

Métodos Computacionais em Engenharia

Incorporando
VIII Congresso Nacional de Mecânica Aplicada e Computacional
(APMTAC)
VI Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería
(SEMNI)

Lisboa
2004



Congresso de Métodos Computacionais em Engenharia

Incorporando

VIII Congresso Nacional de Mecânica Aplicada e Computacional
(APMTAC)

VI Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería
(SEMNI)

Lisboa, 2004

Editores:

Carlos A. Mota Soares

António L. Batista

Gabriel Bugeda

Manuel Casteleiro

José Maria Goicolea

João A. C. Martins

Carlos A. B. Pina

Hélder C. Rodrigues

Publicado por:

APM|AC

**Associação Portuguesa de Mecânica
Teórica, Aplicada e Computacional**

SEMNI

**Sociedad Española de Métodos
Numéricos en Ingeniería**

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Métodos Computacionais em Engenharia

Editores: Carlos A. Mota Soares, António L. Batista, Gabriel Bugeda, Manuel Casteleiro,
José Maria Goicolea, João A. C. Martins, Carlos A. B. Pina, Hélder C. Rodrigues

Copyright © Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Divisão de Edições e Artes Gráficas
Av. Brasil, 101 – 1700-066 Lisboa

Edição 2004

Tiragem: 500 exemplares

Palavras-chave: Engenharia / Método de computação / Congresso / ES / PT
Keywords: Engineering / Computational methods / Congress / ES / PT

CDU 62:519.6(063)(460)+(469)
ISBN 972-49-2008-9

Depósito Legal: 211340/04

Concepção gráfica: Helder David

ÍNDICE

SESSÕES PLENÁRIAS

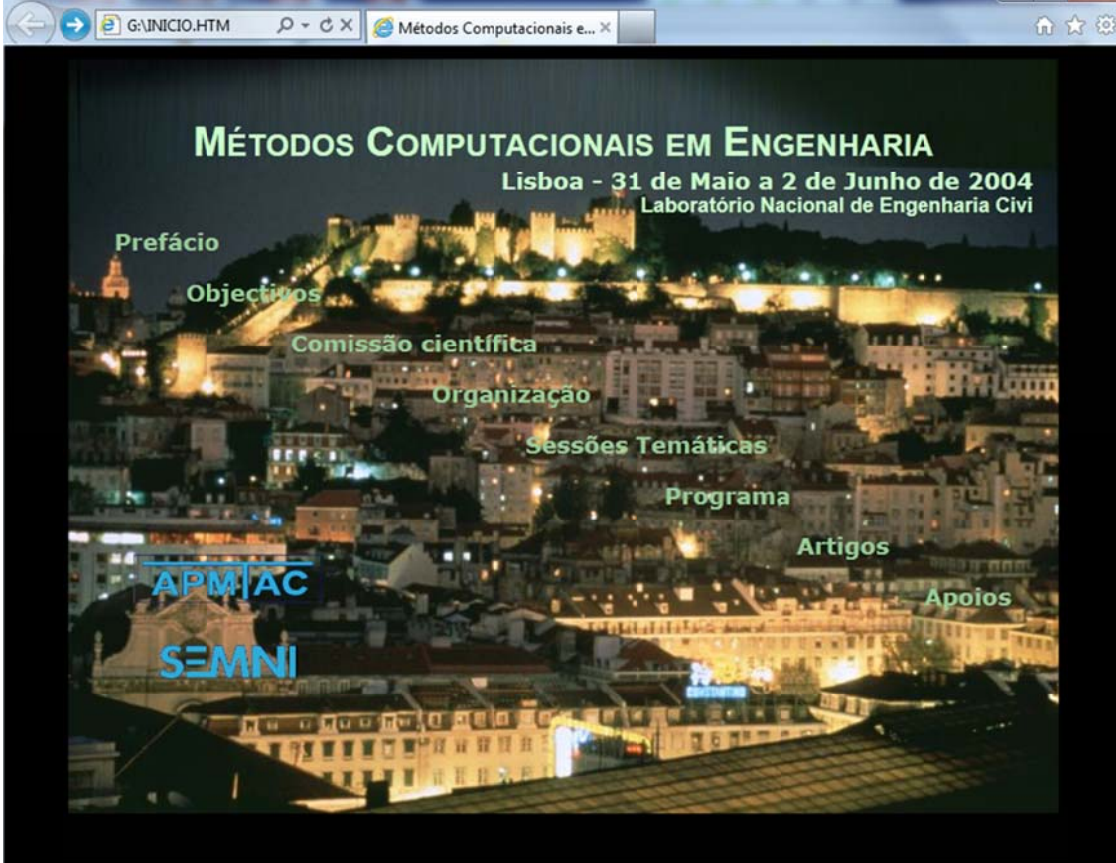
Tendencias actuales de la simulación en mecanobiología <i>M. Doblaré e J. M. García</i>	3
Topology optimization in wave-propagation problems <i>O. Sigmund e J. S. Jensen</i>	4
Ocean observing systems: learning from seven years of experience in the Columbia river <i>A. Melo Baptista</i>	5
The role of applied and computational mechanics in structural design: some basic issues <i>A. J. Reis</i>	6

AEROELASTICIDADE

Aplicação da teoria de elementos finitos corrotacional e múltiplos sistemas de coordenadas móveis a problemas de aeroelasticidade não lineares <i>A. Relvas e A. Suleman</i>	9
Modelo computacional de análise aeroelástica das condições de utilização de estruturas esbeltas <i>A. V. Lopes, A. Cunha e L. M. C. Simões</i>	10
Métodos numéricos de identificación de parámetros en ensayos aeroelásticos de modelos seccionales de tableros de puentes <i>F. Nieto, A. León, J. Á. Jurado e S. Hernández</i>	11
A interacção do vento com grandes estruturas <i>J. A. G. Saraiva e F. V. Marques da Silva</i>	12
Configuraciones óptimas de cables en puentes atrantados según análisis de sensibilidad de su comportamiento aeroelástico <i>J. Á. Jurado, A. Mosquera, F. Nieto e S. Hernández</i>	13
Desempenho aeroelástico de uma asa adaptativa com casca e longarina activas <i>J. Rocha, A. P. Costa, P. A. Moniz e A. Suleman</i>	14
Interpolacion con splines volumetricos aplicado a la transferencia de datos en problemas eroelásticos <i>M. Cordero-Gracia, P. Ripolles, E. Valero e M. Gomez</i>	15
Aplicación del MAC en el análisis de flameo <i>J. López Díez, I. Población, C. Cuerno, A. Güemes e J. Casado</i>	16

APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

Análise do comportamento estrutural de pilares de CAR submetidos a carregamentos centrado e excêntrico usando o software CASTEM-2000 <i>L. M. C. Jacomassi, M. P. Barbosa e A. L. Gamino</i>	19
---	----



PREFÁCIO

Este CD contém os artigos científicos apresentados no Congresso de Métodos Computacionais em Engenharia, que decorreu no LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil, em Lisboa, de 31 de Maio a 2 de Junho de 2004. O congresso é uma organização conjunta da APMTAC - Associação Portuguesa de Mecânica Teórica, Aplicada e Computacional e da SEMNI - Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería e integra num único evento o VI Congresso de Métodos Numéricos en Ingeniería (SEMNI) e o VIII Congresso Nacional de Mecânica Aplicada e Computacional (APMTAC).

A incorporação destes dois Congressos num único resulta da excelente colaboração existente entre a APTMAC e a SEMNI em organizações anteriores, nomeadamente no Congresso de Métodos Numéricos en Ingeniería que se realizou em Madrid entre 3 e 6 de Junho de 2002. Pretende-se com esta organização



PREFACIO

Este CD contiene los artículos científicos presentados en el Congreso de Métodos Computacionales en Ingeniería, que se celebró en el LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil en Lisboa del 31 de Mayo al 2 de Junio de 2004. Este congreso ha sido fruto de la organización conjunta por parte de APMTAC - Associação Portuguesa de Mecânica Teórica, Aplicada e Computacional y de SEMNI - Sociedad Española de Métodos Numéricos en Ingeniería e integra en un único evento el VI Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería (SEMNI) y el VIII Congreso Nacional de Mecânica Aplicada e Computacional (APMTAC).

conjunta dar um contributo fundamental para o aprofundamento da colaboração científica não só entre as duas associações, mas principalmente entre os investigadores portugueses e espanhóis nesta área da ciência aplicada.

O conteúdo do CD é muito vasto e reflecte a importante actividade que tem sido desenvolvida em Portugal e Espanha não só nos aspectos mais teóricos dos métodos numéricos e computacionais, mas também nas suas aplicações em diversas áreas tais como análise e optimização de estruturas, mecânica dos fluidos, geomecânica, visualização gráfica, análise de materiais compósitos e electromagnetismo, entre outras. Deve destacar-se ainda o número significativo de trabalhos em áreas emergentes tais como as da bioengenharia, engenharia acústica, química-física computacional e modelação ambiental. É de salientar ainda a importante participação e contribuição de vários investigadores Ibero - Americanos.

Os organizadores agradecem aos coordenadores das sessões temáticas e aos autores dos artigos científicos apresentados no Congresso a contribuição fundamental que deram para o seu êxito, quer através da apresentação dos trabalhos de investigação quer pela sua participação nas diferentes discussões científicas.

La incorporación de estos dos congresos en uno único es fruto de la excelente colaboración existente entre APMTAC y SEMNI en ocasiones anteriores, en concreto en el Congreso de Métodos Numéricos en Ingeniería que se celebró en Madrid del 3 al 6 de Junio de 2002. Se pretende con esta organización conjunta realizar una contribución fundamental para profundizar la colaboración científica no sólo entre las dos asociaciones, sino principalmente entre los investigadores portugueses y españoles en esta área de la ciencia aplicada.

El contenido del CD es muy amplio y refleja la importante actividad que ha sido desarrollada en Portugal y España no sólo en los aspectos más teóricos de los métodos numéricos y computacionales, sino también en sus aplicaciones en áreas diversas como: análisis y optimización de estructuras, mecánica de fluidos, mecánica de suelos, visualización gráfica, análisis de materiales compuestos y electromagnetismo, entre otras. Debe destacarse también el número significativo de trabajos en áreas emergentes como las de bioingeniería, ingeniería acústica, químico-física computacional y modelización medioambiental. Por otra parte cabe resaltar la importante participación de varios investigadores iberoamericanos.

Los organizadores desean agradecer a los coordinadores de las sesiones temáticas y a los autores de los artículos científicos presentados al congreso la contribución fundamental prestada para su éxito, tanto a través de la presentación de los trabajos de

investigación como por su
participación en las distintas
discusiones científicas.

Lisboa, 31 de Maio de 2004

Lisboa, 31 de Mayo de 2004

Carlos A. Mota Soares
Universidade Técnica de Lisboa

António L. Batista
Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Gabriel Bugada
Universidad Politécnica de Catalunya

Manuel Casteleiro
Universidad de A Coruña

José Maria Goicolea
Universidad Politécnica de Madrid

João A. C. Martins
Universidade Técnica de Lisboa

Carlos A. B. Pina
Laboratório Nacional de Engenharia Civil

Hélder C. Rodrigues
Universidade Técnica de Lisboa

COMISSÃO CIENTÍFICA

J Infante Barbosa (ENIDH/UE)

Gabriel Bugada (UPC)

Dinar Camotim (IST)

Maria G Carvalho (IST)

Manuel Casteleiro (UDC)

Miguel Cervera (UPC)

Raimundo Delgado (FEUP)

Manuel Doblaré (UNIZAR)

José Dominguez (US)

J Teixeira de Freitas(IST)

A Fortunato (LNEC)

José M Goicolea (UPM)

Antonio Huerta (UPC)

Rogério P Leal (FCTUC)

J Vieira de Lemos (LNEC)

Paulo B Lourenço (UM)

Francisco Michavila (UPM)

Fermin Navarriva (UDC)

E Arantes e Oliveira (IST)

P Pimentel Oliveira (UBI)

Xavier Oliver (UPC)

Eugenio Oñate (UPC)

José Carlos Pereira (IST)

M Seabra Pereira (IST)

José Luis Pérez (UGR)

Paulo G Piloto (IPB)

Artur Portela (UNL)

Paulo Vila Real (UA)

J César Sá (FEUP)

F Seabra Santos (FCTUC)

Luís Cruz Simões (FCTUC)

Matriz origem/destino - um instrumento para a otimização do transporte público urbano por ônibus <i>C. A. Faria, J. I. M. Vieira, J. A. Serratini e M. H. Macedo</i>	20
Análise termo-mecânica de sistemas tubulares submetidos a pressão interna e a elevadas temperaturas <i>E. M. M. Fonseca, C. A. M. Oliveira e J. M. Q. Melo</i>	21
Modelos simplificados para o impacto de veículos ferroviários <i>F. Antunes, J. P. Dias e M. S. Pereira</i>	22
Deteccion de averias en reductores de baja velocidad mediante metodos parametricos <i>F. Viadero, A. F. del Rincón, B. Muñoz, R. Sancibrián R e P. García</i>	23
Interface gráfico para análise não linear de pórticos planos sujeitos a cargas dinâmicas e/ou estáticas <i>H. Rodrigues, H. Varum, A. Costa e X. Romão</i>	24
Evaluación de una estructura no convencional por el método de los elementos finitos bajo la norma LRFD <i>J. A. Miranda e E. R. Schmitt</i>	25
Estudo de um modelo para simulação de escoamentos em machos porosos <i>J. C. Ferreira</i>	26
Simulação da transformação de fase do ferro GGG50 após vazamento <i>J. C. Ferreira</i>	27
Método de digitalização rápida de protótipos: conceito de visibilidade <i>J. C. Ferreira, N. M. F. Alves e P. J. S. Bártolo</i>	28
Estudo da contenção longitudinal de edifícios industriais utilizando-se o sistema telha-terça - efeito diafragma <i>J. C. Molina e R. B. Júnior</i>	29
Visualização e controlo da simulação de alagamento de um navio em ambiente virtual <i>J. M. Varela, T. Santos e C. G. Soares</i>	30
Reconstituição de acidentes rodoviários <i>J. P. Dias e M. S. Pereira</i>	31
Optimizaci3n de tensiones en volantes unicapa mediante pretensado térmico <i>L. R. Masferrer e J. L. P. Aparicio</i>	32
Predicciones numéricas del endurecimiento superficial de aceros mediante energia solar concentrada <i>M. C. S. Moreno e G. P. R. Donoso</i>	33
Avaliação de um sistema integrado de transporte coletivo urbano <i>M. H. Macedo, J. A. Serratini, C. A. Faria e W. L. Carvalho</i>	34
Generaci3n de un modelo de elementos finitos para la simulaci3n del vaciado de silos con tolva excéntrica <i>P. V. López, M. G. Fernández, F. A. Téllez e A. C. Yañez</i>	35
Aplicação de métodos de aproximação sequencial no projecto óptimo de composições ferroviárias <i>R. Cadete, J. Dias e M. S. Pereira</i>	36

Diseño y cálculo estructural de un espectrógrafo multiobjeto infrarrojo <i>S. Correa, R. Restrepo e et al.</i>	37
BIOMECÁNICA	
Biomechanical analysis of the long jump with redundant muscle force prediction <i>A. Czaplicki, M. Silva, J. Ambrósio, O. Jesus e J. Abrantes</i>	41
Formulación de un modelo porohiperelástico fibrado linealmente consistente para tejidos blandos hidratados <i>A. P. del Palomar e M. Doblaré</i>	42
Estudo numérico para a determinação adequada do novo sistema de forças do fémur implantado <i>A. Ramos e J. A. Simões</i>	43
Caracterización geométrica, modelos micromecánicos y anisotropía del hueso trabecular <i>C. M. López, O. Roa e I. Carol</i>	44
Modelação por elementos de casca dos músculos do pavimento pélvico <i>D. d'Aulignac, J. A. C. Martins, T. Mascarenhas e E. B. Pires</i>	45
Incorporación de la pretensión inicial en un modelo hiperelástico transversalmente isótropo adecuado para el modelado de ligamentos y tendones humanos <i>E. Peña, B. Calvo, M. A. Martínez e M. Doblaré</i>	46
Avaliação do nível de desconforto térmico local utilizando a modelação numérica da resposta dos termo-receptores de calor e frio <i>E. Z. E. Conceição</i>	47
Ouvido médio: um estudo biomecânico <i>F. Gentil, M. Moreira, M. Parente, R.M. N. Jorge, A. M. Ferreira e E. Almeida</i>	48
Simulación del flujo sanguíneo mediante elementos finitos en una arteria sana y otra con estenosis <i>F. J. Calvo e F. Gabaldón</i>	49
Efeito mecânico da substituição iónica em cartilagens articulares <i>F. M. F. Simões e B. Lorel</i>	50
Alguns resultados analíticos relativos a um algoritmo de remodelação óssea <i>G. Machado e L. Trabucho</i>	51
Estudio de las presiones de contacto y del desgaste de la componente de polietileno de una artroplastia total de rodilla durante el ciclo de la marcha humana. Contrastación con datos experimentales <i>J. Bayod, M. A. Martínez, B. Calvo, M. Doblaré, C. Atienza e C. Ávila</i>	52
Análise da distribuição de temperaturas em próteses da anca <i>J. C. Fialho, P. R. Fernandes e L. Eça</i>	53
Análise em componentes independentes na separação cega de fontes coincidentes no espectro <i>J. M. C. R. C. Pereira e A. T. Puga</i>	54
Interpretación de la respuesta mecánica del tejido de las arterias cardiovasculares mediante modelos anisótropos con crecimiento <i>J. M. Goicolea, J. R. Soler e F. Gabaldón</i>	55

Aplicación de un modelo de remodelación ósea en la obtención de la distribución de densidades en una mandíbula humana <i>J. M. Reina, J. Domínguez, J. M. García e M. Doblaré</i>	56
Estudio por elementos finitos de un nuevo disco sintético para la sustitución de discos intervertebrales <i>J. Noailly, D. Lacroix e J. A. Planell</i>	57
Análise experimental e por elementos finitos da elasticidade da pele humana <i>J. T. Barbosa, R. M. Natal Jorge, P. M. A. Areias, A. A. Fernandes, T. Mascarenhas, M. Oliveira e B. Patrício</i>	58
Estudo pelo método dos elementos finitos do comportamento viscoelástico do ligamento periodontal <i>L. Carvalho e J. A. Simões</i>	59
Análise computacional do comportamento mecânico do osso femoral com e sem prótese <i>L. Leal, J. Rocha, J. Freitas, A. Silva e A. Rouboa</i>	60
Parametros biomecanicos en el exito o falla de las protesis personalizadas de cadera <i>M. E. Zeman, S. Jaecques e G. Van der Perre</i>	61
Modelação de distorções de imagens digitais para um sistema BioCAD <i>N. M. F. Alves, P. J. Bártoło e J. C. Ferreira</i>	62
Optimização multi-objectivo da geometria de próteses da anca <i>R. B. Ruben, J. Folgado e P. R. Fernandes</i>	63
Projecto de cadeiras de criança em situações de impacto <i>R. F. Portal, J. P. Dias e J. P. Dias</i>	64
Simulación del proceso de expansión en stents de NiTi <i>S. Puértolas, L. Gracia, S. Domingo e J. A. Puértolas</i>	65

CONFORMAÇÃO PLÁSTICA

Conformação plástica de chapas - 'benchmarks' experimentais e modelação numérica <i>A. D. Santos, P. Teixeira, J. F. Duarte e A. B. Rocha</i>	69
Influência das características da soldadura na conformação de Tailored-Welded-Banks: simulação numérica de ensaios elementares <i>A. J. Baptista, J. L. Alves, M. C. Oliveira, D. M. Rodrigues e L. F. Menezes</i>	70
Effect of interface dilatancy and specimen size in meso-mechanical analysis of concrete <i>C. M. López, D. Ciancio e I. Carol</i>	71
Plasticidad en grandes deformaciones para el estudio de compuestos reforzados con fibras largas <i>E. Car, S. Oller e E. Oñate</i>	72
Cinémática de la elastoplasticidad en grandes deformaciones incluyendo el giro plástico <i>F. J. Montáns e K. J. Bathe</i>	73
Estudo da geometria das ferramentas em processos de enformação de chapa <i>L. C. Sousa, C. F. Castro e C. C. António</i>	74

DD3LT - o ensino e a aprendizagem das tecnologias de estampagem <i>L. F. Menezes, M. C. Oliveira e J. L. Alves</i>	75
Lei de atrito evolutiva na simulação de processos de estampagem <i>M. C. Oliveira, J. L. Alves e L. F. Menezes</i>	76
Simulação numérica e experimental do forjamento a frio de cruzetas <i>M. L. Alves, J. M. C. Rodrigues e P. A. F. Martins</i>	77
Utilização dos elementos MITC4 e S4E6P7 em materiais com anisotropia plástica <i>M. Parente, R. M. N. Jorge e R. A. F. Valente</i>	78
Utilização de elementos do tipo "casca" e "sólido-casca" com extensões acrescentadas para problemas elasto-plásticos com grandes deformações <i>R. A. F. Valente, R. J. Alves de Sousa, R. M. N. Jorge, R. P. R. Cardoso, J. M. A. César de Sá e J. J. Grácio</i>	79

CONSTRUÇÕES ANTIGAS

Análisis último de construcciones de obra de fábrica mediante la simulación numérica del equilibrio de sistemas funiculares <i>A. Andreu, P. Roca e L. Gil</i>	83
Simulación de la rotura de la fábrica de ladrillo bajo solicitaciones combinadas de tracción y cortante <i>E. Reyes, M. J. Casati e J. C. Gálvez, D. A. Cedón, J. M. Sancho e J. Planas</i>	84
Análisis del comportamiento estructural de la basilica del pilar de Zaragoza <i>L. E. Romera, S. Hernández e J. M. Reinosa</i>	85
Estabilidade das abóbadas da igreja do Mosteiro dos Jerónimos <i>P. B. Lourenço e K. J. Krakowiak</i>	86

DINÂMICA DE ESTRUTURAS E VIBRAÇÕES

Solución semianalítica al problema de paso de trenes de alta velocidad sobre puentes hiperestáticos de sección variable <i>A. E. Martínez Castro, P. M. Romero e A. C. Linares</i>	89
Vigas flexibles curvas en grandes deformaciones <i>B. J. C. Figueroa, R. G. Barrientos, S. R. Riquelme e R. Sampaio</i>	90
Comportamento dinâmico de uma ponte com tabuleiro em laje aligeirada sob acção de tráfego ferroviário a alta velocidade <i>I. Faria, R. Calçada e R. Delgado</i>	91
Utilização de wavelets em análise dinâmica <i>J. Pina, J. A. T. Freitas e L. M. S. Castro</i>	92
Métodos prácticos para la respuesta dinámica en puentes de ferrocarril de alta velocidad con modelos de elementos finitos <i>J. M. Goicolea, F. G. Castillo e J. A. Navarro</i>	93
A transformada de Fourier e o fenómeno de aliasing <i>U. B. Guadalupe e A. E. Assan</i>	94

DINÂMICA MULTICORPO

Ordenación y apertura de lazos en la simulación de mecanismos mediante métodos topológicos <i>F. J. Funes, J. García de Jalón, F. A. de Ribera e E. Álvarez</i>	97
Resolución de la dinámica de mecanismos flexibles mediante formulaciones topológicas <i>F. J. Funes, J. García de Jalón, F. A. de Ribera e E. Álvarez</i>	98
Algoritmo de integración numérica de las ecuaciones de Euler para cuerpos interconectados <i>G. Atanacio</i>	99
MECHML (Mechanism Markup Language) <i>J. García de Jalón, J. Vidal e E. Álvarez</i>	100
Definición de funciones de usuario generales en MECHML <i>J. G. de Jalón e J. Vidal</i>	101
MBS3D, un analizador dinámico de mecanismos de libre distribución <i>J. García de Jalón e E. Álvarez</i>	102
Planteamiento de ecuaciones de sistemas multicuerpo rígidos con independencia del tipo de coordenadas utilizando una librería basada en MATLAB-MAPLE <i>J. Gil e J. Ros</i>	103
Dynamic analysis of railway vehicles <i>J. Pombo e J. Ambrósio</i>	104
Contact models for the representation of joint clearances in multibody mechanical systems <i>P. Flores, J. C. P. Claro, J. C. G. Orden e J. Ambrósio</i>	105
Modeling translational clearance joints in multibody systems <i>P. Flores, J. C. P. Claro, J. Ambrósio e H. M. Lankarani</i>	106
Influencia de la modelización y de los parametros numericos en una formulación para el analisis eficiente de sistemas multicuerpo flexibles <i>R. Gutiérrez e J. Cuadrado</i>	107
Un método general de síntesis óptima de mecanismos para guiado de solido rígido <i>R. Sancibrián, F. Viadero, P. García e A. F. del Rincón</i>	108

ELEMENTOS DE FRONTEIRA

Un método BEM-FEM para un problema de interacción sólido-fluido <i>A. Márquez e S. Meddahi</i>	111
Previsão do isolamento a sons aéreos e de percussão de elementos horizontais utilizando o método dos elementos fronteira <i>A. Pereira e A. Tadeu</i>	112
Resolução de problemas acústicos através de diferentes formulações de elementos fronteira <i>A. Tadeu e P. A. Mendes</i>	113
Simulação numérica da difração acústica por multi-fissuras usando um método de elementos de fronteira com formulação variacional <i>C. J. S. Alves e B. M. Pereira</i>	114

Ultrasonidos para la identificación cuantitativa de defectos usando mediciones en frecuencias <i>G. Rus, S.-C. Woooh e R. Gallego</i>	115
Aplicación del método LTDRM en la modelización del procesado de materiales con láser <i>J. M. Amado, J. C. Álvarez, A. J. López, G. Nicolás, A. Ramil, E. Saavedra, M. J. Tobar e A. Yañez</i>	116
Resolución del problema inverso de identificación de defectos en materiales anisótropos basado en elementos de contorno y derivación con estado adjunto <i>L. Comino e R. Gallego</i>	117
Análise numérica viscoelástica de meios anisotrópicos 2D – BEM <i>L. Vanalli, R. R. Paccola e H. B. Coda</i>	118
Modelo BEM/FEM para el estudio dinámico de pilotes en suelos viscoelásticos y porosos <i>M. A. Millán e J. Domínguez</i>	119
Dinámica de grietas 3-D en medios transversalmente isotropos <i>M. Solís, M. P. Ariza e J. Domínguez</i>	120

ELEMENTOS FINITOS HÍBRIDOS E MISTOS

Modelos híbridos-mistos com dano contínuo <i>C. M. Silva e L. M. S. S. Castro</i>	123
Cálculo de la matriz tangente consistente <i>G. Asensio e C. Moreno</i>	124
Un acoplamiento entre elementos finitos mixtos y elementos de contorno para un problema de scattering electromagnético en el plano <i>G. N. Gatica e S. Meddahl</i>	125
Elementos finitos con formulación mixta, XML y C++ <i>J. J. A. Montejo e F. G. Castillo</i>	126
Uma formulação de elementos finitos de equilibrio utilizando referenciais curvilíneos <i>J. P. Moitinho de Almeida e H. Santos</i>	127
Técnicas de controlo da cedência em análises elastoplásticas com modelos de elementos finitos híbridos-mistos de tensão <i>L. A. M. Mendes e L. M. S. S. Castro</i>	128
Análisis de problemas no lineales de consolidacion en 2D mediante un nuevo elemento com cuatro nodos y deformaciones añadidas <i>P. Mira, M. Pastor, T. Li e X. Liu</i>	129
Formulación estabilizada de elementos finitos triangulares y tetraédricos para problemas de incompresibilidad en grandes deformaciones <i>Q. Valverde, M. Chiumenti, C. A. de Saracibar e M. Cervera</i>	130

ENGENHARIA COSTEIRA

Sistema de modelos de evolução de embocaduras lagunares por acção de ondas e correntes <i>A. Oliveira e A. B. Fortunato</i>	133
--	-----

Predicción operativa del oleaje. Aplicaciones y fuentes de error <i>D. G. Marco, A. Sánchez-Arcilla, R. Bolaños, J. P. Sierra e R. Juanola</i>	134
Validação do modelo FUNWAVE <i>F. D'Alessandro, C. J. E. M. Fortes e F. Sancho</i>	135
Modelos computacionais de circulação hidrodinâmica para cenários de derrames de óleo na costa brasileira <i>J. A. M. Lima, E. A. Yassuda, A. S. Neto, J. E. Pereira e R. P. Martins</i>	136
Modelação numérica do transporte de sedimentos sobre fundos de areia <i>J. M. Q. B. Jacob</i>	137
Un método estabilizado en elementos finitos 3D para el estudio de las corrientes oceanicas <i>M. A. Maidana, M. Espino e J. Blasco</i>	138
Simulación numérica del impacto de la rotura de una balsa de fosfoyesos sobre la ria de Huelva <i>M. Espino, M. A. Maidana, E. Comerma e A. S.-Arcilla</i>	139
Comparaçã dos métodos de estimaçã da corrente da superfície do mar com radar em banda X <i>P. Izquierdo e C. G. Soares</i>	140
Simulación numérica de oleaje irregular en una zona costera con múltiples puertos <i>R. P. Bonet e H. Calmet</i>	141
Reconstituição da agitação marítima à entrada do Porto de Lisboa <i>S. Ponce de León, P. Pilar e C. G. Soares</i>	142
Modelação da elevaçã da superfície do mar na costa portuguesa por efeitos meteorológicos e da maré <i>V. Elavai, P. Sebastião e C. G. Soares</i>	143
ENGENHARIA SÍSMICA	
Mejoras en el comportamiento sísmico de estructuras prefabricadas por medio de disipadores de energia <i>A. P. Mata, A. H. Barbat e S. Oller</i>	147
Modelos simplificados para a avaliação de estruturas existentes de B.A. e optimização do seu reforço <i>H. Varum, A. Costa, P. Vila-Real e A. Pinto</i>	148
Modelação do comportamento de sistemas de protecção sísmica <i>J. Azevedo e L. Guerreiro</i>	149
Sistema neuro-difuso para toma de decisiones después de un sismo <i>M. L. Carreño, O. D. Cardona e A. H. Barbat</i>	150
Influência da irregularidade dos pilares na segurança sísmica de pontes <i>P. Delgado, A. Costa e R. Delgado</i>	151
ENGENHARIA TÉRMICA	
Método simplificado para avaliação de valores instantâneos de escalares passivos <i>A. Barreiros</i>	155

Avaliação computacional das cargas sensível e latente necessárias para optimização das condições de conforto em recintos fechados <i>A. Barreiros e L. Roriz</i>	156
Modelação numérica das trocas radiativas verificadas no interior de compartimentos de edifícios <i>E. Z. E. Conceição e A. I. Silva</i>	157
Avaliação do nível de conforto térmico em salas de aula sujeitas a radiação solar directa <i>E. Z. E. Conceição e M. M. J. R. Lúcio</i>	158
Simulação de equipamento industrial de refrigeração: estudo de caso <i>P. D. Gaspar e R. A. Pitarma</i>	159
Simulação do comportamento térmico do habitáculo de um autocarro <i>P. Godinho e A. Barreiros</i>	160
Estudo numérico e experimental de chamas de difusão turbulentas descoladas <i>P. Mateus, A. Santos, P. J. Coelho e M. Costa</i>	161
Modelação da emissão de poluentes em um queimador poroso radiante de duas camadas <i>T. C. Hayashi, I. Malico e J. C. F. Pereira</i>	162
 ESCOAMENTOS COM SUPERFÍCIE LIVRE	
Abordagem hidrodinâmica dos sistemas de extracção de energia das ondas <i>A. Brito-Melo</i>	165
Mecânica dos fluidos computacional aplicada a escoamentos turbulentos com superfície livre <i>C. Ciortan, J. Wanderley, C. Levi e C. G. Soares</i>	166
Estudo comparativo de diferentes métodos de resolução de sistemas de equações para estudos de propagação de ondas em zonas costeiras <i>C. J. E. M. Fortes e J. L. M. Fernandes</i>	167
Método multigrid para problemas irrotacionais com superfície livre <i>C. M. P. S. Santos e D. M. Greaves</i>	168
Simulação de escoamentos viscosos com superfície livre : método de captura de interface "volume of fluid" em malhas não estruturadas <i>E. Didier e L. Gil</i>	169
Estudo matemático e numérico de roll waves em canais íngremes <i>G. F. Maciel</i>	170
Propagação de ondas gravitacionais em áreas vegetadas <i>J. R. G. Vasco e G. F. Maciel</i>	171
Desenvolvimentos matemáticos e aproximações numéricas no quadro geral da teoria das ondas em água pouco profunda <i>J. S. A. Carmo</i>	172
Simulação do espreamento com um modelo do tipo Boussinesq <i>L. L. Pinto e F. E. Sancho</i>	173
Um esquema de elementos finitos para ondas dispersivas unidireccionais <i>P. Avilez-Valente e F. J. Seabra-Santos</i>	174

ESTABILIDADE E ANÁLISE NÃO LINEAR DE ESTRUTURAS METÁLICAS

Instabilidade lateral de vigas monossimétricas não prismáticas: formulação analítica unidimensional vs. modelação por elementos finitos de casca <i>A. Andrade, D. Camotim e P. B. Dinis</i>	177
Comportamento de pós-encurvadura local e global de colunas e vigas de aço enformadas a frio com secção em Z <i>N. Silvestre e D. Camotim</i>	178
Aplicação da teoria generalizada de vigas ao estudo da estabilidade local e global de colunas e vigas de aço com secção em I <i>P. B. Dinis, D. Camotim e N. Silvestre</i>	179
Análise computacional inelástica de vigas-colunas de aço: avaliação das prescrições EC3 e LRFD <i>A. Landesmann e E. M. Batista</i>	180
Tabelas para a determinação da carga crítica de pilares metálicos de secção tubular de inércia variável <i>A. M. Baptista</i>	181
As torres World Trade Center - lições do acidente <i>B. Lima e R. Delgado</i>	182
Estabilidade de terças de aço considerando o comportamento conjunto terça-telha <i>C. D. Basaglia, M. Malite e J. M. Neto</i>	183
Avaliação numérica do comportamento pós-encurvadura de pilares em secção de parede fina <i>H. Gervásio, L. Simões da Silva e P. Simão</i>	184
Modelo del cálculo del proceso de fondeo de un emisario submarino <i>J. Garcá-Palacios, A. Samartín e V. Negro</i>	185
Análise pós-flambagem distorcional de perfis de aço dobrados a frio <i>K. Nagahama, S. V. S. Perez e E. M. Batista</i>	186
Vigas mistas aço-concreto: análise da resposta de modelos numéricos <i>L. D. Kirchhof, J. M. Neto, M. Malite e R. M. Gonçalves</i>	187
Influência das imperfeições na temperatura crítica de vigas sujeitas à encurvadura <i>L. M. R. Mesquita, P. A. G. Piloto, M. A. P. Vaz e P. J. M. M. Vila Real</i>	188
Modelos de comportamento não linear geométrico de porticos assimétricos tridimensionais <i>M. T. B. César e R. C. Barros</i>	189
Simulación de placas base en sistemas de almacenaje usando un modelo de elementos finitos no lineal <i>P. J. G. Nieto, J. J. C. Díaz, F. S. Domínguez, J. L. S. Sierra e Á. M. Rodríguez</i>	190
Aplicação da teoria generalizada de vigas (GBT) ao estudo da estabilidade local e global de vigas de aço enformadas a frio <i>R. Gonçalves e D. Camotim</i>	191
Cálculo de cargas críticas em perfis de paredes finas, utilizando o MEC <i>R. Simões, L. P. Júnior e E. M. Neto</i>	192

Análise elastoplástica de pórticos espaciais utilizando o conceito de rótula plástica e o método de backward Euler <i>W. T. M. Silva</i>	193
ESTIMATIVAS DE ERRO E ADAPTAÇÃO	
Un estimador de la distribución del error para el método EFG <i>A. J. Martín, J. M. P. L. Gavete e B. Alonso</i>	197
Estimación a posteriori de error en simulaciones de elastodinámica lineal <i>I. Romero e L. Lacoma</i>	198
Simulação de escoamentos incompressíveis com refinamento anisotrópico <i>J. P. Magalhães, J. C. Pereira, R. Reis e J. C. Pereira</i>	199
Determinación del error de discretización de mallas de elementos finitos mediante el uso de extrapolación numérica <i>N. L. Guerrero e H. Febres C</i>	200
As abordagens de Greenberg e Washizu para o cálculo de limites de grandezas locais <i>O. J. B. A. Pereira e J. P. Moitinho de Almeida</i>	201
Una librería orientada al objeto para el refinamiento de triángulos y tetraedros. Aplicaciones al cálculo adaptativo <i>X. Roca, J. Sarrate e A. Huerta</i>	202
ESTRUTURAS ADAPTATIVAS E INTELIGENTES	
Análisis del uso de estructuras smart en sistemas de atenuación de choque de lanzadores de vehículos espaciales <i>J. L. Díez, A. G. Gordo, C. C. Rejado e E. C. Revuelta</i>	205
Optimização da localização de actuadores piezoelétricos através algoritmos genéticos e redes neuronais <i>U. Ramos, L. Roseiro e R. Leal</i>	206
ESTRUTURAS DE BETÃO	
Aferição probabilística da segurança estrutural de pontes de betão pré-fabricado <i>A. A. Henriques, D. Wićeniewski e Paulo J. S. Cruz</i>	209
Análise termo-mecânica bidimensional de estruturas de concreto executadas por camadas <i>E. E. Kavamura, N. F. Carvalho, M. B. Hecke, R. D. Machado, L. A. de Lacerda e D. A. V. Krüger</i> .	210
Deslizamento entre o aço e o concreto: modelagem de estruturas submetidas à tração simétrica uniaxial <i>J. M. Neto e A. E. Assan</i>	211
Deslizamento entre o aço e o concreto: modelagem de vigas submetidas à flexão <i>J. M. Neto e A. E. Assan</i>	212
Análise probabilística do comportamento diferido de pontes de betão <i>L. O. Santos, F. Virtuoso e J. A. Fernandes</i>	213

Comprobación y dimensionamiento en E.L.U. de estructuras de hormigón armado tipo laja <i>P. I. Díaz e A. Samartín</i>	214
Discussão dos fatores de influência da expansão do concreto causada pela raa utilizados em um modelo paramétrico <i>R. Carrazedo, L. A. de Lacerda e J. A. Sava</i>	215
Alternativas de discretización para la integración numérica de tensiones en secciones de hormigón armado <i>S. Torrano e P. Martí</i>	216
Cálculo de envolventes de rotura em secções multi-retangulares de betão armado <i>V. D. da Silva, M. H. F. M. Barros, C. C. Ferreira e E. N. B. S. Júlio</i>	217

ESTRUTURAS METÁLICAS E MISTAS

Formulação analítica do comportamento de vigas de aço em regime elastoplástico sujeitas a flexão simples <i>A. M. Baptista</i>	221
SAFO v.2.0. Un software para el diseño de secciones de acero de forma óptima <i>A. N. Fontán, J. L. Pereiro e S. Hernández</i>	222
Validação de um modelo numérico do colapso de condutas submarinas sujeitas a pressão externa <i>B. Ferreira, I. P. Pasqualino, S. F. Estefen e C. G. Soares</i>	223
Resistência ao colapso de membros tubulares não reforçados <i>B. Ferreira, J. Gordo e C. G. Soares</i>	224
Estudio de las propiedades de los tubos rellenos de hormigón para su uso en arcos de puentes <i>M. A. Astiz</i>	225
Modelação numérica do comportamento de vigas - coluna em situação de incêndio: uma nova proposta de cálculo <i>N. Lopes, P. M. M. Vila Real e L. S. Silva</i>	226
Modelação numérica da encurvadura lateral de vigas metálicas em situação de incêndio: uma nova proposta de cálculo <i>P. M. M. Vila Real, N. Lopes e L. S. Silva</i>	227
Avaliação numérica do comportamento estático monotónico e cíclico de ligações soldadas viga-coluna <i>S. Jordão, L. Simões da Silva e R. Simões</i>	228
Metodología de ajuste de las series de Dirichlet a las curvas representativas de las leyes reológicas del hormigón. Aplicación a puentes arco mixtos <i>S. S. García e A. I. L. Arnal</i>	229

FLUIDOS NÃO NEWTONIANOS E GLACIOLOGIA

Solución numérica del problema de Stokes en dinámica de glaciares <i>F. J. Navarro, J. M. Corrales, M. I. Corcuera e M. L. Cuadrado</i>	233
Abordagem teórico-numérico-experimental de escoamento de lammas em canais inclinados <i>G. F. Maciel, H. S. Kiryu, A. L. O. Souza, S. T. Yabuchi</i>	234

Métodos numéricos para un modelo multivoco de flujo de agua en corrientes rápidas de hielo <i>N. Calvo, A. I. Muñoz, J. Durany, E. Schiavi e C. Vázquez</i>	235
Simulación numérica en glaciología mediante modelos globales de hielo poco profundo <i>N. Calvo, J. Durany e C. Vázquez</i>	236
Simulação numérica da fronteira livre num fluido viscoelástico <i>R. Barreira e C. Albuquerque</i>	237
Una contribución a la datación del retroceso de la línea de anclaje del banco de hielo de Ross (Antártida) <i>R. Hindmarsh, F. Navarro e C. Martín</i>	238
Localização de soluções fracas para escoamentos de fluidos não-Newtonianos <i>S. N. Antontsev e H. B. Oliveira</i>	239

GEOTECNIA

Bases para elementos finitos em grades diádicas <i>C. G. S. Cardoso, A. Gomide e J. Stoffi</i>	243
Programas auxiliares de processamento de dados e de resultados de dois programas que permitem a simulação numérica de túneis 2D e 3D <i>F. F. Martins, B. D. S. S. Valente e J. A. de Sousa</i>	244
Modelos discretos y continuos para la modelización de deslizamientos rápidos de ladera <i>M. I. Herreros, E. González, M. Pastor, M. Quecedo e J. A. F. Merodo</i>	245
Respuesta dinámica de pilotes y grupos de pilotes en suelos porosos <i>O. Maseo e J. J. Aznárez</i>	246
Algoritmo para análise transiente tridimensional de meios descontínuos pelo método dos elementos discretos <i>R. B. Mendes, J. L. D. Alves e L. Landau</i>	247
Utilização do método dos elementos discretos na análise de barragens - um modelo constitutivo de interface betão-rocha <i>R. Resende, J. V. Lemos e P. B. Dinis</i>	248

GERAÇÃO DE MALHAS

Geração de malhas estruturadas para problemas de dinâmica dos fluidos computacional <i>C. Ciortan, C. G. Soares, J. Wanderley e C. Levi</i>	251
Transformando triangulaciones en superficies <i>C. Cortés, C. Grima, A. Márquez, F. Hurtado, F. Santos e J. Valenzuela</i>	252
O algoritmo de refinamento de Bank em 2 dimensões: uma abordagem utilizando MATLAB <i>E. Costa e Silva, N. Domingues e J. Figueiredo</i>	253
Geração de malhas estruturadas em superfície <i>J. Baltazar e L. Eça</i>	254
Optimization of surface meshes by projection on the plane <i>J. M. Escobar, R. Montenegro, G. Montero, E. Rodríguez e J. M. González-Yuste</i>	255

Implementación de un algoritmo de refinamiento/desrefinamiento para mallas de tetraedros <i>J. M. González-Yuste, R. Montenegro, J. M. Escobar, G. Montero e E. Rodríguez</i>	256
--	-----

HEX4U: una herramienta para la generación de mallas de hexaedros en volúmenes de extrusión <i>X. Roca, J. Sarrate e A. Huerta</i>	257
--	-----

HIDRODINÁMICA NAVAL

Optimización de las formas de un buque atunero mediante el CFD TDYNLIN y técnicas experimentales <i>F. P. Arribas, C. L. Pavón e L. P. Rojas</i>	261
---	-----

Unsteady effects in 2D modelling of partial cavitation using BEM <i>G. Vaz, J. Bosschers e J. F. de Campos</i>	262
---	-----

Un método de elementos finitos para el análisis de la extinción del movimiento de balance de buques <i>J. García-Espinosa, E. Oñate e J. B. Helmers</i>	263
--	-----

Previsão numérica de efeitos de escala no escoamento em torno da carena de navios <i>L. Eça</i>	264
--	-----

Calibración de un modelo k-ε para hidrodinámica naval <i>P. F. Alvarinho e F. L. Peña</i>	265
--	-----

MATEMÁTICA COMPUTACIONAL

Función de Green 3D para el elastodinámica armónica con amortiguamiento en un estrato exento <i>A. E. Martínez-Castro e R. G. Sevilla</i>	269
--	-----

Dos esquemas en volúmenes finitos de tercer orden para la simulación del transporte convectivo-difusivo en medios porosos 2-D <i>A. Balaguer, C. Conde, A. Hidalgo e C. Vanhille</i>	270
---	-----

Representação integral e diferenças finitas na simulação numérica de ondas na água <i>C. Albuquerque</i>	271
---	-----

Inversas aproximadas usando el producto escalar de Frobenius <i>E. Flórez, M. D. García, L. González e G. Montero</i>	272
--	-----

Una formulación alternativa para el problema del transporte por convección-difusión <i>H. Gómez, I. Colominas, F. Navarria e M. Casteleiro</i>	273
---	-----

O princípio de Fermat e a refração vertical <i>J. Casaca e M. J. Henriques</i>	274
---	-----

Escoamento de fluidos de Rivlin-Ericksen de grau 2 em tubos curvos <i>P. Correia, N. Arada e A. Sequeira</i>	275
---	-----

Modelação matemática e simulação numérica da formação de bolhas de gás numa mistura gás-líquido <i>P. M. Lima, N. V. Chemelov, N. B. Konyukhova e A. I. Sukov</i>	276
--	-----

Solucion de un problema de difusión con datos estocásticos <i>P. Sevilla-Peris, J. C. Cortés e L. Jódar</i>	277
--	-----

Sobre la convergencia del método iterativo de Schwarz para sistemas singulares <i>R. Bru, F. Pedroche e D. B. Szyld</i>	278
MATERIAIS COMPÓSITOS	
O efeito do reforço de fibras no campo térmico de materiais compósitos <i>A. Andrade-Campos e F. Teixeira-Dias</i>	281
Avaliação numérica e experimental da influência da assimetria material em juntas de sobreposição simples de materiais compósitos <i>A. L. Magalhães e M. F. S. F. de Moura</i>	282
Estudo de placas compósitas através do desenvolvimento de polinómios de legendre e funções de base radial <i>A. J. M. Ferreira</i>	283
Identificação de parâmetros elásticos e piezoétricos em estruturas activas do tipo placa: técnicas de optimização clássica versus redes neuronais artificiais <i>A. L. Araújo, H. Lopes, M. Vaz, C. M. M. Soares e J. Herskovits</i>	284
Um modelo híbrido para análise da fiabilidade dos compósitos estruturais <i>C. C. António</i>	285
Modelado numérico de no linealidad constitutiva en laminados compuestos - teoria de mezclas <i>F. Rastellini e S. Oller</i>	286
A influência das tensões residuais no comportamento mecânico global de materiais compósitos de matriz metálica <i>F. Teixeira-Dias, J. Pinho-da-Cruz, A. Andrade-Campos e L. F. Menezes</i>	287
Analisis y simulación computacional de una estructura de material compuesto <i>G. Atanacio e L. López</i>	288
Análise estrutural de cascas adaptativas <i>I. F. P. Correia, C. M. M. Soares, C. A. M. Soares e J. Herskovits</i>	289
Previsão das características de vibração e amortecimento de um laminado compósito <i>J. P. A. Reina, J. F. Dias Rodrigues e A. T. Marques</i>	290
Optimização de estruturas laminadas adaptativas com controlo activo <i>J. S. Moita, C. M. Soares e C. M. Soares</i>	291
Flexão de elementos curvos em materiais compósitos obtidos por autoclave <i>J. Travassos e A. Leite</i>	292
Modelos de identificação do dano com base nas características dinâmicas de estruturas <i>J. V. A. dos Santos, C. M. M. Soares, C. A. M. Soares e N. M. Maia</i>	293
Caracterização de danos de maquinaria em placas compósitas <i>L. M. P. Durão, J. M. R. S. Tavares, A. G. Magalhães, A. T. Marques e M. Freitas</i>	294
Identificação de propriedades mecânicas de materiais compósitos utilizando redes neuronais artificiais <i>L. Roseiro, U. Ramos e R. Leal</i>	295

Análise elastoplástica de chapas com anisotropia geral através do MEF <i>L. Vanalli, R. R. Paccola e H. B. Coda</i>	296
Resistência residual à fadiga em compressão de CFRP laminado após reparação <i>M. de Freitas e R. de Carvalho</i>	297
Dimensionamento de secções de betão armado em flexão composta desviada com o MC90 <i>M. H. F. M. Barros, C. C. Ferreira e A. F. Barros</i>	298
Análise estrutural de um reboque refrigerado em sandwich GFRP/PU: estudo experimental e numérico <i>M. Leite, A. Silva e M. Freitas</i>	299
Novos critérios de rotura intralaminar para materiais compósitos laminados <i>P. P. Camanho</i>	300
Análise viscoelástica de cascas laminadas ortotrópicas através do MEF <i>R. R. Paccola, L. Vanalli, H. B. Coda</i>	301
Comportamento de materiais compósitos solicitados a elevadas velocidades de deformação <i>R. M. Guedes, M. A. Vaz, P. Magalhães e F. Ferreira</i>	302
O MEF aplicado à análise elastoplástica de estruturas compostas por lâminas ortotrópicas <i>R. R. Paccola, L. Vanalli e H. B. Coda</i>	303
Método numérico de predição de formação dos vazios durante os processos de fabrico de moldação líquida <i>Z. Dimitrovová e S. G. Advani</i>	304
MECÂNICA DO COLAPSO MATERIAL: DANO, FRACTURA E FADIGA	
Estudio sobre los modelos cohesivos determinados por la aproximación de discontinuidades Fuertes <i>A. E. Huespe, J. Oliver, M. D. G. Pulido, S. Blanco e D. Linero</i>	307
A comparative study between discrete and continuum models to simulate concrete fracture <i>E. W.V. Chaves, R. C. Yu e G. Ruiz</i>	308
Simulação numérica do fecho de fenda: alguns aspectos associados à discretização por elementos finitos <i>F. J. V. Antunes, D. Rodrigues e J. A. M. Ferreira</i>	309
Localización de deformaciones mediante la teoría de las discontinuidades fuertes aplicada a problemas de dinámica explícita <i>I. M. Díaz e J. J. L. Cela</i>	310
O reforço de vigas de betão armado com chapas metálicas coladas com resina <i>J. Alfaiate e R. Costa</i>	311
Simulación de la fractura del hormigón en modo mixto I/II mediante elementos finitos con fisura cohesiva embebida: contrastación experimental <i>J. M. Sancho, J. Planas, D. A. Cendón, E. Reyes e J. C. Gálvez</i>	312
Análisis de la respuesta de elementos finitos de intercara en la simulación numérica de fisuras cohesivas <i>J. Planas, D. A. Cendón, J. M. Sancho, E. Reyes e J. C. Gálvez</i>	313

Análisis de la fractura del hormigón mediante elementos finitos con fisura cohesiva embebida: fundamentos <i>J. M. Sancho, J. Planas e D. A. Cendón</i>	314
La energía disipada como criterio de control de la solución en sólidos no lineales <i>M. A. Gutiérrez</i>	315
Localización de bandas de cortante via un modelo local de daño continuo tipo J2 <i>M. Cervera, M. Chiumenti e C. A. de Saracibar</i>	316
Comportamento em fadiga de materiais metálicos sob solicitação multiaxial <i>M. de Freitas, B. Li e L. Reis</i>	317
Simulação numérica da delaminagem em interfaces 0/0 e 0/90 de laminados carbono-epóxico durante ensaios DCB <i>M. F. S. F. de Moura, António B. Pereira e A. B. de Moraes</i>	318
Predicción de cargas de rotura en vigas de madera aserrada con ley constitutiva elastoplástica <i>M. Guaita, P. Vidal, V. Baño, R. Arguelles, F. Arriaga, J. I. Fernández-Golfín, M. A. Soilán e E. Hermoso</i>	319
Elementos finitos híbridos com fissuras incorporadas <i>O. Manzoli e B. Shing</i>	320
Modelação numérica do comportamento do betão à fadiga <i>P. B. Cachim</i>	321
Finite elements in fracture mechanics: 2D and 3D applications <i>P. M. G. P. Moreira, P. F. P. De Matos, S. D. Pastrama e P. M. S. T. de Castro</i>	322
Optimização do estudo numérico da evolução da forma da fenda <i>R. S. Branco e F. J. V. Antunes</i>	323
Simulação da rotura de barragens abóbada através de um modelo de dano <i>S. Oliveira e R. Faria</i>	324
MECÂNICA DO CONTACTO	
Simulação numérica de um impacto transversal em diversos pontos do vão de uma viga encastrada <i>D. M. Dimas e C. G. Soares</i>	327
Técnica SPR con restricciones para forzar el cumplimiento de ecuaciones de equilibrio. Aplicación a problemas de contacto <i>J. J. Ródenas, M. Tur, A. Pedrosa e F. Rubio</i>	328
O problema de contacto com atrito em termos de complementaridade linear em cones de segunda ordem <i>Y. Kanno, J.A.C. Martins e A. Pinto da Costa</i>	329
A new damage model based on nonlocal displacements <i>A. Rodríguez-Ferran, I. Morata e A. Huerta</i>	330

MECÂNICA DOS FLUIDOS

Modelação numérica do fenómeno de erosão de leitos de partículas através de um modelo algébrico e malhas adaptáveis <i>A. D. Ferreira, A. A. Gerber, S. Ji e A. C. M. Sousa</i>	333
Simulación numérica de un captador de aguas pluviales <i>A. J. Reséndiz, G. Atanacio e J. Gómez</i>	334
Una formulación segregada para el análisis de flujos compresibles <i>A. Landaberea, I. Garmendia, J. Canales e G. Hauke</i>	335
Um modelo de turbulência K- ϵ não-linear para escoamento viscoelástico em condutas <i>F. T. Pinho, P. R. Resende e D. A. Cruz</i>	336
Integración temporal de flujos con grandes términos fuente <i>G. Hauke e M. H. Doweidar</i>	337
Verification study for BEM models in 2D cavitating flows <i>G. Vaz, L. Eça, J. Bosschers e M. Hoeksra</i>	338
Efeito do número de pás do rotor e da reacção no rendimento da turbina hidráulica cross-flow <i>J. E. B. T. Borges e N. H. C. Pereira</i>	339
Decomposição do domínio temporal no cálculo paralelo de escoamentos de fluidos <i>J. M. F. Trindade e J. C. F. Pereira</i>	340
Simulação numérica do escoamento de ar numa trifurcação industrial <i>J. M. M. Sousa e J. C. F. Pereira</i>	341
Un modelo de aguas someras con un nuevo término de viscosidad <i>J. M. R. Seijo e R. T. Vázquez</i>	342
Métodos numéricos de partículas para la simulación de problemas en dinámica de fluidos <i>L. Cueto-Felgueroso, I. Colominas, G. Mosqueira, F. Navarrina e M. Casteleiro</i>	343
Simulações numéricas de escoamento viscoelástico numa contracção tridimensional quadrada <i>M. A. Alves, F. T. Pinho e P. J. Oliveira</i>	344
Efeitos de elasticidade em escoamento através de contracção plana <i>M. A. Alves, P. J. Oliveira e F. T. Pinho</i>	345
Aplicação do método dos elementos finitos na análise de uma classe de problemas de convecção-difusão <i>N. D. J. Lopes</i>	346
Simulación numérica de la inestabilidad de Rayleigh-Taylor mediante un método 'level set' de banda estrecha con refinamiento local <i>P. Gómez, J. Hernández e J. López</i>	347
Open boundary conditions for the incompressible Navier-Stokes equations in staggered grids <i>P. J. S. A. F. De Sousa, J. C. F. Pereira</i>	348
Cálculo 1-D del flujo en conductos de sección variable de mca mediante una adaptación semi-implícita del método CE-SE <i>S. Jerez, L. Jódar, J. V. Romero e F. J. Arnau</i>	349

Aplicación de los métodos numéricos al cálculo aerodinámico de aerogeneradores <i>S. Salcedo e F. Monge</i>	350
--	-----

MECÂNICA EXPERIMENTAL

Controlo activo de vibrações de vigas com sensores e actuadores piezoelétricos: modelação e experimentação <i>C. M. A. Vasques e J. D. Rodrigues</i>	353
Estudo experimental do impacto transversal em diferentes pontos do vão de vigas encastradas com diferentes comprimentos <i>D. M. Dimas e C. G. Soares</i>	354
Simulação de solicitações de impacto em estruturas tipo viga utilizando um procedimento pseudo-dinâmico <i>F. J. M. Q. Melo, J. A. O. Carneiro, P. M. P. Camanho e C. M. Tavares</i>	355
Test de impacto para la identificación de defectos en una placa com mediciones en frecuencias <i>G. Rus, S. Y. Lee, S. C. Wooh e R. Gallego</i>	356
Medição de campos de tensões recorrendo à técnica de Moiré <i>J. Ribeiro, M. Vaz e P. Piloto</i>	357
Modelação numérica e validação experimental do comportamento de vigas parede com apoios indirectos <i>M. Pimentel, J. Figueiras, R. Souza e T. Bittencourt</i>	358
Projecto de um dispositivo mecânico para realização de ensaios estáticos e dinâmicos de reforços acetubulares <i>P. M. A. Talaia, C. Relvas, L. Almeida, J. Salgado e J. A. Simões</i>	359
Caracterização dinâmica do módulo complexo de materiais viscoelásticos <i>R. S. Moreira e J. D. Rodrigues</i>	360

MÉTODOS COMPUTACIONAIS EM ACÚSTICA

Numerical modeling of acoustic resonances using a boundary element method <i>A. Leblanc, A. Lavie e C. Vanhille</i>	363
Metodologia de projecto de filtros de frequência <i>C. Barbarosie e M. M. Neves</i>	364
Simulación numérica de resonadores acústicos no lineales <i>C. Campos-Pozuelo</i>	365
Un método de volúmenes finitos de tercer orden para la simulación de fenómenos de acústica no lineal <i>C. Conde, A. Hidalgo, A. Balaguer e C. Vanhille</i>	366
Elemento acustico de tres nodos en desplazamientos basado en un principio variacional parametrizado (formulación libre) <i>C. Militello, S. Correa e et al.</i>	367
Modelado analítico-numérico de silenciadores de escape con sección transversal arbitraria <i>F. D. Denia, F. J. Fuenmayor, I. Baeza e A. J. Torregrosa</i>	368

Propagação de ondas num meio fluido com base elástica contendo inclusões <i>J. António, A. Tadeu e L. Godinho</i>	369
Ruído do transporte rodoviário e meios de protecção adequados <i>J. Beaumont e J. Q. Levy</i>	370
Indicador global de ruído <i>J. Q. Levy e J. Beaumont</i>	371
Cálculo del ruido aerodinámico generado por el flujo de aire alrededor de un cuerpo. Simulación mediante métodos de elementos finitos estabilizados <i>O. Guasch e R. Codina</i>	372
Efectos de no linealidades en la estabilidad de alas bidimensionales <i>P. García-Fogeda</i>	373

MÉTODOS COMPUTACIONAIS EM ELECTROMAGNETISMO

Desarrollo de un modelo de histéresis dinámico tipo-Preisach y su aplicación al cálculo de máquinas eléctricas <i>A. de Blas, R. Bargallo, J. de la Hoz, P. G. Pereirinha e C. L. Antunes</i>	377
O efeito da temperatura no comportamento de lasers de poços quânticos <i>A. L. Ribeiro</i>	378
¿Son fiables los métodos convencionales para el cálculo de redes de puesta a tierra? <i>F. Navarrina, I. Colominas e M. Casteleiro</i>	379
Modelización numérica de problemas de potenciales transferidos por redes de tierra mediante el método de elementos de contorno <i>I. Colominas, F. Navarrina e M. Casteleiro</i>	380
Efectos de la modulación controlada del espesor en laminas delgadas magnéticas <i>L. M. Álvarez-Prado e J. M. Alameda</i>	381
Análise numérica para obtenção do desempenho funcional de um actuador. Uma base para o seu controlo <i>M. R. A. Calado, A. E. Santo e C. M. P. Cabrita</i>	382
Electrodinámica con métodos sin malla <i>S. Fernández-Méndez, R. Sevilla, K. Morgan e O. Hassan</i>	383
Formulação do campo magnético em problemas de fronteiras abertas e simetria axial <i>V. M. Machado</i>	384

MÉTODOS NUMÉRICOS

Análise de problemas de transferencia de calor via método dos elementos finitos <i>A. L. Gamino e M. P. Barbosa</i>	387
Análise estocástica do colapso de placa com corrosão <i>A. P. Teixeira, A. Andreev e C. G. Soares</i>	388
Aplicación del análisis dimensional a la simulación de procesos de temple con láser: elección de los parámetros del proceso y estimación de errores	

<i>A. Ramil, J. C. Álvarez, J. M. Amado, A. J. López, G. Nicolás, E. Saavedra, J. Sanesteban, M. J. Tobar e A. Yáñez</i>	389
Factorizaciones incompletas de tipo LDLT con densidad casi predeterminada <i>C. Corral, I. Giménez e J. Mas</i>	390
Estudo numérico sobre formulações por volumes finitos na resolução das equações da elasticidade <i>C. J. Rente e P. J. Oliveira</i>	391
Reconstrucción de señales con bordes mediante un método adaptativo combinado EM-POCS <i>C. Sánchez-Ávila e R. Sánchez-Reillo</i>	392
Transporte de escalares passivos com corte e estratificação <i>D. F. Jorge e J. M. L. M. Palma</i>	393
Estratégias de optimização numérica para o cálculo não-linear de estruturas reticuladas <i>F. Teixeira-Dias, J. A. Oliveira e H. Varum</i>	394
Definición de un modelo orientado a objetos del método de los elementos finitos con cálculo en paralelo <i>J. Á. G. Pérez, F. L. Hidalgo, E. N. Delgado e A. M. Navarro</i>	395
Aplicación del analisis intervalar a algunos problemas de ingeniería civil <i>J. C. e Matos, O. García, J. Vehí e M. Sainz</i>	396
Precondicionadores basados en la fórmula de Sherman-Morrison-Woodbury <i>J. Cerdán, T. Faraj, J. Marín e J. Mas</i>	397
Implementación numérica de la programación orientada a objetos al análisis no lineal de estructuras bidimensionales de hormigón armado cargadas en su plano <i>J. N. Gregori, P. S. Sosa, M. C. D. Bueno, F. F. Cerdá e M. A. F. Prada</i>	398
Algoritmo de amortecimento numérico para optimização do comportamento não-linear em simulações por elementos finitos com passo variável <i>J. Pinho-da-Cruz e F. Teixeira-Dias</i>	399
Algunos resultados de integración nodal en el método EFG <i>L. Gavete, B. Alonso A. J. Martín e J. M. Pérez</i>	400
Versión modificada de los métodos tipo QMR <i>M. D. García, E. Flórez, A. Suárez e G. Montero</i>	401
Módulo de cálculo mediante el método de los elementos finitos de la teoría general de la flexión en coordenadas relativas <i>M. A. Martínez e E. Perez</i>	402
Análise de tensões num disco anisotrópico sob a acção da rotação e da temperatura <i>N. Alexandrova e P. M. M. Vila Real</i>	403
Estudio de métodos iterativos aplicados a la resolución paralela de la ecuación de Poisson <i>N. Seoane e A. J. Garcia-Loureiro</i>	404
Métodos de predicción-corrección basados en esquemas de pasos fraccionados para la resolución de las ecuaciones de Navier-Stokes <i>R. Codina e S. Badia</i>	405

Aplicação do método dos elementos finitos móveis (MEFM) a problemas com fronteiras móveis <i>R. Robalo, C. Sereno, M. C. Coimbra e A. E. Rodrigues</i>	406
---	-----

MÉTODOS SEM MALHA

Análise de placas laminadas sandwich com funções de base radial e teorias layerwise <i>A. J. M. Ferreira</i>	409
A aproximação GMLS no contexto do EFG: aplicações a problemas C1 <i>C. Tiago, V. M. A. Leitão</i>	410
Resolução numérica de problemas de difracção acústica não homogéneos através de métodos sem malha <i>C. J. S. Alves e S. Valtchev</i>	411
Utilização do método EFG ("Element-Free Galerkin") para simulação numérica de processos de forjamento <i>C. M. F. M. Guedes e J. M. A. César de Sá</i>	412
Simulación de problemas de Stefan mediante el método de los elementos naturales <i>D. Bel, E. Cueto e M. Doblaré</i>	413
Avances en el desarrollo y aplicación del método de puntos finitos en mecánica de sólidos <i>F. Perazzo, J. Miquel e E. Oñate</i>	414
Desenvolvimento e aplicação do método dos elementos finitos generalizados para a análise tridimensional não-linear de sólidos <i>I. F. R. Torres e S. P. B. Proença</i>	415
Aplicação do método de Galerkin sem elementos à análise de laminados simétricos à flexão <i>J. Belinha e L. M. J. S. Dinis</i>	416
Problemas dinámicos con grandes deformaciones: resolución con métodos sin malla utilizando una formulación lagrangiana actualizada <i>J. Bonet, A. Huerta e Y. Vidal</i>	417
Simulación numérica del llenado en la compactación mediante métodos de elementos finitos de partículas <i>J. C. Cante, X. Oliver e C. Gonzalez</i>	418
Un método de Galerkin de vecindad natural con estructura OCTREE <i>J. J. Laguardia, E. Cueto e M. Doblaré</i>	419
As técnicas da integral de contorno e da função cut-off para métodos sem malha <i>J. P. Pereira e C. A. Duarte</i>	420
Una clasificación de métodos sin malla <i>L. Gavete, B. A. J. J. Benito e F. Ureña</i>	421
Acoplamiento de SPH y elementos finitos <i>S. Fernández-Méndez, A. Huerta e J. Bonet</i>	422

MODELAÇÃO AMBIENTAL

Avaliação da eficiência de um sistema de ventilação por deslocamento na remoção de poluentes em partículas <i>A. M. Raimundo, J. J. Costa e L. A. Oliveira</i>	425
Modelización de la contaminación atmosférica en el entorno de centrales térmicas <i>G. Montero, R. Montenegro, J. M. Escobar, E. Rodríguez e J. M. González-Yuste</i>	426
Modelação de lagos solares por métodos espectrais: o caso bidimensional <i>H. L. Pina, M. Giestas, A. Joyce e C. Tavares</i>	427
Aplicación de métodos numéricos al análisis de la hidrogeología en una cuenca afectada por explotaciones subterráneas <i>J. Toraño, R. Rodríguez e J. M. Rivas</i>	428
Difusión vertical en la capa límite <i>M. G. Caligaris, R. E. Caligaris, N. E. Quaranta, G. B. Rodríguez, E. S. Sokolov e O. V. Nagornov</i>	429
Um estudo paramétrico com simulação das grandes escalas da camada limite atmosférica da ilha da Madeira <i>R. J. A. Howard e J. C. F. Pereira</i>	430
Modelação do escoamento e da transferência de massa na ultrafiltração de soluções aquosas de lisozima e sal <i>V. Magueijo, V. Semião e M. N. Pinho</i>	431
A influência da sucção no desenvolvimento da camada limite em problemas de ultrafiltração <i>V. Magueijo, V. Semião e M. N. Pinho</i>	432

MODELAÇÃO E ANÁLISE DE ESCOAMENTOS TURBULENTOS

Simulação das grandes escalas da turbulência da camada limite sobre uma lomba usando o modelo dinâmico lagrangeano <i>A. D. S. Borges, A. C. Silva Lopes e J. M. L. M. Palma</i>	435
Eficacia de los métodos SOR, gradiente conjugado y multimalla en la computación en paralelo del acoplamiento velocidad-presión en flujos turbulentos <i>Á. F. I. Cuesta, J. Pallares, F. X. Grau e J. Miquel</i>	436
Influência dos modelos sub-malha nos turbilhões obtidos através de simulação das grandes escalas <i>C. B. da Silva e J. C. F. Pereira</i>	437
Condição convectiva de saída em simulações das grandes escalas da turbulência <i>D. F. Jorge e J. M. L. M. Palma</i>	438
Estudo computacional do escoamento turbulento, exterior a um cilindro <i>L. Sousa, S. Marinho, A. Rouboa e A. Silva</i>	439
Simulação das grandes escalas da turbulência de um escoamento no interior de um tubo usando malhas não-ortogonais <i>P. M. Areal e J. M. L. M. Palma</i>	440

OPTIMIZAÇÃO ESTRUTURAL E MULTIDISCIPLINAR

Algoritmo genético hierárquico com estrutura etária e controle de diversidade <i>C. C. António</i>	443
Eliminação de defeitos de fabrico na conformação plástica usando simulação e optimização <i>C. F. Castro, L. C. Sousa, C. C. António</i>	444
Un estudio de codificación en optimización evolutiva multiobjetivo en estructuras metálicas: el código Gray <i>D. Greiner, J. M. Emperador e G. Winter</i>	445
Precisión en el caso 3 en método general de síntesis <i>F. C. Torréns</i>	446
Condicionamiento numérico del diseño de sistemas de control mediante backstepping adaptativo <i>F. Pozo, F. Ikhouane e J. Rodellar</i>	447
Una estrategia de remallado adaptable basada en el análisis de sensibilidad del estimador de error <i>G. Bugeđa</i>	448
Aplicación de métodos computacionales LMI en el control robusto <i>G. P. Vázquez, J. Rodellar e J. M. Rossell</i>	449
Optimização de estruturas com constrangimentos de fiabilidade <i>J. B. Cardoso e J. R. Almeida</i>	450
Sensibilidades de projecto dos perfis de vigas compósitas de parede fina <i>J. B. Cardoso, J. Castro e A. Valido</i>	451
Un método evolutivo para la optimización de topología de estructuras continuas sometidas a su peso próprio <i>J. Canales, R. Ansola e J. A. Tárrago</i>	452
Optimização de topologia de estruturas com contacto <i>J. Folgado, P. R. Fernandes e H. C. Rodrigues</i>	453
Estratégias de identificação de parâmetros constitutivos <i>J. L. Alves, M. C. Oliveira e L. F. Menezes</i>	454
Optimização da transferência de calor por advecção caótica em escoamentos de Stokes periódicos <i>J. P. B. Mota, A. J. S. Rodrigo e E. Saadjan</i>	455
Métodos de optimização aplicados em sistemas de energia hidroeléctricos <i>J. P. S. Catalão, S. J. P. S. Mariano, V. M. F. Mendes e L. A. F. M. Ferreira</i>	456
Controlo óptimo robusto de sistemas afins por troços <i>L. M. Pina, M. P. Silva, M. A. Botto</i>	457
Sobre a análise de sensibilidades em instabilidade elástica linearizada: elemento finito BEAM3 do ANSYS <i>L. Pinheiro e M. M. Neves</i>	458
Optimización de forma y topología con malla fija y algoritmos genéticos <i>M. Victoria e P. Martí</i>	459

Determinação de <i>minimum spanning trees</i> multi-objectivos com base num ACO <i>P. Cardoso, M. Jesus e A. Márquez</i>	460
Optimização dimensional, de forma e de uma deformada inicial para quinadoras <i>P. G. Coelho, L. O. Faria e J. B. Cardoso</i>	461
Optimización de topología y geometría de estructuras articuladas mediante algoritmos genéticos <i>P. Martí, F. Alabau e C. Díaz</i>	462
Optimización de topología de estructuras articuladas: comparación de métodos basados en el universo estructural <i>P. Martínez e P. Martí</i>	463
Optimização multi-objecto de veiculos ferroviários com algoritmos genéticos <i>R. Corrêa e J. P. Dias</i>	464
Controlo de vibrações de estruturas utilizando algoritmos genéticos para a localização óptima de sensores/actuadores piezoelétricos <i>S. M. Silva, J. D. Rodrigues, R. Ribeiro e M. Vaz</i>	465

QUÍMICA/FÍSICA COMPUTACIONAL

Métodos de modelação molecular para a simulação directa de processos de separação por adsorção <i>J. P. B. Mota</i>	469
Convergencia en los esquemas para la resolución del transporte reactivo de solutos en el medio poroso <i>J. Samper e N. Cuéllar</i>	470
Process spectroscopy of an industrial catalytic hydrogenation of an active pharmaceutical pharmaceutical ingredient <i>L. O. Rodrigues, J. A. Lopes, J. P. Cardoso e J. C. Menezes</i>	471
Aplicação de métodos adaptativos para a simulação de processos de combustão <i>P. Brito, L. Durães, J. A. Campos e A. Portugal</i>	472
Modelização de separações por membrana através de métodos de refinamento de malha <i>P. Brito, L. Ferreira, A. Portugal, M. Blox e P. van Kerkhof</i>	473
Immobilization kinetics of brewing yeast on spent grain particles: a biocatalyst for continuous beer fermentation <i>T. Brányik, A. A. Vicente e J. A. Teixeira</i>	474
Inferential model development based on partial least squares and a genetic algorithm for model structure optimisation for an industrial crude fractionator <i>V. V. Lopes, C. C. Pinheiro e J. C. Menezes</i>	475
Subspace identification methods for quick dynamic model structure screening <i>V. V. Lopes, C. C. Pinheiro e J. C. Menezes</i>	476

TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Conservación de alimentos: nuevas metodologías y herramientas avanzadas para su simulación <i>C. Maggiolo, M. Chiumentti e E. Balsa-Canto</i>	479
--	-----

Simulações numéricas do processamento asséptico de polpas de morango num aquecedor ôhmico contínuo <i>I. Castro, N. Reis, J.A. Teixeira e A. A. Vicente</i>	480
Procesos óptimos de esterilización para alimentos viscosos envasados <i>L. J. A. Vázquez, M. Marta e A. Martínez</i>	481
Risk-based approaches to model raw milk's quality <i>S. Martins, J. Cardoso de Menezes e J. Niza-Ribeiro</i>	482
Concentração e purificação da fracção de oligisacáridos do sorrelho do queijo de Serpa por nanofiltração/diafiltração: simulação e optimização <i>V. Geraldes, V. Magueijo e M. N. de Pinho</i>	483
Integração de métodos quimiométricos para o desenvolvimento de processos de produção industrial de antibióticos <i>J. A. Lopes e J. C. Menezes</i>	484

MEDIÇÃO DE CAMPOS DE TENSÕES RECORRENDO À TÉCNICA DE MOIRÉ

João Ribeiro*, Mário Vaz e Paulo Piloto

* Instituto Politécnico de Bragança
Escola Superior de Tecnologia e de Gestão
Campus de Sta Apolónia, Apt. 1134, 5301-857 Bragança
e-mail: jribeiro@ipb.pt, web <http://www.ipb.pt>

SUMÁRIO

Neste trabalho é realizada uma aplicação da técnica de Moiré para a medição de campos de tensões. O caso em estudo consiste na medição do campo de deslocamentos na superfície de um provete sob tracção possuindo um furo passante no seu centro. Moiré designa uma técnica de campo que permite medir deslocamentos no plano cuja resolução é limitada pela frequência espacial de uma rede utilizada na codificação da superfície. Neste trabalho é descrita a técnica de gravação da rede e a sua utilização para aceder ao campo de deslocamentos associado a grandes deformações. As redes, desenhadas num programa de CAD, são obtidas por impressão laser num papel especial. A replicação da rede na superfície do provete é feita por um processo térmico com pressão controlada. Desta forma foi possível gravar redes com frequências até 4 linhas/mm, sendo a baixa resolução a principal limitação desta técnica de gravação de redes. Foram utilizados dois tipos de rede: uma de linhas paralelas e outra de linhas cruzadas. No primeiro caso medir-se-ão apenas os deslocamentos numa direcção e no segundo caso em duas direcções perpendiculares. A baixa resolução da rede só permite medir grandes deslocamentos, embora com a vantagem de permitir efectuar medições além do limite elástico do material. Foram ensaiados provetes de alumínio com elevada ductilidade, permitindo obter medições em regime plástico. A rede registada na superfície do provete foi fotografada em diferentes fases do ensaio, registando o tempo e a carga. Com base nas imagens obtidas para a rede deformada é possível aceder ao campo de deslocamentos. Para isso, recorre-se a um programa de processamento de imagem desenvolvido especialmente para o efeito. Os valores obtidos experimentalmente são comparados com os valores calculados com o código de elementos finitos ANSYS.

REFERÊNCIAS

- [1] Cloud, Gary, *Optical Methods of Engineering Analysis*, Cambridge University Press (1998).
- [2] *Metals Handbook – Properties and selection: nonferrous alloys and pure metals*, Vol. 2, Ninth Edition, American Society for Metals, Ohio (1979).
- [3] *Norma NP 10002-1*.
- [4] *ANSYS – Theory Reference*, Release 5.6, Edited by Peter Kohnke, (1999).
- [5] O.C. Zienkiewicz e R.L. Taylor, *The finite element method*, McGraw Hill, Vol. I (1989).

APM|AC

Associação Portuguesa de Mecânica
Teórica, Aplicada e Computacional

SEMNI

Sociedad Española de Métodos
Numéricos en Ingeniería

Laboratório Nacional de Engenharia Civil

ISBN 972-49-2008-9



9789724920085