



DETERMINAÇÃO DO MÓDULO DE YOUNG DINÂMICO E O AMORTECIMENTO EM PEQUENAS AMOSTRAS DE 38 MADEIRAS BRASILEIRAS

¹Mario Rabelo de Souza (mario.rabelo@gmail.com), ²Júlia Benfica Senra
(juliabenficas@gmail.com)

¹Fundação de Tecnologia Florestal e Geoprocessamento
SHCN/CL 316 Bloco B loja 51 CEP 70.775-520, Brasília-DF

²Instituto Mineiro de Gestão das Águas
Rodovia Prefeito Américo Gianetti, 4143 CEP 31630-900 - Belo Horizonte - MG

RESUMO: A teoria sobre vibração transversal de barras prismáticas delgadas ($L \gg h$) apoiadas nos seus pontos nodais nos afirma que é possível determinar o módulo de elasticidade axial a partir da frequência de ressonância. Também nos afirma que é possível determinar a frequência de ressonância transversal por meio da velocidade de propagação longitudinal. O objetivo deste artigo foi descrever uma abordagem simples para medir a frequência de vibração transversal de pequenas amostras de 38 madeiras brasileiras, numa ampla faixa de massa específica, apoiadas nos pontos nodais e com as extremidades livres. Complementarmente determinou-se também a velocidade de propagação sonora longitudinal pelo método das ondas de tensão por meio do qual foi possível calcular a frequência de ressonância transversal e compará-la ao valor experimental. Os testes resultaram numa tabela com os dados da massa específica aparente, a frequência de vibração transversal, o módulo de Young dinâmico e o amortecimento devido ao atrito interno. Na comparação entre a frequência de ressonância transversal experimental e calculada, obteve-se um elevado coeficiente de correlação linear. O que comprova que o teste de ressonância transversal foi satisfatório. A abordagem utilizada para medir a frequência de ressonância mostrou-se adequada, indicando ser uma opção aos testes em vigas de tamanho real.

Palavras Chave: madeira, vibração transversal, elasticidade, amortecimento

DETERMINATION OF DYNAMIC YOUNG'S MODULUS AND DAMPING IN SMALL SAMPLES OF 38 BRAZILIAN WOODS

ABSTRACT: The theory of transverse vibration of thin prismatic bars ($L \gg h$) supported at its nodal points states that it is possible to determine the axial modulus of elasticity from the resonance frequency. Also it tells us that it is possible to determine the transverse frequency of resonance through the longitudinal velocity. The purpose of this article is to describe a simple approach to measuring the frequency of transverse vibration of small samples of 38 Brazilian woods in a wide range of density, supported at the nodal points and free ends. In addition it is also to determine the velocity of longitudinal sound propagation by the stress wave method by means of which it was possible to calculate the transverse resonance frequency and compare it to the experimental value. The tests resulted in a table with the data of the bulk density, the frequency of transverse vibration, the dynamic Young's modulus and the damping due to internal friction. Comparing the frequency of experimental and calculated resonance, a high linear correlation coefficient was obtained which proves that the cross resonance test passed. The approach used to measure the resonance frequency was adequate, showing that it is an option to tests on full-size beams.

Keywords: wood, transverse vibration, elasticity, damping

1. INTRODUÇÃO

As características físicas e mecânicas das madeiras variam muito entre as espécies, dentro de uma mesma espécie, dentro de uma mesma árvore, com a umidade, temperatura e com o tempo. Para se aprimorar os cálculos estruturais com madeiras, prevenindo-se exageros e erros nos dimensionamentos, as características das mesmas devem ser determinadas de forma individualizada, por espécie, ou grupos de espécies similares e em condições controladas. As características elásticas podem ser determinadas em laboratório de forma estática (ou quase estática) ou dinamicamente.

Por outro lado, é comum, quando em serviço, estruturas estarem sujeitas a esforços dinâmicos, como em uma ponte por exemplo. Nesses casos é imperativo ter em mãos dados das constantes elásticas e amortecimento para uma faixa de frequência. Tais valores não estão prontamente disponíveis em forma tabulada, e certamente para muitos materiais há uma ampla gama de variação entre amostras do mesmo material, decorrentes de variações no crescimento (para materiais naturais) e na fabricação. Em consequência, é necessário medir as constantes elásticas e de amortecimento para as espécies se as previsões de vibração forem significativas.

O objetivo deste artigo é descrever uma abordagem de medição da frequência de vibração transversal de pequenas amostras de 38 madeiras, numa ampla faixa de massa específica, apoiadas nos pontos nodais e com as extremidades livres. Com esses valores pode-se determinar diretamente o módulo de Young dinâmico e o amortecimento devido ao atrito interno. Complementarmente, pretende-se determinar também a velocidade de propagação sonora longitudinal pelo método das ondas de tensão por meio do qual é possível calcular a frequência de ressonância transversal e compará-la ao valor experimental. Não é escopo deste artigo comparar o módulo de Young estático com o dinâmico pois isso já é bem pesquisado e conhecido.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo PELLERIN (1965), a relação entre o módulo de Young axial e a frequência transversal de barras foi observada inicialmente em meados do século 18, mas foi demonstrada em forma analítica, como conhecemos hoje, no início do século 20 (SPINNER, 1960). As constantes elásticas, especialmente o módulo de Young, podem ser medidas dinamicamente com uma boa precisão com equipamentos portáteis de baixo custo, já o amortecimento necessita de mais cuidado. Precisa-se ter cuidado para que a medida represente apenas o atrito interno e não as perdas devido a suportes ou erros de medição. Esses métodos de medição dinâmica são não destrutivos, ou seja, a amostra poderá ser testada várias vezes e podem ser aplicados em peças em serviço. Em geral são muito sensíveis a defeitos nas madeiras como rachaduras, trincas, furos, degradação biológica e inclusive desvios de grã. Quando aplicados em uma viga fornecem o valor médio de toda a peça, em contraste a determinados métodos como a classificação mecânica (stress grade machine) que pode fazer medições em pontos bem determinados. Devido a sua praticidade e precisão, métodos dinâmicos estão sendo utilizados para controle de qualidade e classificação de peças de madeiras (CALIL JÚNIOR & MINÁ, 2003).

Dentre os vários métodos dinâmicos para se determinar o módulo de Young e o amortecimento interno, o mais simples é o da vibração forçada de peças longas apoiadas em seus pontos nodais. Devido ao fato de se tratar de baixos valores de amortecimento, pode-se aplicar, com alguma aproximação, a teoria da viscoelasticidade linear. Outro método muito comum para se determinar as constantes elásticas e o amortecimento é o da vibração livre. Esse método, de concepção mais simples, quando aplicado em peças longas apresenta baixa frequência de vibração, da ordem de 20 Hz, que são muito fáceis de receberem interferências externas. Por outro lado, peças longas, resultam em vibrações com maiores amplitudes, o que favorece uma medição mais precisa. Com a vibração forçada pode-se trabalhar com frequências acima de centenas de Hz. (BUCUR, 1995).