

Obtenção da densidade básica da madeira de pinus sp.

Gracielle Maria Pereira Reis¹; Breno Silva da Cruz Queiroz¹; Frederico Dias Pascoal¹; Luis Carlos da Silva Soares¹; Michele Lopes Medina¹; Caroline Junqueira Sartori²

1 Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista, São João Evangelista - MG; gracielleireis@hotmail.com

2 Caroline Junqueira Sartori: Pesquisador do IFMG, Campus São João Evangelista; caroline.sartori@ifmg.edu.br

RESUMO

A densidade básica da madeira é uma característica universal para comparação de madeiras, visto que é uma propriedade de fácil determinação e alta correlação com a resistência mecânica da madeira. A metodologia para obtenção da densidade básica possivelmente pode influenciar nos resultados obtidos. Este trabalho visa avaliar a influência dos métodos de obtenção da densidade básica através da determinação do volume da amostra pelo método de imersão e deslocamento e pelo método de Máximo Teor de Umidade (MTU). Amostra da madeira de *Pinus* sp. foi obtida em serraria, em que três corpos de prova de aproximadamente 2 x 2 x 2,3 cm foram retirados. Os corpos de prova foram saturados em água e determinados seu volume pelo método de imersão e deslocamento de água, e determinada sua massa saturada. Posteriormente, os mesmos foram secos ao ar livre e em estufa para a determinação da massa seca. De posse destes valores, a densidade básica da madeira foi determinada na relação da massa seca com o volume saturado, bem como pelo método de Máximo Teor de Umidade, proposto por Smith (1954). A densidade básica da madeira de *Pinus* sp. verificada neste estudo foi de 0,420 g/cm³ e 0,491 g/cm³ para os métodos de Imersão e Deslocamento e método de Máximo Teor de Umidade, onde não foram verificadas diferenças estatísticas significativas entre as médias ao nível de 5% de significância.

INTRODUÇÃO:

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 alborno e arranjo dos elementos anatômicos (FOELKEL et al., 1971). A densidade básica pode ser determinada pela relação entre a massa seca a 0% de umidade (massa anidra) e o volume verde, ou pela relação com o máximo teor de umidade (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003). A densidade básica apresenta variações devido a diferenças na estrutura e a presença de substâncias extrativas na madeira, sendo que a estrutura é caracterizada pela quantidade proporcional de diferentes tipos de células (COSTA, 2006).

A caracterização da madeira, pela determinação de sua densidade ou da massa específica, e de sua variação dentro da árvore, tanto na direção radial, da medula para a casca, quanto no sentido base/topo, é fundamental como subsídio ao entendimento de sua qualidade (OLIVEIRA et al., 2005). 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.

As Espécies de *Pinus* vem sendo cultivadas no Brasil há mais de um século para usos múltiplos. O gênero *Pinus* compreende aproximadamente 600 espécies florestais, em que a madeira das espécies *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* destaca-se por apresentar grande aplicação industrial no Brasil (MISSIO et al., 2015). Este gênero possui um rápido crescimento e são produtores de madeira resinosa, de grande utilidade para o processamento mecânico. São consideradas madeiras de “fibra” longa, além de ter a madeira de coloração clara. Pode ser utilizada na fabricação de papel ou na extração de resina, entre outras utilidades. Atualmente, a madeira de pinus representa 30% das plantações florestais destinadas à produção de papel e celulose, contribuindo com “fibras” longas, imprescindíveis à fabricação de papéis que exigem maior resistência ao rasgo e estouro, e melhor absorção de tinta (EMBRAPA, 2014).

O presente trabalho teve como objetivo a determinação da densidade básica da madeira de *Pinus* sp. pelos métodos: Máximo Teor de Umidade (MTU) e Imersão e deslocamento.

METODOLOGIA:

O estudo foi desenvolvido no laboratório de Física e Mecânica da Madeira do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – campus São João Evangelista (IFMG – SJE), situado no município de São João Evangelista, MG (latitude: -18° 32' 52"; longitude: -42° 45' 48" e altitude: 690 m), onde o clima é classificado como CWA – inverno seco e verão chuvoso, com temperatura média máxima anual de 26,1 °C e média mínima anual de 15 °C. O índice médio pluviométrico anual é de 1.081 mm (CORREIA et al., 2013).

O material utilizado neste estudo foi obtido de serrarias na região de São João Evangelista. Para os procedimentos foram utilizados corpos de prova (CP) da madeira de *Pinus* sp. nas dimensões 2,0cm x 2,0cm x 2,3cm (L x R x T). Os CP possuíam superfície lisa, lados paralelos e ausência de fendas.

Para determinação da densidade básica, os corpos de prova foram saturados em um dessecador com água onde foi realizada a aplicação de vácuo intermitente. O volume saturado (V_{sat}) do corpo de prova foi obtido por imersão em água e deslocamento. Na condição saturada, foi determinada em balança de precisão a massa (M_{sat}) dos corpos de prova.

Posteriormente, os corpos de prova passaram por uma pré-secagem ao ar livre por cerca de 4 dias e então levados à estufa de circulação de ar a $40 \pm 2^\circ\text{C}$ por três dias, onde a temperatura foi elevada para $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingirem massa constante, determinando assim a sua 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).

$$Db = \left(\frac{M_s}{V_{sat}} \right) * 100 \quad \text{Eq. (1)}$$

Onde:

D_b = Densidade básica (g/cm^3) ou (kg/m^3);

M_s = Massa seca (g) ou (kg);

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

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

Onde:

D_b = Densidade básica (g/cm^3) ou (kg/m^3);

M_{sat} = Massa saturada (g) ou (kg);

M_s = Massa seca (g) ou (kg);

Os dados obtidos durante a medição dos CP foram lançados no programa Microsoft Office Excel®, para o cálculo em relação à densidade, desvio padrão e coeficiente de variação (CV%).

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Os resultados obtidos após a utilização dos dois métodos para o cálculo da densidade básica da madeira, o método de imersão e deslocamento e o método do máximo teor de umidade (MTU) estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 1. Densidade básica da madeira de *Pinus* sp.

	Método de Imersão	Método MTU
A	0,422	0,495
B	0,415	0,486
C	0,422	0,493
Média	0,420	0,491
Desvio padrão	0,004	0,005
CV (%)	0,96	0,96

Verificou-se que os valores médios de densidade básica encontrados neste estudo foram de $0,420 \text{ g/cm}^3$ e $0,491 \text{ g/cm}^3$ pelo método de Imersão e deslocamento e pelo método de Máximo teor de umidade respectivamente, ambas metodologias apresentaram um coeficiente de variação de 0,96%. Com o emprego do teste-t de student, observou-se que as médias não se diferiram estatisticamente, sendo considerado que os dois métodos possuem resultados iguais, analisando uma probabilidade de 95%.

Em comparação entre os métodos utilizados para o cálculo da densidade básica, o de MTU requer apenas duas pesagens: uma da amostra saturada com água e a outra da amostra absolutamente seca em estufa, porém pode ser menos preciso, devido às variações que podem ocorrer, como por exemplo, assumir que a densidade da madeira é constante ($1,53 \text{ g/cm}^3$), quando a mesma varia de 1,50 a $1,56 \text{ g/cm}^3$, além da

dificuldade em certos casos de se conseguir a saturação completa da madeira. Já o método que se baseia na relação entre a massa seca e o volume saturado, é mais utilizado em trabalhos científicos para comparação entre as espécies. Apesar disso, os dois métodos nesse caso não se diferiram nos resultados estatisticamente.

Quando observados os valores encontrados pela literatura, percebe-se que a densidade para a madeira de pinus é de $0,446\text{g/cm}^3$ (MENDES, et al 2004), o que corrobora com os resultados obtidos. Assim quando analisada a densidade da madeira de *Pinus elliottii* encontra-se uma densidade $0,46\text{ g/cm}^3$, na altura do DAP, e de $0,45\text{ g/cm}^3$ para o *Pinus taeda* (MATTOS, et al 2011). 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.

CONCLUSÕES:

Os valores médios de densidade básica encontrados neste estudo foram de $0,420\text{ g/cm}^3$ e $0,491\text{ g/cm}^3$ pelo método de Imersão e deslocamento e pelo método de Máximo teor de umidade respectivamente.

Podemos concluir que para a obtenção das densidades das amostras estudadas, ambos os métodos são eficazes e não apresentam diferenças significantes em seus resultados, fato que foi devidamente comprovado com o teste estatístico de Student (Test-T).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: **Madeira: Determinação da Densidade Básica**. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

COSTA, V. E. **Caracterização Físico-Energética da Madeira e Produtividade de Reflorestamentos de Clones de Híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. Urophylla***. 79 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006

EMBRAPA; **Cultivos de Pinus**. Sistemas de produção EMBRAPA, 2014.

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.

MISSIO, André Luiz; CADEMARTORI, Pedro Henrique Gonzalez de; MATTOS, Bruno Dufau; WEILER, Michael; GATTO, Darci Alberto. **Propriedades Mecânicas da Madeira Resinada de *Pinus elliottii***. Mechanical properties of *Pinus elliottii* tapped wood. 2015.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação do Teor de Umidade e da Densidade Básica na Madeira de Sete Espécies de Eucalipto. Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 115-127, 2005. DOI: 10.1590/S0100-67622005000100013.

SCANAVALA, L. Júnior; GARCIA J.N. Densidade Básica da Madeira de Eucalipto. Embrapa, Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, 2017.

TRUGILHO, P. F.; SILVA, D. A.; FRAZÃO, F. J. L.; MATOS, J. L. M. **Comparação de Métodos de Determinação da Densidade Básica em Madeira**. Acta Amazônica, Manaus, v. 20, p. 307-319, 1990.

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.

MATTOS, B. D.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; CALEGARI, L.; MELO, R. R.; SANTINI, E. J. **Varição Axial da Densidade Básica da Madeira de Três Espécies de Gimnospermas.** Rev. Bras. Ciênc. Agrár. Recife, v.6, n.1, p.121-126, 2011.

MENDES, L. M.; SILVA, J. R. M.; TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; **Varição da Densidade da Madeira de Pinus.** REVISTA DA MADEIRA - EDIÇÃO N°83 - AGOSTO DE 2004.