



AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO VIGAS MISTAS DE MADEIRA E CONCRETO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

¹**Julio C. Molina** (molina@itapeva.unesp.br), ²**Carlito Calil Junior**. (calil@sc.usp.br)

¹**Univesidade Estadual Paulista - UNESP**

Faculdade de Engenharia Industrial Madeireira de Itapeva

²**Universidade de São Paulo - USP**

Departamento de Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos

RESUMO: Este trabalho de pesquisa teve a finalidade de avaliar o perfil de temperatura em duas vigas mista de madeira e concreto com seção transversal T e sistema de conexão metálico submetida a altas temperaturas. O sistema de conexão, neste caso, foi efetuado por barras de aço comum, com 12,5 mm de diâmetro, igualmente espaçadas. A seção transversal da viga mista foi composta por uma alma de madeira com dimensões 5 cm x 15 cm e mesa de concreto com dimensões 30 cm x 5 cm. Foi considerado na análise da seção transversal da viga um tempo de exposição ao fogo de 40 minutos. A modelagem numérica das vigas mistas foi realizada a partir da utilização do software ANSYS, versão 10.0, que tem como base no Método dos Elementos Finitos. Os resultados das simulações numéricas foram comparados com os resultados experimentais fornecidos por duas vigas mistas instrumentadas com termopares e submetidas a altas temperaturas em um forno horizontal de ensaios construído na EESC/USP para tal finalidade. Os resultados numéricos e experimentais apresentaram uma boa concordância, neste caso. Como resultados são apresentados os perfis de temperatura na seção transversal para vários tempos de aquecimento, assim como toda estratégia de modelagem e elementos finitos utilizados na determinação do perfil de temperatura.

Palavras Chave: viga mista, incêndio, madeira-concreto, resistência, perfil de temperatura.

EVALUATION OF THE BEHAVIOUR OF TIMBER - CONCRETE COMPOSITE BEAMS IN FIRE

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the temperature profile in two timber-concrete composite beam with cross-section T and metallic connection system subjected to high temperatures. The connection system was performed by steel bars with 12.5 mm diameter, equally spaced. The cross section of the composite beam consisted of a wooden piece with dimensions 5 cm x 15 cm connected of a concrete slab with dimensions 30 cm x 5 cm. It was considered a time of fire exposure of 40 minutes. The numerical modeling of the composite beam was carried out using the ANSYS software, version 10.0, which is based on the Finite Element Method. The results of numerical simulations were compared with the experimental results provided by two composite beam instrumented with thermocouples and subjected to high temperature in a horizontal furnace constructed on EESC/USP for this purpose. The numerical and experimental results showed good agreement in this case. As a result, the temperature profiles are shown in cross section for various heating times and all modeling and finite element strategy used to determine the temperature profile.

Keywords: composite beam, fire, wood-concrete, strength, profile of temperature

1. INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil existe a necessidade do desenvolvimento de pesquisas voltadas para a análise de elementos estruturais em situação de incêndio seja em caráter teórico, numérico ou experimental. O sistema estrutural misto de madeira e concreto é apresentado como uma solução que pode aumentar a vida útil da madeira, pois é um sistema de fácil implementação e apresenta vantagens econômicas e estruturais com relação à madeira e o concreto nas suas formas simples. Investigações experimentais do comportamento do sistema misto madeira-concreto em altas temperaturas foram realizadas na Nova Zelândia por O'NEILL (2010) e na Suíça por FRANGI (2010) para verificação da resistência do sistema. Trabalhos experimentais sobre a madeira em condições de incêndio também foram desenvolvidos nos EUA por KODUR (2012) e no Brasil por PINTO (2008). Por outro lado, no Brasil, a maioria dos estudos envolvendo elementos estruturais em altas temperaturas tinham até pouco tempo um caráter essencialmente numérico e envolviam os materiais aço, concreto e os sistemas mistos de aço e concreto. Estes estudos, desenvolvidos até no início do ano de 2012, tiveram um caráter essencialmente numérico por não existir no país equipamentos que permitissem a realização de testes de elementos estruturais com dimensões reais sob carregamento. De acordo com MORENO JUNIOR, MOLINA e CALIL JUNIOR (2013), o primeiro forno horizontal do Brasil desta natureza entrou em funcionamento no início do segundo semestre de 2012 na EESC/USP. Vale mencionar que os custos para o ensaio de um elemento estrutural em escala real, e em altas temperaturas, podem chegar a valores em torno de 30 mil dólares, de acordo com KODUR e FIKE (2009).

Além disso, os modelos de cálculo para altas temperaturas baseiam-se em métodos numéricos tais como Método das Diferenças Finitas (MDF) e Método dos Elementos Finitos (MEF). Esses métodos permitem a obtenção da temperatura durante o processo de aquecimento. Para utilização destes métodos é necessário a utilização de programas computacionais com configurações e ferramentas compatíveis com o esforço numérico para a resolução do problema. Alguns programas usados, neste caso, que podem ser citados são ADAPTIC, SUPRTEMPCALC, SAFIR e VULCANO. A análise numérica de transferência de calor também pode ser realizada por pacotes comerciais que tem como base o Método dos Elementos Finitos, tais como ANSYS, ABAQUS, ADINA e DIANA, todos conhecidos mundialmente. A análise térmica geralmente tem um caráter transiente, considerando o fato de que a temperatura num ambiente em chamas tem variação com o tempo.

Dentro deste contexto, o trabalho proposto neste manuscrito foi desenvolvido pela necessidade de obtenção de informações sobre o comportamento de vigas mistas de madeira e concreto em altas temperaturas tendo em vista a complementação da análise experimental realizada no forno horizontal construído no Laboratório de Estruturas da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (SET/EESC/USP). O principal objetivo deste trabalho foi a simulação numérica do campo de temperatura de vigas mistas de madeira e concreto de seção T com conectores formados por barras de aço dispostas na posição vertical com relação às fibras da madeira. Como resultado deste trabalho são apresentados os principais elementos finitos utilizados pelo software ANSYS na modelagem do elemento estrutural misto considerado. São também apresentados os campos de temperatura principalmente nas regiões dos conectores, os quais foram posicionados na interface dos materiais madeira e concreto. São apresentadas ainda as propriedades térmicas dos materiais utilizados na composição do sistema misto, as quais foram informadas ao software na simulação numérica em questão.

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL

2.1 Primeiro ensaio realizado: viga mista de madeira e concreto

No primeiro teste realizado no forno da EESC/USP considerou-se uma viga mista de madeira e concreto de seção transversal T tendo esta 6 metros de comprimento e conectores de aço CA-50 colados com resina epóxi (Compound 32), espaçados entre si de