



CRITÉRIOS DE VERIFICAÇÕES DE ESTADO LIMITE ÚLTIMO DE PONTES EM VIGAS E TABULEIRO EM PAINÉIS TRANSVERSAIS DE MADEIRA LAMINADA COLADA

¹**Ricardo de Mello Scaliante** (ricardo.scaliante@dnit.gov.br), ²**Diego Henrique de Almeida** (almeidadh@usp.br), ³**Carlito Calil Junior** (calil@sc.usp.br)

¹**Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes**

UL-Três Lagoas/MS – SRE/MS – DNIT– Rua Maria Moreira Queiroz, 563 – CEP: 79630-040 – Três Lagoas - MS
Analista em Infraestrutura de Transportes – Engenharia Civil

²**Universidade de São Paulo**

LaMEM/SET/EESC – Av. Trabalhador São-carlense, 400 – CEP: 13566-590 – São Carlos- SP
Mestrando em Engenharia de Estruturas

³**Universidade de São Paulo**

LaMEM/SET/EESC – Av. Trabalhador São-carlense, 400 – CEP: 13566-590 – São Carlos- SP
Professor Titular

RESUMO: O Brasil, um país de dimensões continentais, tem enorme carência de pontes de pequenos e médios vãos, e a madeira é uma opção de material renovável e ecologicamente correto para a construção de pontes, uma vez que possui ótimo desempenho quando sujeita a cargas de curta duração. A utilização de Madeira Laminada Colada (MLC) permite a fabricação de peças de grandes dimensões, com excelente estabilidade, e com elevado controle de qualidade, proporcionando segurança e confiabilidade à estrutura. Este trabalho tem como objetivo apresentar os critérios de verificação no estado limite últimos de pontes em vigas de MLC e tabuleiro em painéis transversais de MLC, utilizando os procedimentos desenvolvidos por pesquisadores internacionalmente renomados e adequando estes procedimentos para as normas e condições brasileiras. Apresentam-se neste trabalho tabelas para pré-dimensionamento deste tipo de ponte para vãos de 8m a 20m para TB-30 e TB-45, bem como detalhes construtivos recomendados.

Palavras Chave: madeira laminada colada, pontes de madeira, pré-dimensionamento, superestrutura.

ULTIMATE LIMIT STATES DESIGN CRITERIA FOR GLULAM STRINGERS BRIDGES WITH TRANSVERSAL GLULAM PANELS DECKS

ABSTRACT: Brazil is a continental size country with a lot of rivers in territory. It has an important necessity of short and medium spans bridges, and timber is an option of renewable and ecologically correct material to be used in bridges structures, which has a great performance for quick loads. The use of Glued-laminated Timber (glulam) enable the manufacture of large sizes members, with excellent stability, and high control of quality in its production, providing safety and reliability for the structure. The aim of this work is the presentation of ultimate limit states design criteria for glulam stringers and glulam transversal panels deck, using procedures developed by international researchers and adapting criteria for Brazilian conditions and normalizations. Pre-design tables are presented in this work for 8m to 20m spans for TB-30 and TB-45, and also recommended constructive details.

Keywords: glued-laminated timber, timber bridge, pre-design, superstructure.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui uma grande rede hidrográfica espalhada por todo seu território, havendo enorme necessidade de construção de pontes de pequenos e médios vãos para transpor rios, proporcionando a interligação de localidades. HELLMEISTER (1983) relata que as construções de pontes vicinais, além de acelerarem a evolução econômica pretendida na região, tendem a conduzir os seus habitantes ao aperfeiçoamento humano influenciando diretamente na qualidade de vida da população. É importante citar também que o melhoramento das condições de transporte, como a construção de novas pontes, reduz seus custos, encurtando distâncias e também possibilitam o desenvolvimento industrial da região gerando empregos diretos e indiretos.

A madeira provavelmente foi o primeiro material utilizado pelos humanos na construção de pontes, entretanto, no Brasil, o processo construtivo acabou por se estagnar no tempo, já que a grande maioria das pontes de madeira construídas não foi projetada por profissionais capacitados e nem construídas por técnicos qualificados, sem utilização madeira tratada e muito menos recebendo a manutenção necessária, resultando, desta forma, em estruturas de elevado custo, inseguras, de baixa durabilidade e propícias a ruína, que acabaram por infamar a madeira como material estrutural para uso em pontes. Segundo CALIL et al.(2006), pesquisas realizadas pelo LaMEM em algumas prefeituras do estado de São Paulo mostram que de cerca de mil pontes e passarelas construídas, 30% precisavam ser refeitas ou reformadas.

Além de possuir propriedades como altas resistências à tração e à compressão, baixo peso próprio e excelente absorção de impacto, que são características ideais para utilização em pontes, a utilização de madeira de reflorestamento para construção de pontes é uma opção sustentável tendo em vista que durante o crescimento da árvore, tem-se o sequestro de gás carbônico presente na atmosfera e também a produção de oxigênio durante a fotossíntese, sendo assim um material ecologicamente correto ao contrário do aço e do cimento, materiais estruturais provenientes de fontes não renováveis, que necessitam de grandes quantidades de energia em sua produção.

A utilização da Madeira Laminada Colada (MLC) nos projetos de pontes de madeira é muito comum nos países da Europa e América do Norte, porém, no Brasil, pouco se conhece a respeito de pontes construídas com este material. Tem-se informação de apenas uma ponte com vigas em MLC no Brasil, construída no Campus II da USP em São Carlos-SP projetada por GÓES *et al.* (2008), entretanto trata-se de uma ponte com tabuleiro multicelular protendido transversalmente, apenas com as vigas em MLC.

A Madeira Laminada Colada é um material moderno e produzido em indústrias com elevado controle de qualidade, classificação mecânica e visual de peças de madeira, onde se podem produzir peças de várias dimensões, retas ou curvas, apenas colando tábuas serradas de madeira de espessura máxima de 5 cm com adesivos estruturais resistentes à água e a intempéries. Essas peças de MLC apresentam resistências superiores quando comparadas às peças serradas, pois a rigorosa classificação, uma a uma, permite a melhor utilização da madeira, além da possibilidade da produção peças estruturais grandes, com maiores inércias e comprimentos.

O sistema em vigas longarinas é o tipo mais usual e simples de pontes de madeira, e ao se utilizarem vigas em MLC podem-se produzir peças de variadas alturas, larguras e comprimentos capazes de vencer grandes vãos e mais facilmente atenderem às especificações do Estado Limite Último (ELU) e do Estado Limite de Serviço (ELS). Além disso, a grande vantagem é a produção de peças com contraflechas. Sobre as vigas são apoiados painéis transversais em MLC que formarão o tabuleiro da ponte. Estes painéis devem receber o carregamento dos veículos, resistir a esse esforço, e apresentar pequenos deslocamentos e giros relativos entre eles. Para dar continuidade ao tabuleiro, nas junções serão utilizadas vigas de enrijecimento com parafusos passantes para interconexão entre os painéis e que também proporcionarão um ganho de rigidez ao tabuleiro, diminuindo, assim, deslocamentos verticais excessivos que são danosos aos revestimentos superficiais da ponte e também reduzindo vibrações excessivas na passagem de veículos.