2.61	0.15	0.07
<i>Cryptomeria japonica</i>	1.56	0.07	0.12
<i>Eucalyptus grandis</i>	4.64	0.11	0.19

4 DISCUSSÃO

A densidade média (Tabela 1) básica e a 12% de UR de *Eucalyptus grandis* foi maior do que a encontrada em literatura (CASTRO, 2017; SETTE, 2012), enquanto a sua densidade em 0% UR foi menor (BATISTA, 2011). Por sua vez, *Pinus taeda* demonstrou valores maiores a 12% UR, 0% UR e básica e menor na saturada quando comparado a outros autores (VIVIAN, 2022). Enquanto *Cryptomeria japonica* obteve valor de densidade básica, saturada e a 0% UR maiores do que o esperado (FONTE, 2017).

Desta forma, conforme a densidade básica e a classificação do IBAMA (2011), a madeira de *Pinus taeda* foi classificado como baixa densidade e tanto *Eucalyptus grandis* quanto *Cryptomeria japonica* foram classificados como média densidade.

De modo geral, o aumento da densidade (Tabela 1) foi conforme o aumento do teor de umidade, isto é esperado, visto que o dividendo da fórmula da densidade é a massa e esta aumenta, conforme a saturação da madeira, de forma expressiva do ponto de saturação das fibras até o ponto de saturação (KOLLMANN; COTE, 1968). Porém, a resistência mecânica, mesmo afetada pelo teor de umidade, diminuirá até o ponto de saturação das fibras e depois permanecerá constante, independentemente do valor da densidade.

A retratibilidade máximo volumétrico e linear no plano tangencial e radial (Tabela 2) para *E. grandis* demonstraram valores esperados na literatura (BATISTA, 2010). Enquanto para *P. taeda* os valores máximo volumétrico e linear no plano tangencial são similares a

Realização:



Apoio:



outros estudos, contudo o plano tangencial foi menor que o esperado (VIVIAN, 2022). Para *C. japonica* os valores são maiores para máximo volumétrico e linear no plano radial, enquanto é similar ao plano tangencial quando comparado a outras análises (FONTE, 2017). Este valor é importante, pois a diferença das contrações tangencial e radial explica a maior parte dos defeitos que ocorrem durante a secagem da madeira, tais como rachaduras e empenamentos (HELLMEISTER, 1982). A contração longitudinal apresentou valores poucos significativos e é comum em outros estudos (e.g. VIVIAN, 2022; FONTE, 2017).

A anisotropia de contração média (Tabela 3) indica a trabalhabilidade da madeira, assim, conforme a classificação de Nock *et al.* (1975), a madeira de *C. japonica* é de trabalhabilidade normal ($1,5 < ACM < 2,0$), enquanto *E. grandis* e *P. taeda* são de trabalhabilidade ruim ($ACM > 2,0$). O aumento na contração volumétrica e no coeficiente de anisotropia contribuem para a instabilidade dimensional da madeira, dificultando, por exemplo, o processo de secagem e acentua a deformação do material (MÜLLER, 2014).

O coeficiente de retratibilidade (Tabela 3) demonstrou valores pouco expressivos, indica que as dimensões das espécies variaram pouco (em %) para a variação de 1% de umidade da madeira. Na prática, este coeficiente é importante para o cálculo de variação de volume quando se deseja alterar o teor de umidade para outro (BATISTA, 2010) e pode ser utilizado no processo de desdobro.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que, considerando a contração máxima volumétrica, o *E. grandis* foi o mais instável dimensionalmente e o *P. taeda* o mais estável dimensionalmente. Considerando-se a densidade básica, *Pinus taeda* foi classificado como baixa densidade e tanto *Eucalyptus grandis* quanto *Cryptomeria japonica* foram classificados como média densidade.

REFERÊNCIAS

BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, v. 20, p. 665-674, 2010.

Realização:



Apoio:



BATISTA, D. C.; TOMASELLI, I.; KLITZKE, R. J. Effect of time and temperature of thermal modification on the reduction of maximum swelling of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden wood. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 533-540, 2011.

CASTRO, V. R. *et al.* Efeito da aplicação do potássio, do sódio e da disponibilidade hídrica na densidade aparente a 12% de umidade do lenho juvenil de árvores de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 27, p. 1017-1027, 2017.

FONTE, A. P. N. *et al.* Propriedades físicas e químicas da madeira de cerne e alborno de *Cryptomeria japonica*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 3, p. 277-285, 2017.

HELLMEISTER, J. C. **Sobre a determinação das características físicas da madeira**. São Carlos, 1982. 119 p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo.

JUVENAL, T. L.; MATTOS, R. L. G. **O setor florestal no Brasil e a importância do reflorestamento**. 2002.

KOLLMAN, F. F. P.; COTE, W. A. Principles of wood science and technology: t. I. **Solid Wood**. 1968.

MELO, R. R. *et al.* Caracterização física e mecânica da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 67-73, 2010.

MÜLLER, B. V. *et al.* Avaliação das principais propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Floresta e Ambiente**, v. 21, p. 535-542, 2014.

NOCK, P.H.; RICHTER *et al.* **Tecnologia da madeira**. Curitiba: UFPR, 1975. 216p.

SETTE JR, C. R. *et al.* Efeito da idade e posição de amostragem na densidade e características anatômicas da madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 36, p. 1183-1190, 2012.

TRUGILHO, P. F. *et al.* Características de crescimento, composição química, física e estimativa de massa seca de madeira em clones e espécies de *Eucalyptus* jovens. **Ciência Rural**, v. 45, p. 661-666, 2014.

VALE, A. T.; DIAS, Í. S.; SANTANA, M. A. E. Relações entre propriedades químicas, físicas e energéticas da madeira de cinco espécies de cerrado. **Ciência Florestal**, v. 20, p. 137-145, 2010.

VIVIAN, M. A. *et al.* Ciclos de produção de *Pinus taeda* L. com mais de 30 anos: uma alternativa para obtenção de madeira para usos sólidos e estruturais. **Ciência Florestal**, v. 32, p. 573-596, 2022.

Realização:



Apoio:

