



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



associação luso-brasileira
para a segurança contra incêndio



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Patrocínios



ORDEM DOS
ENGENHEIROS
TÉCNICOS

Apoio



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



associação luso-brasileira
para a segurança contra incêndio

5.º JORNINC

Jornadas de Segurança
aos **Incêndios Urbanos**



LISBOA • LNEC • 1 e 2 de junho de 2016

LIVRO DE RESUMOS

EDITORES

João Viegas; Carlos Pina dos Santos; José Pedro Lopes
Luís Laím; Nuno Lopes; Paulo Piloto

Aviso Legal

A qualidade científica e os conteúdos das comunicações são da inteira responsabilidade dos respetivos autores. O editor não aceita qualquer responsabilidade pela informação contida nas comunicações inseridas na presente publicação.

Nos termos legais em vigor, é expressamente proibida a reprodução total ou parcial desta publicação, no seu todo ou em parte, não podendo ser reproduzida ou transmitida por qualquer forma ou processo eletrónico, mecânico ou outros, incluindo cópia, sem autorização expressa do editor.

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.
Divisão de Divulgação Científica e Técnica
AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA
e-e: livraria@lnec.pt
www.lnec.pt

AGRADECIMENTOS

Os organizadores da conferência agradecem o apoio concedido pelas seguintes entidades:

ALBRASCI

Associação Luso-Brasileira para a Segurança Contra Incêndio

ANPC

Autoridade Nacional de Proteção Civil

FUNDCIC

Fundo para o Desenvolvimento das Ciências da Construção

IPB

Instituto Politécnico de Bragança

LNEC

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

UA

Universidade de Aveiro

UC

Universidade de Coimbra

Ertecna Lda.

OET

Ordem dos Engenheiros Técnicos

Tecnilab Portugal, S.A.

Teixeira Duarte – Engenharia e Construções, S. A.

SODECA Portugal Lda.

Revista **Proteger**

PREFÁCIO

A segurança aos incêndios urbanos assume particular importância pelo risco normalmente associado a este tipo de acidentes, tendo como objetivo a redução do número de ocorrências, das vítimas mortais, dos feridos, dos prejuízos materiais, dos danos patrimoniais, ambientais e de natureza social. O conhecimento associado a esta situação accidental é o resultado da evolução do conhecimento empírico, desenvolvido ao longo dos anos com incêndios reais e exercícios, e o resultado do conhecimento científico, normalmente desenvolvido nas instituições do Sistema Científico e Tecnológico, tendo em consideração a complexidade dos fenómenos e a respetiva interdisciplinaridade. Com vista à redução do risco de incêndios urbanos, Portugal tem assistido ao crescimento e atualização desta legislação.

Tendo por objetivo criar um fórum de discussão científica e técnica deste tema, no ano de 2005 foi dado início ao ciclo de Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos, com a realização das 1.^{as} Jornadas na Universidade de Coimbra.

Seguiram-se as 2.^{as} e as 3.^{as} Jornadas, realizadas nos anos de 2011 e 2013 também na Universidade de Coimbra, e as 4.^{as} Jornadas, realizadas em 2014 no Instituto Politécnico de Bragança com o apoio da ALBRASCI (Associação Luso-Brasileira para a Segurança Contra Incêndio). As 5.^{as} Jornadas pretendem dar continuidade à divulgação do desenvolvimento do conhecimento nos diversos domínios da segurança ao incêndio, de modo a constituir um fórum de debate alargado entre engenheiros, arquitetos, professores, investigadores, técnicos, licenciadores e demais entidades do sistema de proteção civil.

A Comissão Organizadora

COMISSÃO ORGANIZADORA

João Viegas (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) – Coordenador
Carlos Pina dos Santos (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)
José Pedro Lopes (Autoridade Nacional de Proteção Civil)
Luís Laím (Universidade de Coimbra)
Nuno Lopes (Universidade de Aveiro)
Paulo Piloto (Instituto Politécnico de Bragança)

COMISSÃO EXECUTIVA

Teresa Fonseca
José Anacleto
Maria Fernanda Carvalho
Dulce Franco

COMISSÃO CIENTÍFICA

Aldina M. da Cruz Santiago (Universidade de Coimbra)
António Leça Coelho (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)
Carlos Ferreira de Castro (Action Modulers)
Carlos Pina dos Santos (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)
Cristina Calmeiro dos Santos (Instituto Politécnico de Castelo Branco)
Débora Ferreira (Instituto Politécnico de Bragança)
Elza Fonseca (Instituto Politécnico de Bragança)
José Carlos M. Góis (Universidade de Coimbra)
João Carlos Viegas (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)
João Paulo C. Rodrigues (Universidade de Coimbra)
João Ramôa Correia (Universidade de Lisboa)
Jorge Gil Saraiva, Coordenador (Dinâmica Aplicada)
Lino Forte Marques (Universidade de Coimbra)
Luís Laím (Universidade de Coimbra)
Luís Mesquita (Instituto Politécnico de Bragança)
Miguel Chichorro Gonçalves (Universidade do Porto)
Nuno Lopes (Universidade de Aveiro)
Paulo A. G. Piloto (Instituto Politécnico de Bragança)
Paulo Jorge M. F. Vila Real (Universidade de Aveiro)
Paulo Lourenço (Universidade do Minho)
Pedro Coelho (Universidade de Lisboa)
Rui Faria (Universidade do Porto)

SESSÕES PLENÁRIAS

O Regime Jurídico de SCIE - do D.L. nº 220/2008 ao D.L. nº 224/2015

Carlos Souto (Autoridade Nacional de Proteção Civil)

Segurança contra incêndios em edifícios. Facilidades para a intervenção dos bombeiros

Carlos Ferreira de Castro (Action Modulers)

Verificação da resistência ao fogo de estruturas de aço e mistas aço-betão

Paulo Vila Real (Universidade de Aveiro)

Ventilação e controlo de fumo em túneis rodoviários

Jorge Saraiva (Dinâmica Aplicada)

A transmissão do calor e a dinâmica do fogo

João Ventura (IN+, Instituto Superior Técnico)

Sustentabilidade, eficiência energética e os desafios para a segurança face ao incêndio

Carlos Pina dos Santos (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)

PROGRAMA GERAL

1 de junho de 2016

Hora	Auditório	Sala
8:00 às 8:30	Registo de participantes	
8:30 às 9:00	Sessão de abertura	
9:00 às 9:30	Sessão plenária I	
9:30 às 11:00	Comportamento das estruturas e dos materiais ao fogo I	
11:00 às 11:30		
11:30 às 12:00	Sessão plenária II	
12:00 às 13:30	Regulamentação, normalização e certificação em segurança contra incêndios	
13:30 às 14:30		
14:30 às 15:00	Sessão plenária III	
15:00 às 16:30	Comportamento das estruturas e dos materiais ao fogo II	Evacuação e comportamento humano em situação de incêndio
16:30 às 17:00		
17:00 às 17:30	Sessão plenária IV	
17:30 às 19:15	Controlo de fumo	Análise de risco de incêndio

2 de junho de 2016

9:00 às 9:30	Sessão plenária V
9:30 às 10:30	Comportamento das estruturas e dos materiais ao fogo III
10:30 às 11:00	
11:00 às 12:00	Organização e gestão da segurança contra incêndio
12:00 às 12:30	Sessão plenária VI
12:30 às 13:00	Sessão de encerramento

ÍNDICE

SESSÕES PLENÁRIAS

Segurança contra incêndio em edifícios. Facilidades para a intervenção dos bombeiros.....	3
Verificação da resistência ao fogo de estruturas de aço e mistas aço-betão.....	4
Ventilação e controlo de fumo em túneis rodoviários	5
A transmissão do calor e a dinâmica do fogo	7
Sustentabilidade, eficiência energética e os desafios para a segurança face ao incêndio.....	9

COMPORTAMENTO DAS ESTRUTURAS E DOS MATERIAIS AO FOGO I

Contributo das geociências na investigação de incêndios em edifícios históricos: o caso da Sé de Lisboa.....	13
Modelação numérica de ensaios experimentais de vigas metálicas à temperatura normal e em situação de incêndio.....	15
Comportamento ao fogo de vigas de betão armado reforçadas com laminados de CFRP instalados em rasgos: ensaios de resistência ao fogo e simulação numérica	17
Modelação numérica da resposta térmica de perfis pultrudidos tubulares de GFRP em situação de incêndio	19
Wooden cellular slabs with and without insulation submitted to fire conditions.....	21
Exploratory tests on structures' resistance during forest fires	23

REGULAMENTAÇÃO, NORMALIZAÇÃO E CERTIFICAÇÃO EM SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS

Bocas-de-incêndio armadas: compatibilização do dimensionamento hidráulico	27
A legislação de segurança ao incêndio na reabilitação de edifícios: resultados de inquérito a entidades e profissionais do sector da construção	29
Análise dos critérios e fatores que determinam as "categorias de risco" previstas na atual legislação de segurança ao incêndio	30
A legislação de segurança contra incêndio em diferentes países.....	31
A segurança ao incêndio e a reabilitação sustentável de edifícios	32
Elevadores para evacuação - Caso de estudo	33

COMPORTAMENTO DAS ESTRUTURAS E DOS MATERIAIS AO FOGO II

Behaviour of cellular beams protected with intumescent coatings.....	37
Estudo numérico e experimental de ligações aparafusadas autoperfurantes de chapas finas a temperaturas elevadas.....	39
Estudio analítico de la inestabilidad por pandeo lateral de vigas parcialmente embebidas expuestas a fuego ISO834.....	41
Modelação numérica de perfis enformados a frio a temperaturas elevadas.....	43
Load carrying capacity of partially encased columns for different fire ratings.....	45
Comportamento ao fogo dos CFRP - sistemas passivos de protecção.....	47

EVACUAÇÃO E COMPORTAMENTO HUMANO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Comportamento humano em caso de incêndio.....	51
Fatores humanos e a segurança contra incêndios em túneis rodoviários.....	53
Planeamento de emergência baseado em cenários de incêndio.....	55
MEECI: a Modelação da Evacuação de Edifícios em Caso de Incêndio.....	58
Realidade virtual e jogos sérios: um novo paradigma de treino de pessoas em evacuação de edifícios.....	59
Modelação de incêndios em edifícios de ensino superior - polo I da Universidade de Coimbra.....	60

CONTROLO DE FUMO

Controlo de fumo em parques de estacionamento cobertos - Complexo Sky Center, Luanda.....	65
O sistema de ventilação e controlo de fumo do túnel do Marão; Então... (2007).....	67
Full-size experiments of air curtains for smoke control in case of fire: final results.....	69
Controlo de fumo por meios passivos em túneis.....	71
Escoamento longitudinal em túneis longos.....	73
CFD analysis for the evaluation of the thermal radiation on a pool fire in an offshore platform.....	75
Extintor automático de incêndios.....	77

ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO

Avaliação do risco de incêndio no Núcleo Urbano de Aljustrel.....	81
Incêndios em edifícios na cidade de Lisboa, análise e caracterização das ocorrências no período de 2010 a 2014.....	83
Modelação do comportamento de uma estrutura sujeita a um incêndio de compartimento.....	85
Avaliação de risco de incêndio urbano - apresentação da aplicação numérica CHICHORRO 2.0.....	87
MARIE: Modelo de Análise de Risco de Incêndio em Edifícios Existentes.....	89
Medidas para a eficiência no combate aos incêndios urbanos.....	90

COMPORTAMENTO DAS ESTRUTURAS E DOS MATERIAIS AO FOGO III

Comparação estatística dos resultados da aplicação de métodos diversos na verificação da resistência ao fogo de pilares em betão armado.....	95
Análise termomecânica de colunas tubulares de aço de secção quadrada e retangular preenchidas com betão em caso de incêndio.....	97
Aplicação computacional dos métodos simplificados de cálculo da EN 1994 - 1.2.....	99
O efeito das altas temperaturas na resistência à compressão de um betão com adição de fibras de aço e têxteis reciclados de pneu.....	101

ORGANIZAÇÃO E GESTÃO DA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

O papel da direção escolar na gestão da segurança contra incêndio nas escolas.....	105
Importância da Gestão da Segurança Contra Incêndio em Edifícios: casos de incêndios com falhas de gestão graves.....	107
Caracterização da combustão de tendas de campismo.....	109
Extinção automática em hottes de cozinha.....	111
Índice de autores.....	113

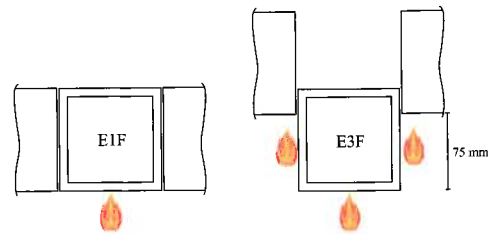


Figura 1: Tipos de exposição estudados, a uma face (EIF) e a três faces (E3F).

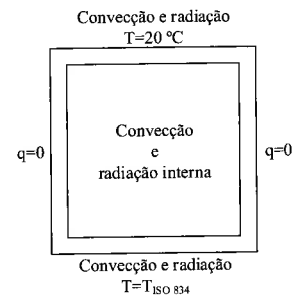


Figura 2: Condições de fronteira consideradas no modelo numérico.

3. RESULTADOS OBTIDOS

Na Figura 3 é apresentada, a título ilustrativo, a distribuição de temperaturas na secção transversal do perfil não protegido, exposto ao fogo a uma face (a inferior), após 60 min de exposição ao fogo. De modo análogo, na Figura 4 é apresentada a distribuição de temperaturas no perfil não protegido, exposto ao fogo a três faces. Comparando os resultados numéricos com os experimentais, pode-se concluir que, globalmente, a evolução das temperaturas obtidas numericamente foi consistente com as medidas experimentalmente.

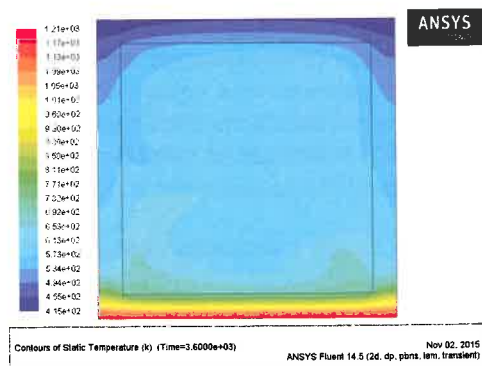


Figura 3: Temperaturas (EIF, t = 3600 s).

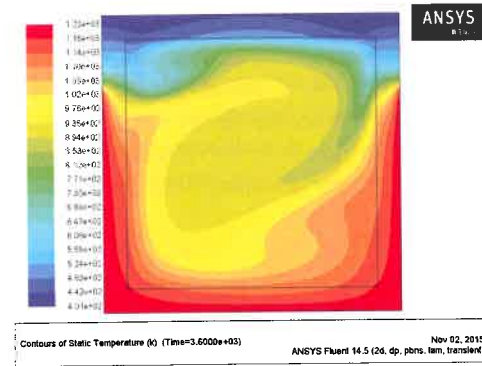


Figura 4: Temperaturas (E3F, t = 3600 s).

4. REFERÊNCIAS

- [1] T. Morgado, J.R. Correia, F.A. Branco, F. Nunes, C. López, C. Tiago, "Comportamento ao fogo de vigas de compósito de GFRP", *Revista Internacional Construlink* 2013; 32(11): 4-17.
- [2] T. Morgado, J.R. Correia, A. Moreira, F.A. Branco, C. Tiago, "Experimental study about the fire resistance of GFRP pultruded tubular columns", *Composites Part B: Engineering* 2015; 69: 201-211.

WOODEN CELLULAR SLABS WITH AND WITHOUT INSULATION SUBMITTED TO FIRE CONDITIONS.



Djafer Haddad
Master Student
IPB, UHBC – Chlef,
Algeria



Belkacem Lamri
Professor
UHBC – Chlef,
Algeria



Elza M M Fonseca*
Professor
IPB – Bragança,
Portugal

ABSTRACT

The wooden cellular slabs are lightweight structures, easy to assemble, and with excellent architectural features, as thermal and acoustic conditions. The wooden cellular slabs with perforations are typical and very common engineering solutions, used in the ceiling or flooring plates to improve the acoustic absorption of compartments, and also have a good insulation and relevant architectural characteristics. However, the high vulnerability of wooden elements submitted to fire conditions requires the evaluation of its structural behavior with accurately. The main objective of this work is to present a numerical model to assess the fire resistance of wooden cellular slabs with different perforations. Also the thermal behavior of the wooden slabs will be compared considering material insulation inside the cavities.

KEY WORDS: Cellular slab, perforation, wood, fire, insulation.

METHODOLOGY AND RESULTS

The numerical modelling, predicting an analysis of the wood to high temperatures, is complicated due the heat produced, the char-layer formation and the material properties. Wood is a material with characteristics that are strongly temperature dependent. Using a numerical program will become possible to calculate the thermal resistance of these elements, as an important parameter in compliance with safety rules and design.

*Corresponding author – Instituto Politécnico de Bragança. Campus Santa Apolónia, 5301-857 Bragança
email: efonseca@ipb.pt http://www.ipb.pt

The constructive elements should be designed in accordance, to warn and delay the fire damage effect. The proposed numerical model could be used for different design constructive solutions. In order to guarantee the fire rating in a typical perforated wooden slab [1-2], a transient 2D thermal analysis with nonlinear material behavior will be solved using ANSYS.

Different wooden cellular slabs were considered for analysis, where the bottom surface (the perforated side) will be submitted to a fire action, [2]. The top wooden surface is solid with homogeneous thickness. The geometric model of each slab considers three different cellular zones (two cells with different perforations and one cell with no perforation). The same geometric model was considered with internal insulation material (MDF) near side by side with perforations, [1]. Heating curves obtained in previous experimental tests [2-3] were used to predict the fire resistance in the numerical model.

This study allows verifying the temperature evolution and the char-layer throughout a wooden cellular slab with different perforations and considering the insulation effect inside the cavities. The thermal behavior of wooden cellular slabs submitted to fire action by assessing the residual cross-section for a time instant equal to 1800s, are presented in figure 1.

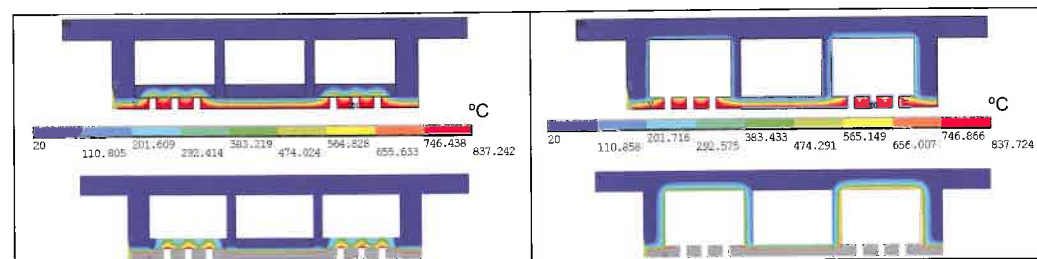


Figure 1: Temperature distribution and residual cross-section in slab with and without insulation.

The developed numerical model allows future studies, and simultaneously characterizes the effect of different perforations with or without insulation in wooden slabs to minimize the fire risk. The numerical model can easily be adjusted for other constructive solutions, to facilitate the fire safety validation.

REFERENCES

- [1] Fonseca E., Couto C., Piloto P. - Fire safety in perforated wooden slabs: a numerical approach, WIT Transactions on the Built Environment, Series Vol.134, WIT Press, *Fifth International Conference on Safety and Security Engineering V*, 2013, p. 577-584.
- [2] David C., Elza F., Paulo P., Jorge M., Luisa B., Débora F. - Fire Resistance of Cellular Wooden Slabs with Rectangular and Circular Perforations; 6th International Conference on Mechanics and Materials in Design, 2015, p.2323-2330.
- [3] Jorge M., Paulo P., Elza F., Hélder S., Luisa B. - Resistência ao fogo de lajes celulares em madeira com diferentes perfurações – Análise experimental, *4as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos*, 2014, p. 507-516.

EXPLORATORY TESTS ON STRUCTURES' RESISTANCE DURING FOREST FIRES

Luís Mário Ribeiro*
Researcher
CEIF/ ADAI – LAETA
Univ. Coimbra

Ricardo Oliveira
Researcher
CEIF/ ADAI – LAETA
Univ. Coimbra

Jorge Raposo
Researcher
CEIF/ ADAI – LAETA
Univ. Coimbra

David Caballero
Head of Forest Fire
Department
Meteogrid – Madrid,
Spain

Domingos Viegas
Professor
CEIF/ ADAI – LAETA
Univ. Coimbra

ABSTRACT

Under the scope of the European project WUIWATCH (Wildland-Urban Interface Forest Fire Risk Observatory and Interest Group in Europe; Agreement N° ECHO/SUB/2014/694556) a set of experimental tests on house vulnerability were performed in order to assess the resistance of selected house components during the passage of a forest fire. Three sets of tests were done and the elements used were windows, window blinds and the effect of doors on wind drafts and burning embers' entrance in the houses. Preliminary results are shown in this abstract.

KEYWORDS: forest fire; wildland urban interface; house vulnerability; house protective elements;

1. INTRODUCTION AND OBJECTIVE

In the presence of a wildfire it is often subject of a debate if whether people should leave or shelter inside their homes. Both practices have supporters and detractors and both have been suggested by many official authorities throughout the years in different times and countries all around the world. Whether a home is safe or not depends on numerous factors related to different subjects, for instance: house construction materials, house maintenance, fuel management on the surroundings, house location, existence of active and/or passive self-protection measures, etc. Among the individual elements that can be most affected by the passage of a wildfire (and that have a direct relation with the survival chances of a house) the windows are the ones with greater exposure. In this sense a set of experimental tests was designed to assess some particular aspects related to the vulnerability of windows and blinds. At the same time the importance of leaving them closed (as well as the doors inside a house) during a wild fire episode were explored in order to give some scientific background to possible guidelines for homeowners. The objective of the work presented here was to make exploratory tests on different aspects of house vulnerability, namely the windows and their protective blinds.

2. DESCRIPTION OF THE EXPERIMENTS

Laboratory tests were performed at ADAI's Laboratory for Forest Fire Studies (LEIF), located in Lousã's airfield, near Coimbra. With a covered area of 72x16m², LEIF has several infrastructures fully dedicated to the research on wildfire behaviour and safety topics. Different aspects of forest fires can be simulated in a controlled environment, namely fire propagation in different slopes and

*Corresponding author – Centro de Estudos sobre Incêndios Florestais / Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial / Laboratório Associado de Energia, Transportes e Aeronáutica, Universidade de Coimbra, Portugal.
email: luis.mario@adai.pt <http://www.adai.pt/ceif>