

**IX ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA
CUIABÁ – JULHO DE 2004**

**PROJETO E CONSTRUÇÃO DA PRIMEIRA PONTE DE MADEIRA LAMINADA
PROTENDIDA DA AMÉRICA LATINA**

Thalita Fernandes da Fonte (thalitaf@sc.usp.br), **Carlito Calil Junior** (calil@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Engenharia de Estruturas – Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeiras

RESUMO: O conceito de aplicação de protensão transversal em tabuleiros de pontes de madeira surgiu na década de 70, no Canadá, como alternativa para recuperação de tabuleiros laminados pregados. Devido ao excelente desempenho do sistema, foram elaboradas diretrizes para a construção de pontes. Nos dias atuais, encontram-se pontes laminadas protendidas e diretrizes de cálculo em vários países do mundo, totalizando mais de 2500 unidades já construídas. No Brasil, o estudo desse sistema iniciou-se em 1993 e, desde então, vários progressos foram obtidos, viabilizando a construção da primeira ponte laminada protendida, em março de 2003. Baseando-se em pesquisas e trabalhos já desenvolvidos no LaMEM, os autores projetaram e construíram a primeira ponte laminada protendida da América Latina, utilizando o Eucalipto Citriodora, espécie de madeira de reflorestamento abundante no país. A montagem, o transporte e a instalação da ponte foram criteriosamente acompanhados e analisados, bem como o seu desempenho com carregamento real, por meio de provas de carga. Os resultados comprovam a eficiência do sistema laminado protendido transversalmente com a espécie de madeira utilizada, para as condições climáticas e de carregamento brasileiras.

Palavras-chave: pontes de madeira, pontes laminadas protendidas, protensão transversal, pontes em placa

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE FIRST STRESS-LAMINATED TIMBER
BRIDGE IN LATIN AMERICA**

ABSTRACT: The concept of transversally pre-stressing timber bridge decks was conceived in the 70's, in Canada, as a rehabilitation alternative for nailed laminated timber bridge decks. Because of the system's excellent performance, guidelines for the construction of such bridges were then developed. Nowadays, there are pre-stressed laminated bridges and design guidelines in many countries, resulting in more than 2500 bridges constructed. In Brazil, the system study started in 1993, and the subsequent progresses led to the construction of the first pre-stressed laminated timber bridge on March 2003, using Eucalyptus Citriodora, a reforestation wood specie abundant in the country. The assemble, transport and installation of the bridge were criteriously accompanied and analyzed, and its field performance was evaluated by means of proof loadings. The results showed high efficiency of the transversely laminated timber deck for the Brazilian wood, climate and loading conditions.

Keywords: timber bridges, pre-stressed laminated bridges, transversal pre-stressing, bridges in plates

1. INTRODUÇÃO

As pontes protendidas de madeira surgiram no Canadá, na década de 70. Nessa época, existiam em Ontário diversas pontes de madeira laminada pregada sem condições de uso, devido à delaminação do tabuleiro. As pontes de madeira estariam condenadas à extinção no local, se os tabuleiros não tivessem sido recuperados. Após a primeira recuperação através de protensão transversal, o desempenho da ponte em questão foi verificado por meio de provas de carga, mostrando deslocamentos inferiores à metade dos encontrados anteriormente. A partir de então, foram desenvolvidas diretrizes de dimensionamento para pontes laminadas protendidas, que foram incluídas na versão seguinte do Código Normativo de Ontário, e iniciou-se ampla pesquisa e divulgação sobre o assunto (PRATA, 1995).

Na década seguinte, o Forest Product Laboratory (FPL), do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, frente ao mesmo panorama de Ontário, decidiu, em cooperação com a Universidade de Wisconsin, complementar e adaptar as pesquisas desenvolvidas. Como contribuição, avaliaram a influência das juntas de topo na distribuição das ações e da rigidez do tabuleiro, os mecanismos de transferência das solicitações, a distribuição dos momentos fletores transversais, o nível de protensão transversal requerido e os sistemas de ancoragem (OKIMOTO, 2001).

Atualmente, encontram-se construídas mais de 2500 pontes em madeira laminada protendida, em vários países, como Austrália, Suíça, Japão e Brasil.

No país, o estudo desse sistema iniciou-se em 1993, por PRATA, que avaliou as características mecânicas do Eucalipto Citriodora com vistas à aplicação nesses tabuleiros. OKIMOTO (1997) verificou a aplicabilidade do sistema para as madeiras de reflorestamento eucaliptos e pinus, determinou a rigidez transversal dos elementos, avaliou a perda de protensão com o tempo e desenvolveu diretrizes que orientam o projeto e dimensionamento, baseando-se em códigos nacionais (OKIMOTO, 2001).

Como consequência dos estudos anteriores, o LaMEM/EESC/USP, construiu a primeira ponte de madeira no sistema protendido, na cidade de São Carlos, SP. Este trabalho trata da análise do projeto, da construção e do comportamento de tal obra, executada pelos autores.

O desempenho da ponte foi avaliado através perda de protensão do tabuleiro, em diversas fases (construção, transporte e ao longo do tempo), e por meio de provas de carga executadas na construção e após 6 meses de uso.

2. AS PONTES PROTENDIDAS DE MADEIRA

As pontes protendidas de madeira são pontes em placa, de forma que o tabuleiro, que é a superestrutura da ponte, é também a estrutura principal, descartando o uso de vigas e longarinas. O tabuleiro deve ser apoiado diretamente sobre a fundação por meio de um aparelho de apoio, como por exemplo uma placa de neoprene.

A aplicação de protensão transversal ao sistema, através de barras próprias para protensão, confere ao tabuleiro um comportamento de placa ortotrópica, ou seja, quando uma carga concentrada é aplicada, toda a superestrutura da ponte é mobilizada, e não somente as lâminas de madeira abaixo do carregamento. A placa apresenta, por ser ortotrópica, propriedades