



RESISTÊNCIA DA MADEIRA AO EMBUTIMENTO: COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ENSAIOS

¹Diego H. de Almeida (diegoestruturas@gmail.com), ²Antonio A. Dias (dias@sc.usp.br)

¹Faculdade Pitágoras, Campus Poços de Caldas

Departamento de Engenharia, Av. João Pinheiro, 1046, Poços de Caldas, Minas Gerais.

²Universidade de São Paulo

Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira (LaMEM), Av. Trabalhador São-carlense, 400, São Carlos, São Paulo

RESUMO: Os pinos metálicos (pregos e parafusos), solicitados transversalmente, são os tipos de conectores mais utilizados nas ligações em estruturas de madeira. Para o dimensionamento de ligações por pinos metálicos, dois parâmetros são utilizados: a resistência ao escoamento do aço e a resistência da madeira ao embutimento. O objetivo deste trabalho foi comparar os métodos de ensaio de resistência da madeira ao embutimento encontrados nas normas ABNT NBR 7190:1997, EN 383:2007, ASTM D5764:2007, EUROCODE 5:2004 e NDS:2001. Foram realizados ensaios na direção paralela e na direção normal às fibras para seis espécies de madeira (Paricá, *Pinus elliottii*, *Pinus oocarpa*, Jatobá, *Lyptus* e *Cupiúba*), utilizando vários diâmetros (8 mm, 10 mm, 12 mm e 16 mm) para os pinos metálicos. Baseado na análise dos resultados obtidos foi proposta a adoção do método de ensaio baseado na EN 383:2007. Os resultados experimentais para a resistência ao embutimento tem maior aprovação com o parâmetro resistência à compressão paralela às fibras, atualmente adotado pela ABNT NBR 7190:1997. Além disso, o método EN 383:2007 recomenda dimensões que facilitam a confecção dos corpos de prova, principalmente na direção normal às fibras.

Palavras Chave: estruturas de madeira, ligações, parafusos, pinos metálicos, resistência ao embutimento.

EMBEDMENT STRENGTH OF WOOD: COMPARISON BETWEEN TEST METHODS STANDARD CODES

ABSTRACT: Most of connections in timber structures use a metal dowel-type fastener (nails and bolts) laterally loaded. Two parameters are used for design of the connections with metal dowel-type in timber structures: yield strength of metal dowel and embedment strength of wood. The aim of this study was to compare the test methods of Standard Codes ABNT NBR 7190:1997, EN 383:2007, ASTM D5764:2007, EUROCODE 5:2004 and NDS:2001. The tests were performed applying load in the direction parallel and in the direction perpendicular to the grain for six species of wood (Paricá, *Pinus elliottii*, *Pinus oocarpa*, Jatobá, *Lyptus* and *Cupiúba*) using several diameters (8 mm, 10 mm, 12 mm and 16 mm) for the metal dowels. Based on the analysis of the results, is proposed adopting the test method based on EN 383:2007. The experimental results for the embedment strength has better fit with the strength parameter currently used by ABNT NBR 7190:1997, compression parallel to the grain. In addition, this EN 383:2007 recommends dimensions that facilitate the specimens preparation, mainly in the direction perpendicular to the grain.

Keywords: timber structures, connections, bolts, metal dowel-type, embedment strength.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da madeira como elemento estrutural requer conhecimento prévio de suas propriedades, principalmente, as físicas e as mecânicas, pois são essas que interferem diretamente no dimensionamento de estruturas de madeira.

Para a construção de estruturas de madeira é necessário realizar ligações entre os diversos elementos estruturais. Essas ligações podem ocorrer em estruturas treliçadas ou então em grandes estruturas, sendo que, em ambas, existe a necessidade do dimensionamento dessas ligações que forneçam compatibilidade com as solicitações mecânicas impostas, sempre levando em consideração a segurança.

Dentre os tipos de ligações utilizadas, podemos citar as ligações com pinos metálicos, ligações coladas, ligações com cavilhas de madeira, ligações com anéis metálicos, ligações com barras rosqueadas ou, então, uma composição entre os diversos tipos de ligações.

Os pinos metálicos, que são exemplificados pelos pregos e parafusos, são os conectores mais utilizados na construção civil em madeiras, pois podem ser empregados em várias configurações de ligações, além da facilidade de utilização e do baixo custo para sua aquisição.

Na ligação com pinos metálicos dois mecanismos envolvem o seu dimensionamento: o embutimento do pino na madeira e a flexão do pino. A resistência da madeira ao embutimento pode ser definida como um estado múltiplo de tensões que ocorre na interface entre o pino metálico e o furo da peça de madeira.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) fornece no seu documento normativo ABNT NBR 7190:1997 – “Projeto de Estruturas de Madeira” o método para determinação da resistência da madeira ao embutimento com pino metálico, sendo este diferente dos encontrados em outros documentos normativos importantes, pois, são utilizadas em países com tradição na construção com madeiras.

O objetivo deste trabalho é comparar os métodos de ensaio para determinação da resistência da madeira ao embutimento das normas ABNT NBR 7190:1997, EN 383:2007, ASTM D5764:2007, EUROCODE 5:2004, e NDS:2001 com o objetivo de estabelecer uma proposta para determinação da resistência da madeira ao embutimento que possa ser incorporada à norma ABNT NBR 7190 em futuras revisões.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As ligações entre elementos estruturais de madeira devem ser consideradas pontos vitais para o dimensionamento de uma estrutura de madeira, sendo nelas as maiores preocupações em relação à segurança. A ocorrência de falha em uma ligação pode colocar em risco toda a edificação e, também, a segurança das pessoas que utilizam a mesma.

A realização do dimensionamento de uma ligação também está relacionada à escassez de peças estruturais com grandes dimensões, para utilização em grandes estruturas, necessitando utilizar peças menores ligadas que suportem às ações impostas sobre ela. As ligações também podem ser realizadas em peças pequenas, por exemplo, para construção de uma treliça (OLIVEIRA, 2001).

Duarte (2004) disserta a respeito de três tipos básicos de ligações entre peças de madeira: ligações por conectores metálicos, ligações por contato e ligações coladas. Numa estrutura, pode-se encontrar apenas um tipo de ligação ou então uma combinação entre elas.

A ligação por conectores metálicos é aquela que o elemento de ligação penetra as peças de madeira. Dentre os conectores metálicos utilizados nas ligações em estruturas de madeira podemos citar: parafusos, pregos, chapas de dentes estampados, anéis metálicos além da utilização em conjunto de diferentes modelos de conectores respeitando as solicitações impostas na estrutura (ALMEIDA, 2014; DUARTE, 2004).

Os pregos e parafusos são os conectores metálicos mais utilizados na construção de estruturas de madeira devido à diversidade de modelos existentes no mercado, facilidade de utilização, baixo custo para aquisição, utilização em diversas geometrias de ligações e,