

PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA O DIMENSIONAMENTO DE VIGAS DE MLC REFORÇADAS

Juliano Fiorelli (fiorelli@dracena.unesp.br)

Universidade do Estado de São Paulo – UNESP – Unidade Diferenciada de Dracena

Antonio Alves Dias (dias@sc.usp.br); **Malton Lindquist** (malton@sc.usp.br); **Carlito Calil Júnior**

(calil@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo - USP - Departamento de Engenharia de Estruturas

RESUMO: As principais normas internacionais estabelecem métodos empíricos para dimensionamento de vigas de madeira laminada colada (MLC), os quais levam em consideração a resistência à flexão de corpos-de-prova isentos de defeitos e estabelecem coeficientes de modificação relacionados aos defeitos existentes nas peças. No entanto, vigas MLC reforçadas possuem uma complexidade na ruptura, o que impede o uso de soluções semi-empíricas. Dentro deste escopo a adoção de um modelo computacional para o cálculo da resistência de vigas de MLC reforçada é a solução mais eficiente. Este trabalho apresenta um programa computacional iterativo, realizado em linguagem Borland C++ Builder, executado em ambiente windows, que determina o momento fletor resistente de vigas de MLC sem reforço e reforçadas com fibras, desenha o diagrama de deformações, de tensões e a força em cada lâmina de madeira constituinte da viga. 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 elásto-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). O modelo considera também as propriedades mecânicas da madeira e do reforço.

Palavras-chave: madeira laminada colada, reforço, dimensionamento.

COMPUTER PROGRAM TO DESIGN GLULAM BEAM REINFORCED

ABSTRACT:

International codes establish empiric methods to design glulam beams which take in consideration the strength to the exempt sample in bend of defects and they establish modification coefficients related to the existent defects in the pieces. However, reinforced glulam beams have a complex rupture, which impedes the use of semi-empiric solutions. Inside of this mark it is adopted a computational model for the calculation of the strength of reinforced glulam beams as the most efficient solution. This work presents a interactive windows-based computer program, accomplished in Borland C++ Builder, that determines the maximum moment resisted by reinforced glulam beams. It draws deformations and tensions diagrams and shows the force in each beam element for the maximum moment found. The numeric model, implemented in this program, admits the validity of the hypothesis of linear distribution of deformations along the height of the beam, and it considers an elastic-fragile-linear behavior of the wood in the tensile and bi-linear in the compression. It considers the mechanical properties of wood and of reinforcement.

Keywords: Glulam beam, reinforce, design.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a madeira desempenha importante papel como material junto à construção civil. A produção mundial de madeira para fins estruturais encontra-se por volta de 10^9 toneladas por ano (MACEDO 2000), o que torna este material muito importante no contexto mundial. O Brasil apresenta uma grande disponibilidade de madeira, reservas tropicais e de reflorestamento, que precisa ser explorada adequadamente.

Porém 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. Diante esta realidade a técnica de Madeira Laminada Colada (MLC) aparece como uma alternativa técnica viável para o aproveitamento racional deste material. A versatilidade da MLC com respeito à forma, dimensão e capacidade de transmissão de carga, juntamente com o melhoramento do tratamento preservativo sob pressão, vem ampliando seu uso em diversos países.

Desta forma, torna-se necessário o conhecimento de vários fatores que influenciam nas características de resistência e rigidez da viga de MLC. Com relação à resistência da viga de MLC é possível afirmar que ela é influenciada por vários fatores, entre eles: a resistência da madeira, a espécie de madeira, a quantidade de nós, a direção das fibras, as emendas longitudinais e laterais das lâminas, a qualidade e posição das lâminas, a espessura e o número de lâminas, os módulos de elasticidade e as dimensões da peça.

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 atua de maneira semelhante ao aço em vigas de concreto armado. Outra vantagem do uso deste material esta relacionada com o aumento da confiabilidade da estrutura.

Polímeros Reforçados com Fibras (PRF) vem mostrando bons resultados para desempenhar papel de reforço de estruturas de madeira. Dentre as fibras utilizadas as que mais se destacam são as fibras de vidro, fibras de carbono e aramid.

FIGLIOTTI & DIAS (2002) avaliaram a eficiência de tecidos unidirecionais de fibra de vidro e fibra de carbono no reforço de vigas de madeira. A análise de custo/benefício efetuada indicou que os tecidos de fibra de vidro são os mais indicados para reforçar estruturas de madeira.

Com relação ao dimensionamento de elementos estruturais em MLC, as principais normas internacionais estabelecem métodos empíricos para dimensionamento de vigas de madeira laminada colada (MLC), os quais levam em consideração a resistência à flexão de corpos-de-prova isentos de defeitos e estabelecem coeficientes de modificação relacionados aos defeitos existentes nas peças.

A norma americana ASTM D 3737/96 - Standard Test Method for Establishing Stresses for Structural Glue Laminated Timber (Glulam) utiliza o conceito de seção transformada para avaliação da rigidez, considerando um comportamento elástico linear. Para a determinação da resistência, é utilizado o método empírico desenvolvido por FREAS & SELBO (1954). Este método considera um comportamento elástico linear, sendo a resistência à flexão diminuída por meio de um coeficiente obtido em função da relação ($R=I_k/I_g$). O primeiro termo da