

**VIII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA
UBERLÂNDIA - JULHO DE 2002**

AVALIAÇÃO NUMÉRICA DA DISPOSIÇÃO GEOMÉTRICA DE ELEMENTOS DE LIGAÇÕES

Francisco A. Romero Gesualdo (gesualdo@ufu.br), **Maria Cristina Vidigal de Lima** (macris@ufu.br)
Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade de Engenharia Civil

RESUMO: A distribuição dos pinos numa ligação estrutural é importante em termos da resistência do conjunto conforme indica a NBR 7190/97. Contudo, observa-se que o posicionamento, a quantidade e a equação que governa a capacidade resistente do pino são também parâmetros que afetam diretamente a resistência global. A mencionada norma brasileira prescreve que ligações com número de pinos superior a oito deve sofrer uma redução de forças individuais dos elementos de ligação, resultando portanto, numa redução da capacidade da ligação como um todo. No sentido de contribuir ao tema citado, desenvolveu-se uma análise numérica variando-se os parâmetros citados, onde se concluiu que a resistência de uma ligação não depende exclusivamente do número de pinos, mas de diversas outras variáveis descritas no trabalho.

Palavras-chave: ligações, resistência de ligações, número de pinos

NUMERICAL RESPONSE OF THE GEOMETRICAL LOCATION IN CONNECTION ELEMENTS

ABSTRACT: The distribution of connectors (as pins, dowels and bolts) in a structural connection is important to the group resistance as indicated by the Brazilian Code NBR 7190/97. However, it is observed that the geometrical location, the pins amount and the equation that governs the pin capacity also affect the global resistance directly. The Brazilian Code recommends that connections with number of pins greater than eight should be subjected to a reduction on the individual forces of the connection elements, resulting therefore, in a reduction of the whole connection capacity. A numerical analysis was developed varying the mentioned parameters. The connection resistance does not depend exclusively on the pins number, but of several other variables described in the present work.

Keywords: connections, connection resistance, number of pins.

1. INTRODUÇÃO

A norma brasileira NBR 7190/97 indica que no dimensionamento de ligações entre peças estruturais de madeira, a capacidade resistente depende do número de pinos. A norma informa que a redução deve ocorrer para os casos onde o número de pinos seja superior a oito e estejam alinhados. De outro lado, ao propor a redução da capacidade resistente dos pinos, deixa dúvida, ou induz o calculista a pensar que a redução deve ser aplicada a ligações com mais de oito pinos, pois a redução é feita para o número total de pinos, independentemente do número de linhas de pinos. O número de pinos resistentes é dado pela Equação 1, reproduzida da norma. O valor de n corresponde ao número efetivo de pinos da ligação. Esta expressão é indicada pela norma para ligações com mais de oito pinos.

$$n_o = 8 + \frac{2}{3} \times (n - 8) \quad (1)$$

Portanto, há controvérsia sobre a redução da resistência do grupo de pinos. Nota-se que alguns autores interpretam generalizadamente a redução, independentemente do alinhamento ou não, como pode ser notado, por exemplo, em CALIL (1998) e OLIVEIRA (2001) que cita recomendações de diferentes autores quanto à quantificação da capacidade resistente em função do número de pinos.

Independentemente da redução, ou não, da resistência mecânica de cada pino, é importante saber como ocorre a distribuição interna de forças entre pinos para diferentes níveis de solicitação. Entende-se que isto é importante para a determinação da resistência dos pinos estabelecida pela norma.

De qualquer forma, observa-se que diversos são os parâmetros que influenciam a capacidade resistente das ligações, além do número de pinos empregados. Efeitos relacionados com as excentricidades internas, posicionamento dos pinos, a equação que relaciona força e deslocamento, todos têm importância no comportamento global da ligação.

Numa tentativa de conhecer melhor estes parâmetros, foi desenvolvida neste trabalho uma análise numérica incluindo os parâmetros citados para verificar a resposta de ligações analisadas em diferentes situações. Foi usado o método dos elementos finitos para modelar a ligação. O modelo utilizado incluiu apenas o efeito da distribuição de pinos em função do comportamento dos mesmos em termos de relação força e deslocamento.

2. METODOLOGIA

O modelo simplificado empregado, não incluiu o efeito da excentricidade interna, ou seja, todas as partes que compõem a ligação – peça central e duas cobrejuntas – foram consideradas agindo no mesmo plano. Os pinos foram considerados como molas com resistência na direção da solicitação. A madeira foi considerada como material homogêneo e isotrópico. No entanto, incluiu-se o efeito da não-linearidade geométrica, dividindo-se o carregamento em dez passos de cargas, para obter um melhor ajuste da distribuição de forças nos pinos, especialmente pelo fato do comportamento da ligação (pino) ser não-linear.

As equações usadas para representar a relação força $\times$ deslocamento estão indicadas na Equação 2.