

RESISTÊNCIA DE EMBUTIMENTO DE PINOS DE AÇO EM CORPOS DE PROVA PADRONIZADOS DE MADEIRA SEGUNDO AS NORMAS NBR 7190 (1997), EUROCODE 5 (2004) E ASTM D 5764 (2007)

Julio Cesar Molina, UNESP/Itapeva, e-mail: molina@itapeva.unesp.br

Natália Andrade Bianchi, UNESP/Itapeva, e-mail: nataliabianchi95@gmail.com

Resumo

Este trabalho teve como finalidade avaliar a resistência ao embutimento de pinos de aço em corpos de prova padronizados de madeira. Inicialmente foi realizada uma avaliação da normalização nacional e estrangeira existente sobre o assunto. Foram também realizados ensaios em corpos de prova de madeira de reflorestamento do tipo *Pinus elliottii* com pinos metálicos com 10 mm de diâmetro, à luz dos referidos documentos normativos analisados. Os ensaios seguiram as recomendações das normas ABNT NBR 7190 (1997), Eurocode 5 (2004) e ASTM D5764 (2007) para posterior comparação entre os resultados obtidos para a resistência de embutimento. Foram confrontados, neste caso, os resultados analíticos e experimentais obtidos para as resistências de embutimento segundo as normas analisadas. As resistências de embutimento obtidas para a norma ASTM D5764 (2007) revelaram maior proximidade entre os valores experimentais e analíticos, para ambas as direções da madeira, seguidas da norma ABNT NBR 7190 (1997) e Eurocode 5 (2004). Entretanto, a norma europeia apresentou os maiores valores de resistência ao embutimento, quando comparada com as normas brasileira e americana.

Palavras-Chave: Embutimento. Resistência. Normalização.

Abstract

The aim of this work was to evaluate the embedment strength of steel pins in wood specimens. Initially, an evaluation of the existing national and foreign regulations on the subject was made. Tests were also carried out on specimens of reforestation wood of the type *Pinus elliottii* with metal pins with 10 mm diameter, based on the normative documents analyzed. The tests followed the recommendations of ABNT NBR 7190 (1997), Eurocode 5 (2004) and ASTM D5764 (2007) standards for further comparison between the results obtained for the embedment strength. In this case, the analytical and experimental results were obtained for the embedment strength according to the norms analyzed. The embedment strengths obtained for ASTM D5764 (2007) revealed greater proximity between experimental and analytical values for both directions of the wood, followed by the ABNT NBR 7190 (1997) and Eurocode 5 (2004) standard. However, the European standard showed the highest values of embedment strength when compared to Brazilian and American standards.

Keywords: Embedment. Strength. Standardization.

1 Introdução

A garantia da qualidade do sistema de ligação das estruturas de madeira é importante para a eficiência do sistema estrutural. Dentre os tipos e ligações utilizados em estruturas de madeira podem ser citados os pinos metálicos, os conectores metálicos, as ligações coladas e as cavilhas. Os pinos metálicos são constituídos pelos pregos, parafusos e barras de aço, e os conectores metálicos podem ser anéis metálicos ou chapas com dentes estampados. Segundo Almeida (1987) as ligações constituem-se no ponto crítico das estruturas de madeira. No dimensionamento de ligações por pinos metálicos entre elementos estruturais são considerados basicamente dois modos de ruptura: o embutimento do pino na madeira e a flexão do pino. No entanto, a norma brasileira ABNT NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) e as principais normas internacionais como a europeia Eurocode 5 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 2004) e a americana ASTM D5764 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2007) apresentam métodos diferentes para a determinação da resistência ao embutimento. Pela norma brasileira a resistência ao embutimento da ligação é convencionada à deformação específica 2‰. De acordo com a norma europeia, a resistência ao embutimento é determinada pela força que provoca o deslocamento de 5 mm ou a resistência última de embutimento e, pela norma americana, é determinada pela força que provoca o deslocamento entre o pino e a madeira igual a 5% do diâmetro do pino metálico. Observa-se assim que norma brasileira utiliza a deformação específica como parâmetro para a determinação da resistência ao embutimento, diferentemente do que recomendam os documentos normativos europeu e americano, que utilizam o deslocamento relativo entre o pino metálico e a madeira. No entanto, apesar do crescente interesse no estudo das ligações em estruturas de madeira no Brasil, observa-se que as investigações realizadas até o momento ainda não produziram conclusões suficientes para uma adequada análise do seu comportamento. Neste trabalho de pesquisa avaliou-se de forma analítica e experimental os métodos brasileiro, europeu e americano para determinação da resistência ao embutimento para comparação entre os resultados.

2 Métodos de ensaio para a obtenção da resistência ao embutimento

2.1 ABNT NBR 7190 (1997) – Projeto de Estruturas de Madeira

Experimentalmente, a norma brasileira define a resistência da madeira ao embutimento (f_e) como a razão entre a força aplicada capaz de provocar uma deformação residual de 2‰ ($F_{e2‰}$) na ligação e a área de embutimento do pino metálico na madeira (produto do diâmetro do pino (d) pela a espessura (t) da peça de madeira) de acordo com a Equação (1).

$$f_e = \frac{F_{e2‰}}{t \times d} \quad (1)$$

Para a realização do ensaio de embutimento deve ser determinada uma resistência estimada a partir do ensaio destrutivo de um corpo de prova gêmeo, Figura (1a). Uma vez