



xi ebramem

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

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DA MADEIRA À FLEXÃO PELO MÉTODO DE ULTRA-SOM

Takashi Yojo (yojos@ipt.br), Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A – IPT – Centro de Tecnologia de Recursos Florestais

RESUMO: Este trabalho apresenta as relações entre resistência à flexão e ensaios não-destrutivos de ultra-som na madeira, na busca do melhor estimador para esse parâmetro do material. As peças de madeira utilizadas no programa experimental incluíram defeitos. Nos ensaios destrutivos convencionais foram avaliadas as resistências e rigidezes à flexão estática, além da densidade de massa. Nos ensaios não-destrutivos (ultra-som) foram avaliadas as grandezas velocidade de propagação das ondas ultra-sônicas e o módulo dinâmico. Foram utilizadas madeiras com três diferentes densidades e com teor de umidade da ordem de 13%.

Observou-se que a melhor correlação ocorreu entre a resistência flexão e o módulo de elasticidade obtido por ensaio tradicional. A segunda melhor correlação foi obtida entre a resistência mecânica e o módulo dinâmico, calculado a partir do ensaio de ultra-som. A correlação da resistência à flexão obtida com a velocidade de propagação foi a menos eficiente.

Conclui-se que o módulo dinâmico é um bom estimador de resistência, sendo melhor que a velocidade. Pode-se concluir, também, que para estimar as propriedades de flexão de peças com defeitos outras variáveis além da velocidade de propagação e módulo dinâmico devem ser consideradas.

Palavras-chaves: ultra-som, madeira, flexão, módulo dinâmico.

FLEXURE STRENGTH EVALUATION OF WOOD BY ULTRASONIC METHOD

ABSTRACT: This paper presents the relationship obtained between ultrasonic properties of wood and strength on bending (MOR) parallel to grain on the analysis of the best estimation for this mechanical parameter. The specimens were not clear specimens, presenting defects. On destructive tests were evaluated strength and rigidity on bending parallel to grain, as well as density. On non-destructive tests (ultrasonics) the wave propagation speed and the dynamic modulus were evaluated. Three different densities were used and all specimens were tested with about 13% moisture content.

It was observed that the best relationship of strength was obtained between strength and modulus of elasticity followed by correlations of strength to dynamic modulus. It was noticed that the wave propagation speed is not a good estimator of bending strength.

It was concluded that dynamic modulus is a good estimator of strength of wood. But other parameters different of dynamic modulus must be included in order to get better correlation with flexure test including defects.

Keywords: ultrasonics, wood, flexure, dynamic modulus

1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho as propriedades físicas e mecânicas das madeiras de pinus (*Pinus* sp) e eucalipto (*Eucalyptus* sp) foram avaliadas, utilizando-se dois métodos: destrutivo e não-destrutivo. O método destrutivo foi aquele tradicionalmente utilizado, cuja metodologia é especificada em normas técnicas. O método não-destrutivo está em fase de aprimoramento e existem poucas metodologias especificadas em normas técnicas. Neste trabalho foi utilizado método não-destrutivo por ultra-som, no qual as grandezas consideradas limitaram-se à velocidade de propagação das ondas e ao módulo de elasticidade dinâmico.

A caracterização das propriedades elásticas e de resistência de um dado material é fundamental para a realização da análise estrutural. Embora o método por ultra-som forneça apenas a velocidade de propagação e, indiretamente, as constantes elásticas, como por exemplo o módulo de elasticidade, pode-se obter as resistências mecânicas por meio de correlação. Existem outras técnicas de ultra-som que utilizam as ondas guiadas Lamb e de Rayleigh para detectar descontinuidades internas, vide Auld (1990), Duke (1988) e Rose (1999).

Este trabalho apresenta a relação entre a resistência e módulo de elasticidade à flexão da madeira com os parâmetros obtidos no ensaio de ultra-som. No experimento foram incluídas peças de madeira com defeitos como nós, rachas, medulas, fibras reversas e bolsas de resina. Os ensaios mecânicos destrutivos foram realizados após a medição do tempo de propagação e registro do espectro das amplitudes das ondas ultra-sônicas.

2. MATERIAL E MÉTODO

Os corpos-de-prova foram retirados de madeira seca ao ar de *pinus*, natural e tratado, e eucalipto para compor o grupo aqui denominado de flexão com dimensões nominais de 40 mm x 40 mm x 550 mm.

Os seguintes ensaios físicos e mecânicos foram realizados:

- Avaliação dos defeitos;
- Teor de umidade;
- Densidade de massa;
- Classificação e seleção dos corpos-de-prova;
- Velocidade de propagação das ondas ultra-sônicas longitudinais na direção paralela às fibras e o cálculo do módulo dinâmico;
- Resistência e rigidez à flexão estática.

2.1 Avaliação dos defeitos

Os principais defeitos considerados foram os nós, rachas, medulas, fibras reversas e bolsas de resina. Os defeitos foram avaliados em todas as faces dos corpos-de-prova. Qualquer corpo-de-prova com pelo menos um dos defeitos mencionados foi considerado defeituosa, porém a sua localização e a intensidade não foram consideradas neste estudo.