

MEFTE

Bragança 09

**III Conferência Nacional
em mecânica de fluidos, termodinâmica
e energia**

**17 e 18 de Setembro
Instituto Politécnico de Bragança**

**Fernando Pinho
Pedro Coelho
Paulo Oliveira
Paulo Piloto**

ACTAS DA

III Conferência Nacional em Mecânica de Fluidos, Termodinâmica e Energia
(MEFTE - BRAGANÇA 09)
resumos

ORGANIZAÇÃO

APMTAC – Associação Portuguesa de Mecânica, Teórica, Aplicada e Computacional
FEUP – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
IST – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa
UBI – Universidade da Beira Interior
IPB – Instituto Politécnico de Bragança

APMTAC



COMISSÃO ORGANIZADORA

Fernando Pinho – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Pedro Coelho – Instituto Superior Técnico
Paulo Oliveira – Universidade da Beira Interior
Paulo Piloto – Instituto Politécnico de Bragança

COMISSÃO EXECUTIVA

Ana Isabel Pereira – Instituto Politécnico de Bragança
Carlos Balsa – Instituto Politécnico de Bragança
Olga Ferreira – Instituto Politécnico de Bragança
Simão Pinho – Instituto Politécnico de Bragança
Ricardo Dias – Instituto Politécnico de Bragança
Rolando Dias – Instituto Politécnico de Bragança
Rui Lima – Instituto Politécnico de Bragança
Valdemar Garcia – Instituto Politécnico de Bragança

COMISSÃO HONRA

Albano Alves – Escola Superior de Tecnologia e Gestão
Vitor Alves – Governo Civil de Bragança
Jorge Nunes – Câmara Municipal de Bragança
Sobrinho Teixeira – Instituto Politécnico de Bragança

COMISSÃO CIENTÍFICA

A. F. Miguel – Universidade de Évora
A. Heitor Reis – Universidade de Évora
Abel Rouboa – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
António C. Sousa – University of New Brunswick – Canadá
António Gameiro Lopes – Universidade de Coimbra
António Mendes – Universidade da Beira Interior
António Moreira – Instituto Superior Técnico
António Raimundo – Universidade de Coimbra
Carlos Pinho – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Celestino R. Ruivo – Universidade do Algarve
Falcão Campos – Instituto Superior Técnico
Fernando Pinho – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
João Campos – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
João Viegas – Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Jorge Capote Abreu – Universidade de Cantabria
José C. Pereira – Instituto Superior Técnico
José Carlos Teixeira – Universidade do Minho
José Conde – Universidade Nova de Lisboa
José Costa – Universidade de Coimbra
José Dias – Universidade Nova de Lisboa
José Palma – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Juana Fortes – Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Luís Adriano Oliveira – Universidade de Coimbra
Luís Eça – Instituto Superior Técnico
Luís Pais – Instituto Politécnico de Bragança
Manuel Alves – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mário Costa – Instituto Superior Técnico
Paulo Oliveira – Universidade da Beira Interior
Pedro Coelho – Instituto Superior Técnico
Pedro Dinho – Universidade da Beira Interior
Rui Ferreira – Instituto Superior Técnico
Sobrinho Teixeira – Instituto Politécnico de Bragança
Toste Azevedo – Instituto Superior Técnico
Viriato Semião – Instituto Superior Técnico
Vitor Costa – Universidade de Aveiro

PREFÁCIO

SESSÕES PLENÁRIAS

On modelling t

Papel da Mecâ

Turbulence Mo

Teoria Construc

Magic Triangle

Mecanismos de

Combustão

SESSÕES PARALELAS

SESSÃO 1: MECÂNICA

Controlo de fuz

impulso

Unsteady Aerod

Velocity-erosio

Planar time-depe

Influência da ge

Simulação exper

SESSÃO 2: COMBUSTÃO

Eficácia do Proc

Investigação Co

Combustão sem

Oxigenação de a

Phase Separation

Estudos de visua

estagnado

Oxigenação de a

SESSÃO 3: TURBULÊNCIA

Modelagem num

Modelling of Th

Avaliação da per

Estudo experimen

Limitations of pe

and low-Re turbu

A new $k-\epsilon$ turbu

SESSÃO 4: MECÂNICA

Effect of the skin

Determinação da carbonização na madeira de pinheiro quando submetida a elevadas temperaturas para diferentes direcções das fibras

Luisa M S Barreira¹ e Elza M M Fonseca¹

¹Instituto Politécnico de Bragança, Escola Superior de Tecnologia e de Gestão, Apartado 1134, Bragança, Portugal

email: efonseca@ipb.pt <http://www.ipb.pt>

Sumário

A grande vulnerabilidade da madeira quando submetida a uma acção accidental, requer uma avaliação rigorosa do seu comportamento térmico e mecânico, quando utilizada para fins de construção. Com o presente trabalho, pretende-se determinar experimentalmente a espessura da camada carbonizada em perfis de madeira de pinheiro, submetidos a elevadas temperaturas. Será verificada a influência da acção térmica nos perfis de madeira atendendo às diferentes direcções das fibras. Os resultados experimentais são comparados com os resultados numéricos obtidos utilizando um programa de elementos finitos, o Ansys.

Palavras-chave: Madeira; Carbonização; Acção Térmica; Direcção das Fibras.

1 Apresentação do trabalho

A madeira é, provavelmente, o material de construção mais antigo dada a sua disponibilidade na natureza e a sua relativa facilidade de utilização. A madeira constitui um material complexo e com características muito diferentes de outros materiais de construção. As principais vantagens da utilização da madeira, relativamente a outros materiais, são a facilidade na construção e na manutenção, a agradável aparência, a leveza e sua resistência estrutural. A utilização deste tipo de material exige a verificação da sua resistência e protecção contra acções de acidente, através de regras e códigos de segurança. A resistência ao fogo, por exemplo, pode ser determinada em função de ensaios específicos de forma a quantificar o tempo para o qual a estrutura não entra em colapso. Sendo a madeira combustível, existem grandes preocupações inerentes ao projecto e à protecção destes materiais. Mas a combustão da madeira é lenta e regular e o seu comportamento torna-se previsível, apresentando por isso um comportamento diferente e que lhe é favorável [1]. Quando se expõe ao fogo uma secção recta robusta em madeira, é formada uma camada superficial de carvão que actua como uma espécie de isolante, impedindo a rápida saída dos gases inflamáveis e a propagação do calor para o interior da secção. Desta forma, o aquecimento e a degradação do material realizam-se a uma velocidade menor, o que faz com que a sua capacidade resistente seja favorável em relação a outros materiais. Isto deve-se em parte, à conservação das suas propriedades físicas, mesmo após, ter sido exposta a elevadas temperaturas, mantendo-se o interior da secção a baixas temperaturas e a zona envolvente a altas temperaturas [2]. A temperatura na camada base carbonizada da madeira, em contacto com o núcleo da secção, é de aproximadamente 300°C, conforme o Eurocódigo 5, EC5 [3]. As propriedades térmicas da madeira relacionam-se com o teor de humidade, a orientação do grão, a composição química e a permeabilidade, sendo função da temperatura. Com base nesse conhecimento, é possível avaliar-se a segurança de estruturas em madeira afectadas por elevadas temperaturas e controlar, na fase de projecto, o tempo de resistência dos elementos estruturais antes do colapso da estrutura.

Neste trabalho apresenta-se um método experimental para a determinação da espessura carbonizada em perfis de madeira de pinheiro, figura 1.

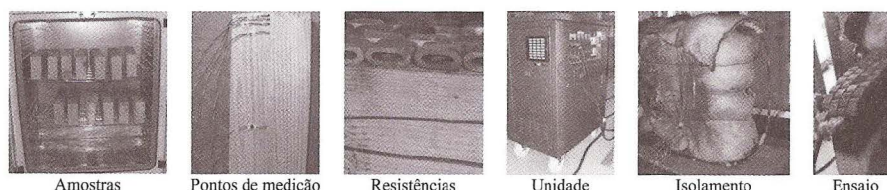


Fig.1. Método experimental.

A camada carbonizada é determinada pela medição da temperatura em 5 pontos diferentes, utilizando termopares do tipo K e um sistema de leitura para aquisição de dados, o MGCPlus. A medição da temperatura é efectuada a 1, 2, 3, 5 e 25 cm da frente de exposição a altas temperaturas, permitindo avaliar a carbonização da madeira. A exposição a altas temperaturas na madeira é efectuada através da colocação de resistências eletro-cerâmicas, cuja potência da unidade térmica corresponde a 70kVA. A curva de aquecimento imposta na unidade térmica é programável e controlada ao longo de todo o ensaio, tendo sido utilizado uma taxa de aquecimento igual a 800°C/hora.

São considerados vários perfis em pinheiro, de igual dimensão, mas orientados no corte segundo as direcções das suas fibras. Alguns desses perfis foram submetidos, numa face de exposição, a altas temperaturas segundo a direcção longitudinal das fibras (L1, L2, ...Ln). Os restantes perfis foram submetidos, também numa face de exposição a altas temperaturas, mas segundo a direcção transversal das fibras (T1, T2, ...Tn). Utilizou-se ainda um modelo numérico com as mesmas dimensões (500x180x180mm) tendo como base as propriedades térmicas enunciadas por [3], conforme se representa na figura 2a. As características físicas da madeira de pinheiro adoptadas neste estudo são as referenciadas em [4]. Na figura 2b representa-se a evolução da temperatura a 1 cm da frente de aquecimento durante uma hora de exposição. Os valores de temperatura obtidos na direcção longitudinal são ligeiramente superiores aos da direcção transversal. Pode verificar-se que para um instante de tempo próximo de 1700s a madeira ao corte longitudinal começa a carbonizar nesse ponto de medição. A madeira cortada na transversal só carboniza para instantes de tempo superiores a 2000s. Conforme referido por [4] a carbonização na direcção longitudinal do grão é alegadamente o dobro da direcção transversal.

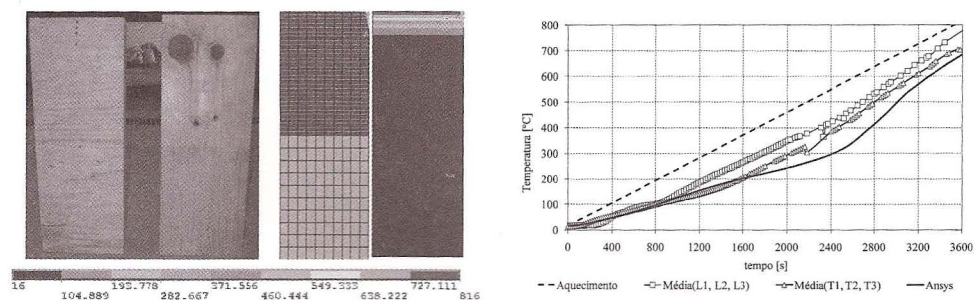


Fig.2. a) Modelo experimental (T e L) e modelo numérico. b) Evolução da temperatura a 1cm da frente térmica.

2 Conclusões

A madeira exposta a altas temperaturas apresenta uma camada de carbonização que retarda o processo de deflagração para o seu interior. A diminuição da capacidade estrutural na madeira, quando submetida a elevadas temperaturas, acontece devido à redução da secção resistente por carbonização. Este trabalho contribui com a apresentação de um método experimental alternativo na avaliação da capacidade resistente de elementos estruturais sob influência de altas temperaturas, na fase de projecto. Este estudo permite verificar a evolução da temperatura e da camada de carbonização ao longo de um perfil de madeira, para diferentes direcções das suas fibras.

Referências

1. L. Barreira, E. Fonseca, Charring rate determination of wood pine profiles submitted to high temperatures, WIT Press, *Third International Conference on Safety and Security Engineering*, C.A. Brebbia (Ed.), Italy, 2009.
2. E. Moura, Determinação de um modelo de taxa de carbonização transversal a grã para o *Eucalyptus citriodora* e *E. grandis*, *Tese de Doutoramento*, Universidade de S. Paulo, 2005.
3. [EN 1995-1-2] prEN 1995-1-2. *Eurocode 5: Design of timber structures*, Part 1-2: General-Structural fire design, CEN, Brussels, 2003.
4. R.H. White and M.A. Dietsberger, Fire Safety, Chapter 17, *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*, Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 1999.