



ANÁLISE NUMÉRICA DA RELAÇÃO COMPRIMENTO/ALTURA (L/h) EM CORPOS DE PROVA DE MADEIRA SIMPLEMENTE APOIADOS POR MEIO DE MODELAGEM EM SOFTWARE LIVRE

¹**Alaor C. Silva** (alaor.c@hotmail.com), ²**Pedro G. de A. Segundinho**
(p_gutenberg2001@yahoo.com.br)

^{1,2}**Universidade Federal do Espírito Santo**
Departamento de Ciências Florestais e da Madeira (DCFM)
Avenida Governador Lindemberg, nº 316, Centro, Jerônimo Monteiro – ES, rodovia ES – 482

RESUMO: A madeira é um dos principais materiais utilizados para a construção civil, devido sua resistência estrutural e por ser ambientalmente sustentável. Porém, apesar desta intensa utilização, poucos estudos são realizados a respeito de ensaios não destrutivos aplicados a este material. O objetivo deste trabalho foi realizar modelagem numérica por meio do Método dos Elementos Finitos (MEF), utilizando um *software* livre, a fim de analisar a influência do cisalhamento em virtude da relação (L/h), nos módulos de elasticidade em corpos de prova de flexão. Foram utilizadas madeiras de cedro australiano (*Toona ciliata*) e de eucalipto (*Eucalyptus sp.*), sendo avaliadas 8 relações (L/h). A modelagem numérica em elementos finitos dos corpos de prova foi realizada por meio do *software* livre *Autodesk Inventor Professional 2013*, pelo qual foi possível obter os módulos de elasticidade nas diferentes relações de (L/h). O *software* não se mostrou uma boa ferramenta para determinação do módulo de elasticidade de diferentes peças de madeira, devido a incompatibilidade com os valores obtidos pelo método tradicional destrutivo. Contudo, o *software* confirmou de forma rápida, a mínima influência do cisalhamento em virtude da relação (L/h), nos módulos de elasticidade das madeiras escolhidas para a modelagem numérica.

Palavras Chave: método dos elementos finitos (MEF), cedro australiano, eucalipto e modelagem numérica.

NUMERICAL ANALYSIS OF RATIO LENGTH / HEIGHT (L/h) IN SAMPLES OF WOOD SIMPLY SUPPORTED THROUGH OF MODELING IN FREE SOFTWARE

ABSTRACT: Wood is one of the main materials used for the construction, because of its structural strength and for being environmentally sustainable. But despite this heavy use, few studies are conducted on non destructive testing applied to this material. The objective of this study was to perform numerical modeling using the Finite Element Method (FEM), using free software, in order to analyze the influence of shear due to the ratio (L / h), in modulus of elasticity in bending samples. Australian cedar wood (*Toona ciliata*) and eucalyptus (*Eucalyptus sp.*) were used, and evaluated 8 relations (L/h). The numerical modeling in finite element of the samples was performed using free software *Autodesk Inventor Professional 2013*, at which it was possible to obtain the modulus of elasticity in the different relations (L/h). The software was not a good tool for determination of modulus of elasticity for different pieces of wood, due to incompatibility with the values obtained by the destructive traditional method. However, the software confirmed quickly, the minimum influence of shearing due to the ratio (L/h), in modulus of elasticity of wood chosen for the numerical modeling.

Keywords: Finite Element Method (FEM), australian cedar, eucalyptus and numerical modeling.

1. INTRODUÇÃO

Ao considerar a grande diversidade de madeiras existentes no Brasil, provenientes tanto de florestas naturais como plantadas e frente a sua disponibilidade, inúmeros estudos são realizados com o material, em virtude das suas propriedades físicas, mecânicas e anatômicas favoráveis para o fim estrutural.

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

Dentre algumas vantagens principais da madeira, podemos destacar suas boas propriedades mecânicas, fácil trabalhabilidade de forma que exige ferramentas simples, ótimo isolamento térmico e baixa energia de processamento (REMADE, 2001).

A madeira é um material de ampla utilização podendo ser empregado na construção civil, combustível para geração de energia, fabricação de móveis e utensílios, suportes, moldes, dentre outros mais. Quanto à utilização de madeira maciça na construção civil, apresenta inúmeras restrições como as dimensões das peças, que dependem do tamanho e diâmetro da árvore, além de outras limitações anatômicas. Por essas restrições, a madeira maciça tem perdido certa fatia de mercado para os produtos derivados, como os laminados colados, painéis OSB, entre outros (LAHR, 1983).

Existem diversas formas de ensaiar peças estruturais de madeira quando o objetivo é avaliar sua resistência mecânica. 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 modelagem computacional de estruturas de madeira, geralmente objetiva-se a determinação dos esforços e deslocamentos. Por tanto, um método clássico parte de elementos infinitesimais da estrutura, tão pequenos capazes de elucidar matematicamente de forma simples as relações “solicitação deformação”.

Com o advento dos computadores, tornou necessário reorganizar a teoria das estruturas sob forma matricial. O método matricial aparece como o instrumento matemático mais adequado para análise estrutural, pois além de permitir a generalização desejada, também se adapta perfeitamente ao emprego em computadores. Com esse procedimento, a análise estrutural termina por consistir em operações rotineiras sobre matrizes (CHEUNG, 2003).

O software livre é um programa geral para análise linear e não-linear (estática e dinâmica) de estruturas (reticuladas, laminadas e sólidas). Cada versão implica em restrições das análises com limitações desde número de nós até tipos de elementos finitos (CHEUNG, 2003).

O método dos elementos finitos resolve o problema considerando a estrutura dividida em partes ou elementos que já não são infinitesimais, ligados entre si em pontos nodais, onde se supõem concentradas todas as forças de ligação entre elementos. Sendo as solicitações e deformações discretizadas nos nós, o comportamento elástico e mecânico de cada elemento podem ter expressão matemática tão simples quanto a dos elementos infinitesimais da solução clássica.

O trabalho teve como objetivo realizar a modelagem numérica de corpos de prova com diferentes dimensões por meio do método dos elementos finitos (MEF), utilizando software livre a fim de analisar a influência do cisalhamento em virtude da relação (L/h), no módulo de elasticidade e estabelecer estratégias de modelagem de peças de madeira, com vista à aplicação de produtos de madeira laminada colada (MLC).