



## **8JORNINC-3JORPROCIV**

8as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos  
e as 3as Jornadas de Proteção Civil  
Porto, 1 e 2 de junho 2023

# **LIVRO DE RESUMOS**

**isep** Instituto Superior de  
**Engenharia** do Porto

**P.PORTO**

*8as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos e as 3as Jornadas de Proteção Civil  
Instituto Superior de Engenharia - Portugal - 1-2 de junho de 2023*

**TÍTULO:**

Resumos das 8as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos e as 3as Jornadas de Proteção Civil (8JORNINC-3JORPROCIV)

**EDITOR:**

Instituto Superior de Engenharia do Porto, ISEP

**COORDENADORES DA EDIÇÃO:**

Elza M. M. Fonseca; Hernâni R. Lopes; Armando V. Campos;  
Ana R. João; António G. Magalhães; João F. Silva

**ISBN:**

978-989-35087-2-5

**TIRAGEM:**

60

1ª edição, junho de 2023

**OBSERVAÇÃO:**

Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou transmitida de qualquer outra forma ou por qualquer meio, eletrónico, fotocópia, ou outros, sem prévia autorização escrita dos editores.

A qualidade científica e os conteúdos dos resumos são da inteira responsabilidade dos respetivos autores.

## **PREFÁCIO**

Este livro contém os resumos dos trabalhos apresentados às 8as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos e às 3as Jornadas de Proteção Civil (8JORNINC-3JORPROCIV), que decorreram no Porto, Portugal.

Na presente edição das 8JORNINC-3JORPROCIV foram submetidos 50 trabalhos, tendo sido aceites 42. Os trabalhos foram distribuídos em 8 sessões paralelas temáticas, em adição a 2 sessões plenárias, apresentados no dia 2 de junho de 2023.

O evento foi iniciado e promovido em Portugal, sob a organização do professor Doutor João Paulo Rodrigues, com as 1as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos, em 2005, na Universidade de Coimbra, bem como nos anos seguintes, as 2as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos em 2011 e as 3as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos em 2013, também na Universidade de Coimbra.

As edições seguintes aconteceram em diferentes locais: as 4as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos em 2014, no Instituto Politécnico de Bragança; as 5as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos em 2016, no Laboratório Nacional de Engenharia Civil em Lisboa; as 6as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos e 1as Jornadas de Proteção Civil em 2018, na Universidade de Coimbra; e as 7as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos e 2as Jornadas de Proteção Civil, em 2021, no Instituto Politécnico de Castelo Branco.

As 8JORNINC apresentam grande importância num contexto atual de vários e graves incêndios urbanos, florestais e de interface em Portugal. A pertinência do tema da segurança na prevenção e no combate a incêndios, quer pelas consequências emergentes deste tipo de acidentes, quer pela necessidade de redução das ocorrências, do número de vítimas mortais, feridos, prejuízos materiais, patrimoniais, ambientais e sociais, leva a que as Jornadas se destinem a um leque alargado de profissionais e público em geral.

As 3JORPROCIV têm como objetivo promover conhecimentos nas áreas da prevenção civil, de riscos e planos de emergência. Pretendem assim, contribuir para a atualização dos conhecimentos técnicos e científicos da segurança e proteção civil, no âmbito do planeamento e prevenção perante cenários de crise e emergência. As Jornadas de Proteção Civil permitem partilhar um leque de conhecimentos multidisciplinares suscetíveis de impulsionar uma intervenção por parte de técnicos, especialistas e dos agentes da proteção civil. A visão interdisciplinar e integradora dos problemas e desafios que a proteção civil apresenta será refletida na prevenção e mitigação dos riscos inerentes a uma situação de acidente.

*8as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos e as 3as Jornadas de Proteção Civil  
Instituto Superior de Engenharia - Portugal - 1-2 de junho de 2023*

Os trabalhos apresentados nesta edição, permitirão o avanço das 8JORNINC-3JORPROCIV, através da divulgação dos recentes desenvolvimentos e do conhecimento nos domínios da segurança ao incêndio e proteção civil.

Por fim, a comissão organizadora das 8JORNINC-3JORPROCIV gostaria de agradecer:

- o apoio dos patrocinadores e das instituições do Sistema Científico e Tecnológico;
- a todos os autores que partilharam os seus excelentes trabalhos;
- e aos elementos da Comissão Científica que auxiliaram no processo de revisão.

Todos em conjunto, tornaram possível a realização destas Jornadas.

A organização das 8JORNINC-3JORPROCIV:

Elza M. M. Fonseca  
Hernâni R. Lopes  
Armando V. Campos  
Ana R. João  
António G. Magalhães  
João F. Silva

### **COMISSÃO EXECUTIVA**

Elza M. M. Fonseca (ISEP, Instituto Politécnico do Porto)  
Hernâni R. Lopes (ISEP, Instituto Politécnico do Porto)  
Armando V. Campos (ISEP, Instituto Politécnico do Porto)

### **COMISSÃO ORGANIZADORA**

Ana R. João (ISEP, Instituto Politécnico do Porto)  
António G. Magalhães (ISEP, Instituto Politécnico do Porto)  
João F. Silva (ISEP, Instituto Politécnico do Porto)

### **ORADORES CONVIDADOS**

Aline Camargo (I&DT – Núcleo Técnico e Científico, Itecons - Pólo II, Universidade de Coimbra)  
Anabela Martins (INEGI, Laboratório de Fumo e Fogo, Porto)

## **COMISSÃO CIENTÍFICA**

Aldina Aldina Santiago (Universidade de Coimbra)  
Aline L. Camargo (Universidade de Coimbra)  
Ana R. João (Instituto Politécnico do Porto)  
António José Pedroso de Moura Correia (Instituto Politécnico de Coimbra)  
Armando V. Campos (Instituto Politécnico do Porto)  
António G. Magalhães (Instituto Politécnico do Porto)  
Carlos André Soares Couto (Universidade de Aveiro)  
Carlos Balsa (Instituto Politécnico de Bragança)  
Carlos Miguel P. da Silva Santos (Instituto Superior de Engenharia do Porto)  
Cristina Calmeiro dos Santos (Instituto Politécnico de Castelo Branco)  
Cristina Delerue-Matos (Instituto Politécnico do Porto)  
Débora Macanjo Ferreira (Instituto Politécnico de Bragança)  
Domingos Xavier Viegas (Universidade de Coimbra)  
Elza M. M. Fonseca (Instituto Politécnico do Porto)  
Hernâni R. Lopes (Instituto Politécnico do Porto)  
Humberto Varum (Universidade do Porto)  
João Carlos Viegas (Laboratório Nacional de Engenharia Civil)  
João F. Silva (Instituto Politécnico do Porto)  
João Paulo Correia Rodrigues (Universidade de Coimbra) – Coordenador  
João Ramôa Correia (Universidade de Lisboa)  
José Carlos Góis (Universidade de Coimbra)  
José Gaspar (Instituto Politécnico de Coimbra)  
José Luís Zêzere (Universidade de Lisboa)  
Leonardo José da Silva Ribeiro (Instituto Politécnico do Porto)  
Lino Marques (Universidade de Coimbra)  
Luciano Lourenço (Universidade de Coimbra)  
Luís Laím (Universidade de Coimbra)  
Luís M. R. Mesquita (Instituto Politécnico de Bragança)  
Mário A. P. Vaz (Universidade do Porto)  
Nuno Lopes (Universidade de Aveiro)  
Paulo A. G. Piloto (Instituto Politécnico de Bragança)  
Paulo B. Lourenço (Universidade do Minho)  
Pedro de Figueiredo Vieira Carvalheira (Universidade de Coimbra)  
Pedro Dias Simão (Universidade de Coimbra)  
Paulo Vila Real (Universidade de Aveiro)  
Pedro J. Coelho (Universidade de Lisboa)  
Ricardo Mendes (Universidade de Coimbra)  
Rui A. Rego (Instituto Politécnico do Porto)  
Simone Morais (Instituto Politécnico do Porto)

## ÍNDICE

PREFÁCIO.....	ii
COMISSÃO EXECUTIVA.....	iv
COMISSÃO ORGANIZADORA.....	iv
ORADORES CONVIDADOS.....	iv
COMISSÃO CIENTÍFICA.....	v
SESSÕES PLENÁRIAS.....	8
ARQUITECTURA E URBANISMO NA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO.....	10
REAÇÃO AO FOGO – CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS E ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO.....	12
SESSÕES PARALELAS TEMÁTICAS.....	14
ANACRONISMO DA REGULAMENTAÇÃO DE SCIE PORTUGUESA FACE À DE OUTROS PAÍSES EUROPEUS.....	16
ESTUDO DE CASO DE PROJETO DE SCIE BASEADO NO DESEMPENHO DE UM EDIFÍCIO ADMINISTRATIVO.....	18
MEDIDAS DE AUTOPROTEÇÃO E INCÊNDIOS FLORESTAIS – A AUSÊNCIA DE REQUISITOS ESPECÍFICOS DO CÓDIGO NO REGULAMENTO PORTUGUÊS.....	20
POR UM NOVO PARADIGMA PARA OS FOGOS DE INTERFACE URBANO-FLORESTAL.....	22
PERFIS EM ALUMÍNIO COM E SEM PROTEÇÃO AO FOGO: COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO SIMPLIFICADO E NUMÉRICO.....	24
AVALIAÇÃO TÉRMICA DE LIGAÇÕES AÇO-MADEIRA EM CORTE SIMPLES QUANDO SUBMETIDAS AO FOGO.....	26
AVALIAÇÃO DA SEÇÃO RESIDUAL DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE SUPORTE EM MADEIRA COM PROTEÇÃO SUBMETIDOS AO FOGO.....	28
AVALIAÇÃO DAS DISTÂNCIAS DE SEGURANÇA REGULAMENTARES ATRAVÉS DA SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE FOGOS FLORESTAIS.....	30
PROPOSTA PARA REGULAMENTAÇÃO NA VERIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DE HABITAÇÕES AO FOGO FLORESTAL.....	32
NUMERICAL ASSESSMENT OF FIREBRAND ACCUMULATION.....	34
EXPERIMENTAL ASSESSMENT OF FIREBRANDS ACCUMULATION TEMPERATURE-TIME CURVES IN PLANE SURFACES.....	36
MODELLING TECHNIQUES FOR THE FIRE PERFORMANCE OF EMPTY CAVITIES IN LSF WALLS.....	38
DESIGNING COMPRESSED MEMBERS OF TRUSSES AND BRACING SYSTEMS IN FIRE USING MACHINE LEARNING MODELS.....	40
PROTECÇÃO PASSIVA CONTRA O FOGO E PROTECÇÃO ANTICORROSIVA: COMBINAÇÃO DE ENSAIOS DE RESISTÊNCIA AO FOGO COM ENSAIOS DE PROTECÇÃO ANTICORROSIVA DE ACORDO COM A NORMA ISO 12944.....	42
AUSTENITIC HOLLOW STAINLESS STEEL BEAMS AT ELEVATED TEMPERATURES: EXPERIMENTAL AND NUMERICAL VALIDATION.....	44
SMOKE FLOW IN SLOPED TUNNELS.....	46
FINITE ELEMENT ANALYSIS TO MODEL THE FIRE BEHAVIOUR OF MULTILAYER WOOD-BASED SYSTEMS.....	48
A NEW PROPOSAL FOR ESTIMATING THE TEMPERATURES ON THE STEEL DECK COMPONENTS OF COMPOSITE SLABS UNDER FIRE.....	50
VELOCIDADES DE EVACUAÇÃO PEDONAL EM CENÁRIO DE INCÊNDIO - CASO DE ESTUDO DE CABANÕES.....	52
RISCOS PARA A SAÚDE DOS OPERACIONAIS DURANTE O COMBATE A INCÊNDIOS E NECESSIDADES NO APOIO SANITÁRIO EM PORTUGAL.....	54
CONTRIBUIÇÃO DO COMBATE AOS INCÊNDIOS URBANOS PARA A EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL COMO BOMBEIRO.....	56

*8as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos e as 3as Jornadas de Proteção Civil  
Instituto Superior de Engenharia - Portugal - 1-2 de junho de 2023*

NÍVEIS DE PARTÍCULAS RESPIRÁVEIS LIBERTADOS DURANTE FOGOS CONTROLADOS URBANOS.....	58
FIRE BEHAVIOUR OF MORTARS WITH PORTLAND CEMENT AND RESIDUAL DIATOMACEOUS EARTH .....	60
CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE PROVETES DE GRANITO SUJEITOS A TEMPERATURAS ELEVADAS .....	62
SIMULAÇÃO CFD DA DESENFUMAGEM DE UM PARQUE DE ESTACIONAMENTO EM CASO DE INCÊNDIO.....	64
ANÁLISE DO RISCO DE INCÊNDIO EDIFÍCIO REMODELADO EM CASTELO BRANCO .....	66
EVACUAÇÃO DE EDIFÍCIOS – CASO DE ESTUDO DE UM EDIFÍCIO ESCOLAR .....	68
FLOOD RISK ASSESSMENT OF THE HISTORIC CITY CENTRE OF AVEIRO, PORTUGAL .....	70
REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS EM ESTRUTURA METÁLICA DANIFICADOS POR INCÊNDIOS FLORESTAIS.....	72
SIMULACRO DE INCÊNDIO NUM EDIFÍCIO HOSPITAL – CASO DO HOSPITAL SOBRAL CID, EM COIMBRA .....	74
ANÁLISE DAS MEDIDAS DE PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DO RISCO DE EXPLOÇÃO DE POEIRA NO PROCESSO INDUSTRIAL DE SECAGEM DE RESINAS DE POLICLORETO DE VINILO .....	76
ANÁLISE ESPECÍFICA DE RISCOS PARA O TÚNEL DE MONTEMOR.....	78
INCIDENTES/ACIDENTES NO TÚNEL DE MONTEMOR E TROÇOS DE AUTOESTRADA ADJACENTES .....	80
AVALIAÇÃO PARAMÉTRICA DOS MECANISMOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR NUM CENÁRIO DE INCÊNDIO NA INTERFACE URBANO - FLORESTAL .....	82
FOREST FIRE EMISSIONS AS A PUBLIC HEALTH BURDEN .....	84
BIOMARKERS FOR THE SURVEILLANCE OF FIREFIGHTER'S HEALTH .....	86
POTENCIAL DAS ÁGUAS TERMAIS PARA MELHORAR A SAÚDE RESPIRATÓRIA DOS BOMBEIROS .....	88
AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DO UHPC APÓS EXPOSIÇÃO A TEMPERATURAS ELEVADAS.....	90
PROPRIEDADES MECÂNICAS DE BETÕES DE ULTRA-ELEVADO DESEMPENHO (UHPC) APÓS EXPOSIÇÃO A ELEVADAS TEMPERATURAS .....	92
AI-4-MUFF PROJECT RESULTS OVERVIEW: GOING THROUGHT THREE YEARS OF RESEARCH ON URBAN FIRES OCCURRENCE IN PORTUGAL.....	94
A MADEIRA vs. OUTROS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO AO FOGO .....	96
A CAPACIDADE DE RESISTÊNCIA À FLEXÃO DE VIGAS SUJEITAS AO FOGO.....	98
ÍNDICE REMISSIVO DE AUTORES .....	100

## **SESSÕES PLENÁRIAS**

### **PALESTRA I**

#### **ARQUITECTURA E URBANISMO NA SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO**

Aline Camargo, – I&DT – Núcleo Técnico e Científico, Itecons - Pólo II, Universidade de Coimbra, Portugal

### **PALESTRA II**

#### **REAÇÃO AO FOGO – CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS E ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO**

Anabela Martins, INEGI, Laboratório de Fumo e Fogo, Porto, Portugal

*8as Jornadas de Segurança aos Incêndios Urbanos e as 3as Jornadas de Proteção Civil  
Instituto Superior de Engenharia - Portugal - 1-2 de junho de 2023*

## **FINITE ELEMENT ANALYSIS TO MODEL THE FIRE BEHAVIOUR OF MULTILAYER WOOD-BASED SYSTEMS**

Matheus Alves \*  
Researcher  
IPB- Portugal

Luís Mesquita  
Professor  
ISISE – IPB  
Portugal

Paulo A. G. Piloto  
Professor  
LAETA – INEGI,  
IPB- Portugal

Luísa Barreira  
Professor  
IPB- Portugal

Débora Ferreira  
Professor  
IPB- Portugal

Filipe Mofreita  
Carpintaria Mofreita -  
Portugal

### **ABSTRACT**

Wood and wood-based products are versatile and sustainable construction materials that improve the energy efficiency of buildings. However, predicting the fire resistance of wood-based construction is challenging due mainly to integrity issues of such structures when exposed to fire, and lack of accurate temperature-dependant material properties. This work aimed at building finite element numerical models to estimate the fire resistance of a multilayer wood-based assembly. The thermal properties were determined using the Transient Plane Source (TPS) method and were also adapted for elevated temperatures according to the future generation of Eurocode 5 Part 1-2. The numerical results were validated against an experimental test conducted on a multilayer system composed of MDF boards and Rockwool insulation exposed to ISO-fire. The proposed models led to over-conservative results, indicating that the material properties should be revised to predict the fire resistance of multilayer systems using finite element analysis.

**KEYWORDS:** Wood, Wood-based, Multilayer system, Finite element modelling, Fire resistance.

### **1. NUMERICAL MODEL**

A set of 2D finite-element models were developed in Ansys Workbench using the PLANE55 finite-element to conduct the heat transient analysis. The multilayer system had surface dimensions of 580 × 580 mm and was composed of two boards of 16 mm thick MDF, with a core layer of Rockwool with 27 mm in thickness. The model A considered the proposed material behaviour of prEN 1995-1-2 [1], while model B considered the measured properties using a TPS device and adapted values from prEN 1995-1-2 [1]. The obtained values were used as input to the numerical model. The boundary conditions were defined according to EN 1991-1-2 [2] considering the standard fire of ISO 834 [3], and heat transfer due to convection and radiation on the exposed and unexposed sides. The fire resistance was determined based on the average temperature attainment on the unexposed side of 160 °C. Figure 1 shows the numerical (num) and experimental (exp) temperature evolution at selected regions of the specimen. Detailed results from the experimental tests can be found in Alves et al. [4]. The numerical predictions for the fire

---

\* Corresponding author – Researcher at Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 Bragança, Portugal. email: matheus.alves@ipb.pt

resistance were over-conservative, which is related with the difficulty to model dehydration of the MDF boards and inaccuracies regarding temperature-dependant material properties. Also, the thermophysical properties of Rockwool at elevated temperatures should be determined.

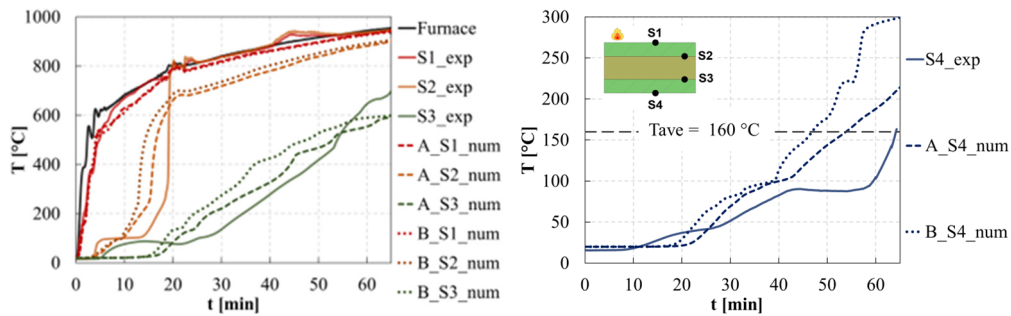


Figure 1: Numerical (num) and experimental (exp) temperature histories at selected regions of the specimen.

## 2. CONCLUSION

A set of finite-element models were proposed to estimate the fire resistance of a wood-based multilayer system composed of MDF and Rockwool insulation. The numerical results were generally over-conservative when compared to the experimental findings, indicating that the material models should be revised for finite element simulations. The model can also be improved by determining the thermal properties of Rockwool at elevated temperatures.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This work was developed within the scope of the project NORTE-01-0247-FEDER-072225, supported by North Portugal Regional Operational Programme (NORTE 2020), under the PORTUGAL 2020 Partnership Agreement, through the European Regional Development Fund (ERDF).

## REFERENCES

- [1] European Committee for Standardization, *Draft prEN 1995-1-2 Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-2: General – Structural fire design*, 2020.
- [2] European Committee for Standardization, *EN 1991-1-2, Eurocode 1: Actions on Structures - Part 1-2: General Actions - Actions on Structures Exposed to Fire*, 2002.
- [3] International Organization for Standardization, *ISO 834-1 Fire-Resistance Tests - Elements of Building Construction Part 1: General Requirements*, 1999.
- [4] Alves, M., Mesquita, L., Piloto, P., Ferreira, D., Barreira, L., Mofreita, F. *Fire behaviour of wood and wood-based composite panels towards the development of fire-resistant multilayer systems*, 7th World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, Prague, 2022, p. 336.