

# CNME 2014



9º congresso nacional de mecânica experimental

## Livro de Resumos

Congresso Nacional de Mecânica Experimental

Editores: Humberto Varum, Rui Moreira, António Completo, Hugo Rodrigues, Joaquim Silva Gomes,  
Nuno Lopes, Victor Neto

Edição 2014

Impressão e acabamentos: Sersilito-Empresa Gráfica, Lda.

ISBN: 978-95695-5-3

Depósito legal: 382443/14

## PREFÁCIO

*A Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões (APAET) organiza mais um dos seus encontros nacionais, promovendo a reunião de investigadores nacionais e internacionais com atividade de relevo no uso de técnicas experimentais dentro das mais variadas áreas de desenvolvimento científico e industrial.*

*No cumprimento deste seu objetivo, o 9º Congresso Nacional de Mecânica Experimental é organizado no seio da Universidade de Aveiro, numa ação conjunta dos departamentos de Engenharia Civil e de Engenharia Mecânica dessa universidade.*

*O Congresso reúne 105 contribuições, distribuídas pelas mais diversas áreas da engenharia que aplicam e desenvolvem técnicas de análise experimental e técnicas de modelação numérica relacionadas com a atividade experimental. Conta com 5 sessões plenárias com intervenções de reputadas personalidades com forte ação experimental, quer a nível académico quer a nível industrial.*

*A organização deste evento gostaria de expressar o apreço e agradecimento a todos os participantes, à instituição de acolhimento, aos membros da comissão organizadora, da comissão executiva e da comissão científica, aos revisores dos artigos, às entidades patrocinadoras, e a todos aqueles que de uma forma ou de outra contribuíram para o sucesso deste 9º Congresso Nacional de Mecânica Experimental.*

Aveiro, 15 de Outubro de 2014

Humberto Varum  
Rui Moreira

## COMISSÕES

### **Comissão Organizadora**

Humberto Varum, FEUP (*Chair*)

Rui Moreira, UA (*Chair*)

António Completo, UA (*Co-chair*)

Hugo Rodrigues, IPL / UA (*Co-chair*)

Joaquim Silva Gomes, FEUP (*Co-chair*)

Nuno Lopes, UA (*Co-chair*)

Victor Neto, UA (*Co-chair*)

### **Comissão Executiva**

André Reis, UA

Bárbara Gabriel, UA

Catarina Fernandes, UA

Dora Silveira, UA

Flávio Arrais, UA

José Melo, UA

Maria Fonseca, UA

Nélia Alberto, UA

Raul Simões, UA

Vítor Silva, UA

## Comissão Científica

A. Simões, UA  
A. Sousa Miranda, UM  
A. Torres Marques, FEUP  
Abílio de Jesus, UTAD  
Aldina Santiago, FCTUC  
Alexandre Costa, ISEP  
Álvaro Cunha, FEUP  
Aníbal Costa, UA  
António Arêde, FEUP  
António Completo, UA  
Artur Pinto, ELSA, JRC, Itália  
Carlos Chastre Rodrigues, UNL  
Carlos Coelho, UA  
Cristina Costa, IPTomar  
Cristina Oliveira, IPSetúbal  
Daniel Oliveira, UM  
Débora Ferreira, IPB  
Eduardo Júlio, IST  
Elsa de Sá Caetano, FEUP  
Elza Fonseca, IPB  
Ema Coelho, LNEC  
F. Queirós de Melo, UA  
Fernando Almeida, UA  
Fernando Branco, IST  
Fernando Pinho, UNL  
Filipe Teixeira-Dias, UEdinburgh, UK  
Graça Vasconcelos, UM  
Hugo Rodrigues, IPL / UA  
Humberto Varum, FEUP  
J.C. Reis Campos, FMDUP  
João Estêvão, UAlgarve  
João G. Ferreira, IST  
João Lanzinha, UBI  
João Paulo Gouveia, ISEC  
João Miranda Guedes, FEUP  
João Paulo Rodrigues, FCTUC  
Joaquim Barros, UM  
Joaquim Silva Gomes, FEUP  
Jorge Branco, UM  
Jorge Gomes, LNEC  
Jorge Tiago Pinto, UTAD  
José Fernando Dias Rodrigues, FEUP  
José J. L. Morais, UTAD  
José M. Cirne, FCTUC  
Júlio Montalvão e Silva, IST  
Luís Simões da Silva, FCTUC  
Manuel Freitas, IST  
Manuel Senos Matias, UA  
Mário Santos, LNEG  
Mário Vaz, FEUP  
Mónica Oliveira, UA  
Nuno Lopes, UA  
Patrício Rocha, IPVianaCastelo  
Paulo André, IST  
Paulo Bártolo, IPL  
Paulo Cachim, UA  
Paulo Candeias, LNEC  
Paulo Costeira, IPViseu  
Paulo Cruz, UM  
Paulo Flores, UM  
Paulo Fernandes, IPL  
Paulo Fernandes, IST  
Paulo Lourenço, UM  
Paulo Piloto, IPB  
Paulo Tavares de Castro, FEUP  
Paulo Vila Real, UA  
Pedro Delgado, IPVianaCastelo  
Raimundo Delgado, FEUP  
Romeu Vicente, UA  
Rui Carneiro de Barros, FEUP  
Rui Faria, FEUP  
Rui M. Guedes, FEUP  
Rui Moreira, UA  
Rui Rúben, IPL  
Rui Simões, FCTUC  
Rui Silva, UA  
Válter Lúcio, UNL  
Victor Neto, UA

## AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DO COMPORTAMENTO AO FOGO DE LAJES CELULARES EM MADEIRA COM DIFERENTES PERFURAÇÕES

### EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF THE FIRE BEHAVIOUR OF CELLULAR WOOD SLABS WITH DIFFERENT PERFORATIONS

Meireles, J.M.<sup>1</sup>; Piloto, P.A.G.<sup>1</sup>; Fonseca, E.M.M.<sup>1</sup>; Santos, H.S.<sup>2</sup>; Barreira, L.M.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ESTIG, Instituto Politécnico de Bragança

<sup>2</sup> Jular MADEIRAS



#### RESUMO

*As lajes em madeira são elementos estruturais com aplicação crescente, em particular na reabilitação de elementos existentes, na adequação de grandes espaços interiores e na construção de novas estruturas. As excelentes propriedades mecânicas, associadas a elevadas propriedades térmicas e acústicas fazem deste material uma solução ideal para lajes de pavimentos e de coberturas. Para avaliação do comportamento ao fogo, foram realizados dois ensaios em lajes celulares (3 células) com diferentes perfurações (pequenos e grandes retângulos). Estas lajes são constituídas por vigas de secção retangular (tricapá casquinha) ligadas a uma armadura (vigas Kerto), com conetores metálicos SIMPSON e painéis de teto e pavimento tricapa casquinha. As lajes foram instrumentadas com termopares tipo K, termopares de discos de cobre para superfície não exposta e termopares de placa para medição da temperatura no compartimento de incêndio e nas células. Foi utilizado um forno de resistência ao fogo, com a prescrição da curva ISO834. Neste trabalho são apresentados os resultados da evolução da temperatura nos painéis perfurados, nas vigas, conetores, superfície não exposta e apresentados resultados da taxa de carbonização de cada célula.*

#### ABSTRACT

The wood slabs are structural elements with increasing application, particularly in the rehabilitation of existing elements, adequacy of large interior spaces and new building structures. The excellent mechanical properties, associated with high thermal and acoustic properties make this material an ideal solution for floor slabs and roofs. For evaluation of the fire performance, two tests were performed on cellular slabs (3 cells) with different perforations (small and large rectangles). These slabs are composed of rectangular beams (three layers) attached to main wood structure (Kerto beams) with Simpson metal connectors and using three layers wood panels for ceiling and floor. The slabs were instrumented with wire type K thermocouples on specific measuring points, copper disks thermocouples on the unexposed floor surface panel and plate thermocouples for measuring the temperature in the fire compartment and cells. A fire resistance furnace was used with the prescription of ISO834 curve. This paper presents the results of the temperature in the perforated panels, beams, connectors, unexposed floor surface and results of charring rate for each cell of the ceiling (different perforations)

## 1- INTRODUÇÃO E MÉTODOS

As lajes em madeira com perfurações são elementos estruturais com crescente utilização na reabilitação de estruturas existentes e na construção de espaços singulares. Estas perfurações favorecem o comportamento acústico dos espaços, mas podem condicionar a resistência ao fogo. Este trabalho visa o estudo do comportamento ao fogo de duas lajes celulares em madeira com diferentes perfurações na placa inferior (teto). Pretende-se avaliar a resistência ao fogo de lajes com diferentes tipos de furação, sem utilização de carga mecânica e caracterizar a velocidade de carbonização. Na Fig.1 está representada a geometria da furação em estudo, conferindo 3 tipos de células. Este tipo de laje surge no seguimento de outros trabalhos experimentais e numéricos já realizados (Frangi et al, 2005; Frangi et al, 2008; Fonseca et al, 2013).

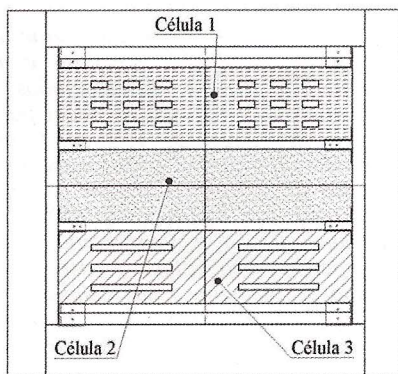


Fig. 1 – Identificação das células da laje.

Os resultados experimentais permitirão quantificar a evolução da temperatura na placa do teto, nas vigas, na placa de pavimento, nos conectores e nos compartimentos celulares. As lajes foram ensaiadas num forno de resistência ao fogo, utilizando a abertura superior, ver Fig.2.

Foram utilizados termopares tipo K, termopares de placa, termopares de disco de cobre e medições com termografia infravermelha, para caracterização do comportamento térmico.

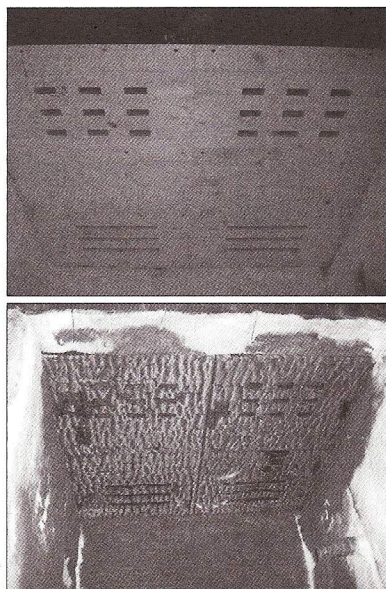


Fig. 2 – Posição da laje 1 no forno de resistência, antes e depois do ensaio.

## 2- RESULTADOS E CONCLUSÃO

Foram realizadas várias medições de temperatura e de espessura carbonizada. Foi comparado o comportamento térmico dos diferentes componentes, em particular a placa do teto e do pavimento. Os resultados permitiram concluir que as perfurações aumentam a superfície da madeira exposta à ação do fogo, facilitando a penetração das chamas e o fluxo de calor para o interior das células. Nestas condições, a taxa de carbonização é duas vezes superior a uma solução sem perfurações (célula 2), confirmando os resultados Frangi *et al.* 2005.

## 3- REFERÊNCIAS

- Fonseca E.M.M., Couto D., Piloto P.A.G. 2013. Fire safety in perforated wooden slabs: a numerical approach, WIT Transactions on the Built Environment, Vol.134, WIT Press, Fifth Int. Conf. on Safety and Security Engineering, Garzia, Brebbia, Guarascio (Eds.), p. 577-584.
- Frangi A., Knobloch M., Fontana M. 2008. Fire design of timber slabs made of hollow core elements. Engineering Structures, USA.
- Frangi A., Fontana M. and Schleifer V. 2005. Fire behaviour of timber surfaces with perforations. Fire and Materials, 29, p. 127-146.