



Anais do 10º Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira - EBRAMEM 2006

30 de Julho a 02 de Agosto, São Pedro – SP

CEVEMAD/UNESP - IBRAMEM

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DE CONECTORES FORMADOS POR BARRAS DE AÇO COLADAS COM FORMATO “X” EM CORPOS-DE-PROVA DE MADEIRA E CONCRETO

Julio César Pigozzo (jcpigozzo@uem.br)

Universidade Estadual de Maringá – Departamento de Engenharia Civil

Carlito Calil Junior (calil@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – SET – LaMEM

Francisco Antonio Rocco Lahr (frocco@sc.usp.br)

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – SET – LaMEM

RESUMO: No Brasil ainda não existem procedimentos normativos que regulamentam os ensaios de conectores de cisalhamento para as estruturas mistas de madeira e concreto. Devido a grande diversificação dos conectores, quanto a forma; a rigidez; a resistência última e o posicionamento na peça estrutural e, variáveis como: os espaçamentos entre conectores; os espaçamentos entre os conectores e as bordas das peças de madeira ou concreto; a variabilidade de dimensões e propriedades mecânicas e elásticas dos materiais envolvidos na conexão e, a taxa e disposição das armaduras nas peças de concreto, vários documentos normativos sugerem que os corpos-de-prova representem o comportamento real da conexão. Neste trabalho utilizou-se um corpo-de-prova do tipo “push-out” simétrico para caracterizar o comportamento dos conectores formados por barras de aço coladas no formato “X”, com inclinação de 45° em relação às fibras da madeira. Utilizou-se madeira de Eucalipto citriodora roliço, com superfície natural, barras de aço de alta resistência com superfície filetada (aço CA 50) e concreto armado de média resistência. As barras de aço foram coladas na madeira com resina epóxi Sikadur 32 Fluido e ancoradas no concreto por aderência. Em cada barra de aço, na direção axial e na superfície do plano cisalhante foram fixados dois extensômetros elétricos diametralmente opostos. Os resultados apresentam o comportamento das barras ancoradas, as distribuições das solicitações, a forma e o mecanismo de ruptura e os procedimentos utilizados para se obter o módulo de deslizamento e resistência última da conexão.

Palavras chaves: módulo de deslizamento, rigidez da conexão, resistência limite

BEHAVIOR STUDY OF SHEAR CONNECTORS FORMED BY STEEL RODS IN “X” FORM BONDED-IN IN WOOD-CONCRETE SPECIMENS

ABSTRACT: In Brazil, we still do not have normative procedures which rule the shear connector tests for mixed wood-concrete structures. Due to the great connector diversification, regarding shape, stiffness, limit resistance and the placement in the structural piece; and variables as: spaces between connectors, spaces between connectors and the piece ends of wood or concrete, dimension variation and mechanical and elastic properties of the materials involved, besides the rate and reinforced grid disposition in the concrete pieces, several normative documents suggest that wood-concrete specimens represent the real connection behavior. In this work we used a push-out type specimen in order to characterize the behavior of the connectors formed by bonded-in steel rods in “X” format, with a 45° between the rods and the wood fibers. Round *Eucalyptus citriodora* wood was used, with natural surface, highly strong steel rods with threaded surface (CA-50 steel) and reinforced concrete of medium resistance. The steel rods were bonded in the wood with epoxy resin Sikadur 32 fluido and anchorage in the concrete by adherence. In each steel rod, in the alignment and parallel to the shear plan, two electric extensometers were fixed diametrically opposed. The results present the behavior of the anchorage bars, the force distributions in the steel bars, as well as the rupture way and mechanism and the procedures to obtain the connection slip modulus and limit resistance.

Keywords: slip modulo; connection stiffness; strength connection; limit strength

1. INTRODUÇÃO

Muitos são os tipos de conectores possíveis para as estruturas mistas de madeira e concreto, as principais características que permitem comparações entre eles são: a resistência última, o módulo de deslizamento e o custo final de instalação. O módulo de deslizamento representa a rigidez da conexão, é obtido por meio de ensaio do tipo “push out” em corpo-de-prova simétrico de madeira e concreto, com dimensões compatíveis com o problema real. Corresponde à relação entre a força aplicada e o deslocamento relativo entre a madeira e o concreto, considerando simultaneamente as deformações da madeira; do concreto e do conector. No Brasil poucos são os estudos publicados sobre estruturas mista de madeira e concreto, a maioria utilizou conectores do tipo: pregos, parafusos ou pinos de aço circulares, perpendiculares à superfície cisalhante, concentrando-se predominantemente nos estudos de vigas mistas com seção “T”. Nos estudos apresentados por MATTHIESEN (2001, Tab. 4, p. 43), observa-se as vantagens da disposição em “X” em relação a posição perpendicular. Os conectores em “X”, pela forma de solicitação das barras, apresentaram rigidez, de duas a dez vezes maiores, comparados aos conectores perpendiculares, dependendo do diâmetro considerado.

A ancoragem de barras de aço com resinas epóxi são econômicas e confiáveis quando bem projetadas e executadas. A utilização de barras de aço coladas em estruturas de madeira teve início com a necessidade de fixar parafusos em determinadas posições, sujeitos a ações axiais, laterais ou combinações. Tais conexões são recomendadas pelo seu excelente desempenho, simplicidade, economia e estética agradável. Variações nas posições das barras de aço coladas, inicialmente pesquisadas por TURKOWSKYJ (1991) apud MADSEN (1996), no Instituto Tsniisk, em Moscou, mostraram excelentes resultados. As barras de aço coladas inclinadas em relação às fibras das peças madeiras, são mais eficientes, conseguem transmitir forças em suas direções até o limite da capacidade do aço, transmitem esforços para uma maior região da peça de madeira permitindo melhor distribuição de tensões, são menos vulneráveis a rachaduras da madeira na área da ligação, aumentam a resistência da madeira ao cisalhamento e apresentam excelente comportamento de grupo, todas as barras trabalham simultaneamente permitindo uma ligação de grande resistência e rigidez.

Neste trabalho procurou-se avaliar o comportamento e o mecanismo de ruptura da conexão formada por barras de aço coladas inclinadas de 45°, em relação às fibras da madeira, com resina epóxi, no formato “X”. Procurou-se determinar a distribuição de forças que agem nas barras de aço, o módulo de deslizamento e a resistência última da conexão.

2. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

RANTA-MAUNUS e KANGAS (1994), estudaram as conexões em “V”, com solicitações de tração centrada, e cisalhamento na direção do eixo da viga, conforme a Figura 1 a seguir:

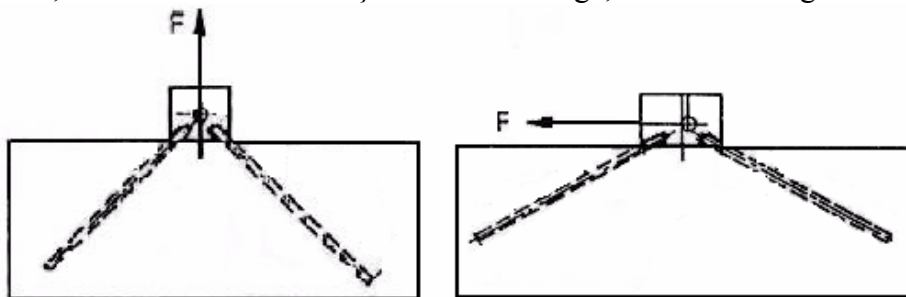


Figura 1 – Conexões com barras de aço coladas. RANTA-MAUNUS e KANGAS (1994).