

## INFLUÊNCIA DO ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DAS FIBRAS DA MADEIRA NA PROPAGAÇÃO DO ULTRA-SOM.

**M. Sc. Altevir Castro dos Santos** ([altevir@unioeste.br](mailto:altevir@unioeste.br)), Professor Assistente da Unioeste CCET/Cascavel-Pr. Doutorando em Engenharia Civil da UFSC; **Dr. Carlos Alberto Szücs** ([ecv1cas@ecv.ufsc.br](mailto:ecv1cas@ecv.ufsc.br)) Professor Titular do Depto. de Engenharia Civil da UFSC; **Dr. Félix Alberto Díaz Díaz** ([ecv1fdd@ecv.ufsc.br](mailto:ecv1fdd@ecv.ufsc.br)), Prof. Auxiliar do Depto. de Ingeniería Civil SPJAE, Habana. Pesquisador Visitante CNPq/UFSC; **Eng. Carlos Dion Melo Teles** ([dion@caferomano.org](mailto:dion@caferomano.org)) Eng. de Materiais e Mestrando em Engenharia Civil da UFSC.

**RESUMO:** Este trabalho apresenta a influência dos desvios das fibras da madeira na propagação das ondas de ultra-som em duas espécies de madeira: Amarelinho (*Euxylophora paraensis* Huber., *Rutaceae*) com orientação das fibras à 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 55°, 70° e 90° e umidade aproxima de 20% e Tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubi., *Moraceae*) com orientação das fibras à 0°, 10°, 20°, 30°, 55° e 90° e umidade aproxima de 15%. Foram confeccionados seis corpos-de-prova de Amarelinho e sete corpos-de-prova de Tatajuba, para cada orientação, nas dimensões de 5 cm x 5 cm x 20 cm, ensaiados no sentido da maior extensão. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Experimentação de Estruturas (LEE), do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina e para sua realização utilizou-se o equipamento PUNDIT 6, da CNS Farnell, com transdutor de frequência de 200 kHz e precisão de 0,1 µs, medindo-se individualmente o tempo de propagação de onda em cada corpo-de-prova, trabalhando-se com a média de três leituras consecutivas. Os resultados apresentam curvas de regressão que permitem estimar as velocidades de propagação em função dos ângulos e demonstra que a maior velocidade é obtida quando a propagação das ondas ocorre na direção paralela às fibras.

**Palavras-chave:** Ensaio não destrutivo da madeira, propriedades da madeira, ultra-som.

## INFLUENCE OF THE ANGLE OF INCLINATION OF THE FIBERS OF THE WOOD IN THE PROPAGATION OF THE ULTRASONIC.

**ABSTRACT:** This work presents the influence of the wood fibers deviation in the propagation of the ultrasound waves. Two wood species were studied: *Amarelinho* (*Euxylophora paraensis* Huber., *Rutaceae*), with fibers orientation at 0°, 10°, 20°, 30°, 40°, 55°, 70° and 90° and humidity near 20%; and *Tatajuba* (*Bagassa guianensis* Aubi., *Moraceae*) with fibers orientation at 0°, 10°, 20°, 30°, 55° and 90° and humidity near 15%. Six specimens of *Amarelinho* and seven specimens of *Tatajuba* were made, for each orientation, in 5 cm x 5 cm x 20 cm dimensions, tested in the largest extension. The tests were accomplished at *Laboratório de Experimentação de Estruturas* (LEE), Civil Engineering Department, at *Universidade Federal de Santa Catarina* (UFSC). The equipment CNS Farnell PUNDIT 6 was used, with 200 kHz transducers frequency and 0,1 µs precision. The time of wave propagation was measured in three consecutive readings for each specimen, and the reading average was employed. Regression curves are presented, allowing to predict propagation speeds by the angles. The curves demonstrate that the largest speed is obtained when the propagation of the waves happens in the parallel direction to the fibers.

**Keywords:** wood nondestructive methods, wood properties, ultrasonic methods.

## INTRODUÇÃO

A utilização de métodos de ensaios não destrutivos para avaliação das propriedades físicas e mecânicas da madeira tem sido crescente e apresentam vantagens em relação aos métodos convencionais para caracterização da madeira: possibilidade de avaliar a integridade estrutural de uma peça sem a extração de corpos de prova; maior rapidez para analisar uma grande população e versatilidade para se adequar a uma rotina padronizada numa linha de produção (OLIVEIRA e SALES, 2000).

Entre os métodos, atualmente o ultra-som é utilizado com frequência em decorrência de sua praticidade, no entanto, os primeiros estudos teóricos para a aplicação do ultra-som na madeira requereram enormes esforços por parte dos pesquisadores devido as peculiaridades anatômicas do material. Segundo SANDOZ (1989), somente em 1983 Waubke, na Alemanha, conseguiu os primeiros resultados experimentais utilizando seções comerciais.

Segundo GORNIK e MATOS (2000), o ultra-som apresenta amplo campo de aplicação, principalmente devido ao seu pequeno comprimento de onda, com frequências acima de 20 KHz, responsável pelo baixo processo de difração. O princípio básico de aplicação do ultra-som para a determinação das constantes elásticas da madeira consiste em emitir uma onda ultra-sonora na direção estudada e medir o tempo necessário para que esta onda atinja a face oposta, a uma distância conhecida. Medindo-se o tempo decorrido entre a emissão e a recepção da onda refletida, determina-se a velocidade de propagação do ultra-som no espécime. Conhecida a velocidade de percolação da onda, peso específico do material e seus módulos de poisson, calcula-se o módulo de elasticidade dinâmico (HALABE e FRANKLIN, 1999).

Entretanto, a compreensão dos fatores que influem na propagação das ondas do ultra-som na madeira é de fundamental importância para o sucesso desta técnica. As dificuldades encontradas para aplicação do ultra-som na madeira são decorrentes das características anatômicas deste material, pois diversos fatores podem influenciar significativamente na velocidade de propagação das ondas e alguns exemplos ilustram o problema: teor de umidade, influi diretamente na elasticidade e na densidade da madeira ocasionando significativas variações nas leituras do tempo de propagação das ondas do ultra-som; densidade e concentrações dos anéis de crescimento, ocasionam mudança na estrutura da madeira influenciando a velocidade de propagação de ondas; ângulo da orientação da grã, estudos demonstram relação entre o ângulo da orientação da grã e a velocidade do ultra-som, BUCUR (1984) utilizou corpos de prova a 0°, 15°, 30°, 45°, 60°, 75° e 90° e verificou que a velocidade máxima é obtida ao longo das fibras.

Desta forma, considerando a possibilidade de erros na determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira, decorrente da má aplicação da técnica do ultra-som, este trabalho se propõe ao estudo da influencia do ângulo de orientação da grã nas leituras da velocidade de propagação das ondas de ultra-som em duas espécies de dicotiledôneas da flora brasileira.