



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



albrasci

associação luso-brasileira
para a segurança contra incêndio

5.^{as} 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



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



albrasci

associação luso-brasileira
para a segurança contra incêndio

5.^{as} JORNINC

Jornadas de Segurança
aos **Incêndios Urbanos**

LIVRO DE RESUMOS

LISBOA • LNEC
1 e 2 de junho de 2016

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

Editor: LNEC

Coleção: Reuniões Nacionais e Internacionais

Série: RNI 95

1ª edição: 2016

Tiragem: 100 exemplares

Descritores: Segurança contra incêndios / Proteção dos edifícios contra o fogo / Área urbana / Proteção contra o fumo /
/ Risco acidental / Comportamento de estruturas / Regulamentação / Congresso / PT

Descriptors: Fire safety / Fire buildings protection / Urban area / Smoke protection / Accidental risk / Structural
behaviour / Regulation / Congress / PT

CDU 699.81(063)(469)
ISBN 978-972-49-2283-6

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

COMPORTEAMENTO 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

COMPORTAMENTO AO FOGO DOS CFRP – SISTEMAS PASSIVOS DE PROTEÇÃO

Débora Ferreira*

Professor
IPB - Bragança

Luís Duarte

Estudante
IPB - Bragança

Luís Mesquita

Professor
IPB - Bragança

Paulo Piloto

Professor
IPB - Bragança

SUMÁRIO

Os materiais compósitos de matriz polimérica reforçada com fibras (FRP) têm vindo a ser continuamente aplicados na indústria da construção. Apesar das inúmeras vantagens que os FRP apresentam tais como rapidez e facilidade de execução, leveza e resistência à corrosão têm como desvantagem a sua resistência ao fogo limitada pela instabilidade da resina quando exposta a elevadas temperaturas. O trabalho desenvolvido pretende dar um contributo no conhecimento de sistemas passivos à base de placas de gesso, mantas de fibras cerâmicas e tinta intumescente na proteção ao fogo de mantas de fibras de carbono (CFRP) coladas em provetes de betão. O comportamento ao fogo do CFRP é analisado através de análises termogravimétricas (TGA) e de calorimetria diferencial de varrimento (DSC). A influência da proteção ao fogo dos CFRP é realizada através de ensaios experimentais conduzidos num calorímetro de perda de massa, considerando diferentes fluxos de calor por radiação.

PALAVRAS-CHAVE: CFRP, Proteção passiva; Resistência ao fogo; Calorímetro de Cone.

1. INTRODUÇÃO

A técnica de reforço de estruturas de betão por meio de colagem de compósitos à base de polímeros reforçados com fibras (FRP) tem vindo a ser aplicada na indústria da construção.

* Autor correspondente – Instituto Politécnico de Bragança, Departamento de Mecânica Aplicada, Campus de Sta. Apolónia, apartado 1134, 5300-857 Bragança, Portugal
Email: debora@ipb.pt

São vários os exemplos de aplicação destes materiais quer em pontes quer em edifícios, tanto em novas construções como em reabilitação e/ou reforço de estruturas degradadas. Com o aumento da utilização dos FRP são inevitavelmente encontrados novos problemas e desafios. De entre esses problemas, existem preocupações legítimas em relação ao comportamento dos materiais FRP quando expostos ao fogo.

É objetivo deste trabalho estudar o comportamento dos materiais compósitos ao fogo, em particular os materiais compósitos à base de fibras de carbono (CFRP). Para tal é apresentada uma campanha de ensaios com amostras de provetes de betão de dimensão 100×100×40 mm, utilizando o método de ensaio preconizado na norma EN ISO 13927 [1]. A manta de CFRP é colada na superfície dos provetes com resina epoxídica exposta à ação térmica.

A superfície do sistema de reforço é exposta à ação de diferentes fluxos de calor por radiação, 35 [kW/m²] e 75 [kW/m²], provenientes de um calorímetro de perda de massa e a evolução da temperatura determinada através de termopares colocados entre as superfícies de ambos os materiais.

A influência dos sistemas passivos de proteção no comportamento ao fogo dos CFRP é analisada considerando como material de proteção as placas de gesso, mantas de fibras cerâmicas e tintas intumescentes. A evolução da temperatura das superfícies de contato dos diferentes materiais é determinada para os dois fluxos de calor apresentados, permitindo uma análise da influência destes materiais de proteção na capacidade de reforço estrutural dos CFRP quando submetidos a temperaturas elevadas.

REFERÊNCIAS

- [1] EN ISO 13927. Plastics – Simple heat release test using a conical heater and a thermopile detector. Brussels: CEN – Comité Européen de Normalisation. 2003

ÍNDICE DE AUTORES

A

Abdelhak Kada.....	37
Abdelkadir Fellouh.....	45
Aldina Santiago.....	75
Aleksandra Mielcarek.....	75
Alzira Ramalho.....	95
Amélia Dionísio.....	13
Ana Belén Ramos-Gavilán.....	41,45
André Correia.....	87
André Reis.....	15
António B. Leiras.....	55
António Leça Coelho.....	29,30,31,32,51,58,59,89
António M. Correia.....	60,85
Armandino Parente.....	39
Armando Silva Afonso.....	27

B

Belkacem Lamri.....	21
Brahim Lamri.....	37
Brian J. Meacham.....	55

C

Carla Pimentel-Rodrigues.....	27
Carlos Ferreira de Castro.....	3
Carlos Pina dos Santos.....	9
Claude Almeida.....	60
Cristina Calmeiro dos Santos.....	101

D

David Caballero.....	23
Débora Ferreira.....	47
Dirceu Santos.....	53,67,73
Djaaffer Haddad.....	21
Domingos Viegas.....	23,109

E

Elisabete Cordeiro.....	51
Elza M. M. Fonseca.....	21
Esther Real.....	15

F

Fernando Branco.....	19
Filippo Gentili.....	75
Flávio Arrais.....	43

H

Hildebrando Cruz.....	69
Hugo Nunes.....	85

J

João Azevedo.....	97
João Branco Pedro.....	29
João Carlos Viegas.....	65,69,71
João Carlos Waerenborgh.....	13
João Craveiro.....	51
João Emílio Almeida.....	59
João Paulo Rodrigues.....	55,73,90,97,99,101,107
João Pedro Firmo.....	17
João Ramôa Correia.....	17,19
João Ventura.....	7
Joel Teixeira.....	109
Jorge Miguel Filipe.....	111
Jorge Raposo.....	23,109
Jorge Saraiva.....	5,67,73
José Manuel Silva.....	32
José Pedro Lopes.....	90

L

Lino Forte Marques.....	107
Luís Bragança.....	32

Luís Duarte	47	R	
Luís Laím	97,99	Ricardo Ferreira	87
Luís Mário Ribeiro	23	Ricardo Oliveira	23
Luís Mesquita	37,39,41,45,47	Romeu Vicente	93
Lurdes Belgas	81	Rosaldo Rossetti	59
M		Rui Costa	99
Maria Amália Sequeira Braga	13	Rui Dias	39
Maria Eduarda Mendes Daniel	101	Rui Manuel da Cruz Oliveira	83,105,107
Mário Rui Arruda	17	Rui Vaz	65
Marta Martins	109	S	
Martin Eimmermann	65	Sónia Bergano	77,111
Miguel Almeida	109	Susana Almeida Monteiro	105
Miguel C. S. Nepomuceno	51	T	
Miguel Chichorro Gonçalves	87,95	Tânia Valentim	81
N		Tiago Ferreira	81
Nelson Tico	53,67	Tiago Morgado	19
Nourredine Benlakehal	45		
Nuno Lopes	15,43		
Nuno Silvestre	19		
P			
Paulo Gomes	27		
Paulo Manuel Pereira Nunes	83		
Paulo Piloto	37,41,45,47		
Paulo Ramos	33		
Paulo Vila Real	4,15,43		
Pedro Cordeiro	65		



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



associação luso-brasileira
para a segurança contra incêndio



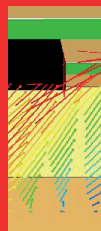
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Patrocínios



ORDEM DOS
ENGENHEIROS
TÉCNICOS

Apoio



ISBN 978-972-49-2283-6



9 789724 922836

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA • PORTUGAL
tel. (+351) 21 844 30 00 • fax (+351) 21 844 30 11
lnecc@lnecc.pt www.lnecc.pt