

AVALIAÇÃO NUMÉRICA DO MODELO DE CÁLCULO DAS LIGAÇÕES MECÂNICAS DA NBR-7190/97

Luís Augusto C. M. Veloso, Ricardo de C. Alvim e Pedro Afonso de O. Almeida

RESUMO: Realizou-se uma investigação pelo Método dos Elementos Finitos do comportamento das ligações mecânicas de madeira, com pinos metálicos, considerando a história de carregamento até o seu estado limite último. Em seguida, foram determinadas as distribuições de esforços na madeira e no pino para avaliar as hipóteses empregadas no desenvolvimento do modelo analítico de determinação das resistências das ligações especificadas pela Norma NBR-7190/97.

Palavras-chave: ligações mecânicas de madeira, estruturas de madeira.

NUMERICAL EVALUATION OF THE NBR-7190/97 MECHANICAL TIMBER JOINTS CALCULATION MODEL

ABSTRACT: It was investigated the mechanical timber joints behavior, with metallic fasteners, by the Finite Element Method, considering the load history until the ultimate limit state. Soon after, the efforts distributions in the wood and in the fastener were determined to evaluate the assumed hypotheses in the development of the by Brazilian code NBR-7190/97 analytic model for the mechanical timber joints design.

Keywords: mechanical timber joints, timber structures

1 INTRODUÇÃO

O modelo de cálculo da NBR-7190/97 para determinação da resistência das ligações com pinos metálicos está baseado nas investigações experimentais realizadas por ALMEIDA (1990). Nessas investigações foram observados os diferentes modos de ruptura das uniões bem como os seus estados limites. Com isso, por meio de hipóteses simplificadoras fundamentadas nas condições de equilíbrio da ligação, Almeida propôs um modelo para a determinação da resistência das ligações levando-se em conta a resistência de embutimento da madeira e o momento de plastificação do pino.

2 ASPECTOS DO FUNCIONAMENTO DAS LIGAÇÕES

2.1 Estados limites das ligações

O primeiro estado limite da ligação foi definido como o fim do regime elástico. Esse estado pode decorrer pelo início da plastificação por flexão do pino com a madeira em regime elástico, por início do embutimento da madeira com o pino em regime elástico ou pelo início da plastificação simultânea do pino e da madeira. Nessa situação, enquanto não se atingir a carga de primeiro limite durante os vários ciclos de carregamento, a ligação não guardará deformações residuais, pois estará em regime elástico.

Por outro lado, em diferentes ensaios, ALMEIDA (1987) observou que aplicando-se incrementos de carga após a carga correspondente ao primeiro limite da ligação, haviam deslizamentos relativo entre as peças crescentes com o tempo que estabilizavam-se a seguir. Por isso, denominou este fenômeno de início de deslizamento controlado.

Após o regime de deslizamento controlado, observou-se que com a aplicação dos incrementos de carga, os deslocamentos relativos tendiam a aumentar indefinidamente. O fenômeno de início do deslizamento não controlado permitiu definir a carga de segundo limite, uma vez que nesta situação, a ligação apenas poderia suportar incrementos de carga apresentando grandes deslocamentos relativos entre as peças e deslocamentos desta natureza não podem ser tolerados nas estruturas. Esses deslocamentos são devidos à plastificação dos pinos e da madeira na região de contato dos materiais, sem que ocorra um colapso da ligação.

O segundo limite pode decorrer da plastificação completa da madeira por embutimento, com o pino em regime elástico, por plastificação completa do pino, com a madeira em regime elástico ou pela plastificação simultânea do pino e da madeira.

2.2 Modos de ruptura

A resistência das uniões de peças de madeira com pinos metálicos pode ser entendida como a força correspondente ao segundo limite, estado em que ocorrem plastificação dos pinos e rupturas localizadas da madeira.

ALMEIDA (1990) estudou os modos de ruptura e os estados limites das uniões com pinos metálicos. Por meio desta investigação experimental, foram identificados quatro modos de ruptura dessas uniões: plastificação do pino por flexão, embutimento do pino na madeira, cisalhamento e fendilhamento da madeira.

Os fenômenos de cisalhamento e fendilhamento podem ser evitados por meio de regras