

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DA MADEIRA DE EUCALIPTO VERMELHO (*Eucalyptus camaldulensis*)

Eliene Moraes Afonso¹; Fernanda Marques Castro¹; Horny Burgarelly Junior
Alves Domingues¹, Marco Tulio Chagas de Carvalho Gomes¹; Ricardo Gomes
de Oliveira¹, Caroline Junqueira Sartori¹

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG), Av. Primeiro de Junho,
1043 - Centro, São João Evangelista - MG, 39705-000, Brasil, elyenemoraes28@gmail.com,
fernadinha200114@gmail.com, marcotulioogomes@hotmail.com.br, ricardo.gomes@ifmg.edu.br,
caroline.sartori@ifmg.edu.br.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo determinar a densidade básica da madeira de *Eucalyptus camaldulensis*. Foram obtidas ripas de madeira de *E. camaldulensis* em empreendimento comercial no município de São João Evangelista, MG, as quais foram transformadas em quatro corpos de prova de dimensão de 3,5 x 1 x 4cm (RxTxA). Os corpos de prova foram colocados em dessecador com água acoplado a uma bomba de vácuo, para saturação. Por imersão e deslocamento em água, foi determinado o volume saturado. Em balança de precisão foi determinada a massa saturada. Posteriormente, os corpos de prova passaram por processo de secagem e em balança de precisão foi determinada a massa seca. A densidade básica da madeira foi determinada na relação entre a massa seca e o volume saturado (Método de imersão e deslocamento) e pelo método do Máximo Teor de Umidade (MTU). Verificou-se que os valores médios de densidade básica encontrados foram de 0,482 g/cm³ e 0,616 g/cm³ pelo método de imersão e deslocamento e pelo método de MTU respectivamente, sendo este valor próximos ao verificado na literatura.

Palavras-chave: Densidade. Máximo teor de umidade. Imersão e deslocamento.

Área do Conhecimento: Engenharia Florestal.

Introdução

O eucalipto é de grande significância na indústria de celulose e papel e na produção de carvão vegetal (FLYNN; SHIELD, 1999). O *Eucalyptus camaldulensis* é uma espécie tolerante a deficiência hídrica do solo (SHIMIZU *et al.*, 2007). Possui boa capacidade de crescer em solos pobres, resistência a longos períodos de seca, tolerância ao excesso de chuvas, bem como produz madeira dura e pesada (LIMA *et al.*, 2010). O *Eucalyptus camaldulensis* se destaca com elevada densidade básica e poder calorífico superior (COSTA *et al.*, 2017).

A densidade é uma característica quantitativa, e como tal, varia com o ambiente e com o genótipo. É uma propriedade importante para caracterizar madeiras para os mais diversos fins, pois é de fácil determinação, baixo custo e se correlaciona com as características físicas e mecânicas da madeira (EMBRAPA, 2017).

A densidade básica é um importante parâmetro para avaliação da qualidade da madeira, sendo uma variável complexa, pois resulta da combinação de diversos fatores como dimensão das fibras, espessura da parede celular, volume dos vasos e parênquimas, proporção entre madeira do cerne e alburno e arranjo dos elementos anatômicos (FOELKEL *et al.*, 1971). A densidade básica da madeira

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

é reconhecida como um dos mais importantes parâmetros para avaliação da sua qualidade, por ser de fácil determinação e estar relacionada às suas demais características (SHIMOYAMA; BARRICHELLO, 1991).

Valério *et al.* (2008) relatam que a densidade da madeira é influenciada por vários fatores, entre eles idade, procedência, local de origem, espaçamento, taxa de crescimento entre gêneros e espécies. O conhecimento desta variabilidade é importante para otimizar a exploração da madeira, assim como para aplicar novas técnicas e métodos para facilitar os levantamentos do potencial madeireiro.

O presente trabalho teve como objetivo a determinação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus camaldulensis*, pelos métodos de Máximo Teor de Umidade (MTU) e pela determinação do volume por Imersão e deslocamento.

Metodologia

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório de Tecnologia da Madeira do Instituto Federal de Minas Gerais *campus* São João Evangelista. Foram obtidas ripas de madeira de *Eucalyptus camaldulensis*, em empreendimento comercial no município de São João Evangelista, Minas Gerais. As ripas foram transformadas em quatro corpos de prova de dimensão de 3,5 x 1 x 4cm (Longitudinal Radial x Longitudinal Tangencial x Axial).

Inicialmente, os corpos de prova foram colocados em dessecador com água acoplado a uma bomba de vácuo, tendo sido o mesmo preenchido com água até completa imersão das amostras, até que a madeira atingisse completa saturação.

O método de imersão e deslocamento foi realizado através da determinação do volume saturado (V_{sat}) dos corpos de prova, por meio da imersão em água e pesagem do volume de líquido deslocado, baseado no princípio de Arquimedes, recomendado pela Comissão Panamericana de Normas Técnicas (COPANT, 1972) e segundo a norma NBR 7190 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997). Após saturação, foi determinada também a massa saturada (M_{sat}) dos corpos de prova em balança analítica de precisão.

Após a saturação, os corpos de prova ficaram expostos ao ar livre por três dias e depois foram colocados em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingir massa constante, sendo assim determinado em balança de precisão a massa seca (M_s).

A densidade básica da madeira foi determinada na relação entre a massa seca e o volume saturado (Equação 1) e pelo método do Máximo Teor de Umidade, conforme Smith (1954) (Equação 2).

$$Db = \frac{M_s}{V_{sat}} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde:

Db = Densidade básica (g/cm^3);

M_s = Massa seca (g);

V_{sat} = Volume saturado (cm^3)

$$Db = \frac{1}{\left(\frac{M_{sat}-M_s}{M_s}\right) + \frac{1}{1,53}} \quad \text{Eq. (2)}$$

Onde:

Db = Densidade básica (g/cm^3);

M_s = Massa seca (g);

M_{sat} = Massa saturada (g)

Foi feita análise estatística, com emprego do *software* SISVAR (FERREIRA, 2011), de modo a verificar a existência de diferenças significativas entre os dois métodos empregados neste estudo para a determinação da densidade básica da madeira, a 5% de significância.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Resultados

Os valores médios da densidade básica da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* utilizada como ripa, podem ser visualizados na Tabela 1. Verifica-se que foi encontrada diferença estatística significativa entre os métodos de determinação da densidade básica da madeira.

Tabela 1: Valores médios de densidade básica da madeira de *Eucalyptus camaldulensis*

	Método de Deslocamento	Método MTU
Média / Densidade	0,482 a	0,616 b
Desvio Padrão	0,008	0,030
CV (%)	1,62	4,85

Verificou-se que os valores médios de densidade básica encontrados neste estudo foram de 0,482 g/cm³ e 0,616 g/cm³ pelo método de imersão e deslocamento e pelo método de máximo teor de umidade respectivamente, a metodologia de imersão e deslocamento apresentou um coeficiente de variação de 1,62% e o método de máximo teor de umidade apresentou 4,85%.

Discussão

Costa *et al.*, 2017, ao avaliar as propriedades da madeira de cerne e alborno de dois clones de *Eucalyptus camaldulensis*, destinados à produção de carvão vegetal, determinaram a densidade básica pelo método de imersão em água e deslocamento. Os autores verificaram que os valores médios da densidade básica da madeira de cerne e do alborno foram 0,563 e 0,605 g/cm³ respectivamente, valores estes próximos aos verificados neste estudo.

Oliveira e Silva, 2003, estudaram a densidade básica da madeira de *E. saligna* com 16 anos, em função da posição radial. Os autores verificaram valores médios de 0,39; 0,43; 0,50; 0,55 g/cm³ no sentido medula-casca, com valor médio de 0,47 g/cm³ respectivamente. Os autores utilizaram a relação entre a massa seca e o volume saturado, porém utilizou-se o mercúrio para a determinação do volume pelo método de imersão e deslocamento. Os valores obtidos pelos autores são próximos ao verificados nesta pesquisa também para o método de imersão e deslocamento, que foi de 0,482 g/cm³. Pode-se ressaltar que pode haver alterações na densidade da madeira relacionada à posição do tronco em que as amostras foram retiradas, a idade da árvore, entre outras variáveis, características estas que não foram classificadas neste estudo. Sette Júnior *et al.*, 2012, verificaram que existe diferença estatística significativa em função da posição longitudinal do material amostrado em madeira de *E. grandis* com 24, 36 e 72 meses de idade.

Batista *et al.*, 2010, ao estudar clones de *Eucalyptus* com 11 anos de idade, verificaram que a densidade básica média do *Eucalyptus grandis* foi de 0,45 g/cm³, do *Eucalyptus saligna* foi de 0,46g/cm³ e do *Eucalyptus dunnii* foi de 0,56 g/cm³. A densidade básica da madeira de *E. dunnii* foi superior ao verificado neste estudo para o método de deslocamento, porém inferior ao verificado para o método de MTU.

Comparando os dois métodos utilizados para o cálculo da densidade básica, o de máximo teor de umidade precisa somente de duas pesagens, uma com a amostra saturada com água e a outra da amostra absolutamente seca em estufa, entretanto pode ser menos preciso, devido às variações que podem ocorrer, um exemplo é assumir que a densidade real da madeira seja uma constante (1,53 g/cm³), sendo que ela pode variar de 1,50 a 1,56 g/cm³. Além da questão de que a maioria dos trabalhos na literatura utilizam o método de imersão e deslocamento.

Conclusão

Os valores médios de densidade básica encontrados neste estudo foram 0,482g/cm³ e 0,616g/cm³ pelo método de Imersão e deslocamento e pelo método de Máximo teor de umidade respectivamente.

Referências

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

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

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**, Santa Maria, v. 20, n. 4, p. 665-674, 2010.

Comissão Panamericana de Normas Técnicas - COPANT. COPANT 461: **Maderas - Metodo de determinación del peso especifico aparente**. La Paz; 1972.

COSTA, A. C. S.; LEAL, C. S.; SANTOS, L. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; OLIVEIRA, A. C.; PEREIRA, B. L. C. Propriedades da madeira de cerne e alburno de *Eucalyptus camaldulensis*. **Revista Ciência da Madeira**, v. 8, n. 1, p. 10–20, 2017.

EMBRAPA, **Estudo analisa densidade básica da madeira de eucalipto**, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28515627/estudo-analisa-densidade-basica-da-madeira-de-eucalipto>. Acesso em 8 de junho 2023.

FLYNN, B.; SHIELD, E. *Eucalyptus* progress in higher value utilization: a global review. **Tacoma: Robert Flynn & Associates**; 1999. 212 p.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer analysis system. ciência e agrotecnologia, **Cerne**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000600001.

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos Para Determinação da Densidade Básica de Cavacos Para Coníferas e Folhosas. **Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais**, 2/3: 67-74, 1971.

LIMA, C. G. R. Atributos físico-químicos de um Latossolo do cerrado brasileiro e sua relação com características dendrométricas do eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, n.1, p.163-173, 2010.

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

SETTE JÚNIOR, C. R.; DE 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-MG, v.36, n.6, p.1183-1190, 2012.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

SHIMIZU, J. Y.; KLEIN, H.; OLIVEIRA, J. R. V. Diagnóstico das plantações florestais em Mato Grosso. Cuiabá, **Central de Texto**. 63p, 2007.

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.178-183.

SHIMOYAMA, V. R. S. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira**, 1991. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11142/tde-20191108-115416/>. Acesso em: 20 abr. 2023.

SMITH, D.M. **Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples**. Madison: Forest Products Laboratory, 1954. 8p.

VALÉRIO, A. F.; WATZLAWICK, L. F.; SILVESTRE, R.; KOEBLER, H. S. Determinação da Densidade Básica da Madeira de Cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), ao longo do fuste. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v. 1, n. 1, 2008.