

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

**ANÁLISE COMPARATIVA DA PROPAGAÇÃO DE ONDAS DE TENSÃO EM
TORAS E MADEIRA SERRADA DE *Pinus. taeda* L. NA CONDIÇÃO VERDE.**

Luiz Antonio Vasques Hellmeister (hellmeister@fca.unesp.br), **Adriano Wagner Ballarin** (awballarin@fca.unesp.br), **Hernando Alfonso Lara Palma** (larapalma@fca.unesp.br),
Faculdade de Ciências Agronômicas – FCA/UNESP – Botucatu - SP

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo analisar a influência do tipo de lenho, da posição da tora ao longo do fuste e das dimensões das peças desdobradas, na velocidade de propagação das ondas de tensão (*Stress wave method*), na condição de madeira verde. Utilizou-se madeira de *P. taeda* L., originária de árvores de plantio do Horto Florestal de Manduri - SP., com idade aproximada de 43 anos, pela facilidade de identificação dos anéis de crescimento e demarcação das regiões de madeira adulta e madeira juvenil. Foram amostradas 6 árvores distintas, escolhidas ao acaso do talhão selecionado. De cada árvore foram retiradas 4 toras com comprimento de 2,5 m cada. Foram demarcadas nas toras a prancha central (8 cm de espessura) e 4 tábuas laterais (espessura comercial de 2,5 cm), sendo duas à esquerda e duas à direita da prancha central. Foram avaliadas as relações existentes entre as velocidades de propagação das ondas de tensão na madeira íntegra (toras) e desdobrada (pranchas e tábuas), na condição de madeira verde, nas três regiões distintas do lenho: medula, madeira adulta e madeira juvenil. A análise comparativa dos resultados revelou a concordância entre as velocidades antes e após o desdobro da madeira. Houve diferenciação estatisticamente significativa entre as velocidades de propagação das ondas de tensão nos lenhos adulto, juvenil e na medula.

Palavras-chave: ensaios não-destrutivos, método das ondas de tensão, *Pinus taeda* L., madeira adulta e madeira juvenil.

**COMPARATIVE ANALYSES OF STRESS WAVE PROPAGATION ON LOGS AND
LUMBER OF *Pinus taeda* L. ON GREEN CONDITION**

ABSTRACT: In this paper it was evaluated the influence of the relative position of logs on the trees, the type of wood (juvenile and mature wood and pith) and the dimension of sawed wood elements on the velocity of propagation of stress waves into the material on green condition. *P. taeda* L wood (43 years old trees) from Horto Florestal of Manduri (latitude 23°00' south, longitude 40°19' west and altitude de 700 m) São Paulo State, Brazil were used, considering its easy growth rings visualization and the better juvenile and mature wood regions definition. Six trees were randomly chosen in the plantation. Trees were sawed into 4 logs (2,5 m long each. In each log it was delimited the central board (80mm tick) region and the lateral boards (25mm tick) regions, considering 2 boards on the left and 2 at the right hand. It were evaluated relation between velocity of stress waves on logs and the correspondent lumber (central and lateral boards), on green condition, on the three main region of the elements (mature wood, juvenile wood and pith). Comparative analyses of results obtained revealed the concordance between velocities of stress waves in the material before and after the its mechanical processing.. It was also revealed statistical differences between the velocity of stress waves at juvenile wood, mature wood and pith regions.

Keywords: stress wave method, propagation velocity, juvenile and mature wood.

1. INTRODUÇÃO

Diversos métodos que utilizam a propagação das ondas de tensão têm sido pesquisados para uso como ferramentas de testes não-destrutivos. A velocidade de propagação de uma onda de tensão induzida e sua atenuação no material são os principais parâmetros analisados nesses casos.

Para embasamento desse método pode-se fazer uso da teoria de propagação de ondas unidirecionais em uma barra homogênea e elástica, conforme descrito em GABRIEL (2000).

Simplificadamente, pode-se expressar o módulo de elasticidade (dinâmico), obtido pela técnica da propagação de ondas unidirecionais em meio homogêneo e elástico como:

$$E_{d1} = v^2 \cdot \rho, \quad \text{onde:} \quad (1)$$

E_{d1} - módulo de elasticidade dinâmico;

v - velocidade de propagação da onda;

ρ - densidade aparente ou densidade de massa do material.

Grande maioria dos pesquisadores também tem trabalhado com a relação (2) considerando a densidade básica (ρ_{bas}) como multiplicador, ficando:

$$E_{d2} = v^2 \cdot \rho_{bas} \quad \text{onde:} \quad (2)$$

ρ_{bas} - densidade básica do material. Sendo ρ_{bas} definida como:

$$\rho_{bas} = \frac{m_s}{V_{sat}} \quad \text{onde:}$$

m_s - massa seca;

V_{sat} - Volume saturado

ROSS & PELLERIN (1994) usaram o método de ondas de tensão para determinar a velocidade da transmissão da onda, detectando indiretamente a presença de organismos xilófagos na madeira. Para alguns tipos de madeira, obtiveram resultados de até 93% de detecção de bactérias presentes na madeira.

ROSS *et al.* (1999) apresentaram a possibilidade de inspeção de pontes de madeira por meio da medição do tempo de propagação da onda de tensão.

BRASHAW *et al.* (1996) desenvolveram trabalho para a medição das velocidades de propagação das ondas em tábuas na condição verde e na umidade de equilíbrio, observando forte correlação entre as duas situações.

Pesquisadores têm reportado a dificuldade na determinação precisa e consistente do limite entre a madeira juvenil e adulta, principalmente devido à transição gradual desta mudança, às variações existentes entre as espécies e à localização geográfica (BENDTSEN & SENFT, 1986; CLARK & SAUCIER, 1989; ROSS *et al.*, 1990; ABDEL-GADIR & KRAHMER, 1993; EVANS *et al.*, 2000).