

AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DA RESISTÊNCIA DA MADEIRA AO EMBUTIMENTO

Mateus Vinicius Pastori Terrin, UTFPR, mateus.terrin@gmail.com

Jorge Luís Nunes de Góes, UTFPR, jgoes@utfpr.edu.br

Everaldo Pletz, UEL, pletz2000@yahoo.com

Resumo

Nas estruturas de madeira, as ligações são um dos componentes mais importantes, pois conferem continuidade aos membros, além de resistência e estabilidade ao sistema. Para conectar as peças de madeira, são utilizados pinos metálicos, como os parafusos passantes com porca e arruela, dentre outros elementos. A capacidade resistente das ligações com pinos metálicos é influenciada por diversos fatores, dentre eles a resistência ao escoamento do aço do pino e a resistência da madeira ao embutimento. O objetivo deste trabalho é comparar a resistência ao embutimento obtida por meio do método de ensaio presente no documento normativo BS EN 383:2007 com as resistências calculadas de acordo com as seguintes normas: ANBT NBR 7190:1997, CEN EUROCODE 5:2004 e ANSI/AWC NDS:2015. Foram realizados ensaios de embutimento na direção paralela às fibras para quatro espécies de madeira, a saber: Caixeta (*Tabebuia cassinoies*), Cedrinho (*Erisma uncinatum*), Garapeira (*Apuleia leiocarpa*) e Itaúba (*Mazilaurus itauba*). Além disso, utilizou-se seis diâmetros para o pino metálico (3, 6, 8, 10, 12 e 16 milímetros). Os resultados experimentais obtidos indicaram que o modelo de cálculo da norma europeia é mais adequado que o da norma brasileira para a determinação da resistência ao embutimento da madeira.

Palavras-Chave: Estruturas de madeira. Ligações em madeira. Pinos metálicos. Resistência ao embutimento.

Abstract

The main objective of this paper is to validate the mechanical connection design formulation presented in CEN EUROCODE 5:2004, for commonly used Brazilian wood species, considering the dowel embedment strength determination according to the testing procedures presented in the normative document BS EN 383:2007. The conducted tests were carried out in the direction parallel to the fibers using four wood species, widely used in Brazil, namely: Caixeta (*Tabebuia cassinoies*), Cedrinho (*Erisma uncinatum*), Garapeira (*Apuleia leiocarpa*) and Itaúba (*Mazilaurus itauba*). Six different dowel diameters (3, 6, 8, 10, 12 and 16 millimeters) were used. The experimental results obtained indicated that the European standard calculation model (with its correspondent dowel embedment strength evaluation procedure) is more adequate than the current Brazilian standards for designing dowel-type joints in timber structures and testing dowel embedment strength. The mechanical connection performance were estimated with a higher reliability, allowing to design safer joints.

Keywords: Timber structures. Timber connections. Dowel-type connections. Embedment strength.

1 Introdução

A madeira é um elemento estrutural cujo desempenho e durabilidade dependem diretamente de suas propriedades físicas e mecânicas. Nas estruturas de madeira, as ligações são um dos componentes mais importantes, pois conferem continuidade aos membros cujas dimensões são limitadas pelo comprimento da árvore ou pelo meio de transporte disponível. As ligações devem ser adequadamente dimensionadas com o propósito de oferecer resistência, estabilidade, durabilidade e segurança ao sistema.

As ligações com pinos metálicos, que são as mais utilizadas em razão de seu baixo custo e fácil aplicação, podem ser efetuadas por meio de pregos, parafusos sextavados com porcas e arruelas, parafusos auto atarraxantes ou barras de aço liso.

A resistência ao embutimento é um dos fatores mais importantes na determinação da resistência das ligações em madeira. Quanto mais próximo do real for seu valor, maior a segurança e economia no dimensionamento das conexões dos sistemas estruturais.

A ABNT NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997) fornece um método analítico simplificado para determinação da resistência ao embutimento, que se baseia na resistência à compressão paralela às fibras. As metodologias presentes em documentos normativos internacionais amplamente utilizados levam em consideração outros parâmetros, como o diâmetro do pino metálico e a densidade aparente característica da madeira, que podem ser responsáveis por melhor caracterizar a resistência de acordo com os materiais utilizados na ligação. Portanto, é de elevada importância a realização de um estudo comparativo entre os valores de resistência obtidos por modelos analíticos presentes em documentos normativos nacionais e internacionais e os valores experimentais provenientes de ensaios normatizados para que se possa avaliar a adequação do modelo de cálculo de resistência ao embutimento presente na norma brasileira. Além disso, os resultados experimentais poderão servir de subsídio para as possíveis modificações da norma ABNT NBR 7190 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997), que se encontra em processo de revisão.

2 Revisão de literatura

Conforme demonstrado por Johansen (1949), a resistência ao embutimento da madeira e o momento resistente do pino metálico à flexão governam as propriedades que determinam a resistência das ligações de madeira com pinos metálicos.

O embutimento pode ser descrito como o fenômeno de deformação localizada na região de contato do pino metálico com a madeira devido às tensões localizadas causadas pela transmissão de força entre os componentes da ligação. Por causa da natureza celular complexa da madeira e de seus produtos derivados, a resistência ao embutimento depende não apenas das características da madeira, mas também de outros fatores, como o tipo de pino metálico utilizado na ligação e sua forma de instalação (PORTEOUS; KERMANI, 2007).

A resistência ao embutimento pode ser determinada de duas maneiras: por meio de ensaio de embutimento do pino na madeira e por meio de equações empíricas obtidas a partir de análises experimentais.

2.1 Fatores que influenciam a resistência ao embutimento da madeira

A umidade tem grande efeito sobre as propriedades da madeira. Fahlbusch (1949), Koponen (1991), Winistorfer (1994) e Rammer e Winistorfer (2001) realizaram ensaios de