

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

**CRITÉRIOS PARA O DIMENSIONAMENTO DE LIGAÇÕES SUBMETIDAS A
MOMENTO FLETOR**

Cláudia Lúcia de Oliveira Santana (claudia@civ.puc-rio.br)

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro -Departamento de Engenharia Civil

Nilson Tadeu Mascia (nilson@fec.unicamp.br)

Universidade Estadual de Campinas- Faculdade de Engenharia Civil,Arquitetura e Urbanismo

RESUMO: O dimensionamento de ligações por pinos metálicos é feito segundo o item 8 da norma NBR7190 (1997), com base na verificação individual dos pinos. A resistência individual dos pinos é calculada por meio de uma fórmula que leva em consideração as características geométricas das peças e dos pinos metálicos, a resistência do aço ao escoamento e a resistência da madeira ao embutimento. A força atuante nos pinos para ligações tracionadas e comprimidas é calculada simplesmente pela divisão da força entre os pinos, respeitada a redução no caso de fileiras com mais de oito pinos. No caso de ligações resistentes a momento fletor, a natureza do momento fletor e dos demais esforços solicitantes faz com que haja uma distribuição peculiar de forças nos pinos em diversas direções. Trata-se de um sistema altamente hiperestático, cuja solução ainda que simplificada requer hipóteses geométricas e critérios envolvendo as propriedades de rigidez e ortotropia da madeira. Neste trabalho apresentamos resultados de uma pesquisa realizada recentemente a nível de tese de doutoramento, em que foi abrangido um estudo e uma modelagem do comportamento de ligações resistentes a momento fletor em pórticos de madeira e apresentamos propostas de critérios no sentido da normalização do dimensionamento de ligações resistentes a momento fletor.

Palavras-chave: ligações, critérios normativos, ligações a momento fletor, estruturas aporticadas.

ABSTRACT: Connections with metallic pins are designed according the item 8 of the Brazilian rule NBR7190 (1997), with basis in the individual verification of each pin. The individual resistance of a pin is determined by a formula, which accounts the geometrical properties of the wooden pieces and the pins, the yield strength of the steel and the embedding strength of the wood. The force on the pins to tensioned and compressed connections is calculated simply by the division operation of the forces among the pins, respected the reduction in the case of rows with more than 8 pins. In the case of moment resistant connections, the nature of the moment and other internal efforts leads to a particular distribution of forces among the pins in all directions. It configures itself as a highly hiperestatic system, whose solution although simplified, requires geometrical hypothesis and criteria on the stiffness properties and orthotropy of wood. In this work, we present results of a recently doctorate research, in which a study and a modeling of the connections were included, and we propose some criteria in the sense of the standardization of the design of connections of this type.

Keywords: connections, design standards, moment resistant connections, framed structures

1. INTRODUÇÃO

Ligações resistentes a momento fletor são empregadas em estruturas reticuladas aporticadas, em emendas de vigas, e em qualquer estrutura onde se requeira uma ligação resistente a momento fletor. São comuns em estruturas de madeira laminada colada, com parafusos com diâmetro maior que 1 cm, podendo ser executadas com outros tipos de conectores como pregos, apesar de menos comuns.

No que se refere ao dimensionamento de ligações por pinos metálicos, a norma brasileira NBR7190/1997 (ABNT, 1997) estabelece um método, em seu item 8, com base na verificação individual dos pinos. A resistência individual dos pinos é calculada por meio de uma fórmula que leva em consideração as características geométricas das peças e dos pinos metálicos, a resistência do aço ao escoamento e a resistência da madeira ao embutimento. A força atuante nos pinos para ligações tracionadas e comprimidas é calculada pela divisão da força entre os pinos, respeitada a redução no caso de fileiras com mais de oito pinos.

Porém, no caso de ligações resistentes a momento fletor, a natureza do momento fletor e dos demais esforços solicitantes faz com que haja uma distribuição peculiar de forças nos pinos, em diferentes direções entre os pinos.

Trata-se de um sistema altamente hiperestático, cuja solução ainda que simplificada requer hipóteses geométricas e critérios envolvendo as propriedades de rigidez e ortotropia da madeira. Pode-se imaginar um sistema formado por barras rígidas ligando o centro de rotação e os pinos, sendo que cada pino responderá ao giro do sistema em torno do centro de rotação com rigidez diferente. Pode-se imaginar ainda que o centro de rotação não é exatamente conhecido e depende iterativamente da rigidez de cada pino.

Outras questões envolvidas são as diferenças de umidade entre as peças ligadas.

Neste trabalho apresentamos resultados de uma pesquisa realizada recentemente a nível de tese de doutoramento, em que foi abrangido um estudo e uma modelagem do comportamento de ligações resistentes a momento fletor em pórticos de madeira e apresentamos propostas de critérios no sentido da normalização do dimensionamento de ligações resistentes a momento fletor.

2. REVISÃO DE CRITÉRIOS NORMATIVOS PARA PROJETO DE LIGAÇÕES

2.1. Dimensionamento de ligações segundo a NBR7190 (1997)

O dimensionamento de ligações por pinos metálicos é feito segundo o item 8 da norma NBR7190 (1997), com base na verificação individual dos pinos. Para o cálculo da resistência individual do pino por corte, calculam-se inicialmente os parâmetros:

$$\beta = \frac{t}{d} \quad (1)$$