

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

**ANÁLISE EXPERIMENTAL DE UM MODELO REDUZIDO DE UMA PONTE
MISTA DE MADEIRA-CONCRETO UTILIZANDO VIGAS DE MADEIRA ROLIÇA**

Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho (psegund@dec.feis.unesp.br, p_gutemberg@bol.com.br),
José Antônio Matthiesen (matth@dec.feis.unesp.br)
Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

RESUMO: Para a análise do comportamento das ligações madeira-concreto construiu-se um modelo de ponte mista. Os conectores metálicos de ligação utilizados têm diâmetro 12,5mm e comprimento 15cm, esses pinos foram retirados de barras de aço de construção civil. A laje maciça de concreto armado possui dimensões 7cm x 170cm x 410cm, essa laje foi concretada sobre quatro vigas de madeira bruta de reflorestamento, *Eucalyptus urophylla*, que possuem comprimento médio de 500cm e diâmetro médio de 16cm. O concreto utilizado possui um f_{cm} de 26MPa e módulo de elasticidade longitudinal de 38000MPa. A ponte de madeira-concreto foi ensaiada e a partir desses ensaios foi possível obter dados experimentais que possibilitassem saber a eficiência da ligação constituída por esses pinos, também se pode fazer a comparação da eficiência da ligação com o modelo teórico utilizando as equações de Mohler (1953). A construção deste tipo de tabuleiro é bastante econômica, durável e resistente, pois os pinos são obtidos a preços relativamente baixos e também porque o concreto confere uma resistência à abrasão maior do que a madeira. Esse material composto utilizando esse modelo de pino metálico na ligação proporcionou um comportamento estrutural confiável quando comparado com o modelo teórico.

Palavras-chave: pontes de madeira-concreto, ligações madeira-concreto, estruturas mistas.

**EXPERIMENTAL ANALYSIS OF A LIMITED MODEL OF A MIXT BRIDGE OF
TIMBER-CONCRETE USING BEAMS OF LOG TIMBER**

ABSTRACT: For the analysis of the connection timber-concrete behavior, a model of composite bridge was built. The used metallic connectors have the diameter of 12,5mm and length of 15cm, those pins were retreat from building steel bars of civil construction. The plate flagstone of armed concrete have dimensions of 7cm x 170cm x 410cm, that flagstone was concreted on four beams of log timber reforestation, *Eucalyptus urophylla*, those own medium length of 500cm and medium diameter of 16cm. The used concrete has an average strength of 26MPa and a longitudinal elasticity module of 38000MPa. The timber-concrete bridge was tested and from those rehearsals it was possible to obtain experimental data to make possible to know the efficiency of the connection constituted by those pins, make the comparison of the efficiency of the connection with the theoretical model using the equations of Mohler (1953). The construction of this board type is quite economical, durable and resistant, because the pins are obtained relatively at low prices and also because the concrete gives a strength to the largest abrasion than the timber. That composed material using that model of metallic pin in the connection provided a reliable structural behavior when compared to the theoretical model.

Keywords: timber-concrete bridges, connections timber-concrete, composite structures.

1 – INTRODUÇÃO

O Brasil um país de dimensões continentais possui no seu território uma enorme quantidade de rios de pequeno porte que necessitam da construção de pequenas pontes para que as pessoas possam utilizar as estradas nessas localidades de uma forma econômica e rápida. A utilização do material madeira-concreto na construção de pontes certamente solucionará os problemas relativos à durabilidade das pontes que usem somente madeira na sua construção.

O emprego do material madeira-concreto na construção de pontes somente será utilizado quando se souber fazer a sua correta aplicação estrutural. Esta aplicação torna-se viável quando as normas brasileiras forem capazes de dimensionar estruturas com esse material composto. No final do século XX e início do século XXI começou-se a pensar mais potencialmente no uso do material madeira-concreto no Brasil, devido a esta ação um grande número de pesquisas está sendo desenvolvida para que se possa viabilizar o emprego desse material no país.

A viabilidade do uso desse material ocorrerá quando pudermos quantificar a eficiência da ligação entre a madeira e o concreto, pois, sabe-se que esta ligação pode ser feita através de vários tipos de conectores e que são identificados na sua maioria como pinos metálicos (pregos, parafusos e etc.). Segundo CECCOTTI (1995), esses conectores caracterizam um sistema de ligação flexível, isto é, eles permitem a ocorrência de pequenos deslocamentos. O uso de pregos nas ligações em tabuleiros de madeira-concreto torna-se limitado devido a sua baixa capacidade de carga, no caso de grandes estruturas. Os parafusos auto-atarrachantes são ótimos para o desenvolvimento dessas estruturas compostas, mas eles possuem um valor econômico mais elevado do que outros conectores.

Esse trabalho se propõe a verificar experimentalmente a eficiência dos pinos metálicos retirados de barras de aço de construção civil CA 50B de 12,5mm de diâmetro e utilizá-los na ligação em pontes de madeira-concreto com tabuleiros em vigas T, com alma de madeira e mesa de concreto. A eficiência dessa ligação será verificada fazendo as análises de dados experimentais obtidos em um modelo reduzido de ponte e comparando com valores teóricos obtidos pelas equações compatível com o EUROCODE 5 (1993).

1.1 – Cálculo teórico da rigidez

Para avaliar a eficiência e encontrar uma boa situação de projeto realizou-se um estudo teórico da ponte de madeira-concreto. Nesse estudo buscou-se obter a rigidez efetiva $(EI)_{ef}$, mostrada na Equação 1, cujo, cálculo dessa foi deduzido a partir do modelo analítico de Mohler (1953). Esse modelo é compatível com o EUROCODE 5 (1993). O projeto de ponte do modelo reduzido analisado está mostrado na Figura 1.

$$(EI)_{ef} = E_w \cdot \left[I_{tot} + \gamma \cdot \left(n \cdot A_c \cdot e_c^2 + A_w \cdot e_w^2 \right) \right] \quad (1)$$

$$I_{tot} = I_w + n \cdot I_c \quad (2)$$

$$\gamma = \frac{I}{I + p} \quad (3)$$

$$p = \frac{\pi^2 \cdot E_c \cdot A_w \cdot A_c}{L^2 \cdot k \cdot A_w + n \cdot A_c} \quad (4)$$