



Anais do 10º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira - EBRAMEM 2006

30 de Julho a 02 de Agosto, São Pedro – SP

CEVEMAD/UNESP - IBRAMEM

SOFTWARE PARA DIMENSIONAR VIGAS DE MADEIRA LAMINADA COLADA REFORÇADAS COM PRF

Juliano Fiorelli (fiorelli@dracena.unesp.br)

Universidade Estadual Paulista – Campus de Dracena

Malton Lindquist (malton@sc.usp.br), **Antonio Alves Dias** (dias@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO: Vigas de Madeira Laminada Colada (MLC) são formadas pela colagem de lâminas de madeira, compondo um elemento estrutural na mais variada forma e dimensão. Com relação ao dimensionamento destas vigas, as principais normas internacionais estabelecem métodos empíricos que levam em consideração a resistência à flexão de corpos-de-prova isentos de defeitos multiplicados por coeficientes de modificação, relacionados aos defeitos existentes nas peças. No entanto, vigas MLC reforçadas com PRF possuem uma complexidade na ruptura, que se resume em uma combinação de tração, compressão e cisalhamento, o que impede o uso de soluções semi-empíricas. Dentro desta realidade este trabalho apresenta um software elaborado em linguagem Borland C++ Builder, executado em ambiente windows que calcula a resistência e a rigidez de vigas de MLC reforçadas com PRF. O modelo numérico implementado no programa admite a validade da hipótese de distribuição linear de deformações ao longo da altura da viga, e considera um comportamento elasto-frágil-linear da madeira na tração paralela às fibras e bi-linear na compressão paralela às fibras (inicialmente elástico e, posteriormente, inelástico, com declividade negativa do diagrama tensão x deformação). Na entrada de dados é possível estabelecer as propriedades geométricas da viga, o módulo de elasticidade e a resistência individual de cada lâmina e da camada de reforço de PRF. Como resultado o programa fornece valor de momento fletor resistente, rigidez à flexão (EI) e também diagramas de tensão e deformação atuantes na seção transversal da viga. Resultados experimentais obtidos apresentam boa correlação com resultados teóricos.

Palavras-chave: Madeira Laminada Colada, reforço, PRF

SOFTWARE TO DESIGN GLULAM BEAM REINFORCED WITH FRP

ABSTRACT: This work present a study of glulam beams reinforced with FRP. It was developed a theoretical model that calculates strength and stiffness of the beams. The model admits, for the calculation of the failure moment, the hypothesis of linear distribution of strains along the height of the beam and considers a fragile elastic behavior of wood in the parallel stress to the fibers and bi-linear in the parallel compression to the fibers, initially elastic and later inelastic, with declivity negative of the stress-strain diagram. For the calculation of the stiffness, it was used the transformed section method. This model was incorporated in a computational program that by an interaction process it calculates rupture moment and stiffness. The validity of the theoretical models is confirmed by a comparison of the theoretical and experimental results. It was evaluates twelve glulam beams with cross section of (7x20 cm) and (7x30 cm) reinforced with unidirectional glass fiber. The results demonstrated the efficiency of theoretical model and a good performance of this reinforced technique, evidenced by the increase in strength and stiffness of the reinforced beams.

Keywords: wood, reinforce, FRP

1. INTRODUÇÃO

Com a redução da disponibilidade de espécies de madeiras nativas torna-se necessário o desenvolvimento de alternativas viáveis para a utilização racional da madeira proveniente de florestas plantadas. Perante esta realidade, a Madeira Laminada Colada (MLC) aparece como uma solução viável para o aproveitamento racional deste material. A versatilidade da MLC com respeito às formas, dimensões e resistência dos elementos estruturais aliada ao aumento da durabilidade, proporcionado pelo tratamento preservativo sob pressão, vem ampliando seu uso em diversos países.

Perante esta realidade torna-se necessário o conhecimento de vários fatores que influenciam nas características de resistência e rigidez da viga de MLC. Entre estes fatores pode-se destacar os aspectos relacionados à resistência como: espécie de madeira, resistência da madeira, quantidade de nós, direção das fibras e módulo de elasticidade das lâminas. E também aspectos relacionados à fabricação tais como: posição das emendas longitudinais e laterais, quantidade, posição e espessura das lâminas e dimensões das peças.

Uma solução que vem sendo estudada e adotada nos Estados Unidos e na Europa para aumentar a resistência e a rigidez de vigas de MLC é o uso de polímeros reforçados com fibras (PRF). Este material é fixado na última linha de cola da viga de MLC e altera o modo de ruptura do respectivo elemento. Vigas de MLC sem reforço apresentam um modo de ruptura por tração nas fibras inferiores ou nas emendas. Vigas de MLC reforçadas com fibras apresentam uma complexidade na ruptura que consiste em uma combinação de ruptura por compressão, tração e cisalhamento.

Dentro deste contexto, este trabalho apresenta um programa computacional que determina o valor do momento fletor resistente e da rigidez à flexão (EI) de vigas de MLC sem reforço e reforçadas com fibras de vidro. Resultados obtidos experimentalmente apresentam boa correlação com os valores gerados pelo programa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As principais pesquisas relacionadas a MLC no exterior aconteceram inicialmente no ano de 1954 quando FREAS & SELBO (1954) publicaram um boletim técnico do FPL N° 1069 - Fabrication and Design of Glued laminated Wood Members, que pode ser considerado a base para o conhecimento de MLC e para os atuais documentos normativos em vigor (CARRASCO, 1989).

A norma americana ASTM D 3737/96 - Standard Practice for Establishing Stresses for Structural Glued Laminated Timber, da AMERICAN SOCIETY for TESTING and MATERIALS (1996), utiliza o método da seção transformada para avaliação da rigidez, considerando um comportamento elástico linear da madeira. Para a determinação da resistência, é utilizado método empírico desenvolvido por FREAS & SELBO (1954) que determina o coeficiente de redução da resistência da madeira em função dos defeitos existentes nas peças.

No Brasil, estudos científicos relacionados a MLC foram desenvolvidos por CARRASCO (1989). Neste trabalho o autor apresentou dados de pesquisas referentes a MLC realizadas no Brasil e no exterior e desenvolveu um estudo da resistência, elasticidade e distribuições de tensões em vigas retas de MLC.