



xi ebramem

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

AVALIAÇÃO NÃO DESTRUTIVA DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E DO MÓDULO DE ELASTICIDADE PARALELOS ÀS FIBRAS DE SEIS ESPÉCIES DE DICOTILEDÔNEAS NATIVAS BRASILEIRAS POR MEIO DE ULTRA - SOM

Antonio Pires Azevedo Júnior (pires727@bol.com.br), Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco (mantilla@dees.ufmg.br), Universidade Federal de Minas Gerais – Departamento de Engenharia de Estruturas.

RESUMO: A avaliação não destrutiva de madeiras através da técnica de ultra-som baseia-se nos princípios gerais de propagação de ondas mecânicas em meios materiais. Estes princípios são governados por relações físicas fundamentais, conhecidas como Equação de Christoffel, estabelecidas para um sólido anisotrópico, entre a velocidade de fase, a densidade e as constantes elásticas da madeira. Entretanto, diferentemente de outros sólidos, a propagação de ondas ultra-sônicas em madeiras constitui um fenômeno de considerável complexidade. As constantes de propagação, ou seja, a velocidade e os coeficientes de absorção são significativamente afetados não somente pela heterogeneidade da composição química, pela sua microestrutura, pela irregularidade na disposição dos elementos anatômicos, inerentes à estrutura biológica da madeira, como também pela sua natureza higroscópica. A determinação experimental da velocidade de fase do pulso ultra-sônico ao longo da madeira é extremamente difícil. Todavia, ao se propagar através da madeira, a velocidade do pulso (ou velocidade de grupo), assim como a velocidade de fase, pode ser afetada por uma série de fatores que estão intrinsecamente relacionados às propriedades mecânicas daquele material. Dessa maneira, é possível estabelecer correlações estatísticas que possam expressar estas propriedades como função daquela velocidade. Com o objetivo de se estabelecer as correlações estatísticas entre a velocidade de propagação do pulso ultra-sônico longitudinalmente às fibras e parâmetros físicos e mecânicos de madeiras, foram determinadas, experimentalmente, a velocidade de propagação, a umidade, a densidade de campo, a resistência à compressão paralela às fibras e o módulo de elasticidade longitudinal de seis espécies de Dicotiledôneas nativas brasileiras. As espécies escolhidas foram o Angelim, a Peroba, o Tauri, a Sucupira, o Ipê e o Marfim. A escolha destas espécies se baseou no fato de serem madeiras amplamente empregadas nas estruturas correntes. Os dados experimentais obtidos foram, posteriormente, estatisticamente tratados e, por meio de regressão linear múltipla, procurou-se estabelecer aquelas correlações.

Palavras-chave: madeira, velocidade do pulso, propriedades físicas e mecânicas.

EVALUATION NON DESTRUCTIVE OF THE RESISTANCE TO THE COMPRESSION AND OF THE PARALLEL MODULE OF ELASTICITY TO THE FIBERS OF SIX SPECIES OF HARDWOOD NATIVE THROUGH ULTRASONIC

ABSTRACT: The evaluation non destructive of wood through the ultrasound technique was based on the general beginnings of propagation of mechanical waves in material means. These beginnings are governed by fundamental physical relationships, known as Equation of Christoffel, established for a solid anisotropic, among the phase speed, the density and the elastic constants of the wood. However, differently of other solids, the propagation of ultrasonic waves in wood constitutes a phenomenon of considerable complexity. The propagation constants, in other words, the speed and the absorption coefficients are affected significantly not only for the heterogeneity of the chemical composition, for the microstructure, for the irregularity in the disposition of the anatomical elements, inherent to the biological structure of the wood, as well as for its nature hygroscopic. The experimental determination of the speed of phase of the ultrasonic pulse along the wood is extremely difficult. Though, when there is spreading through the wood, the speed of the pulse (or group speed), as well as the phase speed, it can be affected by a series of factors that are intrinsically related to the mechanical properties of material. In this way, it is possible to establish statistical correlations that can express these properties as function of that speed. With the objective to establish the statistical correlations among the speed of propagation of the ultrasonic pulse longitudinally to fibers and physical and mechanical parameters of wood, were determined experimentally, the propagation speed, the humidity, the density, the resistance to the parallel compression to the fibers and the module of longitudinal elasticity of six species of Hardwood native. The chosen species were Angelim, Peroba, Tauri, Sucupira, Ipê and the Marfim. The choice of these species based on the fact of they be wood usually employed in the current structures. The obtained experimental data were, later, treated statistically and through multiple lineal regression, it tried to establish those correlations.

Keywords: wood, speed of the pulse, physical and mechanical properties.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é, por excelência, o material de construção do futuro. Suas excelentes propriedades físicas e mecânicas, além do fato de ser continuamente renovável na natureza, colocam-na em uma posição de destaque frente a outros materiais. Não somente é utilizada na confecção de uma infinidade de elementos estruturais, como vigas, pilares, arcos, postes, tesouras etc., como também na fabricação de móveis e ferramentas, além de ser um material essencial para inúmeras atividades industriais, como o carvoejamento, a resinagem e a fabricação de papel e celulose.

Com os recentes avanços tecnológicos ocorridos nas últimas décadas, principalmente no que se refere à eletrônica e à computação, permitiu-se melhorar, significativamente, o aproveitamento das propriedades e das características da madeira e de seus derivados, possibilitando a criação de novos produtos e ampliando sua utilização no âmbito estrutural.

Entre aqueles avanços, pode-se destacar a utilização crescente da técnica de ultra-som como importante ferramenta para avaliação não destrutiva de madeiras e de seus produtos derivados, possibilitando a predição de propriedades físico-mecânicas, a avaliação do estado fitossanitário e a classificação de peças estruturais de madeira, incrementando a qualidade, a segurança estrutural e a competitividade do material.

Os ultra-sons são ondas mecânicas caracterizadas por frequências acima de 20 kHz. Entre as inúmeras vantagens de sua utilização como método não destrutivo, podem-se destacar:

- Os ultra-sons são inaudíveis;
- As ondas associadas a altas frequências são mais facilmente direcionadas;
- Os coeficientes de absorção são usualmente mais altos e, conseqüentemente, mais fáceis de serem medidos em altas frequências;
- Baixo custo de aquisição do equipamento, quando comparado ao preço das máquinas de classificação automática;
- Treinamento relativamente simples da mão de obra para sua utilização, possibilitando que a técnica seja facilmente difundida em indústrias de madeiras e seus derivados.

De acordo com OLIVEIRA et al. (2005), a técnica de avaliação não destrutiva de madeiras por meio de ondas, ou melhor, pulsos ultra-sônicos, pode ser empregada de diversas maneiras, desde florestas até a avaliação de estruturas de madeira já em serviço, inclusive na classificação de peças de madeiras e de seus derivados durante o processo de fabricação dos mesmos.

A determinação de propriedades físico-mecânicas de madeiras usando a propagação de pulsos ultra-sônicos é baseada na relação física entre a velocidade do pulso, o módulo de elasticidade ou módulo de Young e a densidade do material. Os aparelhos de ultra-som empregados na avaliação não destrutiva de madeiras utilizam-se, em geral, da relação entre a velocidade de propagação do pulso na madeira e as propriedades mecânicas da peça. O equipamento pode ser usado tanto para estimar, através de correlações estatísticas, a resistência mecânica de uma