

**VIII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA
UBERLÂNDIA - JULHO DE 2002**

**ESTUDO TEÓRICO-NUMÉRICO DE VIGAS LAMINADAS DE MADEIRA
REFORÇADAS POR FIBRAS DE CARBONO**

Dogmar Antonio de Souza Junior (dogmar@mecanica.ufu.br)

Doutorando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Uberlândia

Jesiel Cunha (jecunha@ufu.br)

Professor Adjunto - Faculdade de Engenharia Civil - Universidade Federal de Uberlândia

RESUMO: A utilização dos plásticos reforçados por fibras de carbono como elemento de reforço proporciona um aumento na rigidez da peça estrutural sem um acréscimo significativo do seu peso. O objetivo deste trabalho é o estudo numérico do enrijecimento de vigas laminadas verticalmente de madeira reforçadas por fibras de carbono. As simulações numéricas foram realizadas via método dos elementos finitos, o que permitiu calcular diversas configurações geométricas. A utilização de teorias específicas de materiais compostos garantiu um formalismo necessário às análises. Foram avaliadas diversas vigas de madeira reforçadas com tecidos de fibras de carbono nas faces inferior e superior ou somente na face inferior. Os resultados obtidos permitiram definir o ganho de rigidez da peça em função do reforço aplicado e comparar as seções transversais das vigas com ou sem reforço necessárias para vencer o mesmo vão.

Palavras-chave: vigas laminadas, reforço, madeira, materiais compostos.

**THEORETICAL-NUMERICAL STUDY OF VERTICALLY LAMINATED WOOD BEAMS
REINFORCED BY CARBON FIBERS**

ABSTRACT: The use of the carbon fiber reinforced plastic as reinforcement element provides an increase in the rigidity of the structural piece without a significant increment of the weight. The objective of this work is the numerical study of the stiffness of vertically laminated wood beams reinforced by carbon fibers. The numerical simulations have been performed by finite element method, which permitted to calculate several geometric configurations. The use of specific theories of composite materials guaranteed a necessary formalism to the analyses. Several simulations of the pieces reinforced in the bottom and top faces or only in the bottom face have been made. The obtained results permitted to define a gain of rigidity of the members in function of the applied reinforcement and to compare the transversal sections of the beams with or without reinforcement necessary to win the same span.

Keywords: laminated beams, reinforcement, wood, composite materials.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material anisotrópico e com dimensões naturais limitadas. Para vencer estes inconvenientes foi necessário desenvolver produtos derivados que pudessem ser aplicados em situações antes restritas a outros tipos de materiais. Neste sentido, uma alternativa interessante são as estruturas laminadas verticalmente interligadas por pinos. Este modelo estrutural permite obter estruturas com comprimento e seções transversais maiores a partir de peças com pequenos comprimentos (SOUZA JR e GESUALDO, 2000). No entanto, este tipo de estrutura possui um comportamento não linear provocado pelas deformações nas ligações que são semi-rígidas (GESUALDO, 1986). Como consequência, a estrutura apresenta valores significativos para o deslocamento total, o que pode ser um inconveniente em termos de dimensionamento da peça. Para melhorar o desempenho estrutural deste modelo estrutural teve-se a idéia de associar a madeira a um material mais resistente. Com esse objetivo os materiais compostos se apresentam como uma excelente alternativa, principalmente pela sua alta relação resistência/peso específico.

Uma grande vantagem dos materiais compostos é a possibilidade da variação dos elementos constituintes da estrutura segundo as direções preferenciais dos esforços, o que permite uma eficiência global excepcional (JONES, 1975). Em geral, eles são formados a partir de fibras de alta resistência em uma matriz polimérica de resina. Neste trabalho foi utilizado os Plásticos Reforçados por Fibras de carbono (PRFC) no reforço de vigas laminadas verticalmente de madeira.

O uso dos PRFC no reforço de peças estruturais de madeira apresenta diversas vantagens:

- Reduz o custo quando usado apropriadamente;
- Repara e reabilita danificações e deteriorações estruturais em peças de madeira;
- Melhora a durabilidade e reduz a manutenção requerida para as peças de madeira e juntas;
- Aumenta a resistência à flexão e a rigidez das novas peças de madeira. Em particular, eles podem melhorar as propriedades estruturais de classes de madeira de menor qualidade, por exemplo, as madeiras provenientes de reflorestamento;
- Permite o uso de peças de menor seção transversal com a mesma rigidez e resistência do que as peças sem reforço.

O uso conjunto de madeira e materiais compostos tem sido pesquisado para aplicações estruturais, tanto em trabalhos experimentais (TRIAFILLIOU e DESKOVIC, 1992; Ribeiro et al, 2001) quanto em análises pelo método dos elementos finitos (WILLIAMSON e DAADBIN, 1992).

As simulações numéricas foram realizadas via método dos elementos finitos, o que permitiu calcular diversas configurações geométricas. A utilização de teorias específicas de materiais compostos garantiu um formalismo necessário às análises.

2. MODELAGEM NUMÉRICA

Devido à complexidade dos problemas de engenharia, a utilização de uma metodologia puramente analítica e/ou experimental é na maioria das vezes inviável ou até mesmo impossível. Uma solução para contornar este problema é o emprego de métodos numéricos aproximados, que são cada vez mais usados pela crescente capacidade dos computadores. Neste tipo de solução está inserido o Método dos Elementos Finitos (MEF) (ASSAN, 1999).