



ESTIMATIVA DAS CONSTANTES DE RIGIDEZ DE MADEIRAS TROPICAIS ORIENTADAS NAS TRÊS DIREÇÕES PRINCIPAIS POR MEIO DO APARELHO AMSY-5

¹Rejane Costa Alves (rejane.alves@ufersa.edu.br), ² Lucas Jardim Porto (lucasjard@hotmail.com), ² Esther Ribeiro Julio (estherribeiroj@yahoo.com.br), ³Cynara F. Bremer (cynarafiedlerbremer@ufmg.br), ² Edgar V. M. Carrasco (mantilla@dees.ufmg.br)

¹Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Departamento de Ciências Vegetais

²Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Engenharia de Estruturas

³Universidade Federal de Minas Gerais
Departamento de Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo (TAU)

RESUMO: Este trabalho trata da estimativa das constantes de rigidez da madeira por método de propagação de onda ultrassônica. Para a determinação da velocidade de propagação de onda foi utilizado o aparelho de AMSY-5 com transdutor de 2 MHz. As madeiras ensaiadas foram angelim pedra, angelim vermelho, castanheira, garapa, muiracatiara, pequi e roxinho. De cada espécie foram confeccionados sete corpos-de-prova para cada direção analisada (longitudinal, tangencial e radial). A determinação do teor de umidade, densidade aparente e módulo de elasticidade à compressão seguiram as prescrições da NBR 7190 (ABNT, 1997). O método utilizado mostrou ser eficiente para estimar o módulo de elasticidade estático de madeiras, orientadas na direção tangencial e radial com R^2 de 94,4%, 92% respectivamente. Enquanto em madeiras orientadas na direção longitudinal, os resultados de determinação foram considerados intermediários, com R^2 de 53,2%.

Palavras Chave: propagação de ondas, constante de rigidez, madeiras tropicais

ESTIMATION OF TROPICAL TIMBERS STIFFNESS CONSTANTS ORIENTED IN THE THREE MAIN DIRECTIONS USING THE AMSY-5 DEVICE

ABSTRACT: This work is about the estimation of timbers stiffness constants by ultrasonic wave propagation method. For determining the velocity of the wave propagation device AMSY-5 and 2 MHz transducer were used. The wood species tested were: angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*), angelim vermelho (*Dinizia excelsa*), castanheira (*Bertholletia excelsa*), garapa (*Apuleia leiocarpa*), muiracatiara (*Astronium lecointei*), pequi (*Caryocar villosum*) and roxinho (*Peltogyne discolor*). From each species seven test samples were prepared for each principal direction (longitudinal, tangential and radial). The determination of moisture content, density and modulus of elasticity in compression followed the prescriptions of NBR 7190 (ABNT, 1997). The method was efficient to estimate the timbers static moduli of elasticity, oriented in the tangential and radial directions with R^2 of 94.4%, 92% respectively. In timbers oriented in the longitudinal direction, the results were considered intermediate, with R^2 of 53.2%.

Keywords: wave propagation, stiffness constant, tropical wood.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de técnicas de ultrassom para a caracterização elástica da madeira foi iniciada no Reino Unido por Hearmon em 1965 (BUCUR, 2006). A partir do final de 1970, houve a estimulação destes testes em todo o mundo, por meio de simpósios. Autores como BOLZA e KLOOT (1963) e BUCUR (1984) contribuíram para percepção da importância da técnica de propagação de ondas acústicas na avaliação das propriedades da madeira. Levando em consideração a utilização de ondas acústicas com frequências maiores que 20 kHz são utilizados os métodos de ultrassom, que utilizam um cristal de quartzo que converte corrente elétrica em ondas oscilatórias.

Atualmente vários são os autores que utilizam a propagação da onda para estimar propriedades da madeira, em especial, o módulo de elasticidade. Quanto a esta propriedade, nota-se que autores como BUCUR (1983), SANDOZ (1990), BALLARIN e NOGUEIRA (2005), GONÇALVES *et al.* (2011) e ALVES *et al.* (2013) utilizam a equação de Christoffer para determinar as constantes elásticas (CR) e não o módulo de elasticidade dinâmico (Edin) como é chamado pela maioria dos autores, e afirmam ainda que, para ser considerada Edin, é necessário ser levado em consideração uma série de outros fatores, como por exemplo, os coeficientes de Poisson.

A propagação da onda em corpos-de-prova (CP) de madeira, com as fibras orientadas na direção longitudinal, é parcialmente influenciada pelos elementos anatômicos situados perpendicularmente à direção das fibras, tais como os raios (BUCUR e BOHNKE, 1994). BUCUR (1995) afirmou que a velocidade na direção longitudinal é a mais afetada pela variação da geometria do CP, enquanto na direção normal às fibras (direções tangencial e radial) há uma maior influência da anatomia em suas propriedades de propagação da onda.

Na literatura são poucos os trabalhos que estimam a constante de rigidez da madeira através da propagação de onda em CPs orientados nas três direções principais (longitudinal, tangencial e radial), e quando se utiliza uma gama de espécies, o número de trabalhos torna-se ainda menor. Com isto, este trabalho tem como o objetivo estimar as constantes de rigidez de sete espécies de madeiras tropicais orientadas nas três direções principais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios, destrutivos e não destrutivos, foram realizados no Centro de Pesquisa Avançado da Madeira e novos Materiais (CPAM³), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). As madeiras utilizadas foram angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*), angelim vermelho (*Dinizia excelsa*), castanheira (*Bertholletia excelsa*), garapa (*Apuleia leiocarpa*), muiracatiara (*Astronium lecointei*), pequi (*Caryocar villosum*) e roxinho (*Peltogyne discolor*). De cada espécie confeccionaram-se sete corpos-de-prova para cada direção analisada (longitudinal, tangencial e radial).

Para a confecção dos corpos-de-prova foram utilizadas sete vigas de 2,5m de comprimento e seção transversal de 150x150mm². As mesmas foram secas ao ar e posteriormente desdobradas em peças menores. Em seguida foram armazenados para estabilização da umidade, de acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997). A partir de cada viga de madeira foram retirados cubos com dimensões de 150mm, assim como corpos-de-prova (CPs) para ensaio de compressão (21 amostras para cada espécie), orientados nas três direções principais. Também foram confeccionados de cada viga, dois CPs para determinação da umidade e da densidade aparente da madeira. A umidade e a densidade aparente foram determinadas de acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997) e suas correções foram realizadas utilizando a ASTM D 2395 (ASTM, 1998). Na Fig. 1 é mostrado o esquema de retirada dos CPs utilizados nos ensaios.