



xi ebramem

XI ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA LONDRINA –JULHO 2008

PROJETO E CONSTRUÇÃO DE UMA PONTE PROTENDIDA COM VIGAS DE MADEIRA LAMINADA COLADA NO CAMPUS II DA USP SÃO CARLOS

Jorge Luís Nunes de Góes (jgoes@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus de Campo Mourão – Departamento de Engenharia Civil

Carlito Calil Júnior (calil@sc.usp.br) (calil@sc.usp.br), **Antonio Alves Dias** (dias@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Engenharia de Estruturas

RESUMO: Em 2006, a primeira ponte multicelular protendida com vigas de Madeira Laminada Colada no país foi construída no Campus II da USP São Carlos. A ponte possui duas faixas de tráfego e um passeio lateral, com as seguintes dimensões: 12,0 m de comprimento, 9,8 m de largura, 80 cm de altura e 15° de esconsidade. O sistema estrutural consiste de mesas superior e inferior, ambas protendidas, ligadas às vigas de Madeira Laminada Colada. Nas mesas foram usadas pranchas serradas de eucalipto tratado com CCA e, nas vigas de MLC Pinus tratado com CCA colado com adesivo a base de resorcinol-formol. Neste trabalho são descritos os procedimentos construtivos da ponte desde a fase de fundação até a liberação para o tráfego.

Palavras-chave: pontes, madeira laminada colada, madeira laminada protendida.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A PRESTRESS BRIDGE WITH GLULAM BEAMS IN CAMPUS II OF USP SÃO CARLOS

ABSTRACT: In 2006, the first multicellular prestressed bridge with glulam beams in Brazil was built at Campus II of USP São Carlos. The bridge has two traffic lanes and a lateral sidewalk, with 12,0 m length, 9,8 m width, 80 cm height and 15° skew. The structural system consists of stress slabs, top and bottom, and glulam beams. Sawed wood members treated with CCA were used for the slabs and, the glulam beams were made with Pinus treated with CCA as webs. In this study the construction procedures of the bridge are described.

Keywords: bridges, glulam, stress laminated timber.

1. INTRODUÇÃO

As pontes protendidas de madeira vêm sendo estudadas no Laboratório de Madeiras e Estruturas de Madeiras da USP São Carlos (LaMEM) há alguns anos. O primeiro trabalho desenvolvido sobre o assunto no LaMEM foi conduzido por NASCIMENTO (1993). A partir daí muitos outros trabalhos foram desenvolvidos com o objetivo de fornecer diretrizes para uma eficiente construção e utilização deste tipo de ponte. Como um dos principais resultados das pesquisas pode ser destacado a publicação do livro intitulado “Manual de Projeto e Construção de Pontes de Madeira”, CALIL et al. (2006).

As pesquisas realizadas com o sistema protendido simples evidenciaram a praticidade na construção e o baixo custo das pontes para vãos de até 10 metros. Todavia, seu momento de inércia é limitado pelo tamanho das lâminas de madeira serrada disponíveis, que são de no máximo 40 centímetros. Então, para alcançar maiores vãos com a tecnologia da madeira protendida, novos conceitos foram necessários.

GÓES (2005) desenvolveu um estudo sobre as pontes multicelulares de madeira protendida, pesquisando o comportamento estrutural e critérios de dimensionamento.

O sistema estudado consiste de mesa superior e inferior laminada protendida ligadas à alma (viga, que também pode ser chamada de nervura). As nervuras aumentam significativamente a rigidez do tabuleiro da ponte, tornando assim capaz de vencer maiores vãos (10 a 25 metros). O material das vigas pode ser MLC (Madeira Laminada Colada), LVL (Laminated Veneer Lumber), ou vigas compostas de madeira.

Desde as primeiras aplicações da tecnologia de tabuleiros de Madeira Laminada Protendida já se percebeu a importância de avaliar as perdas de protensão ao longo do tempo. O fator mais importante para o projeto e a manutenção dos sistemas protendidos transversalmente é alcançar e manter a força de protensão adequada entre as lâminas, de tal modo que o comportamento como placa ortotrópica seja mantido, e o tabuleiro resista efetivamente às cargas aplicadas.

Os principais fatores que influem na perda de protensão são a perda de umidade, a fluência (deformação ao longo do tempo sob tensão constante) e a relaxação da madeira (diminuição da tensão ao longo do tempo sob deformação constante). Portanto, é recomendado que a tensão de protensão aplicada seja superior à tensão de projeto, que é a tensão mínima necessária para garantir o bom funcionamento do sistema.

A definição do nível mínimo de protensão para tabuleiros laminados protendidos tem sido o foco de pesquisa de vários autores. Um pequeno valor de tensão de protensão já é suficiente para induzir o atrito e produzir o efeito de placa. Entretanto, se o atrito induzido for muito baixo, podem ocorrer perda de rigidez transversal e deslizamentos verticais.

Sendo a rigidez transversal diretamente proporcional ao nível de protensão, baixos níveis de protensão se manifestarão como uma aparente perda de rigidez longitudinal, mesmo antes que deslizamentos verticais possam ocorrer. Em situações extremas, os deslizamentos verticais podem fazer com que as barras de protensão sejam solicitadas ao corte, situação totalmente indesejada.