



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

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 arquitetónicos 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)

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

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)

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

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
AVLIAÇÃO 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 ZÊZERE	
SESSÃO 5 – PROTEÇÃO CIVIL	
DETERMINAÇÃO DA SEVERIDADE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS COM RECURSO A IMAGENS SENTINEL - 2 José Gaspar, Jorge Pereira	
.....	57

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



Thiago Boer de Oliveira
Estudante
Instituto Politécnico
Bragança, Portugal



Thiago Antonini Alves
Professor
Universidade
Tecnológica Federal
do Paraná, Brasil.



Luís M. R. Mesquita
Professor
Instituto Politécnico
Bragança, Portugal

SUMÁRIO

Para desenvolver um projeto de engenharia de segurança contra incêndio é imprescindível conhecer os efeitos que as temperaturas elevadas originam nas propriedades térmicas dos materiais de proteção ao fogo. Esta informação é essencial para a aplicação dos métodos simplificados de cálculo. Assim, apresenta-se uma abordagem experimental e outra numérica, baseada num algoritmo de otimização, para determinar a condutividade térmica de duas placas de silicato de cálcio distintas utilizadas como material de proteção passiva contra incêndio. São utilizadas duas metodologias e os seus resultados para a determinação das propriedades à temperatura ambiente e temperaturas elevadas: (i) regime estacionário (Guarded Hot Plate); (ii) regime transiente com o Transient Plane Source (HotDisk).

PALAVRAS-CHAVE: Materiais de Proteção ao Fogo; Condutividade Térmica; Transient Plane Source; Guarded Hot Plate.

1. INTRODUÇÃO

O fogo possui grande potencial de destruição podendo originar catastrofes, com perdas humanas e económicas consideráveis. Uma forma de proporcionar mais segurança é inibindo a propagação do fogo através de sistemas passivos de proteção, preservando as propriedades mínimas do material de construção e assim retardando seu colapso, o que garante maior tempo para a equipe de resgate. Segundo Wang, a condutividade térmica é a propriedade mais relevante ao analisar um fenómeno térmico, a compreensão do seu comportamento é essencial para a verificação de segurança ao fogo de elementos com sistemas de proteção passiva, portanto, sua dependência com a temperatura deve ser quantificada. A sua desconsideração subestimar a temperatura crítica, levando a resultados inseguros, [1].

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Utilizou-se duas placas de silicato de cálcio, Promatec-H e Promatec-200, ambas foram submetidas a técnicas experimentais TPS, GHP e Forno de Resistência ao Fogo cujos resultados serão utilizados para desenvolver um algoritmo de otimização representando o comportamento da condutividade térmica. O Hotdisk é um equipamento baseado na teoria (TPS), os resultados são obtidos durante o regime transiente de transferência de calor e possui como principais vantagens um tempo curto requerido para executar a medição, valores da condutividade e difusividade térmica relatados simultaneamente nos resultados e elevada gama de medição. O GHP,

equipamento mais utilizado para determinar a condutividade térmica dos materiais isolantes, possui como operação estabelecer o estado estacionário do gradiente de temperatura sobre um material de espessura conhecida, [2]. O algoritmo modificado de Levenberg-Marquardt foi usado em conjunto com o método direto para analisar numericamente a condutividade térmica. Os cálculos inversos realizados baseiam-se na distribuição de temperatura, obtidas pelo método direto, e na distribuição de temperatura real das placas, obtida através de ensaios experimentais realizados no forno de resistência ao fogo.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

As técnicas TPS e GHP foram utilizadas para verificar o comportamento da condutividade térmica nas placas de silicato de cálcio. A Figura 1 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

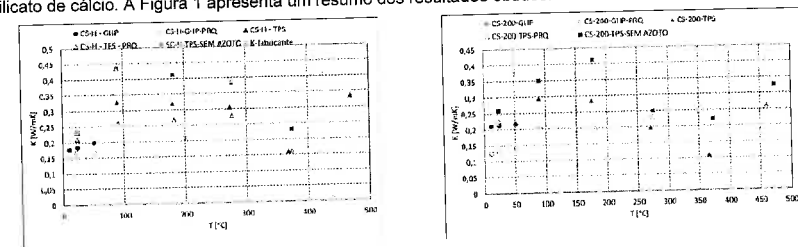


Figura 1. Comportamento da condutividade térmica das placas de silicato de cálcio promatec-H (esquerda) e promatec-200 (direita).

Através dos resultados conclui-se que a condutividade térmica das placas possui elevada dependência com a temperatura, oscilando seu valor conforme a temperatura e a decomposição térmica do material. Estas se mostraram eficientes e com elevada concordância nos resultados obtidos, tendo apenas uma pequena diferença entre elas. Porém, para efeitos de comparação, o GHP apresentou resultados mais próximos dos valores fornecidos pelo fabricante.

REFERÊNCIAS

1. YONG WANG, I.B. and M.G. FRANTISEK WALD *Performance-Based Fire Engineering of Structures*, C.P.T.F. Group, Editor, 2013.
2. Al-Ajjan, S.A., *Measurements of thermal properties of insulation materials by using transient plane source technique*. Applied Thermal Engineering, 2006. 26(17): p. 2184-2191.

equipamento mais utilizado para determinar a condutividade térmica dos materiais isolantes, possui como operação estabelecer o estado estacionário do gradiente de temperatura sobre um material de espessura conhecida, [2]. O algoritmo modificado de Levenberg-Marquardt foi usado em conjunto com o método direto para analisar numericamente a condutividade térmica. Os cálculos inversos realizados baseiam-se na distribuição de temperatura, obtidas pelo método direto, e na distribuição de temperatura real das placas, obtida através de ensaios experimentais realizados no forno de resistência ao fogo.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

As técnicas TPS e GHP foram utilizadas para verificar o comportamento da condutividade térmica nas placas de silicato de cálcio. A Figura 1 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

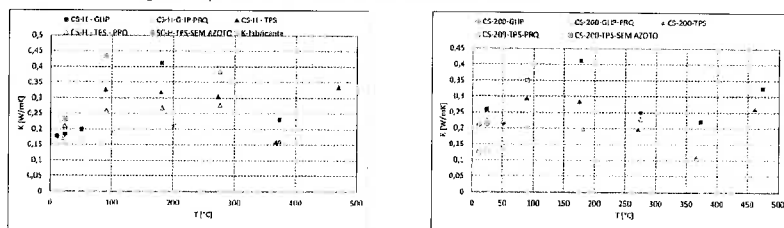


Figura 1. Comportamento da condutividade térmica das placas de silicato de cálcio promatec-H (esquerda) e promatec-200 (direita).

Através dos resultados conclui-se que a condutividade térmica das placas possui elevada dependência com a temperatura, oscilando seu valor conforme a temperatura e a decomposição térmica do material. Estas se mostraram eficientes e com elevada concordância nos resultados obtidos, tendo apenas uma pequena diferença entre elas. Porém, para efeitos de comparação, o GHP apresentou resultados mais próximos dos valores fornecidos pelo fabricante.

REFERÊNCIAS

1. YONG WANG, I.B. and M.G. FRANTISEK WALD *Performance-Based Fire Engineering of Structures*, C.P.T.F. Group, Editor, 2013.
2. Al-Ajlani, S.A., *Measurements of thermal properties of insulation materials by using transient plane source technique*. Applied Thermal Engineering, 2006. 26(17): p. 2184-2191.

RESISTÊNCIA TERMOMECÂNICA EM REGIME ESTACIONÁRIO DE PROVETES DE TERRA COMPRIMIDA

Diogo Lima
Aluno
IPB - Bragança

Edgar Soares
Aluno
UM – Guimarães

Débora Ferreira[†]
Professora
IPB - Bragança

Luís Mesquita
Professor
IPB - Bragança

Tiago Miranda
Professor
UM – Guimarães

Dinis Leitão
Professor
UM – Guimarães

SUMÁRIO

O trabalho desenvolvido baseia-se num conjunto de ensaios experimentais de resistência à compressão em provetes cilíndricos de terra compactada. São analisadas cinco amostras com diferentes percentagens de estabilizante, cal e cimento, em relação a diferentes patamares de temperatura. É objetivo deste estudo comparar o comportamento dos provetes e compreender a influência dos estabilizadores e da temperatura na sua resistência mecânica. Os testes a temperaturas elevadas são realizados em regime estacionário. Os resultados permitem aferir qual a melhor mistura, ao nível do desempenho, considerando a resistência máxima, comportamento mecânico, economia e sustentabilidade. Após a análise dos resultados, a composição M2 com 5.0% cal e 7.5% cimento apresenta-se como a melhor opção. Adicionalmente, é analisada a resistência residual dos provetes da amostra M2 após exposição a temperaturas elevadas.

PALAVRAS-CHAVE: Provetes de terra comprimida; resistência ao fogo; regime estacionário

1. INTRODUÇÃO

As técnicas de construção em terra são inúmeras e variam de região para região, conforme as características do solo e da temperatura do local. Em Portugal, as mais comuns são: a taipa, o tabique, a alvenaria de adobe e mais recentemente a alvenaria de Bloco de Terra Comprimida (BTC), [1].

Os Blocos de Terra Comprimida (BTC) são incombustíveis, não exalam gases tóxicos e por isso os produtos da combustão não são prejudiciais à saúde humana. São maus condutores de calor (possui baixa condutividade térmica a temperatura ambiente). Estas características concedem ao BTC uma boa resistência ao fogo, [2].

A deterioração do BTC, sujeito a temperaturas elevadas, manifesta-se de forma desconhecida, modificando o seu comportamento conforme o estabilizante contido em sua composição. O aquecimento do BTC conduz à degradação diferencial afetando as propriedades mecânicas, resistência e módulo de elasticidade, conforme a temperatura a que for exposto. Há perda de rigidez da estrutura podendo levar os elementos estruturais ao colapso, tanto na fase de aquecimento quer na fase de arrefecimento.

[†] Débora Ferreira – Instituto Politécnico de Bragança, Departamento de mecânica aplicada, Campus de Santa Apolónia, 5300-253 BRAGANÇA, Portugal. Email: debora@ipb.pt

2. PROGRAMA EXPERIMENTAL

O trabalho desenvolvido é sobre a segurança das construções em Bloco de Terra Comprimida (BTC) quando sujeitas a situações de incêndio. Os resultados da resistência obtidos pelos BTC, a temperaturas elevadas e após arrefecimento, são analisados tendo como principal objetivo aumentar o conhecimento e, assim, garantir a segurança dos bens e principalmente das pessoas. É igualmente objetivo deste trabalho compreender a influência dos estabilizadores, responsáveis pelo aumento da resistência dos BTC, através de ensaios de resistência termomecânica em regime estacionário. Para tal foram analisadas 5 percentagens de estabilizantes, entre cal e cimento, obtendo-se diferentes respostas do comportamento do material sob a ação do fogo. Também é realizada uma análise dos ensaios de compressão residual à amostra com melhor desempenho a temperaturas elevadas,[3].

3. CONCLUSÕES

O melhor desempenho foi obtido para a composição com maior quantidade de estabilizantes, com 10% de cal e 10% de cimento. Contudo, a composição com 5.0% de cal e 7.5% de cimento apresentou uma resistência próxima da anterior, sendo que esta composição constitui uma melhor opção devido à menor quantidade de estabilizantes, sendo uma escolha mais económica e mais sustentável.

REFERÊNCIAS

- [1] Varum, H.; Velosa A. – *Caracterização do adobe em construções existentes na região de Aveiro*, Seminário Ibero-Americano de construção em terra, 2005.
- [2] Ferreira, D. M., *et al.*, – *Behaviour of non-loadbearing tabique wall subjected to fire – Experimental and numerical analysis*, Journal of Building Engineering, vol. 9, pp. 164-176, 1// 2017.
- [3] Lima, D. - *Ensaio de resistência termomecânica em regime estacionário em Bloco de terra compactada (BTC)*," Mestrado Engenharia Civil, Instituto Politécnico de Bragança, 2017.

las. O estado da arte dos estudos para caracterização termomecânica de materiais refratários também é apresentado.

A aplicação de refratários na indústria de aço, cimento, vidro e em usinas de geração de energia tem importância vital no processo produtivo. Os materiais são utilizados para fins de isolamento térmico e proteção de estruturas e equipamentos. Para a determinação do refratário ideal para cada situação é necessário o conhecimento das propriedades físicas e químicas dos materiais disponíveis.

Nesta comunicação foram apresentadas as principais propriedades físicas e térmicas para o estudo de materiais refratários, tais como densidade aparente, porosidade aparente, resistência à compressão a frio, módulo de ruptura, módulo de ruptura a quente, módulo de deformação, resistência à abrasão, expansão térmica, variação linear permanente, refratariedade sob carga, resistência ao choque térmico e condutividade térmica. Os principais ensaios usados para determinação destas propriedades foram apresentados preconizados por meio de normas europeias e internacionais. Também foi apresentado o estado da arte sobre as principais pesquisas realizadas no campo da caracterização termomecânica de cerâmicas refratárias.

AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DA RESISTÊNCIA MECÂNICA E DA REAÇÃO AO FOGO DE PAINÉIS DE DERIVADOS DE MADEIRA



**Lucas Coimbra
Ferle**
Estudante Instituto
Politécnico de
Bragança – Portugal.



**Gerson H. Dos
Santos**
Professor
Universidade
Tecnológica Federal
do Paraná, Brasil.



Luís M. R. Mesquita
Professor Instituto
Politécnico de
Bragança – Portugal.

SUMÁRIO

A utilização da madeira e produtos derivados da madeira está a aumentar devido à tendência crescente de desenvolvimento e construção sustentável. As políticas e restrições Europeias sobre segurança contra incêndios em edifícios requerem o desenvolvimento de produtos com um desempenho melhorado contra o risco de incêndio, nomeadamente através da aplicação de retardante de chama em painéis de madeira e derivados de madeira. Este trabalho apresenta uma análise da durabilidade, através da caracterização da reação ao fogo e da resistência mecânica dos painéis de derivados de madeira com e sem retardante de chama considerando o efeito do envelhecimento dos mesmos. São analisados painéis de MDF, PB e OSB. O envelhecimento dos painéis segue a especificação da ETAG 028, utilizando o envelhecimento acelerado, com ciclos de variação da temperatura e humidade. É apresentada a comparação do desempenho ao nível da caracterização da resistência mecânica à flexão e reação ao fogo dos painéis antes e após os ciclos de envelhecimento acelerado.

PALAVRAS-CHAVE: Durabilidade; Envelhecimento Acelerado; Painéis de derivados de madeira; retardantes de chama, Reação ao Fogo.

1. INTRODUÇÃO

A madeira é considerada um material combustível, e mesmo possuindo uma proteção ao fogo natural/intrinseca, carbonizando para diminuir a taxa de aquecimento, segundo a norma Europeia de classificação da reação ao fogo, EN13501-1, [1], a madeira sem tratamento é classificada na classe de reação D, e os produtos de menor densidade na classe E. Quando é aplicado um tratamento com material ignífugo, os produtos de madeira podem chegar a um nível de classificação C ou B, [2].

3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Neste artigo será avaliada a durabilidade da reação ao fogo, de acordo com a EN 16755:2017, e as propriedades mecânicas dos painéis de madeira com e sem retardante de chama que foram submetidas ao envelhecimento artificial, afim de compara-las com os painéis não envelhecidos. Para os ensaios de envelhecimento foi utilizado

a ETAG 028, com ciclos de humidade e temperatura por 10 dias ininterruptos. Para a reação ao fogo é utilizado um calorímetro de cone e os testes realizados de acordo com a ISO 5660. As propriedades mecânicas dos painéis são determinadas através do teste de flexão em três pontos estabelecido pela EN310.

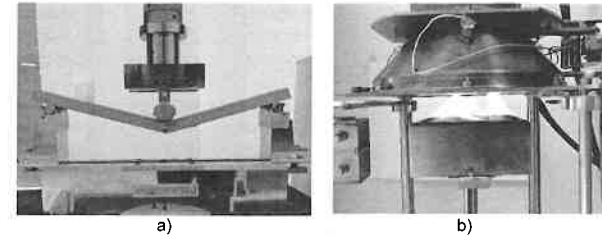


Figura 1: a) Ensaio de flexão em três pontos. b) Ensaio no calorímetro de cone

6. CONCLUSÕES

Neste artigo foi realizado a caracterização mecânica e de reação ao fogo dos painéis de derivados de madeira envelhecidos e não envelhecidos com o intuito de avaliar a durabilidade dos mesmos. A resistência mecânica diminuiu nos painéis envelhecidos com exceção dos painéis OSB4 por serem produzidos com uma resina de maior resistência à humidade. Com a exceção das amostras do painel MDF-NFR, verificou-se uma diminuição do calor total libertado nos testes realizados às amostras após exposição ao envelhecimento acelerado. O envelhecimento do painel OSB sem retardantes de chama originou uma diminuição de 37% do THR em comparação com o não envelhecido. A análise de desempenho da durabilidade permite manter os painéis ignífugos analisados na classe B de reação ao fogo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Sonae Arauco por fornecer os painéis de madeira utilizados nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] Comité Européen de Normalisation (CEN), EN 13501-1+A1: Fire classification of construction products and building elements - Part 1: Classification using data from reaction to fire tests, (2009) 1–57.
- [2] Comité Européen de Normalisation (CEN), EN 13986 Wood-based panels for use in construction - Characteristics, evaluation of conformity and marking, (2004).