

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE DUAS ESPÉCIES DE MADEIRA POR MEIO DA DENSIDADE

EVELIZE APARECIDA AMARAL¹, LUDMILA MAGALHÃES², ELLEM W. N. FONSECA
CONTADO³, RODRIGO ALLAN PEREIRA⁴, FRANCISCO CARLOS GOMES⁵

¹ Engenheira Florestal, graduanda, DCF/UFLA, Lavras, MG. (35)9186-6436. evelizeamaral@yahoo.com.br

² Engenheira Agrícola, graduanda, DEG/UFLA, Lavras, MG

³ Engenheira Química, pós-doutoranda, DEG/UFLA, Lavras, MG

⁴ Engenheiro Agrícola, mestrando, DEG/UFLA, Lavras, MG

⁵ Engenheiro Agrícola, Professor Doutor, DEG/UFLA

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: A madeira é considerada um material estrutural de grande excelência e sua qualidade está diretamente relacionada às propriedades físicas, químicas e anatômicas, sendo a densidade um dos principais fatores que afeta sua resistência mecânica. Portanto, este trabalho teve como objetivo analisar a resistência mecânica das madeiras de *Eucalyptus sp.* e *Pinus sp.* em função da sua densidade. Para isso, foram utilizados cinco corpos de prova de cada espécie com dimensões de 0,025 x 0,025 x 0,42 m, os quais foram pesados em balança analítica e tiveram sua área determinada para posteriormente serem submetidos ao teste de flexão na máquina universal de ensaios. As madeiras foram flexionadas até que ocorresse sua ruptura, para que dessa forma se obtenha a relação da densidade com a força aplicada. De acordo com os resultados observados, a madeira de *Eucalyptus sp.* apresentou maior resistência e densidade em relação a madeira de *Pinus sp.*, já que esta necessitou de um menor tempo para se romper.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus sp.*, *Pinus sp.*, resistência mecânica

DETERMINATION OF TWO WOOD SPECIES RESISTANCE BY DENSITY

ABSTRACT: Wood is considered a structural material of high excellence and its quality is directly related to its physical, chemical and anatomical properties, being the density one of the main factors that affects its mechanical resistance. Therefore, this paper had as goal to analyze the mechanical resistance of *Eucalyptus sp.* and *Pinus sp.* woods due to its density. For this, were used five specimens of each species with dimensions of 0.025 x 0.025 x 0.42 m, which were weighted on analytical scale and had its area determined before being submitted to the flexion test at the universal testing machine. The woods were inflected until occur its rupture, so the relationship between density and applied force was obtained. According to the results observed, the specie *Eucalyptus sp.* showed higher resistance and density, in relation to the *Pinus sp.* wood, because needed less time to break.

KEYWORDS: *Eucalyptus sp.*, mechanical resistance, *Pinus sp.*

INTRODUÇÃO: A madeira pode ser considerada um excelente material estrutural, reconhecida por sua resistência elevada e sua baixa densidade, quando comparada a outros materiais, como o aço para construção (Souza, 2013). O estudo das propriedades físicas da madeira é de grande importância para as aplicações em que se deseja utilizá-la. Dessa forma é necessário que se faça um estudo considerando sua umidade, massa, volume, densidade, e o que estas características influenciam no

comportamento mecânico da madeira. Lobão et al (2004) afirmaram que a densidade influencia bastante a resistência mecânica da madeira. A densidade da madeira é definida como a massa contida em uma unidade de volume, e dentre as diversas formas de se expressar o valor de sua densidade, uma das mais práticas é a densidade básica, na qual é obtida pela relação entre a massa absolutamente seca e seu volume verde ou saturado. A densidade básica é utilizada como parâmetro de qualidade de madeiras, tendo ampla aceitação pelo fato de correlacionar com diversas características e propriedades de uso do produto final, além da simplicidade de sua determinação. É também uma característica passível de melhoramento, por apresentar alto valor de herdabilidade e variabilidade entre indivíduos (Martins, 2008). Segundo Demuner e Bertolucci (1994), a empresa Aracruz Florestal S/A utiliza dados de densidade básica da madeira para seleção de matrizes destinadas a plantios clonais. Por meio dessa prática, a empresa obteve aumento significativo na produtividade e na uniformidade da floresta. Dentre as propriedades da madeira, a densidade pode ser considerada boa indicadora da sua resistência mecânica. De modo geral, quando a densidade aumenta, a resistência mecânica também aumenta. Entretanto, diferenças anatômicas e no teor de extrativos podem alterar a relação diretamente proporcional entre a densidade e a resistência mecânica. Portanto, segundo Rocha (1994), não se deve afirmar de imediato que quanto mais densa for a madeira, mais resistente ela será porque a organização e as dimensões dos elementos podem também exercer influências. As variações na densidade da madeira são ocasionadas pelas diferenças na sua estrutura e devido à presença de constituintes estranhas. A estrutura da madeira é caracterizada por quantidades proporcionais de diferentes tipos de células, tais como fibras, traqueídeos, raios, canais de resina e pelas suas dimensões, especialmente no que diz respeito à espessura das paredes celulares (Kollmann & Côté, 1968).

MATERIAL E MÉTODOS: Os experimentos foram realizados no Laboratório de Resistência dos Materiais do departamento de engenharia (DEG), da Universidade Federal de Lavras. Os equipamentos do Laboratório de Resistência dos Materiais que foram utilizados foram: máquina universal de ensaios mecânicos, paquímetro, balança analítica de precisão e computador para aquisição de dados. No ensaio de flexão com a máquina de ensaio universal, o corpo de prova ficará apoiado nas extremidades e a força para provocar a flexão será aplicada no seu centro (Figura 1). O experimento foi realizado utilizando-se corpos de prova de dimensões 2,5 x 2,5 x 42,0 cm (COPANT 555), onde foram flexionados até a ocorrência de sua ruptura. Foram analisados 10 corpos de prova, sendo cinco de *Eucalyptus sp.* e cinco de *Pinus sp.*, ambos encontravam em umidade de equilíbrio. Utilizando a Equação 1, calculou-se as densidades e posteriormente os corpos de prova foram submetidos ao ensaio de flexão estática na máquina universal de ensaios, para assim obter os valores de força máxima suportada por cada corpo de prova.

$$D = \frac{m}{V} \quad (1)$$

em que,

D – densidade (g/cm³)

m – massa (g)

V – volume (cm³)

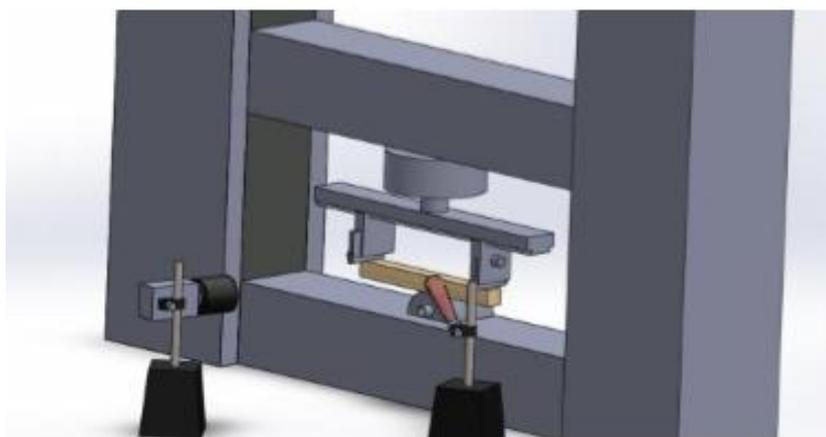


FIGURA 1: Set up experimental do ensaio de flexão na máquina de ensaio universal
 FONTE: SOUZA (2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A Tabela 1 mostra a relação das densidades determinadas por meio dos dados de massa e volume coletados dos corpos de prova da madeira *Pinus sp.* e a Tabela 2 mostra as mesmas relações para corpos de prova da madeira *Eucalipto sp.*

TABELA 1. Análise das propriedades físicas da madeira de *Pinus sp.* e sua correlação com a força máxima de ruptura.

Pinus sp.	Volume (cm ³)	Massa (gramas)	Densidade (g/cm ³)	Força Máxima (kN)
1	248,8128	123,2	0,495151	1,56
2	276,4334	99,7	0,360666	1,20
3	238,5051	124,0	0,519905	1,26
4	240,2311	121,3	0,504931	1,47
5	236,6162	120,5	0,509263	1,59

TABELA 2. Análise das propriedades físicas da madeira de *Eucalipto sp.* e sua correlação com a força máxima de ruptura.

Eucalipto sp.	Volume (cm ³)	Massa (gramas)	Densidade (g/cm ³)	Força Máxima (kN)
1	252,7157	127,0	0,502541	1,26
2	259,0434	127,0	0,487177	1,68
3	258,1084	130,3	0,504827	1,32
4	259,2513	140,8	0,543102	2,31
5	256,0303	143,1	0,558918	1,80

De acordo com os valores observados na Tabela 1 e na Tabela 2, a madeira *Eucalipto sp.* apresentou densidade maior quando comparada com as densidades da madeira *Pinus sp.* Sendo assim, por meio do teste de flexão, a madeira *Eucalipto sp.* apresentou maiores valores de força máxima até o momento da ruptura. Em função de alguns defeitos existentes nas madeiras, como nó, tortuosidade entre outros, essa relação densidade e resistência podem ser alteradas. No entanto, considerando a média da força máxima na madeira *Pinus sp.* (1,416 kN) e na madeira *Eucalipto sp.* (1,674 kN) esta apresenta uma maior força e conseqüentemente maior resistência.

CONCLUSÕES: A madeira *Eucalipto sp.* apresentou uma maior resistência mecânica em função da sua maior densidade quando comparada com a madeira *Pinus sp.* Dessa forma quanto maior a

densidade da madeira, maior a resistência mecânica e, conseqüentemente, melhor a qualidade do produto final.

AGRADECIMENTOS: À FAPEMIG pelo auxílio aos autores para a participação no evento.

REFERÊNCIAS

DEMUNER, B. J.; BERTOLUCCI, F. L. G. **Seleção florestal: uma nova abordagem a partir de estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características de madeira e polpa de eucalipto.** Papel, São Paulo, v. 55, n. 1, p.16-23, jan. 1994.

KOLLMANN, F. F. P.; COTÊ, W. A. **Principles of wood science and technology.** Berlin: Springer-Verlag, 1968. v. 1, 592 p.

LOBÃO, M. S.; DELLA-LÚCIA, R. M.; MOREIRA, M. S. S.; GOMES, A. **Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades.** Revista Árvore, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 889-894, nov./dez. 2004.

MARTINS, M.; **Ensaio de simulação de uso em pisos de *Eucalyptus clöziana* F. Muell, *Eucalyptus microcorys* F. Muell E *Corymbia maculata* Hook.** 2008. 57p. Dissertação(Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ROCHA, J. S. **A segurança de estruturas de madeira determinada a partir da variabilidade da densidade básica e de propriedades mecânicas de madeiras amazônicas.** 1994. 141 p. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia da Madeira) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SOUZA, T.M.; **Análise do mecanismo de ruptura em flexão estática em madeira por meio da técnica velocimetria por imagem de partículas.** 2013. 86 p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.