

RESISTÊNCIA DE LIGAÇÕES PREGADAS SOB TEMPERATURAS ELEVADAS

Poliana Dias de Moraes, Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, poliana.moraes@ufsc.br

João Paulo Correia Rodrigues, Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Coimbra, jpaulocr@dec.uc.pt

Patrícia Alexandra Ramos da Silva, p.ramosilva@gmail.com

Resumo

Este artigo tem por objetivo avaliar a resistência ao cisalhamento de ligações pregadas em madeira entre 20 e 220 °C e a aplicação do modelo de Johansen para a determinação da resistência nesta faixa de temperatura. As ligações foram fabricadas com madeira de *Pinus taeda* isentas de defeitos e provenientes de lotes heterogêneos. A amostra era constituída por corpos de prova com teor de umidade de 12% e massa específica aparente entre 448 e 655 kg/m³ à temperatura ambiente. A amostra foi dividida em 4 lotes, sendo um destinado à determinação da resistência ao embutimento da madeira e três para a determinação da capacidade de carga das ligações. As ligações eram compostas por 2, 4 e 6 pregos estruturais de 2,8 mm de diâmetro e 54 mm de comprimento. Elas foram divididas em 8 grupos de 6 corpos de prova com massas específicas estatisticamente homogêneas. Os resultados experimentais mostraram que a resistência mecânica das ligações diminui com o aumento da temperatura de forma não-monotônica. Eles foram comparados à capacidade de carga da ligação obtidos segundo a norma EN 1995- parte 1, indicando que os resultados teóricos se mostram mais conservativos que os experimentais.

Palavras-chave: Madeira. Ligações pregadas. Temperatura. Resistência.

Abstract

The aim of this paper is to evaluate the lateral load-carrying capacity of timber-to-timber nailed connections under high temperatures and to apply the Johansen model for determining lateral load-carrying capacity in this condition. The connections were made with defect-free *Pinus taeda* wood from heterogeneous lots. The sample consisted of specimens with a moisture content of 12% and an apparent specific mass at room temperature between 448 and 655 kg / m³. The sample was divided into 4 batches, one of which was used to determine the wood embedment strength and three for determining the load-carrying capacity of the connections. The connections were made of 2, 4 and 6 structural nails of 2.8 mm in diameter and 54 mm in length. They were divided into 8 groups of 6 specimens with statistically homogeneous densities. The experimental results showed that the load-carrying capacity of the connections decreases non-monotonically with the temperature increase. Comparison with the theoretical load-capacity from the EN 1995- part 1 Standard indicates that the theoretical results are more conservative than the experimental results.

Keywords: Timber. Nailed connections. Temperature. Load-carrying capacity.

1 Introdução

Ainda existem bastantes limitações e incertezas relativas ao comportamento de ligações pregadas, tanto em estruturas de madeira exposta ao fogo como em temperatura ambiente. As ligações são, geralmente, os pontos mais fracos numa estrutura de madeira. Sujeitas a esforços e a tensões localizadas, constituem zonas críticas que exigem uma atenção cuidadosa, de modo a não ser colocada em causa a estabilidade global da estrutura.

Jodin (1996) afirma que a rigidez das ligações é afetada por diversos aspectos, tais como: o tipo do ligador, as dimensões relativas entre o elemento metálico e a peça de madeira na qual está inserido, o número de ligadores, o modo de penetração na madeira. A opção por ligadores metálicos permite, em regra, aumentar a ductilidade da ligação, pois esta é uma característica do aço. Quanto menor for o diâmetro do ligador, comparativamente à dimensão da peça, menor será a probabilidade de rupturas frágeis. Um maior número de ligadores com um menor diâmetro conduz a soluções mais dúcteis que o inverso.

A capacidade resistente de ligações com ligadores tipo pino é determinada com base em equações resultantes de uma análise plástica limite, vulgarmente conhecida por Teoria de Johansen ou modelos de cedência europeus. A teoria apresentada por Johansen (1949) encontra-se relacionada com o conceito de resistência ao esmagamento localizado (f_{h1}), a qual é característica do sistema madeira-ligador. Outro conceito utilizado pelo autor é a resistência do ligador à flexão. O comportamento de ambas as resistências é plástico, deste modo, a capacidade de força de um ligador metálico pode ser determinada com base neste mesmo comportamento.

Ehlbeck e Larsen (1991) afirmam que os modelos aplicados à norma EN1995-1-1 (2004) consideram a possibilidade de ocorrência de deslizamentos relativos nas ligações, deste modo não é atribuído um comportamento totalmente rígido à ligação. Podendo mesmo utilizar os deslocamentos relativos no cálculo dos estados limite último e de serviço da estrutura. Segundo Hilson (1995), as equações propostas por Johansen (1949) são aplicáveis a qualquer material derivado de madeira e, devido a esta fácil aplicação, a novos materiais. Devido a isso, elas foram adotadas para o dimensionamento de ligações segundo a norma EN 1995-1-1.

No dimensionamento de ligações pregadas, deve-se considerar que o lenho das coníferas provenientes de florestas plantadas brasileiras é diferente do lenho das coníferas europeias, visto que a espessura dos anéis de crescimento em madeiras brasileiras é em torno de 10 vezes maior que de os anéis das madeiras europeias. Essa característica da madeira pode influenciar na capacidade do modelo proposto por Johansen (1949) para representar o comportamento real das ligações.

Esta pesquisa tem por objetivo avaliar a resistência ao cisalhamento de ligações pregadas em madeira de coníferas oriundas de florestas plantadas brasileiras entre 20 e 200 °C e avaliar a aplicação do modelo de Johansen para a determinação da resistência sob temperaturas elevadas.

2 Materiais e métodos

2.1 Materiais