



Anais do 10º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira - EBRAMEM 2006

30 de Julho a 02 de Agosto, São Pedro – SP

CEVEMAD/UNESP - IBRAMEM

VARIAÇÃO DA VELOCIDADE ULTRA-SÔNICA EM FUNÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DE PEÇAS DE MADEIRA SERRADA

Fabiana Goia Rosa de Oliveira (fabianagoia@gmail.com)

Universidade Federal de São Carlos – Departamento de Engenharia Civil

Almir Sales (almir@power.ufscar.br)

Universidade Federal de São Carlos – Departamento de Engenharia Civil

RESUMO: Este trabalho apresenta um estudo sobre o efeito do teor de umidade e da densidade da madeira na velocidade de propagação de ondas ultra-sônicas na direção longitudinal. As espécies utilizadas foram: pinus caribea (*Pinus caribea* var. *caribea*), pinus elliottii (*Pinus elliottii* var. *elliottii*), eucalipto citriodora (*Eucalyptus citriodora*), eucalipto grandis (*Eucalyptus grandis*), cupiúba (*Goupia glabra*) e jatobá (*Hymenaea* sp). Os resultados demonstraram que a velocidade ultra-sônica tende a aumentar com a diminuição do teor de umidade e o efeito do teor de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras é mais significativo do que acima do ponto de saturação. Para as espécies utilizadas nesta pesquisa, a velocidade ultra-sônica diminuiu com o aumento da densidade aparente. As correlações entre a velocidade ultra-sônica, teor de umidade e densidade aparente foram representadas por modelos de regressão linear. Conclui-se que os resultados obtidos por meio da técnica de ultrassom devem ser ajustados antes da estimativa de propriedades físicas e mecânicas da madeira quando o teor de umidade estiver acima de 12%.

Palavras-chave: velocidade ultra-sônica, teor de umidade, densidade aparente, madeira.

ULTRASONIC VELOCITY VARIATION AS A FUNCTION OF MOISTURE CONTENT OF WOOD PIECES

ABSTRACT: In this study, the effects of moisture content and density on the ultrasonic velocity of wood in the longitudinal direction are investigated. The species used in the experimental procedure were: pinus caribea (*Pinus caribea* var. *caribea*), pinus elliottii (*Pinus elliottii* var. *elliottii*), eucalyptus citriodora (*Eucalyptus citriodora*), eucalyptus grandis (*Eucalyptus grandis*), cupiúba (*Goupia glabra*) and jatobá (*Hymenaea* sp). The ultrasonic velocity tended to increase with the decrease in moisture content, and the effect of moisture content below the fiber saturation point was stronger than that above. For the species used the ultrasonic velocity decreased with increasing the apparent density. The corrections between ultrasonic velocity, moisture content and apparent density could be represented by a linear regression model. The results obtained by the ultrasonic technique should be adjusted before estimating physical and mechanical properties of wood when moisture content is above 12%.

Keywords: ultrasonic velocity, moisture content, apparent density, wood.

1. INTRODUÇÃO

Como a madeira é um material higroscópico, suas propriedades físicas são afetadas pela umidade. Do ponto de vista elástico, a madeira pode ser considerada um sólido ortotrópico. Quando saturada, torna-se um material de duas fases, uma sólida, o esqueleto da estrutura, correspondente aos elementos anatômicos e uma fluída, representada pelo volume de água nos poros.

Uma árvore recém cortada pode apresentar teor de umidade entre 35% e 200%, dependendo da espécie. A secagem da madeira está diretamente relacionada com a estrutura celular. O mecanismo de secagem pode ser explicado de maneira distinta, acima e abaixo do ponto de saturação das fibras. Acima do PSF, o movimento da água livre segue as leis capilares, quanto menor o diâmetro dos capilares, maior será a força de tração da coluna de água nestes capilares. Abaixo do PSF, a secagem pode ser considerada um processo de difusão: a água das camadas mais internas se difunde na forma de vapor preenchendo os espaços vazios deixados pela água livre, até atingir a superfície da madeira por capilaridade.

Existe uma forte relação entre velocidade de propagação de ondas e umidade. A umidade afeta a velocidade de propagação de dois modos: no efeito intrínseco da rigidez e na densidade da madeira. A água livre aumenta a atenuação, resultando numa diminuição da velocidade nas direções longitudinal, radial e tangencial.

De acordo com BUCUR (1995), em um baixo valor de umidade (menor que 18%), quando a água existente na madeira está ligada às moléculas de celulose da parede celular, o pulso ultra-sônico é espalhado pelos elementos anatômicos e pelos contornos destes elementos. Nestes contornos, analogamente ao que ocorre nos contornos de grãos de um sólido policristalino, há uma descontinuidade do módulo de elasticidade e, conseqüentemente, da impedância acústica. A pressão que atua nas partículas das moléculas de celulose, resultante da passagem da onda ultra-sônica, reorienta a posição da hidroxila (OH) ou outro radical pertencente àquelas moléculas. Neste caso, o mecanismo de atenuação relacionado às características das paredes celulares constitui, provavelmente, o fator mais importante.

Em teores de umidade mais elevados, mas ainda abaixo do ponto de saturação, o espalhamento nos limites das células pode ser considerado o mais importante mecanismo de perdas. Após o ponto de saturação das fibras, quando a água está presente nas cavidades celulares, a porosidade do material intervém como fator predominante na dispersão ultra-sônica.

A velocidade de propagação diminui drasticamente com o aumento da umidade até o ponto de saturação das fibras, sendo que a partir deste ponto, a variação da velocidade torna-se pequena. A atenuação é praticamente constante em baixos valores de umidade, mas aumenta a partir de um ponto crítico no qual as paredes das células começam a reter água livre.

As pesquisas de laboratório com a técnica de ultra-som para estimar as propriedades da madeira saturada têm atingido resultados promissores. Correlações confiáveis têm sido obtidas entre a avaliação não-destrutiva da madeira saturada e seca, indicando que é possível selecionar a madeira antes do processo de secagem, o que resulta em uma significativa economia para os produtores de madeira e derivados.