

AValiação EXPERIMENTAL DE LIGAÇÕES MADEIRA-CONCRETO COM CONECTORES DE BARRAS DE AÇO

Márcio Sampaio Sarmet Moreira (msarmet@ufv.br) - Universidade Federal de Viçosa; **Juliano Correa** (julianocivil@yahoo.com.br) - Universidade Federal de Viçosa; **Rita de Cássia Silva Santana Alvarenga** (ritadecassia@ufv.br) - Universidade Federal de Viçosa

RESUMO: Ao longo das últimas décadas tem ocorrido um acentuado desenvolvimento de tecnologias modernas do uso da madeira nas estruturas de construções. Entre estas tecnologias destacam-se as soluções construtivas de sistemas de piso com vigas T mistas madeira-concreto, com alma de madeira e mesa de concreto armado. Apresenta-se neste trabalho a avaliação experimental do desempenho de conectores de ligação de peças mistas madeira-concreto, obtidos de barras redondas de aço. Foram confeccionados corpos-de-prova simétricos com três peças, com peças laterais de madeira e peça central de concreto. Nas ligações foram utilizados conectores de barra de aço, executados como pinos retos, com cabeça, dispostos normais às peças de madeira e na forma de arco, com fixação na madeira por cravação direta ou com emprego de adesivo epóxi. Nos ensaios, os corpos-de-prova foram submetidos à força de compressão crescente. Foram obtidas as resistências e as curvas força x deslocamento, a partir das quais foram avaliados os processos de rupturas e as rigidezes relativas aos estados limites últimos (K_u) e de serviço (k_s). Estas rigidezes foram obtidas pela inclinação da reta secante aos trechos compreendidos, respectivamente, entre 10% e 40% e entre 10% e 70% da resistência. Os resultados obtidos indicaram a ocorrência de elevadas resistências e processos de ruptura dúcteis para todas as ligações avaliadas, além de ganho de rigidez nas ligações com conectores na forma de arco.

Palavras-chave: ligações de peças mistas, resistência e rigidez de ligações, conectores de barra de aço.

EXPERIMENTAL EVALUATION OF A WOOD-TO-CONCRETE JOINT USING STEEL-BAR CONNECTIONS

ABSTRACT: The last decades have seen great development of modern technologies having to do with the use of wood in construction. Among others, attention is drawn to the solution for flooring systems that use T-shaped beams made of a wood web and a reinforced-concrete flange. This work describes an experimental investigation in which round steel bars were used to connect timber to concrete. Symmetric, three-member specimens were built; the outside pieces were wood, the inside was made of concrete. The connectors consisted of straight pins with heads, cut from the bars, inserted normally to the wood surface and shaped like arches. They were simply driven into the wood or glued with an epoxy adhesive. These specimens were then tested in compression and yielded a force-displacement diagram, along with data on strength. The diagrams gave information on the fracture process and the stiffness that may be related to the ultimate (K_u) and service (k_s) limit states. The two values of stiffness were calculated from the slope of the secant to the intervals, respectively, 10-40% and 10-70% of the strength. The results thus obtained showed that strength was high in all cases, with ductile process. It was also found that arch-shaped connectors gave stiffer joints.

Keywords: joints of mixed materials, joint strength and stiffness, steel-bar connectors.

1. Introdução

Ao longo dos últimos anos tem ocorrido um maior incentivo para o uso da madeira nas estruturas das construções, principalmente nos países desenvolvidos. Este incremento é motivado pela disponibilidade de novas tecnologias para aplicação do material e também pelo caráter sustentável de sua obtenção e uso, que têm assumido importância crescente.

Pelo fato da madeira ser um recurso natural renovável constituído basicamente de cadeias de carbono resgatadas da atmosfera, de apresentar reduzido consumo de energia nas fases de produção e beneficiamento, além de permitir o reaproveitamento dos resíduos na geração de energia, contribuem de forma significativa com a sustentabilidade ambiental. Além disso, as árvores de origem da madeira, enquanto vivas, realizam um importante trabalho de proteção ambiental, como a proteção do solo contra a erosão, a contribuição na penetração das águas pluviais no solo e a minimização do aquecimento local.

As dimensões sociais e econômicas da sustentabilidade do uso da madeira são contempladas, principalmente, pela significativa geração de trabalho e renda na cadeia produtiva, tanto na produção de florestas plantadas, quanto nas fases de processamento e beneficiamento do material, que podem ser realizadas em propriedades rurais e empresas de pequeno e médio porte. Entre as tecnologias desenvolvidas mais recentemente, visando o emprego da madeira nas estruturas, destacam-se as soluções mistas madeira-concreto para sistemas de piso, que apresentam bom comportamento estrutural, execução rápida e facilitada, além de menores custos. O aspecto estético e acolhedor no uso de peças estruturais de madeira é também um fator favorável importante.

Em comparação às estruturas de piso de concreto armado, as estruturas mistas madeira-concreto apresentam redução dos escoramentos e menor peso próprio. Em relação às estruturas mistas aço-concreto, a principal vantagem deve-se ao menor custo, principalmente em regiões afastadas de usinas siderúrgicas e com maior disponibilidade de madeira. Em relação às estruturas unicamente de madeira, o emprego de vigas mistas conduz a maior capacidade de carga e rigidez, com redução das vibrações. O uso da laje de concreto armado sobre o vigamento de madeira permite melhor isolamento acústico, maior dificuldade de propagação do fogo, além de produzir proteção mecânica e impermeabilização do madeiramento e, conseqüentemente, maior durabilidade da madeira, particularmente importante em lajes externas como nas pontes.

Entre os diferentes sistemas construtivos que têm sido propostos, um dos mais simples e eficientes consiste no uso de um conjunto de vigas T afastadas entre si, trabalhando simplesmente apoiadas, com almas de peças de madeira e mesas formadas por uma laje de concreto armado, ligadas por meio de conectores mecânicos. Estas vigas mistas podem atingir, em comparação com vigas isoladas de madeira de mesma dimensão, ganhos superiores a 300% na rigidez e de a 100% do módulo resistente à flexão.

O comportamento à flexão de peças mistas é fortemente influenciado pelo sistema de conexão, podendo ser considerado rígido ou flexível. Nos sistemas de conexão considerados rígidos ou totalmente rígidos, os deslocamentos relativos entre as peças ligadas são completamente impedidos ou muito reduzidos, de modo a poderem ser desprezados. Neste caso, os esforços internos previstos de ocorrerem, obtidos com a inércia à flexão da seção transversal aparente, são efetivamente mobilizados e integralmente transmitidos pela conexão. Nos sistemas flexíveis, também chamados semi-rígidos, os deslocamentos relativos são significativos, influenciam a distribuição de tensões e apenas parte dos esforços inicialmente previstos podem ser efetivamente mobilizados e transmitidos pela conexão.