

# **DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DA MADEIRA DE *P. TAEDA* COM USO DO MÉTODO NÃO-DESTRUTIVO DAS ONDAS DE TENSÃO (*STRESS WAVE METHOD*).**

Maria Sílvia Chiaradia Gabriel e Adriano Wagner Ballarin

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo a análise comparativa dos resultados obtidos para o módulo de elasticidade à flexão da madeira de *P. taeda*, com o uso de ensaios convencionais destrutivos – seguindo-se as prescrições da NBR 7190/97 – e com uso do método não-destrutivo das ondas de tensão (*stress wave method*). Utilizou-se madeira de *P. taeda*, originária de árvores de plantio tecnicamente controlado do Horto Florestal de Manduri, com idade aproximada de 40 anos. Foram amostradas 6 árvores distintas, escolhidas ao acaso do talhão selecionado. De cada árvore foram retirados 3 toras (base, meia altura comercial e altura comercial). As toras foram desdobrados, retirando-se uma prancha central (6 cm de espessura) e tábuas laterais (espessura comercial de 2,5 cm). Das tábuas foram ainda produzidos corpos-de-prova de 2cm x 2cm x 42cm para os ensaios não-destrutivos de ondas de tensão (módulo de elasticidade dinâmico), seguidos dos ensaios convencionais destrutivos de flexão (módulo de elasticidade estático). A análise comparativa dos resultados obtidos para o módulo de elasticidade pelos dois métodos de ensaio (destrutivo e não-destrutivo) revelou a potencialidade de uso do método das ondas de tensão (*stress wave method*) como ferramenta na classificação estrutural da madeira serrada dessa espécie.

**Palavras-chave:** *Pinus taeda*, ensaios não-destrutivos, método das ondas de tensão

## **DETERMINATION OF *P. TAEDA* MODULUS OF ELASTICITY USING NONDESTRUCTIVE STRESS WAVE METHOD**

**ABSTRACT:** This research was developed with the main objective of comparing results obtained for the modulus of elasticity of wood based on destructive tests (according to NBR7190/97) and on nondestructive tests (stress wave method). Six trees of *Pinus taeda* L., 40 years old, from controlled plantations of the Horto Florestal de Manduri were randomly chosen for the experimental program. Each tree resulted on three logs (base, medium and commercial height), and from each log a central board (60 mm thickness) and lateral boards (25 mm thickness) were sawed. From each dried (12 percent moisture content) lateral board samples of 2cm x 2cm x 42 cm were sawed and submitted to non-destructive tests followed by flexural destructive tests. Results showed strong correlation between static and dynamic modulus of elasticity obtained from small samples, revealing the potential of this nondestructive technique on mechanical classification of wood.

**Keywords:** *P. taeda*, nondestructive tests, stress wave method

## 1 INTRODUÇÃO

Por definição, a avaliação não-destrutiva de materiais (*NDE - Non destructive evaluation*) compreende o uso de um ou mais métodos para identificação das propriedades físicas e mecânicas de uma parte ou do todo de um material, sem comprometimento de seu uso final. Essas avaliações baseiam-se em ensaios não-destrutivos (*NDT - Non destructive testing*) para a obtenção de informações relativas às propriedades, desempenho global ou condições do material.

Embora utilizados para investigação dos mais diferentes materiais, os métodos não-destrutivos usados na madeira diferem em seu propósito daqueles empregados em materiais homogêneos e isotrópicos, como o metal, o plástico ou a cerâmica. Nesses materiais, em que as propriedades mecânicas são conhecidas e controladas durante o processo industrial, os métodos de NDE visam detectar somente a presença de discontinuidades, vazios, etc.

Para a madeira, como as discontinuidades, irregularidades e vazios ocorrem naturalmente, como característica congênita do material ou de sua interação com o meio, os métodos de ensaios não-destrutivos são usados, em geral, para avaliar como essas irregularidades e defeitos interagem com as propriedades mecânicas do material.

Considerando-se a importância da classificação estrutural da madeira para uso em serraria e o potencial dos métodos de ensaios não-destrutivos para avaliações dessa natureza (em condições de campo, com rapidez e simplicidade), este trabalho foi desenvolvido com o objetivo principal de se avaliar a relação entre o módulo de elasticidade de corpos-de-prova obtidos através do método das ondas de tensão (*stress wave method*) e do módulo de elasticidade obtido através do ensaio destrutivo convencional de flexão.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

As pesquisas pioneiras sobre a aplicabilidade de ensaios não-destrutivos na inferência de propriedades físicas e mecânicas da madeira foram realizadas na década de 50, nos Estados Unidos.

Dentre as principais vantagens de seu uso, relativamente aos ensaios destrutivos convencionais, pode-se citar:

- custos reduzidos dos equipamentos;
- boa calibração dos resultados indiretos obtidos;
- rapidez e praticidade dos testes, que podem ser aplicados tanto na árvore “em pé”, quanto em postes, madeira serrada ou mesmo corpos de prova específicos.

Historicamente, pesquisas para examinar o uso dos métodos de avaliação não-destrutiva na classificação estrutural da madeira e na classificação da qualidade da tora laminada foram feitas inicialmente por Bell et al., em 1950; Galiginaitis et al.(1954); Jayne (1955, 1959), James (1959); Hoyle (1961); McKean & Hoyle (1962).

As hipóteses fundamentais para ensaios não-destrutivos em madeira foram estabelecidas por Jayne (1959). Em seu trabalho, ele propôs que as propriedades de conservação e dissipação de energia da madeira, que podem ser mensuradas por métodos de ensaios não-destrutivos, são controladas pelos mesmos mecanismos que determinam o comportamento estático estrutural do material. Consequentemente, podem ser estabelecidas relações matemáticas