



COMPARAÇÃO DE CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DE LIGAÇÕES POR PINOS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

¹Antonio A. Dias (dias@sc.usp.br), ¹Carlos H. S. de Assunção (carlos.h.assuncao@gmail.com),
¹Diego H. de Almeida (diegoestruturas@gmail.com)

¹Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo

Departamento de Engenharia de Estruturas/Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira

Av. Trabalhador Sancarlense, 400. 13566-590 - São Carlos-SP

RESUMO: Em 1997, quando da introdução dos conceitos do Método dos Estados Limites na norma ABNT NBR7190:1997 - Projeto de Estruturas de Madeira, ocorreram alterações no equacionamento dos critérios de dimensionamento para as ligações por parafusos (pinos). A utilização desses critérios tem levado a resultados diferentes daqueles obtidos pela versão anterior, ABNT NBR7190:1982. Neste trabalho é apresentada comparação teórica entre as equações que são utilizadas por essas normas e o Eurocode 5:2004. A comparação foi feita para todas as classes de resistência estabelecidas pela ABNT NBR 7190:1997, tanto para a ligação na direção paralela quanto para a direção normal, para vários valores de relações entre a espessura da peça de madeira e o diâmetro do parafuso (parâmetro $\beta = t/d$), para o caso de corte duplo com cobrejuntas de madeira. Os resultados obtidos indicam que os valores de resistência calculados pela ABNT NBR 7190:1997 são inferiores aos calculados pelas outras normas (ABNT NBR 7190:1982 e o Eurocode 5:2004) para valores menores de β , referentes às situações de embutimento na madeira. Para valores intermediários de β , as resistências tendem a se igualar. Para valores superiores de β , situações de flexão do pino, os critérios da ABNT NBR7190:97 podem conduzir a valores superiores de resistência, em algumas situações.

Palavras Chave: ligações, pinos, critérios de dimensionamento

COMPARISON OF DESIGN PROCEDURES FOR LATERALLY LOADED METAL DOWEL-TYPE FASTENERS IN TIMBER STRUCTURES

ABSTRACT: When limits states design concepts were introduced the standard ABNT NBR7190:1997 - Projeto de estruturas de madeira, in 1997, design criteria for laterally loaded bolts connections have changed. These criteria have led to results different from those obtained by the previous version, ABNT NBR7190:1982. This paper presents a theoretical comparison between the equations that are used by these standards and the Eurocode 5:2004. The comparison was made for all strength classes of ABNT NBR 7190:1997, for loading in the directions parallel and the normal to the grain, for various values of relations between timber thickness and bolt diameter (parameter $\beta=t/d$) in the case of timber-to-timber connections. The obtained results indicate that the strength values calculated by ABNT NBR 7190:1997 are lower than those calculated by other standards (ABNT NBR 7190:1982 and Eurocode 5:2004) for smaller values of β , referring to situations of wood embedment. For intermediate values of β , the strength tend to equalize. For higher values of β , related to fastener bending situations, the criteria of NBR7190:97 can lead to higher strength values in some situations.

Keywords: connections, bolts, design criterias

1. INTRODUÇÃO

As ligações por pinos metálicos devem ser dimensionadas de acordo com as recomendações da norma ABNT NBR 7190:1997 – Projeto de Estruturas de Madeira, da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, considerando o diâmetro do pino, a espessura da peça de madeira, a resistência à flexão do pino de aço e a resistência da madeira ao embutimento. Na última revisão aprovada da ABNT NBR 7190, que ocorreu em 1997, foram introduzidos os conceitos do Método dos Estados Limites em substituição ao Método das Tensões Admissíveis. Com relação às ligações por parafusos, houve uma alteração no equacionamento dos critérios de dimensionamento.

No entanto, tem se notado que essa norma tem levado a resultados diferentes daqueles que eram obtidos pela norma antiga (ABNT NBR 7190:82 – Cálculo e Execução de Estruturas de Madeira, da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS), fazendo com que, em muitos casos, seja necessário um aumento do número de elementos a serem utilizados nas ligações. É interessante observar que os critérios da norma ABNT NBR7190:82 foram utilizados durante mais de 50 anos, até serem substituídos pelos da norma atual.

A finalidade deste trabalho é comparar, de forma teórica, os resultados obtidos a partir dos critérios da normas ABNT NBR7190, versões de 1997 e de 1982, e a norma Européia Eurocode 5:2004 – Design of Timber Structures, do EUROPEAN COMITEE FOR STANDARDIZATION. Essa comparação foi feita para todas as classes de resistência da madeira, em situações freqüentes de projeto, para o caso de parafusos.

2. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS NORMAS

Na revisão da norma ABNT NBR7190 - Projeto de Estruturas de Madeira ocorrida em 1997, além da introdução dos conceitos do método dos estados limites, foram feitas alterações substanciais na formulação para o cálculo da resistência de ligações por pinos metálicos. A seguir são apresentados os critérios de dimensionamento das normas ABNT NBR7190 (versões de 1997 e 1982) e do Eurocode 5:2004.

É importante ressaltar que, nos casos em que existem diferenças, é apresentada a formulação referente à situação de corte duplo, com cobrejuntas de madeira, que foi a situação utilizada para as comparações teóricas efetuadas. Essa providência foi estabelecida pelo fato da ABNT NBR7190:97, que é o foco do estudo, apresentar apenas uma formulação para a resistência (independente de ser corte duplo ou simples) e não considerar o material da cobrejunta.

2.1 Critérios da norma ABNT NBR 7190:1982

De acordo com a norma ABNT NBR 7190:1982, a força admissível em um parafuso era dada pela Eq. (1), no caso da força aplicada na direção paralela às fibras, ou pela Eq. (2), no caso de força aplicada na direção normal às fibras:

$$\bar{F} = 0,8 \cdot \bar{\sigma}_p \cdot \omega \cdot b \cdot \delta \quad (1)$$

$$\bar{F}_n = \bar{\sigma}_n \cdot \omega \cdot \eta \cdot b \cdot \delta \quad (2)$$

Nessas equações, b é a largura da peça central da ligação (não são considerados valores de b superiores ao dobro da largura da peça lateral com menor espessura), δ é o diâmetro do parafuso, $\bar{\sigma}_p$ é a tensão básica de compressão paralela às fibras da madeira na área projetada do parafuso, $\bar{\sigma}_n$ é a tensão básica de compressão normal às fibras na área