

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

**ESTUDO COMPARATIVO DAS EXPRESSÕES DA NBR 7190 E DO EUROCODE 5 PARA O  
CÁLCULO DE LIGAÇÕES PREGADAS DE MADEIRA**

**Luís Augusto Conte Mendes Veloso**<sup>1</sup> ([lveloso@usp.br](mailto:lveloso@usp.br)), **Miguel Angel Buelta Martinez** ([buelta@usp.br](mailto:buelta@usp.br)),  
**Ricardo de Carvalho Alvim**<sup>2</sup> ([ralvim@usp.br](mailto:ralvim@usp.br)), **Pedro Afonso de Oliveira Almeida** ([palmeida@usp.br](mailto:palmeida@usp.br))  
Laboratório de Estruturas de Estruturas e Materiais Estruturais da Escola Politécnica da USP.

**RESUMO:** Os modelos de cálculo de ligações de peças de madeira com pinos metálicos da NBR-7190 e do Eurocode 5 são semelhantes no que diz respeito à hipótese de comportamento plástico admitido para a madeira e para o pino metálico. O dimensionamento de ligações constituídas por peças de madeira de diferentes resistências de embutimento não é previsto pelo modelo da norma brasileira. Entretanto, em alguns arranjos faz-se necessário o dimensionamento de ligações compostas por peças de diferentes espessuras e diferentes resistências, como no caso das ligações entre painéis de madeira recomposta e peças de madeira que são muito frequentes nas paredes e pisos de casas de madeira. No modelo de cálculo de ligações mecânicas de peças de madeira com pinos metálicos do Eurocode 5 é previsto o dimensionamento de ligações com diferentes resistências ao embutimento. Como resultado dessa investigação, verificou-se que para o caso das ligações pregadas, as diferenças entre as resistências, calculadas por meio dos dois modelos podem ser de até 60%.

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

**COMPARATIVE STUDY OF THE MODELS OF NBR 7190 AND EUROCODE 5 TO EVALUATE THE  
BEARING STRENGTH OF TIMBER NAILED JOINTS**

**ABSTRACT:** The models for designing timber joints with dowel-type fasteners of NBR-7190 and EC 5 are similar in respect to the hypothesis of plasticity admitted for the wood members and the fastener. The design of joints made with different embedment strengths is not included in the Brazilian code. However, in some arrangements, the design of timber joints with different embedment strengths are necessary, as in the case of the joints of the sheathing and the framework that are very usual in the walls and floors of timber frame house constructions. The expressions used in EC 5 admit the design of timber joints with different embedment strengths. As a result of this investigation, it was verified that for the case of the nailed joints, the differences among the loading bearing capacity based on the two codes could be up to 60%.

**Keywords:** timber joints, timber structures.

<sup>1</sup> Bolsista da FAPESP, processo número 99/03051-6

<sup>2</sup> Bolsista da FAPESP, processo número 01/12035-6

## **1. INTRODUÇÃO**

O modelo de cálculo de ligações mecânicas de peças de madeira com pinos metálicos da NBR-7190 (1997) admite comportamento plástico para a madeira e para o material que constitui o pino metálico.

No modelo de cálculo da NBR-7190 não é previsto o dimensionamento de ligações formadas por madeiras de diferentes resistências de embutimento. Entretanto, em alguns casos práticos faz-se necessário o dimensionamento de ligações constituídas por madeiras de diferentes resistências de embutimento.

Por sua vez, o modelo do EUROCODE 5 (1993) prevê o cálculo de ligações de peças de madeira com pinos metálicos constituídas por madeiras de diferentes resistências de embutimento. Além disso, o modelo do Eurocode 5 admite comportamento plástico para a madeira e para o material que constitui o pino metálico.

Neste trabalho, foram comparados estes modelos e os resultados estão apresentados a seguir.

## **2. MODELOS DA NBR-7190 (1997) E EUROCODE 5 (1993)**

O modelo da NBR-7190 está baseado nos trabalhos desenvolvidos por ALMEIDA (1987) e ALMEIDA (1990).

O modelo desenvolvido por Almeida considera dois modos de ruptura básicos, sendo um dado pelo embutimento da madeira e outro pela plastificação do pino por flexão.

As hipóteses para a distribuição de carregamento do pino foram fundamentadas nos estados limites da ligação que foram observados experimentalmente. Foi identificada a existência de dois estados limites. O primeiro deles corresponde ao fim do comportamento elástico da ligação. Este estado é atingido quando a ligação apresentar um deslocamento relativo entre as peças de 0,2 mm sob carga constante.

O primeiro limite da ligação pode ser atingido pelo início do embutimento da madeira com o pino em regime elástico, com o início da plastificação do pino com a madeira em regime elástico, ou pelo início da plastificação do pino e da madeira simultaneamente.

O segundo limite da ligação foi identificado como o final do regime de deslocamento controlado da ligação. Esse limite é atingido quando a ligação apresenta um deslocamento relativo entre as peças de 0,1 mm sob carga constante.

O segundo limite pode ser atingido pela completa plastificação da madeira por embutimento, com o pino em regime elástico, pela completa plastificação do pino, com a madeira em regime elástico, ou pela completa plastificação do pino e da madeira simultaneamente. Na Figura 1 está mostrada a distribuição de carregamento no pino, segundo as hipóteses de ALMEIDA (1990).