

**VIII ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA
UBERLÂNDIA – JULHO DE 2002**

**AValiação DA FORÇA NOS CONECTORES METÁLICOS EM ESTRUTURAS MISTAS EM
CONCRETO E EM MADEIRA**

Julio Soriano (julio@unasp.br)

Centro Universitário Adventista UNASP – FACIT - Engenharia Civil

Nilson Tadeu Mascia (nilson@fec.unicamp.br)

Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Civil

RESUMO: No dimensionamento de estruturas mistas em concreto-madeira com sistema de ligação flexível é de fundamental importância a verificação do efeito das forças que se concentram nos pinos. Estes pinos que transmitem os esforços de cisalhamento horizontal entre a madeira e o concreto. A força nos conectores deve ser avaliada para as considerações de projeto da estrutura de tal maneira que se evite a falha do sistema de ligação por efeito de ação concentrada no concreto, embutimento na madeira ou ainda por efeito de corte nos próprios conectores. Neste trabalho são apresentadas formas de se estimar essa força concentrada com base nas indicações do EUROCODE 5 (1993) e, também, através de resultados obtidos de equações diferenciais desenvolvidas para os modelos dos painéis ensaiados. Esses resultados teóricos são comparados com valores estimados diretamente da relação módulo de deslizamento da ligação e o deslocamento relativo concreto-madeira. Os resultados dessa análise permitiram verificar a validade dos processos apresentados para a estimativa da força mobilizada pelos conectores, a ser considerada no dimensionamento de estruturas mistas em concreto-madeira.

Palavras-chave: madeira, concreto, estruturas mistas

**EVALUATION OF THE FORCE IN THE METALLIC CONNECTORS IN
TIMBER-CONCRETE COMPOSITE STRUCTURES**

ABSTRACT: In the timber-concrete composite structure design which is made of flexible connection systems it is of basic importance the verification of the effect of the forces that are concentrated in the dowels. These dowels transmit the horizontal shear efforts between the timber and the concrete parts. The force in the connectors must be evaluated for the consideration of the design of the structure in such way that it is prevented the fail of the connection systems for the effect of concentrated action in the concrete, the crushing in the timber or still for the effect of shear in the connectors. In this work, forms of estimating this force are presented which are based on the indications of EUROCODE 5 (1993) and through obtained results of differential equations developed for the models of the tested panels. These theoretical results are compared with the estimated values directly from the relationship of the connection system modulus and the timber-concrete relative slip. The results of this analysis allowed verifying the validity of the processes presented for the estimated force mobilized from the connectors, to be considered in the design of timber-concrete composite structures.

Keywords: wood, concrete, composite structures.

1. INTRODUÇÃO

De uma maneira geral, no dimensionamento das estruturas mistas em concreto e em madeira, além de se verificar as condições de estados limites de utilização, deve-se também, atender as condições de segurança dos estados limites últimos, de tal maneira que as solicitações de cálculo não superem os valores das resistências de cada um desses materiais. Nessas estruturas, o sistema de ligação a ser utilizado entre esses dois materiais tem grande importância para se alcançar um desempenho estrutural desejado.

Em particular, no caso do sistema de ligação semi-rígida, por exemplo, pregos e parafusos, cuidados especiais devem ser tomados no sentido de se caracterizar os efeitos da força concentrada nos materiais que compõem a seção transversal da estrutura. Como efeito localizado, nas proximidades do pino metálico, essa força concentrada pode ocasionar o esmagamento das fibras de madeira e/ou o fendilhamento na laje de concreto, conforme apresentado em SORIANO (2001). Deve-se, também, relevar a capacidade de resistência dos conectores ao cisalhamento horizontal na superfície de contato entre o concreto e a madeira. Há situações nas quais o sistema de ligação discreto define o estado limite último da estrutura, sendo, portanto, para essa verificação, de fundamental importância estimar o valor da força concentrada em cada conector.

Um modelo para o dimensionamento de viga mista em concreto e madeira solicitada por carregamento uniformemente distribuído e carga axial aplicada no centro de gravidade da mesa é apresentado por STEVANOVIC (1996). Neste procedimento a estrutura é modelada por uma equação diferencial de 4ª ordem, cuja resolução permite então avaliar o fluxo horizontal de cisalhamento e, por sua vez, o valor da carga por conector do sistema de ligação. Um modelo mais simples para o cálculo de estruturas mistas em concreto e madeira é sugerido por CECCOTTI (1995) com base na norma européia de estruturas de madeira, EUROCODE 5 (1993), que trata do sistema de ligação discreto e flexível para materiais de propriedades mecânicas diferentes. Em ambos os modelos utiliza-se o módulo de deslizamento da ligação.

Do ponto de vista da quantificação experimental da força que atua em cada conector, é possível uma estimativa por meio da rigidez dos conectores e o deslizamento medido na interface de ligação mesa-alma. Portanto, é necessário conhecer o módulo de deslizamento do sistema de ligação, o qual pode ser determinado através de ensaios de corpos-de-prova de cisalhamento.

2. MÉTODOS DE CÁLCULO

Objetivando a determinação da força que deve ser considerada no dimensionamento de estruturas mistas apresentam-se dois métodos de cálculo. O primeiro está fundamentado no desenvolvimento de equações diferenciais, o qual pode ser visto em STEVANOVIC (1996). O segundo processo de cálculo refere-se a uma adaptação de expressões apresentadas no EUROCODE 5 (1993), como sugere CECCOTTI (1995).

2.1. Método das Equações diferenciais (ED)

Com base no procedimento de cálculo apresentado por STEVANOVIC (1996), as expressões para a determinação da força que atuará em cada conector são desenvolvidas por meio de