

AVALIAÇÃO NÃO-DESTRUTIVA DE PROPRIEDADE MECÂNICA DE *PINUS TAEDA* E *PINUS ELLIOTTII* POR MEIO DE ULTRA-SOM.

Fabiana Goia Rosa de Oliveira

Doutoranda – EESC / LaMEM/PGrCEM/ Universidade de São Paulo – FAPESP (fabiana@sc.usp.br)

Marcela Candian

Iniciação Científica / Universidade Federal de São Carlos - FAPESP

Francieli Fernanda Lucchette

Iniciação Científica / Universidade Federal de São Carlos - CNPq

Almir Sales

Prof. Dr. DECiv / Universidade Federal de São Carlos (almir@power.ufscar.br)

RESUMO: Os avanços tecnológicos têm permitido melhorar o aproveitamento das propriedades da madeira e de seus derivados. Dentre esses avanços, pode-se destacar a técnica de ultra-som, uma importante ferramenta com potencial para melhorar a qualidade e a competitividade da madeira. Esta avaliação é baseada na relação entre a velocidade do som na madeira, o módulo de elasticidade e a densidade da madeira. Pesquisas realizadas com técnicas de ultra-som evidenciam a eficácia deste método para determinar as propriedades mecânicas da madeira, a validade desta técnica é testada por meio da comparação com resultados obtidos em ensaios destrutivos, os quais fornecem parâmetros de correlação significativos. O objetivo deste trabalho foi investigar o uso da técnica de ultra-som para avaliar o módulo de elasticidade dinâmico (E_d) através da comparação com aquele obtido no ensaio de flexão estática (MOE). Foram utilizadas 600 peças de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* com dimensões 3,5 x 13,5 x 260cm. Os resultados deste estudo demonstram uma forte relação entre as propriedades estimadas por emissão ultra-sônica e flexão estática, o que indica que esta técnica de avaliação não-destrutiva pode ser usada para avaliar peças de madeira com resultados confiáveis.

Palavras-chave: madeira, pinus, avaliação não-destrutiva, ultra-som.

NONDESTRUCTIVE EVALUATION OF THE MECHANICAL PROPERTIES TO *PINUS TAEDA* AND *PINUS ELLIOTTII* USING ULTRASOUND WAVES.

ABSTRACT: This paper reports a study of the application of ultrasound waves in wood with the purpose of evaluating its mechanical properties. The evaluation is based on the correlation between the velocity of sound, modulus of elasticity and density. The speed of transmission is sensitive to the material's quality-determining factors; hence, this technique is an important industrial tool to improve the quality control of processes. The specie used in the experimental procedure was pinus. Tests were carried out to determine the properties of apparent density at 12%, moisture content ($p_{ap,12\%}$) and modulus of elasticity in static bending (MOE). Ultrasound tests were also performed to find the dynamic modulus of elasticity (E_d), for purposes of comparison with the static findings. The results and analyses lead us to conclude that the nondestructive ultrasound method can be employed to obtain reliable evaluations of the mechanical properties of wood.

Keywords: wood, pinus, nondestructive evaluation, ultrasonic

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, as propriedades da madeira têm sido avaliadas pelo emprego de métodos não-destrutivos, porém uma amostragem incorreta pode gerar resultados incoerentes. A utilização de métodos não-destrutivos pode melhor avaliar estas propriedades, pois, permite a avaliação da madeira no próprio elemento, sem a necessidade de extração de corpos-de-prova.

Segundo ROSS et al. (1998), a avaliação não-destrutiva é definida como sendo a ciência de identificar as propriedades físicas e mecânicas de uma peça de determinado material sem alterar suas capacidades de uso final.

A hipótese fundamental para a avaliação não-destrutiva da madeira, foi iniciada por JAYNE (1959) quando este propôs que o armazenamento de energia e as propriedades de dissipação da madeira pudessem ser medidas por meio não-destrutivo, sendo controladas pelos mesmos mecanismos que determinam o comportamento estático deste material. A nível microscópico, as propriedades de armazenamento de energia são controladas pela orientação das células e pela composição estrutural, fatores que contribuem para a elasticidade estática. Tais propriedades são observáveis como frequência de oscilação na vibração ou transmissão da velocidade do som. Desse modo, as medidas das taxas de deterioração de vibrações livres ou atenuação de ondas acústicas são usadas para observar a propriedade de dissipação de energia na madeira.

A avaliação não-destrutiva, em materiais homogêneos e isotrópicos tais como aço, plásticos e cerâmica, detecta falha advinda do processo de fabricação, BUCUR (1995). Na madeira, essas irregularidades ocorrem naturalmente e a influência dessa sobre as propriedades mecânicas pode ser avaliada através de métodos não-destrutivos.

Um dos métodos não-destrutivos utilizados na avaliação da madeira é a técnica de ultra-som. Esta técnica é baseada numa das principais relações físicas entre a velocidade de propagação de ondas de ultra-som na madeira e as propriedades mecânicas da madeira, tendo este método uma larga extensão de aplicação desde a própria árvore até os produtos finais da madeira, SANDOZ (1993).

A utilização da técnica de ultra-som tem como vantagens: o custo baixo de aquisição do equipamento se comparado ao das máquinas de classificação automática, e a facilidade de treinamento da mão-de-obra para a sua utilização, possibilitando que o método seja facilmente difundido.

Segundo ERIKSON et al. (2000), a avaliação não-destrutiva é uma importante ferramenta para a caracterização da madeira, podendo ser utilizada pelas indústrias para melhorar o controle de qualidade dos processos através de uma maior uniformidade na matéria prima e em seus derivados.

Utilizando a técnica de propagação e ondas ultra-sônicas, pode-se estimar as propriedades mecânicas da madeira relacionando-se a velocidade de propagação do som na madeira, o módulo de elasticidade e a densidade, OLIVEIRA (2001).

O comportamento mecânico da madeira é determinado pela caracterização de nove constantes: três módulos de elasticidade de Young, três módulos de elasticidade transversais e