



6JORNINC

JORNADAS DE SEGURANÇA
AOS INCÊNDIOS URBANOS



1JORPROCIV

JORNADAS DE PROTEÇÃO CIVIL

João Paulo C. Rodrigues
António Moura Correia
Cristina Calmeiro dos Santos

ORGANIZAÇÃO

ALBRASCI . ASSOCIAÇÃO LUSO-BRASILEIRA
PARA A SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO
UNIVERSIDADE DE COIMBRA





UNIVERSIDADE D
COIMBRA



albrasci

associação luso-brasileira
para a segurança contra incêndio

6as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos

1as Jornadas de Proteção Civil

**Departamento de Engenharia Civil
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra**

29 e 30 de novembro de 2018

**Atas das Comunicações das 6as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos
e das 1as Jornadas de Proteção Civil**

**Editores: João Paulo Correia Rodrigues
António Moura Correia
Cristina Calmeiro dos Santos**

**Primeira edição
novembro, 2018**

Copyright © 2018 João Paulo C. Rodrigues

Nenhuma parte desta obra pode ser reproduzida sem autorização escrita do editor.

ISBN: 978-989-96461-9-3

Edição:

ACIV – Associação para o Desenvolvimento da Engenharia Civil

PREFÁCIO

A Segurança Contra Incêndio de Edifícios (SCIE) tem uma importância vital na vida das sociedades, pois está em jogo não só a vida das pessoas como também interesses diversos tais como, por exemplo, os bens patrimoniais, os valores históricos e arquitectónicos com forte simbolismo e, ainda, a continuidade de serviços estratégicos para a sociedade em geral. Contudo, apesar da sua importância, trata-se duma área que ainda não tem uma consolidação efetiva no nosso País, quer ao nível do ensino quer do projeto e da construção, apesar da profusão de regulamentação existente, dos vários projetos de investigação e dos cursos que têm sido realizados. Esta é, por outro lado, uma área em que existe ainda muito conhecimento empírico, adquirido ao longo de anos de contatos com incêndios reais, experiências e exercícios diversos, em que o progresso dos conhecimentos científicos tem sido lento, fruto da sua complexidade e interdisciplinaridade.

No entanto, Portugal tem conhecido, nos últimos anos uma evolução assinalável quer no domínio do ensino quer no domínio legislativo. A concretização de programas de mestrado e doutoramento nesta área, para além da publicação de nova legislação nacional e europeia, em paralelo com outras ações, deram à SCIE uma visibilidade que até agora não tinha. As partes dos Eurocódigos de dimensionamento ao fogo das estruturas em conjunto com a regulamentação nacional constitui hoje um diferencial positivo que permite a construção de edificações mais seguras em relação ao incêndio.

As Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos (JORNINC) começaram em 2006, aquando da realização do primeiro Mestrado em Segurança Contra Incêndios Urbanos na Universidade de Coimbra e estão atualmente na sua 6ª edição. Estas Jornadas têm constituído um fórum de discussão dos problemas da área, mas também das evoluções tanto ao nível da regulamentação como também das novas tecnologias.

Este ano realizam-se também em paralelo com as 6JORNINC, as 1^{as} Jornadas em Proteção Civil (1JORPROCIV) que pretendem também elas constituir um fórum de discussão dos problemas e dos novos desenvolvimentos da área. Estas Jornadas realizar-se-ão a cada dois anos em conjunto com as JORNINC pretendendo reunir investigadores, técnicos e demais pessoas interessadas na área.

Para finalizar queria desejar-lhe as boas vindas a estas Jornadas e à UC e espero que este evento seja do seu maior interesse para si, sedimentando o seu conhecimento técnico e científico, e que também permita estabelecer novos contatos com outras pessoas da área.

João Paulo Correia Rodrigues

(Professor de Enga. Civil e de Enga. de Segurança ao Incêndio da UC)

*6as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos
1as Jornadas de Proteção Civil
Universidade de Coimbra- Portugal – 29 e 30 de novembro de 2018*

Comissões

Comissão Organizadora

Aline Lopes Camargo - (Universidade de Coimbra)
Amarildo Benzane - (Universidade de Coimbra)
António Moura Correia - (Instituto Superior de Engenharia de Coimbra)
Cristina Calmeiro dos Santos - (Instituto Politécnico de Castelo Branco) (Co-coordenadora)
Débora Ferreira - (Instituto Politécnico de Bragança)
Hugo Caetano - (Universidade de Coimbra)
João Paulo Correia Rodrigues - (Universidade de Coimbra) (Coordenador)
João Viegas - (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)
José Pedro Lopes - (Autoridade Nacional de Proteção Civil)
Nuno Lopes - (Universidade de Aveiro)
Rúben Lopes - (Universidade de Coimbra)
Thiago Brazeiro - (Universidade de Coimbra)

Comissão Científica

Alexandre de Oliveira Tavares (Universidade de Coimbra)
Aldina M. da Cruz Santiago (Universidade de Coimbra)
António Leça Coelho (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)
António Moura Correia (Instituto Politécnico de Coimbra)
Carlos Ferreira de Castro (Action Modulers)
Carlos Pina dos Santos (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)
Carlos Sousa Oliveira (Universidade de Lisboa)
Cristina Calmeiro dos Santos (Instituto Politécnico de Castelo Branco)
Débora Ferreira (Instituto Politécnico de Bragança)
Domingos Xavier (Universidade de Coimbra)
Elza Fonseca (Instituto Politécnico de Bragança)
Fernando Pedro S. da S. D. Simão (Universidade de Coimbra)
José Carlos M. Góis (Universidade de Coimbra)
João Carlos Viegas (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)
João Paulo Correia Rodrigues (Universidade de Coimbra) (Coordenador)
João Ramôa Correia (Universidade de Lisboa)
José Luís Zêzere (Universidade de Lisboa)

6as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos
1as Jornadas de Proteção Civil
Universidade de Coimbra- Portugal – 29 e 30 de novembro de 2018

Lino Forte Marques (Universidade de Coimbra)
Luciano Fernandes Lourenço (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)

*6as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos
1as Jornadas de Proteção Civil
Universidade de Coimbra- Portugal – 29 e 30 de novembro de 2018*

RESISTÊNCIA TERMOMECÂNICA EM REGIME ESTACIONÁRIO DE PROVETES DE TERRA COMPRIMIDA Diogo Lima, Edgar Soares, Débora Ferreira, Luís Mesquita, Tiago Miranda e Dinis Leitão	61
COMPORTAMENTO AO FOGO DE BLOCOS ECOLÓGICOS DE SOLO-CIMENTO COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS Débora Ferreira, Eduarda Luso, Maria Lurdes Cruz, Eduarda Nepomuceno	67
CARACTERIZAÇÃO DE TERMOMECÂNICA DE MATERIAIS REFRAATÓRIOS: O ESTADO DE ARTE Rafael Luiz Oliveira, João Paulo Rodrigues, João M. Pereira	77
AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DA RESISTÊNCIA MECÂNICA E DA REAÇÃO AO FOGO DE PAINÉIS DE DERIVADOS DE MADEIRA Lucas Coimbra Ferle, Gerson H. Dos Santos, Luís Mesquita	85
APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DE CERÂMICAS REFRAATÓRIAS: ESTADO DA ARTE Rafael Luiz Oliveira, João Paulo Rodrigues, João M. Pereira	93
SESSÃO 3 – ESTRUTURAS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO	
PALESTRA II- LIGHT STEEL FRAMED WALLS MADE WITH COMPOSITE PANELS UNDER FIRE CONDITIONS Paulo Piloto	103
RESISTÊNCIA AO FOGO DA SECÇÃO TRANSVERSAL DE PERFIS ESBELTOS EM AÇO INOXIDÁVEL Nuno Lopes, Carlos Couto, Jorge Azevedo, Paulo Vila Real	125
RESISTÊNCIA AO FOGO DE LIGAÇÕES MADEIRA-AÇO (W-S-W), METODOLOGIAS DE CÁLCULO ANALÍTICA E COMPUTACIONAL Fernando Miranda, Elza M M Fonseca, Jorge L N Góes	133
NOVA PROPOSTA DE CÁLCULO PARA VIGAS-COLUNA EM AÇO ENFORMADAS A FRIO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO Flávio Arrais, Nuno Lopes, Paulo Vila Real	143
PARTIALLY ENCASED COLUMNS: STRENGTH AND STIFFNESS EFFECT ON THE BUCKLING RESISTANCE UNDER FIRE Paulo A. G. Piloto, Bruno F. Alfredo, Diego R. Rossetto	151

SESSÃO 3

ESTRUTURAS

Coordenador – Paulo Vila Real (UA)

<p>PALESTRA Paulo Piloto</p> <p>“ESTRUTURAS E MATERIAIS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO”</p>
<p>Nuno Lopes, Carlos Couto, Jorge Azevedo, Paulo Vila Real</p> <p>“RESISTÊNCIA AO FOGO DA SECÇÃO TRANSVERSAL DE PERFIS ESBELTOS EM AÇO INOXIDÁVEL”</p>
<p>Fernando Miranda, Elza M M Fonseca, Jorge L N Góes</p> <p>“RESISTÊNCIA AO FOGO DE LIGAÇÕES MADEIRA-AÇO (W-S-W), METODOLOGIAS DE CÁLCULO ANALÍTICA E COMPUTACIONAL”</p>
<p>Flávio Arrais, Nuno Lopes, Paulo Vila Real</p> <p>“NOVA PROPOSTA DE CÁLCULO PARA VIGAS-COLUNA EM AÇO ENFORMADAS A FRIO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO”</p>
<p>Paulo A. G. Piloto, Bruno F. Alfredo, Diego R. Rossetto</p> <p>“PARTIALLY ENCASED COLUMNS: STRENGTH AND STIFFNESS EFFECT ON THE BUCKLING RESISTANCE UNDER FIRE”</p>
<p>António Rubens Ribeiro dos Anjos Junior</p> <p>“REHABILITATION OF FIRE DAMAGED BUILDINGS”</p>
<p>Paulo A. G. Piloto, Lucas M.S. Prates, Carlos Balsa, Ronaldo Rigobello</p> <p>“FIRE RESISTANCE OF COMPOSITE SLABS WITH PROFILED STEEL DECKING: TRAPEZOIDAL AND RE-ENTRANT NUMERICAL SIMULATION”</p>

**PARTIALLY ENCASED COLUMNS: STRENGTH AND STIFFNESS EFFECT ON THE
BUCKLING RESISTANCE UNDER FIRE**



**Paulo A. G.
Piloto^{†††}**
Professor
IPB-Bragança



Bruno F. Alfredo
Researcher
IPB-Bragança
UTFPR–Pato Branco



Diego R. Rossetto
Professor
UTFPR–Pato Branco

ABSTRACT

Partially encased columns are made of composite steel and concrete between flanges. The temperature field and time evolution in each material is required to determine the fire resistance. The annex G of the Eurocode 4 part 1-2, presents a simplified calculation method, using the balanced summation model for the calculation of the plastic resistance to axial compression and the effective flexural stiffness. Previous studies revealed unsafe results when using the annex G of the Eurocode 4. New proposals are being developed for the calculation of the strength and stiffness for the four components (flanges, web, concrete and reinforcing bars). New improvements are proposed for the balanced summation model, based on the nonlinear thermal numerical solution method, presenting safer values.

KEY-WORDS: Fire; Eurocode 4; Balanced summation model; Partially encased columns; Numerical simulation.

1. INTRODUCTION

Partially encased columns (PEC) are normally made of hot rolled steel profiles, reinforced with concrete between the flanges. To determine the fire buckling resistance of PEC, the annex G of Eurocode 4 part 1-2 [1] presents a simplified calculation method, that uses a balanced summation model to determine the plastic resistance to axial compression and the effective flexural stiffness of four components (flange, web, concrete, reinforcement), to determine the buckling resistance of PEC when exposed to standard fire, ISO834 [2]. Abdelkadir Fellouh [3], concluded for unsafe results when using the current version of the annex G [1] for the fire buckling resistance calculation, proposing a new solution formulae based on the numerical results. This solution formulae was improved and refined by Leonardo Calió [4], using new parameters and modifying the calculation model for the web strength and stiffness applied to IPE and HEB profile sections. This study presents the thermal analysis of 30 different PEC, made by HEB, HD and UC profile sections, comparing the numerical results with the annex G and improving the solution model for the fire ratings of 30, 60, 90 and 120 minutes. This new improvement neglects the web reduction area and updates the average temperature of the web. The temperature effect on the material properties (elastic modulus and yield stress) is being used to estimate the new axial resistance and the effective flexural stiffness in this component.

^{†††} Corresponding author – Polytechnic Institute of Bragança, Dep. of Applied Mechanics, Campus Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal
email: ppiloto@ipb.pt <http://www.ipb.pt>

2. RESULTS AND CONCLUSIONS

The simplified calculation method proposed in annex G of EN1994-1-2 presents unsafe results for specific fire ratings, see figure 1. The new formulae presented herein demonstrates that the new improvements are safer for the temperature calculation of each component, resulting in safer values for the plastic resistance to axial compression and safer values for the effective flexural stiffness of PEC.

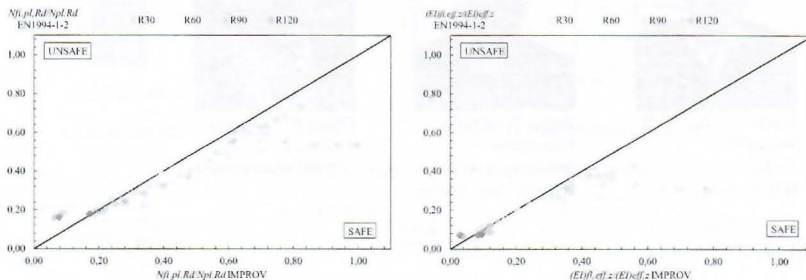


Figure 1: Comparison between EN1994-1-2 and improved model for the plastic resistance to axial compression (left) and effective flexural stiffness (right).

REFERENCES

- [1] CEN - EN 1994-1-2, 'Eurocode 4 - Design of composite steel and concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design Eurocode', Brussels, p. 109, 2005.
- [2] ISO834-1, 'Fire-resistance tests - Elements of building construction - Part 1: General requirements', Switzerland, p. 25, 1999.
- [3] A. Fellouh et al., 'Load carrying capacity of partially encased columns for different fire ratings', Fire Research, vol. 1:23, pp. 13–19, 2016.
- [4] L. Calló, P. Piloto, and R. Rigobello, 'Balanced Summation model for the calculation of the buckling resistance of partially encased columns under fire: New improvements', proceedings of Research and advanced technology in fire safety, ISBN 978-84-8102-832-4, pp. 271–287, 20 October 2017, University of Santander - GIDAI, Santander, Spain.

ORGANIZAÇÃO:



CO - ORGANIZAÇÃO:



Fotografia de Nelson Ferreira Fernandes, 15 de outubro de 2017