

Métodos Numéricos em Engenharia 2011

Editores:

António Tadeu
Isabel Narra Figueiredo
Luís Filipe Menezes
Paulo Amado Mendes

Antonio Rodríguez-Ferran
Irene Arias
Jesús M. Blanco

Coimbra, Portugal



Métodos Numéricos em Engenharia 2011

Numerical Methods in Engineering 2011

Editores:

António Tadeu
Isabel Narra Figueiredo
Luís Filipe Menezes
Paulo Amado Mendes

Antonio Rodríguez-Ferran
Irene Arias
Jesús M. Blanco

Publicado por:

APM|AC

SEMNI

COMISSÕES / COMMITTEES

COMISSÃO DIRECTIVA / STEERING COMMITTEE

APMTAC

António Tadeu (DEC-FCTUC)
Isabel Narra Figueiredo (DM-FCTUC)
Luís Filipe Menezes (DEM-FCTUC)

SEMNI

Antonio Rodríguez-Ferran (UPC)
Irene Arias (UPC)
Jesús M. Blanco (UPV-EHU)

COMISSÃO ORGANIZADORA / ORGANIZING COMMITTEE

António Portugal (DEQ - FCTUC)
Antonio Rodríguez-Ferran (UPC)
António Tadeu (DEC-FCTUC)
Helder Araújo (DEEC- FCTUC)
Irene Arias (UPC)
Isabel Narra Figueiredo (DM- FCTUC)
Jesús M. Blanco (UPV-EHU)
Luís Filipe Menezes (DEM-FCTUC)
Paulo Amado Mendes (DEC-FCTUC / ITeCons)
Paulo Carvalho (DEI-FCTUC)
Pedro Vieira Alberto (DF - FCTUC)

COMISSÃO CIENTÍFICA / SCIENTIFIC COMMITTEE

Abel Santos (FEUP)	Fermin Navarrina (UDC)
Adélia Sequeira (IST)	Filipe Teixeira Dias (UA)
Adélio Mendes (DEQ-FCTUC)	Helder Rodrigues (IST)
Anca-Maria Toader (UL)	Ignasi Colominas (UDC)
António Gameiro (FCTUC)	João Rocha Almeida (UNL)
Antonio Huerta (UPC)	Jorge Henriques (DEI-FCTUC)
António Mendes (UBI)	José Augusto Mendes Ferreira (FCTUC)
António Mendes Ferreira (FEUP)	José Carlos Pereira (IST)
Benjamín Suárez (UPC)	José César de Sá (FEUP)
Carlos Alves (IST)	José Luís Alves (UM)
Carlos Fiolhais (FCTUC)	José Luis Pérez Aparicio (UPV)
Carlos Mota Soares (IST)	José Manuel Sousa (DEQ-FCTUC)
Carlos Pina (LNEC)	José María Goicolea (UPM)
Dinar Camotim (IST)	Juana Fortes (LNEC)
Eduardo Arantes e Oliveira (IST)	Luís O. Silva (IST)
Eduardo Borges Pires (IST)	Luís Simões da Silva (FCTUC)
Eduardo Conceição (DEQ-FCTUC)	Luisa Durães (DEQ-FCTUC)
Elías Cueto (UNIZAR)	Manuel Casteleiro (UDC)
Ercília Sousa (FCTUC)	Miguel Cervera (UPC)
Eugenio Oñate (UPC)	Miguel Coimbra (FCUP)

COMISSÃO CIENTÍFICA / SCIENTIFIC COMMITTEE (cont.)

Paulo Firme Martins (IST)	Raimundo Delgado (FEUP)
Paulo Lourenço (UM)	Raul Fangueiro (UM)
Paulo Oliveira (UBI)	Renato Natal Jorge (FEUP)
Paulo Piloto (IPB)	Rui Brito (CNC/FCTUC)
Paulo Vila Real (UA)	Rui Faria (FEUP)
Pedro Lopes Simões (DEQ-FCTUC)	Rui Paiva (DEI-FCTUC)
Pedro Oliveira (UM)	Xavier Oliver (UPC)
Rafael Gallego (UGR)	

ORGANIZADORES DE SESSÕES TEMÁTICAS / THEMATIC SESSIONS' ORGANIZERS

Abel Santos	José Vieira de Lemos
Alex Barbat	Julia Novo
Álvaro Cunha	Julieta António
Anca-Maria Toader	Luís Godinho
Andrés Sáez	M ^a Angeles Pérez
António Ferreira	Manuel L. Romero
Antonio Huerta	Marian Gutiérrez
Begoña Calvo	Mário Teles Figueiredo
Carlos Alberto da Conceição António	Michael Stingl
Carlos Alves	Niels Bay
Cristian Barbarosie	Nuno Lopes
Dinar Camotim	Nuno Silvestre
Elías Cueto	Nuno Simões
Ercília Sousa	Paulo Amado Mendes
Ernesto Costa	Paulo Avilez-Valente
Etelvina Javierre	Paulo de Carvalho
F. Chinesta	Paulo Fernandes
Felipe Gabaldón Castillo	Paulo Firme Martins
Francisco Fenandez de Vega	Paulo Piloto
Francisco J. Navarro	Pedro V. Alberto
François Jouve	Rafael Jiménez Rodríguez
Guillaume Houzeaux	Raimundo Delgado
Guillermo Rus Carlborg	Raquel Bailón
Jaime Ramis Soriano	Renato Natal Jorge
Javier de Frutos	Ricardo P. Dias
Jesús María Blanco	Robertt A. Fortes Valente
João Folgado	Rui Calçada
João Manuel R.S. Tavares	Rui Carneiro Barros
João Paulo C. Rodrigues	Rui Faria
João Xavier	Sílvia Barbeiro
Jorge Henriques	Xavier Oliver Olivella
José Luis Morales Guerrero	Xavier Roca

SECRETARIADO / SECRETARIAT

Inês Ferreira (ITeCons)
Rita Faria (ITeCons)

MODELO NUMÉRICO DE MALHA ADAPTATIVA DA EXPANSÃO CARBONOSA DE TINTAS INTUMESCENTES

Luís M. R. Mesquita¹, Paulo A. G. Piloto¹, Mário A. P. Vaz²

1: Departamento de Mecânica Aplicada
Instituto Politécnico de Bragança
Campus Santa Apolónia, Ap. 1134, 5301-857 Bragança, Portugal
e-mail: {lmesquita,ppiloto}@ipb.pt, web: <http://www.ipb.pt>

2: Departamento de Engenharia Mecânica
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Dr Roberto Frias, S/N 4200-465 Porto, Portugal
e-mail: gmavaz@fe.up.pt web: <http://www.fe.up.pt>

Palavras-chave: Tinta Intumescente, Protecção ao Fogo, Testes Experimentais, Modelo Numérico, Fronteira Móvel, Malha Adaptativa

Resumo. *As tintas intumescentes são materiais reactivos utilizados na protecção ao fogo de elementos estruturais. Quando em contacto com os gases quentes provenientes de um incêndio, dá-se uma expansão volumétrica cuja camada carbonosa reduz a transferência de calor à camada virgem de tinta e ao substrato subjacente. Este processo é altamente não linear e geometricamente caracterizado por duas fronteiras móveis: a fronteira em contacto com o incêndio e a superfície que separa as camadas virgem e carbonosa, podendo ser caracterizado como um problema generalizado de Stefan.*

É apresentado um método numérico baseado no método das linhas (MOL), com uma malha espacial adaptativa e refinamento local, método r-h, cuja evolução temporal é determinada de forma desacoplada à discretização das equações diferenciais da energia e da conservação da massa. O método numérico é aplicado ao problema unidimensional de Stefan de duas fases e à equação viscosa de Burger. As soluções apresentadas mostram a adaptação da malha à solução do problema, aumentando ou diminuindo o número de nós em função da estimativa de "erro" apresentada.

O modelo numérico é aplicado ao estudo do comportamento de uma tinta intumescente exposta à curva de incêndio padrão ISO834. Os resultados numéricos são comparados com os obtidos em ensaios experimentais num forno de resistência ao fogo.