



ANALISE DA PERDA DE PROTENSÃO DE UM TABULEIRO PROTENDIDO DE MADEIRA COM CORDOLHAS ENGRAXADAS

¹ Gloria E. U. Ceferino (gloriaurrea@usp.br), ²Carlito Calil Junior (calil@sc.usp.br)

¹ Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidad de São Paulo - USP
Eng e Ciências de Materiais, Av. Duque de Caxias Norte, 225, Pirassununga 13635-900, SP, Brazil
Doutoranda

²Escola de Engenharia de São Carlos, Universidad de São Paulo - USP
Departamento de Estruturas, Av. Trabalhador Sãocarlense, 400, São Carlos 13566-590, SP, Brazil
Professor Titular

RESUMO: A primeira ponte protendida de madeira construída no Brasil utilizou o sistema de protensão tradicional encontrado na literatura que é o sistema de barras de aço Dywidag, esta ponte desde 2004 manteve o serviço de tráfego para o qual foi desenhado, quer dizer apresentou um bom desempenho. Procurando uma alternativa de menor custo e maior facilidade de transporte dos materiais para construir pontes protendidas no Brasil e sem perder a qualidade do sistema de protensão tradicional foi protendido um tabuleiro de madeira *Eucalyptus citriodora* com sistema de ancoragem de cordoalhas engraxadas. O objetivo deste trabalho é o análise da perda de protensão de um tabuleiro protendido de madeira com cordoalhas engraxadas. Mediante um sistema de aquisição de dados de células de carga conectadas a cada uma das treze cordoalhas que estão colocadas transversalmente ao longo do tabuleiro foi possível conhecer a perda de protensão, além de monitorar a temperatura da ancoragem cada vez que seja feita a leitura de deformação. Os resultados indicam que as variações de temperatura do ar afetam o sistema de ancoragem e as variações de umidade do ar afetam a umidade de equilíbrio da madeira.

Palavras Chave: Pontes de madeira, Estruturas de madeira, Tabuleiro de madeira protendido.

STRESS LOSS ANALYSIS OF WIRE ROPE TIMBER PRESTRESSING DECK

ABSTRACT: The first prestressed wood bridge build in Brazil use a traditional prestressing system found in literature which is steel bar Dywidag system, this bridge since 2004 keep traffic service for it was design, it means that presented a good behavior. Searched, low cost and easiness transport of built materials of prestressed timber bridge, alternative in Brazil without losing the quality of traditional prestressing system it was prestressed a timber deck of *Eucalyptus citriodora* (*Corymbia citriodora*) with wire rope prestressing system. The aim of this paper is analyze the time-related stress loss of a timber deck with wire rope greased. Through load cells data acquisition system connected to each one of the thirteen wire rope anchors that are transversely across the deck will be possible to know the prestressing loss in the laminated wood board. The results indicate that variations in air temperature affect the anchoring system and humidity variations affect the moisture balance of the wood.

Keywords: Timber Bridges, Timber engineering, prestressed wood deck.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de sistema de pontes protendidas surgiu na década dos anos 70, no Canadá, esta tecnologia consiste em transferir esforços por meio da utilização de barras posicionadas transversalmente ao longo do tabuleiro, submetidas a uma tensão que comprime as vigas de madeira, configurando uma placa sólida; isto proporciona ao tabuleiro o comportamento de uma placa ortotrópica, com diferentes rigidezes nas direções paralela e perpendicular às laminas.

Para o desenvolvimento e aplicação do sistema no Brasil, com madeira de reflorestamento, foram feitos estudos no Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira (LaMEM). O primeiro estudo, feito por PRATA (1995), apresenta o estudo dos sistemas construtivos, o método de análise e cálculo de pontes de madeira, a determinação de parâmetros elásticos para a utilização da espécie de madeira *Eucalyptus citriodora* e fornece as diretrizes de projeto a serem seguidas.

Outros estudos geraram os parâmetros elásticos com diferentes níveis de protensão dos tabuleiros com madeiras de reflorestamento produzidas no Estado de São Paulo e análise dos efeitos das juntas de topo. Mediante programas de elementos finitos foram avaliadas as propriedades ortotrópicas do tabuleiro. Os resultados mostraram o desempenho estrutural, a eficácia e a durabilidade do sistema OKIMOTO (1997).

Em 2004 foi construída a primeira ponte protendida de madeira da América do Sul, com madeira de reflorestamento, utilizando vigas de *Eucalyptus citriodora* tratadas com Cobre, Cromo e Arsênio. Esta ponte encontra-se localizada em São Carlos-SP e as características do tabuleiro são 8 m de vão, 4,5 m de largura e 25 cm de espessura. Conta com uma faixa de tráfego, juntas de topo a cada quatro vigas e cinco centímetros de concreto asfáltico em recobrimento superficial FONTE (2004).

Por meio de provas de carga, foi avaliado o desempenho da ponte e a influência dos guarda-rodas e defensas na rigidez do tabuleiro. A ponte laminada protendida transversalmente apresentou um excelente desempenho para as condições climáticas do Estado de São Paulo, sendo considerada ótima alternativa para o Brasil na construção de pontes com vãos de até 12 metros FONTE (2004).

A metade do volume da madeira sem utilizar foi empregada na montagem de um tabuleiro protendido transversalmente utilizando cordoalha engraxada. As dimensões dessa placa ficou com: 8 m de comprimento, 3,5 m de largura e 25 cm de espessura. Ao longo do tabuleiro foram protendidas treze cordoalhas com 5,5 m de comprimento cada, sendo possível realizar um análise da perda de protensão CEFERINO (2013).

O objetivo deste trabalho é o análise da perda de protensão e as influências da temperatura e da umidade no mecanismo da perda de protensão do tabuleiro laminado protendido com o emprego de cordoalhas engraxadas.

2. ANÁLISE DA PERDA DA PROTENSÃO

Desde as primeiras aplicações da tecnologia de tabuleiros de madeiralaminada protendida já se percebeu a importância de se avaliar as perdas de protensão ao longo do tempo OKIMOTO (1997). TAYLOR e CSAGOLY (1979) apud RITTER (1992) apresentam um método efetivo para controlar a perda de protensão em pontes laminadas protendidas. Este método está relacionado com o número de vezes que for protendido o tabuleiro. Se a placa for protendida somente durante sua construção, pode perder até 80% ou mais de protensão. Se a laje for reprotendida, a perda de protensão será menor. Se a reprotensão acontece em um tempo específico, a perda de protensão total não vai ser superior aos 60%. Neste sentido, sugerem como protensão inicial um valor 2,5 vezes o valor de projeto e, no mínimo, 2 reprotensões ao nível inicialmente aplicado.