



COMPARAÇÃO ENTRE O MÓDULO DE ELASTICIDADE OBTIDO POR ONDAS DE TENSÃO E POR FLEXÃO EM MADEIRAS DE *E. GRANDIS*

^{1,2}Jairo Ribas de Andrade Junior (jairoribasjr@gmail.com), ²Guilherme Corrêa Stamato (stamade@terra.com.br), ¹Antônio Alves Dias (dias@sc.usp.br), ²Thiago Chimirri (thiagostamade@gmail.com)

¹ Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo – EESC-USP
Laboratório de Madeiras e Estruturas de Madeira - LAMEM

² Stamade Projeto e Consultoria em Madeira LTDA
Departamento de Projetos de Estruturas de Madeira

RESUMO: Peças de madeira com dimensões estruturais apresentam irregularidades e defeitos de crescimento, que reduzem sua resistência, além da variabilidade das propriedades que, naturalmente, ocorrem na madeira. Sendo assim, a classificação visual da madeira deve ser complementada com a classificação mecânica. Adicionalmente aos métodos de ensaio estáticos, podem ser aplicados métodos dinâmicos baseados em medições das frequências naturais do material para a determinação do módulo de elasticidade da madeira. O módulo de elasticidade por vibrações longitudinais pode ser utilizado para estimar a classe de resistência da madeira estrutural. O objetivo deste trabalho foi estimar o módulo de elasticidade de peças de *Eucalyptus Grandis* com dimensões estruturais utilizando ensaios não-destrutivos de ondas de tensão longitudinal, com o aparelho Brookhuis Micro Timber Grader (MTG) comparando seus resultados com ensaios estáticos tradicionais. Este método permite a classificação estrutural de todas as peças de madeira na saída da serraria e no uso final, como fábricas de MLC, contribuindo para o enquadramento da madeira em diferentes classes estruturais de acordo com a ABNT NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeira.

Palavras Chave: Estruturas de Madeira, Ensaio não-destrutivo, Madeira, *Eucalyptus*.

COMPARISON BETWEEN MODULUS OF ELASTICITY OBTAINED BY STRESS WAVE METHOD AND BY BENDING TEST OF *EUCALYPTUS GRANDIS* TIMBER

ABSTRACT: Wood pieces at structural sizes have growth defects and irregularities, which can reduce its strength and stiffness compared with small clear wood specimens. The visual stress-grading of wood should be complemented with mechanical grading. In addition to the static testing methods may be applied dynamic methods based on measurement of the natural frequencies of the material to determine the modulus of elasticity (MOE) of the wood. The dynamic modulus of elasticity obtained by nondestructive longitudinal vibrations can be used to estimate the wood structural strength class. The objective of this study was to estimate the modulus of elasticity in structural size specimen of *Eucalyptus Grandis* wood, obtained by nondestructive stress wave method, using the portable device Brookhuis Micro Timber Grader (MTG) and compare the stiffness values, for use in structures, with traditional static bending tests. This method allows the structural grading of all the pieces of wood in the output of the sawmill, contributing to the structural strength classes of wood according to the Brazilian Standard ABNT NBR 7190 - Wooden Structures Design.

Keywords: wood structures, nondestructive tests, wood, *Eucalyptus*.

1. INTRODUÇÃO

A madeira serrada com dimensões estruturais é um material heterogêneo, que contém defeitos e características distintas de crescimento. Tais características de crescimento reduzem a resistência mecânica significativamente quando a madeira estrutural é utilizada.

Portanto, o comportamento mecânico da madeira estrutural não pode ser estimado apenas pelas propriedades de corpos de prova isentos de defeitos. A presença de nós e outros defeitos variam de uma peça para outra, o que significa que as propriedades estruturais da madeira serrada apresentam uma variabilidade significativa (THELANDERSON S., 2003).

Um ensaio mecânico não-destrutivo de um material deve ser baseado em correlações conhecidas entre as resistências e outras propriedades que podem ser avaliadas, sem danificar o material (KOLLMANN, 1968).

Para Kollmann (1968), além dos métodos estáticos para determinar as constantes elásticas da madeira, existem métodos dinâmicos baseados em medições das frequências naturais. O módulo de elasticidade dinâmico pode ser medido utilizando-se métodos de vibração. Em geral, o módulo de elasticidade obtido pelos ensaios de vibração é um pouco maior do que os dos ensaios estáticos, mas as diferenças são pequenas, da ordem de 5% a 15%. Os resultados dos ensaios de vibração longitudinal também podem ser utilizados para estimar a classe de resistência da madeira estrutural e comparar seus resultados com os ensaios estáticos.

Este trabalho realizou um estudo experimental comparando a precisão dos valores de módulo de elasticidade determinados a partir de ensaios dinâmicos, realizados com um aparelho portátil de vibração longitudinal.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta seção apresenta aspectos relevantes de propriedades mecânicas da madeira, da classificação estrutural (visual e mecânica), e de métodos de ensaios pertinentes.

2.1 Módulo de Elasticidade

O módulo de elasticidade pode ser determinado em testes com força axiais (tração ou compressão) ou em testes de flexão. Nesse último caso, as tensões de cisalhamento têm uma influência significativa nas flechas, quando a relação vão livre/altura é inferior a 21.

O módulo de elasticidade E_{w0} na direção paralela às fibras é medido no ensaio de compressão paralela às fibras (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

A condição-padrão de referência, definida pelo teor de umidade de equilíbrio da madeira é de 12%, sendo que os resultados de ensaios realizados com diferentes teores de umidade da madeira, no intervalo entre 10% e 20%, devem ser corrigidos para a umidade padrão.

Admite-se como desprezível a influência da temperatura na faixa usual de utilização de 10°C a 60°C (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997).

Para a determinação do módulo de Elasticidade, E (MPa), por ensaio de flexão estática é utilizada a Eq. 1, sendo ΔP (N) a variação da força aplicada no meio do vão, L (mm) o vão livre, Δf (mm) o deslocamento vertical no meio do vão, b (mm) a largura e h (mm) a altura da viga ensaiada:

$$E = \frac{\Delta P \times L^3}{\Delta f \times 4 \times b \times h^3} \quad (1)$$