

**IX ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA CUIABÁ
JULHO DE 2004**

**ESTUDO SOBRE A INFLUÊNCIA DO POSICIONAMENTO DE TRANSDUTORES
NA MEDIDA DA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DE ONDAS ULTRA-SÔNICAS
EM MADEIRAS**

Rodrigo Figueiredo Terezo (ecv3rft@ecv.ufsc.br)

Engenheiro Civil, Mestrando, Universidade Federal de Santa Catarina.

Ângela do Valle (angeladovalle@ecv.ufsc.br)

Doutora em Engenharia de Estruturas, Professora, Universidade Federal de Santa Catarina.

Ivo José Padaratz (padaratz@ecv.ufsc.br)

Doutor em Engenharia Civil, Professor, Universidade Federal de Santa Catarina.

Rua João Pio Duarte Silva, s/n, CEP 88040-970, Florianópolis, Brasil.

RESUMO: Este artigo apresenta pesquisas realizadas com emissão de ondas ultra-sônicas em madeiras, tendo como objetivo analisar o desempenho desta tecnologia sob diversos aspectos. Os aparelhos emissores de ondas ultra-sônicas utilizados foram o “Portable Ultrasonic Non-destructive Digital Indicating Tester” (PUNDIT®) e o “Sylvatest®”. As espécies de madeiras empregadas foram o Pinus e o Angelim. As medições das velocidades de propagação das ondas ultra-sônicas foram realizadas com diferentes tipos de transdutores, variando sua posição em relação aos corpos-de-prova com seção nominal de 5 cm x 5 cm. Através deste trabalho, observou-se que, em ambas espécies, há uma distância mínima entre transdutores (receptor e emissor) a qual deve ser respeitada para a medição de valores convergentes da velocidade de propagação ao longo dessas peças. No caso de um transdutor de formato cônico, além da influência da distância entre transdutores, notou-se também que ângulos abaixo e igual a 45° em relação à superfície dessas madeiras promovem uma melhoria significativa na captação das ondas ultra-sônicas.

Palavras-chave: **Ultra-som na madeira – Caracterização mecânica**

**STUDY ABOUT THE INFLUENCE OF THE TRANSDUCERS POSITIONING IN
THE MEASURE OF THE VELOCITY OF ULTRASONIC WAVES PROPAGATION
IN WOOD**

ABSTRACT: This article presents research carried through with emission of ultrasonic waves in wood, having as objective to analyze the performance of this technology under diverse aspects. The emitting devices of ultrasonic waves used had been: Portable Ultrasonic Digital Non-destructive Indicating Tester (PUNDIT®) and Sylvatest®. The employed wood species had been Pinus and “Angelim”. The measurements of the ultrasonic waves velocity had been carried through with different types of transducers, varying its position on the samples with nominal section of 5 cm x 5 cm. Through this work, it was observed that, in both species, it has a minimum distance between transducers (receiving and emitting) which must be respected for the measurement of convergent propagation velocity values in these samples. In the case of a conical transducer, one also noticed that angles below and equal 45° in relation to the sample surface produce a significant improvement in ultrasonic waves signals.

Keywords: **Ultrasonic on wood – Mechanical characterization**

1. INTRODUÇÃO

A avaliação não destrutiva (“non destructive evaluation – NDE”) de materiais é definida por ROSS e PELLERIN (1994) como a ciência da identificação de propriedades físicas e mecânicas de peças de determinado material, sem alterar sua capacidade de uso final, e da utilização desta informação para tomar decisões a respeito das aplicações mais apropriadas.

Atualmente, o emprego de ondas ultra-sônicas para a caracterização por meio de ensaios não destrutivos está sendo aplicado no estudo de materiais (metais, concreto, materiais compostos, e outros). Este tipo de ensaio consiste em determinar o tempo de propagação de um pulso ultra-sônico através de um material. Com isto, estima-se a velocidade da onda por meio da divisão da distância entre a fonte emissora e a receptora pelo fator tempo.

$$V = \Delta L / \Delta t \quad (1)$$

Onde V = velocidade do pulso (m/s); ΔL = distância percorrida (m); Δt = tempo de propagação (s).

Determinada a velocidade de propagação da onda pode-se, por meio da seguinte expressão, estimar o módulo de elasticidade dinâmico do material.

$$E = V^2 \cdot \rho \cdot 10^{-6} \quad (2)$$

Onde E = módulo de elasticidade dinâmico (MPa); V = velocidade do pulso (m/s); ρ = densidade (kg/m³).

GORNIK e MATOS (2000) definem a técnica não destrutiva por meio de ultra-som como um processo de análise de diversificada finalidade, variando 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 determinação de parâmetros como módulos de elasticidade e ruptura.

Uma de suas vantagens é que o treinamento avançado para o uso desta tecnologia não é necessário, porém este método requer uma certa experiência em inspeções de estruturas em madeira. Neste caso, os métodos de avaliação não destrutivos podem servir como uma ferramenta adicional, mas não a única para a consignação definitiva das condições das peças estruturais.

Outra vantagem em aplicar esta tecnologia em edificações consiste basicamente nos seguintes fatores: (1) possibilidade da determinação de propriedades “*in situ*”; (2) redução de perdas de material, comum nos métodos destrutivos; (3) classificação, de maneira quantitativa, da qualidade e da resistência das peças de madeira; (4) localização de defeitos internos; (5) detecção da distribuição variável da umidade ao longo da peça; e (6) diminuição do ciclo de tempo de inspeção e conseqüentemente do custo de hora/homem em serviço.

Para a aquisição destas propriedades, além do ultra-som, vários outros métodos não destrutivos, de maior ou menor eficácia, podem ser utilizados. BODIG (2000) relata alguns dos mais aplicados e considerados como importantes: (1) observação visual; (2) observação auditiva; (3) emissão de ondas de baixa frequência; (4) método da deflexão; (5) Radiação Gama; e (6) Método do Raio-X.