



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 DE
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

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

**Autores: 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: 978-989-20-9058-0

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 numa 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 contactos 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 1ªs 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 contactos com outras pessoas da área.

João Paulo Correia Rodrigues

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

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)

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)

Índice

Prefácio	iii
Comissões	v
Índice	vii

6as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos

PALESTRA I - Incêndios Florestais e de Interface

DOMINGOS XAVIER VIEGAS

SESSÃO 1 – REGULAMENTAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

O IMPACTO DO INCÊNDIO DE PEDRÓGÃO GRANDE NAS ESTRUTURAS

Luís Ribeiro, André Rodrigues, Davi Lucas, Domingos Viegas

3

HARMONIZAÇÃO DOS REQUISITOS REGULAMENTARES REFERENTES A MEIOS DE SEGUNDA INTERVENÇÃO PARA COMBATE A INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS

Ana Sousa, Tiago Ribeiro

5

PARÂMETROS QUE INFLUENCIAM UMA ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO BASEADO NO DESEMPENHO

António Leiras, João Rodrigues

7

A REGULAMENTAÇÃO DE SCIE PORTUGUESA E O REFERENCIAL FRANCÊS

Paulo Ramos, João Paulo C. Rodrigues, Brian Meacham

9

REVISÃO DA LEGISLAÇÃO NACIONAL E INTERNACIONAL NA ÁREA DA SEGURANÇA AO INCÊNDIO E ANÁLISE DA SUA ADEQUAÇÃO À REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS EM NÚCLEOS URBANOS ANTIGOS

Tiago Miguel Ferreira, A. Leça Coelho, José Domingues

11

A IMPORTÂNCIA DOS OBJETIVOS FUNCIONAIS NOS REGULAMENTOS DE SCIE

Paulo Ramos, João Paulo C. Rodrigues, Brian Meacham

13

SESSÃO 2 – MATERIAIS A ALTAS TEMPERATURAS

CONDUTIVIDADE TÉRMICA DE PLACAS DE SILICATO DE CÁLCIO A TEMPERATURAS ELEVADAS: UMA ABORDAGEM NUMÉRICA E EXPERIMENTAL

Thiago Oliveira, Thiago Alves, Luís M. R. Mesquita

17

RESISTÊNCIA TERMOMECÂNICA EM REGIME ESTACIONÁRIO DE PROVETES DE TERRA COMPRIMIDA Diogo Lima, Edgar Soares, Débora Ferreira, Luís Mesquita, Tiago Miranda e Leitão Dinis	19
COMPORTAMENTO AO FOGO DE BLOCOS ECOLÓGICOS DE SOLO-CIMENTO COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS Débora Ferreira, Eduarda Luso, Lurdes Cruz, Eduarda Nepomuceno	21
CARACTERIZAÇÃO DE TERMOMECÂNICA DE MATERIAIS REFRAATÓRIOS: O ESTADO DE ARTE Rafael Luiz Oliveira, João Paulo Rodrigues, João M. Pereira	23
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	25
APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DE CERÂMICAS REFRAATÓRIAS: ESTADO DA ARTE Rafael Luiz Oliveira, João Paulo Rodrigues, João M. Pereira	27
PALESTRA II- Estruturas e Materiais em Situação de Incêndio PAULO PILOTO	
SESSÃO 3 – ESTRUTURAS	
RESISTÊNCIA AO FOGO DA SECÇÃO TRANSVERSAL DE PERFIS ESBELTOS EM AÇO INOXIDÁVEL Nuno Lopes, Carlos Couto, Jorge Azevedo, Paulo Vila Real	31
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	33
NOVA PROPOSTA DE CÁLCULO PARA VIGAS-COLUNA EM AÇO ENFORMADAS A FRIO EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO Flávio Arrais, Nuno Lopes, Paulo Vila Real	35
PARTIALLY ENCASED COLUMNS: STRENGTH AND STIFFNESS EFFECT ON THE BUCKLING RESISTANCE UNDER FIRE Paulo A. G. Piloto, Bruno F. Alfredo, Diego R. Rossetto	37

REHABILITATION OF FIRE DAMAGED BUILDINGS

António Rubens Ribeiro dos Anjos Junior

39

FIRE RESISTANCE OF COMPOSITE SLABS WITH PROFILED STEEL DECKING: TRAPEZOIDAL AND RE-ENTRANT NUMERICAL SIMULATION

Paulo A. G. Piloto, Lucas M.S. Prates, Carlos Balsa, Ronaldo Rigobello

41

SESSÃO 4 – SISTEMAS DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO

IMPACTE DAS DIFERENÇAS DE PRESSÃO GERADAS PELO CONTROLO DE FUMO EM TÚNEIS

João Viegas, Carlos Costa, Bernardo Monteiro, Paulo Pereira

45

SISTEMAS DE CONTROLO DE FUMO PASSIVOS – UMA PROPOSTA PARA A REVISÃO DO REGULAMENTO TÉCNICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS

Tiago Ribeiro, Ana Sousa

47

ALTERAÇÕES NA MICROESTRUTURA DE BETÕES FIBROSOS DE ALTA RESISTÊNCIA SUJEITOS A TEMPERATURAS ELEVADAS

Hugo Caetano, João P.C. Rodrigues

49

INTEGRAÇÃO DAS REDES PREDIAIS DE COMBATE A INCÊNDIO NO NOVO REGULAMENTO GERAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA

Armando Silva Afonso, Carla Pimentel-Rodrigues

51

FERRAMENTA BIM PARA VERIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE NORMAS TÉCNICAS (CODE CHECKING) RELACIONADAS ÀS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Marcelo Porto, José Franco, Renata Baracho, Lucas Alves, Isis Kroeff, Karina Oliveira

53

1as Jornadas de Proteção Civil

PALESTRA III - Desastres Naturais e seus Planos de Contingência

JOSÉ LUÍS ZÉZERE

SESSÃO 5 – PROTEÇÃO CIVIL

DETERMINAÇÃO DA SEVERIDADE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS COM RECURSO A IMAGENS SENTINEL

- 2

José Gaspar, Jorge Pereira

57

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO WILDFIRE ANALYST NO PLANEAMENTO DO COMBATE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

José Gaspar, Tiago Marinho, Verónica Catarino59

ANÁLISE BASEADA NO DESEMPENHO À EFICÁCIA DAS ORGANIZAÇÕES DE RESPOSTA A EMERGÊNCIAS EM EDIFÍCIOS E RECINTOS

António Leiras, João Rodrigues61

CONTRIBUIÇÃO PARA A RESILIÊNCIA DA COMUNIDADE ACADÉMICA EM CASO DE SISMO E INCÊNDIO

Ângela Santos, Margarida Queirós63

A AVALIAÇÃO DO RISCO DE INCÊNDIO E OS PLANOS MUNICIPAIS DE EMERGÊNCIA – UM ESTUDO APLICADO A COIMBRA

Marta Ribeiro, João Paulo Rodrigues65

SESSÃO 6 – PROTEÇÃO CIVIL

ANÁLISE CRÍTICA DE MÉTODOS E MODELOS DE ANÁLISE DE RISCO DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS. SUAS POTENCIALIDADES E LIMITAÇÕES

António Leça Coelho, Tiago Miguel Ferreira69

INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS NA CIDADE DA BEIRA - MOÇAMBIQUE

Nádia Farinha, Cristina Calmeiro dos Santos71

ANÁLISE DOS DANOS EM ESTABELECIMENTOS INDUSTRIAIS CAUSADOS POR INCÊNDIOS RURAIS: CASO DO INCÊNDIO DE OUTUBRO 2017 NA REGIÃO CENTRO DE PORTUGAL

Hadassa Lima, José Góis, Miguel Almeida73

ROBÔS PARA DETEÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS EM EDIFÍCIOS

Carolina Conceição, Lino Marques75

SISTEMA DE APOIO À DECISÃO E GESTÃO DA EMERGÊNCIA DA COMUNIDADE INTERMUNICIPAL DA REGIÃO DE COIMBRA

Jorge Brito, Nuno Pomar, Paulo Jorge Caridade, José Lopes77

PLANO INTERMUNICIPAL DE GESTÃO DE RISCOS DA COMUNIDADE INTERMUNICIPAL DA REGIÃO DE COIMBRA

Pedro Santos, Jorge Brito, José Lopes, Alexandre Tavares79

PALESTRA IV- Sistema Nacional de Proteção Civil

PATRÍCIA GASPAR

SESSÃO 7 – PROTEÇÃO CIVIL

ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO DE UMA UNIDADE INDUSTRIAL DE FABRICAÇÃO DE PAPEL – GRUPO PORTUCEL SOPORCEL

António Correia, Pedro Tavares, José Correia, João Pereira

.....83

INFLUÊNCIA DO EFETIVO NO TEMPO DE EVACUAÇÃO DUM BLOCO DE URGÊNCIAS EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

Amarildo Benzane, Luís Laím, João Paulo Rodrigues

.....85

FENÓMENOS DE INSTABILIDADE E MEDIDAS DE ESTABILIZAÇÃO DE ENCOSTAS APÓS INCÊNDIOS FLORESTAIS. CASO PARTICULAR DOS INCÊNDIOS DE OUTUBRO DE 2017 NA SERRA DA ESTRELA

Luis Araújo Santos, António Correia, Paulo Coelho

.....87

O USO DE VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS NA MONITORIZAÇÃO EM TEMPO REAL DA FLORESTA EM SITUAÇÃO DE INCÊNDIO

António Correia, Luís Santos, Paulo Carvalho, José Martinho

.....89

SEGURANÇA CONTRA INCENDIO E EXPLOSÕES NO TRANSPORTE E ARMAZENAGEM DE GÁS NATURAL EM PORTUGAL

Collete Pereira, José Góis

.....91

O QUE CORREU MAL NOS MEGAINCÊNDIOS DE 2017 EM PORTUGAL: ANÁLISE DOS RELATÓRIOS DAS COMISSÕES TÉCNICAS INDEPENDENTES E DO CENTRO DE ESTUDOS DE INCÊNDIOS FLORESTAIS - UC

Susana Meneses, António Correia, Ana Ferreira, Alexandra Ribeiro

.....93

APLICAÇÃO DO REGULAMENTO JURÍDICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS DE EDIFÍCIOS E DO REGULAMENTO TÉCNICO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIOS DE EDIFÍCIOS A EDIFÍCIOS EXISTENTES – MEDIDAS COMPENSATÓRIAS

Ana Laranjeiro Matias

.....95

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>

FIRE RESISTANCE OF COMPOSITE SLABS WITH PROFILED STEEL DECKING: TRAPEZOIDAL AND RE-ENTRANT NUMERICAL SIMULATION

Paulo A. G. Piloto
Professor
IPB - Bragança

Lucas M.S. Prates
Student
UTFPR - Brazil

Carlos Balsa
Professor
IPB - Bragança

Ronaldo Rigobello
Professor
UTFPR - Brazil

ABSTRACT

This work investigates the thermal behaviour of composite slabs with steel deck under a fire from the bottom. This composite solution is widely used in every type of buildings and requires fire resistance, in accordance to regulations and standards. The scope of this investigation concerns the fire rating for insulation (I). Numerical simulation was performed through Matlab PDE toolbox for the thermal effects of standard fire exposure. The results are also compared with the simplified method proposed by Eurocode, which seems to be unsafe.

Keywords: Composite slabs; Fire resistance; Insulation; Numerical simulation.

1. INTRODUCTION

Composite slabs need to meet fire safety requirements according to building codes. The fire requirements are normally specified by fire rating periods of 30, 60, 90 min or more. The fire assessment of this type should take into account criterion for stability (R), Integrity (E) and insulation (I). This study intends to analyse four models with different decks geometries, two re-entrant and two trapezoidal shapes with the height of the concrete part of the composite slab above the steel deck, h_1 , varying from 40mm to 150mm.

2. MATERIALS AND METHODS

According to Annex D of Eurocode 4 [1], the fire resistance t_i , of both simply supported and continuous concrete slabs with profiled steel decks, when submitted to standard fire, may be calculated according to equation (1).

$$t_i = a_0 + a_1 \cdot h_1 + a_2 \cdot \phi + a_3 \cdot A/L_r + a_4 \cdot 1/I_3 + a_5 \cdot A/L_r \cdot 1/I_3 \quad (1)$$

A two dimensional model was used for the numerical simulations. The cross section of the slab is meshed to solve a nonlinear transient thermal analysis. The finite element method requires the solution of equation (2) in the domain of the cross section (Ω) and equation (3) for the boundary conditions exposed to fire ($\partial\Omega$).

$$\nabla(\lambda_{(T)} \cdot \nabla T) = \rho_{(T)} \cdot C p_{(T)} \cdot \partial T / \partial t \quad (\Omega) \quad (2)$$

$$\lambda_{(T)} \cdot \nabla T \cdot \vec{n} = \alpha_c (T_g - T) + \phi \cdot \epsilon_m \cdot \epsilon_r \cdot \sigma \cdot (T_g^4 - T^4) \quad (\partial\Omega) \quad (3)$$

The PDE toolbox from Matlab was used for the numerical solution of this thermal model, using the finite element method [2]. The thermal properties are temperature dependent and vary according to the standards used for composite slabs, made with steel and concrete [1], [3], [4].

3. CONCLUSIONS

The fire resistance of composite concrete slab with steel deck was determined using two different solution methods (numerical simulation method and simple calculation method). The numerical simulation predicts lower fire resistance (I) when compared to actual standards, see figures 1 and 2. A new safer design formula is proposed to define the fire resistance for the geometric parameters used to characterize the concrete slabs with steel decks [5].

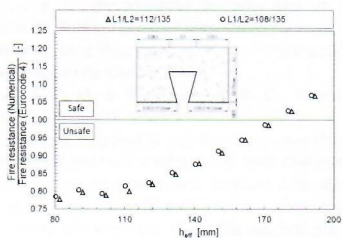


Figure 1: Results for re-entrant steel deck.

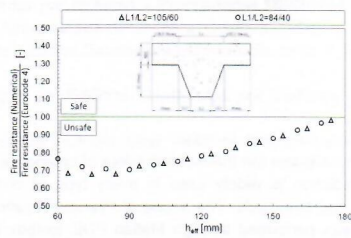


Figure 2: Results for the trapezoidal steel deck.

REFERENCES

- [1] CEN- European Committee for Standardization, EN 1994-1-2: Design of composite steel and concrete structures. Part 1-2: General rules - Structural fire design. Brussels: CEN- European Committee for Standardization, 2005.
- [2] I. Mathworks, "Partial Differential Equation Toolbox TM User's Guide R2017b," pp. 1–1406, 2017.
- [3] CEN - EN 1993-1-2, "Eurocode 3: Design of steel structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design Eurocode," 2005.
- [4] CEN - EN 1992-1-2, "Eurocode 2: Design of concrete structures - Part 1-2: General rules - Structural fire design," 2004.
- [5] P. A. G. Piloto, L. M. S. Prates, C. Balsa, and R. Rigobello, "Numerical simulation of the fire resistance of composite slabs with steel deck". International Journal of Engineering and Technology (UAE), vol. 7, pp. 83–86, 2018.

ORGANIZAÇÃO:



CO - ORGANIZAÇÃO:



Fotografia de Nelson Ferreira Fernandes, 15 de outubro de 2017