



LIGAÇÕES COM BARRAS DE AÇO COLADAS EM MADEIRA – A INFLUÊNCIA DO SENTIDO DAS FIBRAS NA RESISTÊNCIA AO ARRANCAMENTO

¹Dionisio Palharini Junior (dionisiopalharini@gmail.com), ²Jorge Luis Nunes de Góes (jgoes@utfpr.edu.br)

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão
Departamento Acadêmico de Construção Civil

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Campo Mourão
Departamento Acadêmico de Construção Civil

RESUMO: As ligações com barras de aço coladas em madeira vêm se tornando populares, principalmente na Europa, sendo um dos mais promissores tipos de ligação para industrialização das estruturas de madeira no mundo. Este trabalho busca avaliar o comportamento desse tipo de ligação, de modo a contribuir com o desenvolvimento da tecnologia no Brasil. Foi conduzida uma análise experimental comparando as resistências últimas de arrancamento e os modos de ruptura de barras de aço coladas em madeira variando a direção das fibras, perpendicular e paralela às fibras da madeira. Os resultados dos ensaios indicaram que a força última de arrancamento na direção paralela às fibras é ligeiramente inferior se comparado com a direção perpendicular às fibras, para valores da esbelteza de ancoragem no intervalo $6,35 \leq \lambda < 15,97$. Para valores da esbelteza de ancoragem compreendidos no intervalo $15,97 \leq \lambda \leq 25,39$ a resistência última de arrancamento foi semelhante nas duas direções, uma vez que a ruptura se deu pelo escoamento do aço. Houveram variações nos modos de ruptura característicos, indicando que a aderência da resina na madeira nas ligações com barras de aço coladas no sentido perpendicular às fibras foi superior se comparado a aderência das barras coladas no sentido paralelo às fibras da madeira.

Palavras Chave: Ligações em madeira, barras de aço coladas, direção das fibras da madeira.

TIMBER CONNECTIONS WITH GLUED-IN STEEL RODS – THE INFLUENCE OF THE GRAIN DIRECTION IN THE PULL-OUT STRENGTH

ABSTRACT: Timber connections with glued-in steel rods are becoming popular, especially in Europe, exhibit high strength and stiffness, is one of the most promising types of connection for manufacturing wooden structures in the world. This paper aims to evaluate the behavior of this type of connection in order to contribute to the development of technology in Brazil. An experimental analysis was conducted comparing the pull-out strength and the failure modes with glued-in deformed steel rods parallel and perpendicular to the grain direction of wood. The results of tests indicated that pull-out strength for rods set parallel to the grain is slightly lower compared with rods set perpendicular to the grain for range of slenderness ratio $\lambda = 6,32 - 15,87$. For range of slenderness ratio $\lambda = 15,87 - 25,39$ the pull-out strength was similar in both directions of the grain and the failure is given by the tensile strength of the steel bar. There were variations in the characteristic failure mode, indicating that the adhesion of the resin in the wood for connections with deformed steel bars glued perpendicularly to the grain is higher than glued-in bars parallel to the grain direction.

Keywords: Timber joints, grain direction of wood, glued-in steel bars.

1. INTRODUÇÃO

O uso de elementos estruturais de madeira vem crescendo devido aos avanços promovidos pelas pesquisas no setor. A necessidade de se vencer amplos espaços e submetidos a maiores solicitações faz com que o dimensionamento das estruturas se torne mais complexo, necessitando o aprimoramento e o domínio das técnicas utilizadas em sua concepção.

Segundo Ling et al. (2014), a tecnologia de conexões com barras de aço coladas em madeira, começou a se desenvolver na década de 1970, sendo Riberholt (1977) o pioneiro a estudar o comportamento desse tipo de conector. Desde então, de acordo com Steiger et al. (2006), muitos autores propuseram trabalhos no sentido de avaliar a influência dos diversos parâmetros internos e externos que influenciam o comportamento e o desempenho desse tipo de ligação.

A utilização de barras de aço coladas é uma técnica muito eficiente para ligações em elementos de madeira, seja na restauração ou na construção de novas estruturas. É considerada uma solução esteticamente interessante, pois elimina todos os componentes da ligação que poderiam ser visíveis na peça de madeira, contudo, Aicher et al. (1999), advertem que o uso de forma segura e econômica, depende do conhecimento e do domínio de todos os parâmetros que influenciam o comportamento desse tipo de ligação e das diferentes situações de trabalho a que estão submetidas. Bengtsson et al. (2000) afirmam que a execução e o desempenho do sistema variam de acordo com o país em que são empregadas.

De acordo com Tlustochowicz et al. (2010), a complexidade desse tipo de ligação é devida ao elevado número de parâmetros internos e externos que a compõem, dentre eles, parâmetros geométricos, materiais e condições de carregamento. Dentre os principais fatores que influenciam o comportamento das ligações com barras de aço coladas em madeira tem-se o comprimento de ancoragem, diâmetro da barra, distância da borda, direção das fibras, tempo e tipo do carregamento, tipo do adesivo, espessura da linha de cola, densidade e umidade da madeira.

Esta pesquisa propõe o estudo experimental da resistência mecânica de ligações com barras de aço coladas no sentido paralelo às fibras da madeira, de modo que os resultados foram confrontados com valores de resistência de barras de aço coladas no sentido perpendicular às fibras da madeira, afim de verificar se o sentido das fibras da madeira tem influência significativa na resistência mecânica de ligações com barras de aço coladas com resina epóxi em madeira de alta densidade.

1.1 Parâmetros que influenciam o comportamento da ligação

Conforme Serrano et al. (2008) os parâmetros que influenciam o comportamento das ligações com barras de aço coladas em madeira podem ser agrupados em três grandes grupos: geometria, materiais e condições de carregamento. Dentro de cada grande grupo, existem diversos fatores que podem alterar o comportamento da ligação. A Figura 1 apresenta os fatores considerados.