



VARIAÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE LONGITUDINAL APARENTE COM O COMPRIMENTO DAS PEÇAS DE MADEIRA

¹**Pedro G. de A. Segundinho** (p_gutemberg2001@yahoo.com.br), ²**Franco S. Poletti** (franco.s.poletti@gmail.com), ³**Marcos O. de Paula** (modep@bol.com.br), ¹**Adriano R. de Mendonça** (adriano.mendonca@ufes.br), ²**Cláudio C. N. de S. Júnior** (claudio.eim@gmail.com)

^{1,2}**UFES – Universidade Federal do Espírito Santo**

^{1,2}Departamento de Ciências Florestais e da Madeira – Centro de Ciências Agrárias – Alegre, ES

¹Professor Adjunto, ²Graduando em Engenharia Industrial Madeireira

³**UFES – Universidade Federal do Espírito Santo**

³Departamento de Engenharia Rural – Centro de Ciências Agrárias – Alegre, ES

³Professor Adjunto

RESUMO: O módulo de elasticidade é uma propriedade mecânica utilizada, principalmente, no dimensionamento dos projetos de estruturas de madeira. No Brasil a madeira, ainda não é amplamente difundida em construções, quando comparado com os Estados Unidos da América, Canadá e Europa. Este trabalho teve como objetivo a utilização de uma técnica eficiente para a determinação do módulo de elasticidade aparente E_a levando em conta a relação comprimento/altura L/h e verificar a influência do cisalhamento no módulo de elasticidade por meio da comparação de ensaios não destrutivos com ensaios de flexão estática. A madeira utilizada no trabalho foi o cedro australiano (*Toona ciliata*). Os ensaios não destrutivos foram realizados por meio da técnica de vibração longitudinal e transversal. Concluiu-se que o ensaio de vibração longitudinal é o método mais adequado para obtenção do E_a , pois os esforços cortantes que ocorrem devido às tensões de cisalhamento não influenciaram significativamente com a variação da relação L/h .

Palavras Chave: flexão estática, vibração longitudinal, vibração transversal

VARIATION OF APPARENT MODULUS OF ELASTICITY LONGITUDINAL WITH THE LENGTH OF WOOD PARTS

ABSTRACT: The elastic modulus is a mechanical property used primarily in the design of projects of timber structures. In Brazil, timber is not yet widely deployed in buildings, compared with the United States, Canada and Europe. This study aimed to use an effective technique for determining the apparent elasticity modulus E_a taking into account the length/height L/h and verify the influence of the shear modulus by comparing nondestructive testing with bending test. The wood used in the study was the australian cedar (*Toona ciliata*). Non-destructive tests were performed using the technique of longitudinal and transverse vibration. It was concluded that the assay of longitudinal vibration is the most suitable method for obtaining E_a , because the shearing that occurs due to the shear stresses do not significantly influenced by varying the ratio L/h .

Keywords: bending test, longitudinal vibration, transverse vibration

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um dos principais materiais utilizados para a construção civil e, basicamente, pelo único motivo de ser ambientalmente sustentável. A madeira apresenta algumas vantagens quando comparada com outros materiais de construção (cimento, concreto, aço e alumínio), principalmente com a importância ambiental que tem-se atualmente, por ser reciclável, renovável, biodegradável e de baixa necessidade de energia para seu processamento (MARQUES, 2008).

Com suas peculiaridades, a madeira, torna-se um material interessante para o emprego no setor de construção. Dentre algumas vantagens principais podemos destacar o seu encaixe no conceito de material eco eficiente, suas boas propriedades mecânicas, fácil trabalhabilidade de forma que exige ferramentas simples, ótimo isolamento térmico e baixa energia de processamento (REMADE, 2001).

Assim como acontece com todos os materiais empregados na construção civil, a madeira para uso estrutural deve ser classificada pelas suas propriedades físicas e mecânicas (SEGUNDINHO et al., 2012). A norma brasileira NBR 7190 (ABNT, 1997) estabelece o uso da madeira pelo sistema de classes de resistência, isto é, a norma prescreve possíveis classes de resistência ao engenheiro, atribuindo a cada uma delas sua resistência característica, módulo de elasticidade e densidades. No projeto de revisão da NBR 7190 (ABNT, 1997) que se encontra em análise, desde 2011, sugere-se a inclusão de regras de classificação visual para distribuição da madeira em lotes de uso estrutural, conforme sugerido por Carreira e Dias (2005), a partir da qual poderá ser feita a classificação mecânica. Dessa forma o processo se inicia por meio de métodos não destrutivos, onde é feita uma inspeção visual a fim de examinar algumas características intrínsecas (inclinação das fibras, nós, empenamento, anéis de crescimento, encurvamento, racha anelar e fenda), agrupando-as em lotes menos heterogêneos (FIORELLI; DIAS; COIADO, 2009) e, em seguida, faz-se a classificação mecânica da madeira com equipamentos capazes de quantificar adequadamente o módulo de elasticidade das peças.

Quando se quer avaliar a resistência mecânica de peças estruturais de madeira deve-se ter em mente que há diversas formas diferentes de ensaiar. De acordo com Segundinho et al., (2012), algumas das técnicas não destrutivas, isto é, que não destrói o corpo de prova, são as de ultrassom, vibração transversal, vibração longitudinal, raio X e *stress wave* ou ondas de tensão. Uma vez capazes de oferecer rápidas respostas e correlações lineares elevadas, tendo custos de equipamentos baixos, tais métodos de ensaios não destrutivos estão se tornando cada vez mais relevantes.

Para fazer construções de qualidade, é fundamental um bom conhecimento do material para o uso racional da madeira. Como material de construção, a madeira oferece muitas peculiaridades (REMADE, 2001) que influencia diretamente desde a qualidade da madeira escolhida e, por fim, da construção no geral. Faz-se, então, necessário o completo conhecimento da madeira e suas potencialidades estruturais para seu uso racional na construção civil.

Na norma brasileira NBR 7190 (ABNT, 1997), não está definido a obtenção do módulo de elasticidade por meio de ensaios não destrutivos, como o método de vibração longitudinal e transversal. Atualmente a relação comprimento/altura L/h para ensaios destrutivos (flexão estática), para que não ocorra influência do cisalhamento é L/h recomendado maior do que 21. Para os ensaios não destrutivos ainda não está definido essa relação L/h . A definição normativa da razão L/h para os métodos não destrutivos facilitará a obtenção do módulo de elasticidade por meio dessas técnicas, pois a norma poderá ser consultada e lá encontrará a caracterização da madeira e a relação L/h usada para estes métodos. Outro ponto a se destacar é a praticidade e economia dos ensaios feitos pelo método não destrutivo, já que são poucos equipamentos utilizados e o corpo de prova não é destruído. Dessa forma ao desenvolver essa pesquisa espera-se que venha a ser de grande utilidade nas empresas e na comunidade científica, pois pode vir a influenciar os métodos de cálculo para os projetos de estrutura de madeira.