

**PROJETO E EXECUÇÃO DE MODELOS REDUZIDOS DE COMPONENTES ESTRUTURAIS  
CURVOS DE MLC FABRICADOS COM MADEIRA DE REFLORESTAMENTO**

Márcio S. Sarmet Moreira ([msarmet@mail.ufv.br](mailto:msarmet@mail.ufv.br))

Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Engenharia Civil

Reginaldo Ferreira Mendes

Universidade Federal de Viçosa - Sociedade de Investigações Florestais

Tatianna Ventrone Gabrielli

Estudante do Curso de Engenharia Civil/UFV – Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq

**RESUMO.** A técnica de Madeira Laminada Colada (MLC) consiste basicamente na fabricação de peças a partir da colagem contínua de lâminas (ou tábuas) de espessuras não elevadas. O uso de reduzidas espessuras nas lâminas permite a execução de componentes de forma curva, abrindo um enorme leque de possibilidades de soluções arquitetônicas e estruturais. O objetivo principal deste estudo consiste na avaliação de desempenho de modelos reduzidos, representativos de estudos de casos de algumas aplicações da MLC em peças estruturais curvas. A partir da escolha de aplicações de interesse, efetuou-se um estudo de caso para cada aplicação selecionada, com dimensionamento estrutural preliminar e fabricação de um modelo reduzido da estrutura principal. A avaliação do desempenho dos modelos foi efetuada sob os seguintes aspectos: a adequação da solução proposta, características estéticas obtidas nos modelos executados, alternativas e particularidades na execução dos gabaritos e análise das dificuldades no processo de fabricação e montagem. São apresentados os seguintes estudos de casos: prédio em forma de galpão com colunas de eixo reto e inércia variável e cobertura em forma de arco, estrutura de cobertura em pórtico com dupla curvatura, escada com vigas principais de dupla curvatura, prédio de três pavimentos com emprego de arco contínuo da cobertura às fundações e estrutura de cobertura em quatro águas. Apoio: FINEP

**Palavras-chave:** componentes curvos de MLC, modelos reduzidos de madeira, construção pré-fabricada, madeira de reflorestamento.

**DESIGN AND PRODUCTION OF SCALED MODELS OF CURVED STRUCTURAL COMPONENTS  
USING GLUED LAMINATED TIMBER FROM PLANTATION FORESTS**

**ABSTRACT:** The glued laminated timber (glulam) technique consists, basically, in the production of structural components from thick veneer or boards that are glued together. Thin laminations are interesting because they may be glued in a curved form, which affords an infinite choice of architectural and structural solutions. The main purpose of this report is a description of the performance of scaled models made to represent some of the applications of bent structural members. A few of the more interesting applications were chosen; each went through a preliminary structural design and, finally, a reduced model of the main structure was built. Evaluations of the model performances were then carried out and the following aspects were observed: adequacy of the proposed solution, esthetical characteristics of the built models, peculiarities of the jigs and possible alternatives and difficulties found in the fabrication and clamping of the components. These are the models here described: a service building with straight columns of variable inertia and an arch-shaped roof covering; a frame with a double curvature for roofing; a staircase with main beams of double curvature; a three-story building with continuous arches from foundation to peak and a roof structure with four slopes.

**Keywords:** curved glulam members, wooden scaled models, pre-fabricated building construction, timber from reforestation

## 1. INTRODUÇÃO

A madeira laminada colada (MLC) é um material obtido pela colagem contínua de lâminas ou tábuas de madeira maciça, sendo utilizada tanto em peças com funções estruturais quanto em peças de composições arquitetônicas. Quando são empregados adesivos com uma aderência que produza na ligação uma resistência mecânica ao cisalhamento comparável à resistência correspondente da madeira utilizada, o processo de laminação e colagem permite na prática a recomposição de peças de madeira maciça natural, apresentando sobre estas últimas algumas vantagens de considerável importância, principalmente em relação às possibilidades praticamente ilimitadas de formas e dimensões.

Atualmente ocorre forte restrição de caráter ecológico ao uso da madeira proveniente da Região Amazônica, tanto no Brasil quanto no exterior, motivado pela ausência de explorações florestais com planejamento visando um manejo sustentável e que garantam o volume de madeira necessário para atender a demanda do mercado presente e futuro. Por outro lado, existe um estoque razoável de madeira de reflorestamento nas Regiões Sul e Sudeste. Apenas no Estado de Minas Gerais estas reservas são estimadas em aproximadamente em 1,7 milhões de hectares, destacando-se o uso de espécies do gênero *Eucalyptus* e, na Região Sul de espécies do gênero *Pinnus*.

Cabe ressaltar que apesar da boa adaptação do gênero *Eucalyptus* na maior parte do território nacional, grande parte da madeira produzida por estas árvores são de qualidade duvidosa, quando se pretende utilização mais nobre como é o caso da construção civil. Esta qualidade duvidosa na maioria destas madeiras se deve exatamente ao objetivo destas plantações, introduzidas para atender a indústria de celulose e como energia para a indústria siderúrgica. No entanto, nos últimos anos o emprego da madeira de eucalipto em aplicações nobres tais como na indústria de móveis e na construção civil, tem recebido uma atenção especial por parte de instituições de pesquisas e universidades, órgãos governamentais de apoio e financiamento à pesquisa e por diversas empresas da área madeireira.

Um outro fator importante no incentivo ao uso da MLC, decorre da clara necessidade de uma melhoria na eficiência da indústria da construção civil, sendo o emprego de componentes construtivos estruturais e não estruturais pré-fabricados uma alternativa interessante, permitindo um aumento na produtividade desses componentes, um melhor controle de qualidade, melhor aproveitamento dos materiais e um menor tempo de execução da obra. Sob este aspecto o uso da MLC na construção civil no Brasil apresenta um enorme potencial de crescimento, em particular com o uso de madeira proveniente de florestas plantadas.

Uma das principais características da MLC, está relacionada ao fato do material ser produzido a partir de lâminas de pequena espessura, permitindo a execução de peças de formas curvas, existindo uma ampla gama de variações de formas geométricas possíveis de serem empregadas. Na execução destes componentes curvos, a rigidez à flexão das lâminas, a resistência das ligações coladas e das emendas das lâminas, as fôrmas e o processo de prensagem, apresentam grande importância em sua viabilidade técnica e econômica, influenciando significativamente fatores como produtividade e qualidade do produto final.

A evolução do emprego da técnica de MLC exige o desenvolvimento das metodologias de projeto (design), de avaliação do comportamento e dimensionamento estruturais, e de processos de produção. Este trabalho de inovação e aperfeiçoamento tecnológico requer, na maioria das vezes, a fabricação de protótipos representativos dessas novas tecnologias ou