



xi ebramem

XI ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA LONDRINA –JULHO 2008

DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DE PEÇAS ESTRUTURAIS DA ESPÉCIE *GOUPIA GLABRA* COM EMPREGO DE TÉCNICAS NÃO-DESTRUTIVAS

Marcela Candian (marcela_candian@yahoo.com.br), Almir Sales (almir@ufscar.br), Viviane de Salles Cardin (vicardin@yahoo.com.br), Universidade Federal de São Carlos – Departamento de Engenharia Civil.

Resumo: Este trabalho teve por finalidade verificar a acuracidade das técnicas de ultra-som e vibração transversal na determinação do módulo de elasticidade da madeira, comparativamente aos valores obtidos em ensaios estáticos, para madeira serrada empregada em estruturas, permitindo ampliar o conhecimento relativo aos ensaios não-destrutivos em madeira. Na metodologia experimental foram realizados estudos com peças de dimensão estrutural da espécie *Goupia glabra*, as quais foram ensaiadas não-destrutivamente utilizando as técnicas não-destrutivas de ultra-som e vibração transversal, para a determinação do módulo de elasticidade dinâmico (E_d). Simultaneamente aos ensaios não-destrutivos realizaram-se ensaios de flexão estática para a determinação do módulo de elasticidade estático (MOE), para comparação com os valores obtidos de módulo de elasticidade dinâmico. Os valores obtidos de coeficiente de determinação para a técnica de ultra-som ($R^2 = 0,88$) e para a técnica de vibração transversal ($R^2 = 0,89$) são bastante significativos, demonstrando que as técnicas de ultra-som e de vibração transversal são importantes ferramentas para inferência não-destrutiva do módulo de elasticidade da madeira.

Palavras-chave: estruturas de madeira, avaliação não-destrutiva, ultra-som, vibração transversal.

DETERMINATION OF THE MODULUS OF ELASTICITY OF STRUCTURAL PIECES OF *GOUPIA GLABRA* WITH USE OF NONDESTRUCTIVE TECHNIQUES

Abstract: The purpose of this work was to ascertain the accuracy of the ultrasonic and transverse vibration techniques in the determination of the modulus of elasticity of the timber in comparison with the values obtained from static tests on structural lumber, thereby contributing to the body of knowledge about nondestructive testing of timber. The experimental methodology involved studies on pieces of structural dimensions of the species *Goupia glabra*, a Brazilian hardwood, which were nondestructive evaluated using the nondestructive ultrasonic and transverse vibration techniques to determine the dynamic modulus of elasticity (E_d). Concomitantly to the nondestructive tests, static bending tests were conducted to determine the static modulus of elasticity (MOE) and compare it with the values of dynamic modulus of elasticity. The values of the coefficient of determination for the ultrasonic technique ($R^2 = 0.88$) and for the transverse vibration technique ($R^2 = 0.89$) obtained for the species *Goupia glabra* were significant, demonstrating that the ultrasonic and transverse vibration techniques are important tools for the nondestructive inference of the modulus of elasticity of timber.

Keywords: timber, nondestructive evaluation, ultrasound, transverse vibration.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material orgânico, de origem vegetal, sendo uma matéria-prima inesgotável, pois se encontra em contínua formação sob a forma de árvores, em florestas naturais ou florestas artificiais resultantes de reflorestamento.

A madeira por ser um material natural, apresenta uma grande variabilidade em suas propriedades mecânicas. Devido a esta variabilidade, o seu aproveitamento adequado pode ser alcançado com a classificação de todas as peças de madeira.

A classificação de peças estruturais de madeira pode ser feita por uma metodologia não-destrutiva, a qual possibilita o uso desta peça após a classificação.

Os ensaios não-destrutivos são aqueles realizados em materiais para verificar a existência ou não de descontinuidades ou defeitos, por meio de princípios físicos definidos, sem alterar suas características físicas, químicas, mecânicas ou dimensionais e sem interferir em seu uso posterior, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS (2006).

Existem atualmente diversas técnicas de avaliação não-destrutiva que são empregadas para a classificação da madeira, dentre as quais podem-se destacar: classificação visual, ultra-som, MSR (*Machine Stress Rate*), ondas de tensão e vibração transversal.

O ultra-som é uma técnica não-destrutiva baseada em propagação de ondas, apresentando muitas aplicações, desde a própria árvore até peças estruturais. A determinação das propriedades mecânicas da madeira usando propagação de ondas ultra-sônicas é baseada na relação entre a velocidade do som, o módulo de elasticidade e a densidade.

A técnica não-destrutiva por meio de ultra-som apresenta diversificada finalidade, permitindo desde a determinação da existência de nós, presença de ataque de microorganismos ou insetos, direcionamento das fibras, decomposição, passando pela avaliação de elementos estruturais de madeira em uso, até a estimativa de alguns parâmetros como o módulo de elasticidade, GORNIAK e MATOS (2000).

O ultra-som apresenta diversas vantagens tais como: baixo custo de aquisição do equipamento, quando comparado ao custo de máquinas de classificação automática, facilidade de treinamento da mão-de-obra e pode ser utilizada pelas indústrias para melhorar o controle de qualidade dos processos por meio de uma maior uniformidade na matéria-prima e em seus derivados.

A técnica de vibração transversal foi um dos primeiros métodos não-destrutivos estudados para a determinação do módulo de elasticidade da madeira.

A avaliação não-destrutiva com o emprego de vibração transversal é baseada na relação existente entre a rigidez e a frequência natural de vibração. Este foi um dos primeiros métodos não-destrutivos investigados para a determinação do módulo de elasticidade.

O primeiro ensaio empregando a técnica de vibração transversal foi realizado por um cientista francês, para a determinação do módulo de elasticidade de uma barra de ferro. Posteriormente, esses resultados foram comparados com resultados obtidos em ensaios de tração em barras de ferro, sendo uma das primeiras tentativas de comparar valores de constantes elásticas obtidos em ensaios dinâmicos, com valores resultantes de ensaios estáticos.