



Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões

5º encontro nacional

**Análise Experimental de
Tensões
e
Mecânica Experimental**

COIMBRA

21 – 23 Janeiro de 2004

Centro de Engenharia Mecânica da Universidade de Coimbra



**5º Encontro Nacional Análise Experimental
de
Tensões e Mecânica Experimental**

Resumo de Comunicações

Editado por:



**ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE
ANÁLISE EXPERIMENTAL DE TENSÕES**

Sede: Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Av. do Brasil, 101 - 1700-066 LISBOA
Tel 218 443 419 Fax: 218 443 021
<http://www-ext.lnec.pt/APAET/>

E.mail: apaet@lnec.pt



COMISSÃO ORGANIZADORA



J. F. Silva Gomes (FEUP)
Mário Santos (INETI)
A. Gonçalves (LNEC)
R. Pereira Leal (FCTUC)
Maria de Lurdes Eusébio (LNEC)

F. B. Branco (IST)
J. M. Cirne (FCTUC)
Paulo Piloto (PB-ESTIG)
N. F. Rilo (FCTUC)

COMISSÃO CIENTÍFICA

J.L. Lataillade (França)
C. Navarro (Espanha)
J.F. Silva Gomes (FEUP)
C.A. Mota Soares (IST)
J. Montalvão e Silva (IST)
J.L. Pérez Castellanos (Espanha)
Morão Dias (FCTUC)
M. Teresa Vieira (FCTUC)
M. Vaz (FEUP)
A. Martins Ferreira (FCTUC)
A. Ferreira (FEUP)
M.C. Cruz Azevedo

S.A. Meguid (Canadá)
Gérard Gary (França)
J. Fernandez Saez (Espanha)
J.M. Catarino (LNEC)
Luis A. Oliveira (FCTUC)
F.B. Branco (IST)
A.S. Miranda (UM)
A. T. Marques (FEUP)
J.M. Cirne (FCTUC)
Mário Santos (INETI)
A. Ramalho (FCTUC)

AGRADECIMENTOS

DEM - Departamento de
Engenharia Mecânica



FCTUC - Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade de Coimbra



FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E DO ENSINO SUPERIOR

Fonagá

Apoio do Programa Operacional Ciência, Tecnologia, Inovação do
Quadro Comunitário de Apoio III

UTILIZAÇÃO DE MODELAÇÃO FÍSICA E TÉCNICAS DE OPTIMIZAÇÃO NA DETERMINAÇÃO DE CORRESPONDÊNCIAS ENTRE NODOS DE OBJECTOS NO ESPAÇO MODAL	1
Luísa F. Bastos, João Manuel R. S. Tavares	
SIMULAÇÃO FÍSICA DA TRANSFORMAÇÃO ENTRE OBJECTOS ATRAVÉS DA RESOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DINÂMICA DE EQUILÍBRIO EM IMAGENS	3
Raquel Ramos Pinho, João Manuel R. S. Tavares	
SENSORES DE BRAGG EM FIBRA ÓPTICA PARA MONITORIZAÇÃO E CONTROLO DE TRÁFEGO EM ESTRUTURAS CIVIS	5
Pereira, D. A.; Frazão, O.; Santos, J. L.	
MEDIÇÃO DE CAMPOS DE DESLOCAMENTOS RECORRENDO À TÉCNICA DE MOIRÉ	7
J. Ribeiro, M. Vaz, P. Piloto	
INTRODUÇÃO ÀS TÉCNICAS PARA LEVANTAMENTO DE FORMA TRIDIMENSIONAL SEM CONTACTO	9
Cândida Pinto Coelho, João Manuel R. S. Tavares	
UM SISTEMA DE FERRAMENTAS DE PROCOSSEMENTO E ANÁLISE DE IMAGENS DE MOIRÉ: APRESENTAÇÃO	11
Luísa F. Bastos, João Manuel R. S. Tavares	
CALIBRAÇÃO DE CÂMARAS; MÉTODOS PIN HOLE E TSAI	13
Cândida Pinto Coelho, João Manuel R. S. Tavares	
SENSORES BRAGG EM FIBRA ÓPTICA PARA SUBSTITUIR EXTENSÓMETROS NA DETERMINAÇÃO DE EXTENSÕES EM PROBLEMAS DA BIOMECÂNICA	15
A. Vieira, O. Frazão, C. Novo, J. A. Simões	
SISTEMA DE AQUISIÇÃO E ANÁLISE DE VIBRAÇÕES PARA AVALIAÇÃO DO CONFORTO NO INTERIOR DE VEÍCULOS	19
Alcobia, C.J.O.P.J.; Mateus, M. L. O. S.; Janicas, N.; Silva, M. C. G.	
ESTUDO EXPERIMENTAL E NUMÉRICO DE VIGAS DE ENCASTRADAS SUJEITAS A IMPACTOS	21
Dimas, D. M. and Guedes Soares, C.	
ON THE DEVELOPMENT OF A DISTORTED MODEL FOR A SEISMICALLY EXCITED LIQUID STORAGE TANK	23
Rui Carmo de Barros	
DYNASEIS – MONITORIZAÇÃO DINÂMICA DE UM EDIFÍCIO: RESULTADOS PRELIMINARES	27
P. Mendes, M. A. Baptista, A. Afilhado, M. Vasques, A. Campos Costa, C. Sousa Oliveira	
VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL DO MODELO LAYERWISE NO CONTROLO ACTIVO DE VIBRAÇÕES DE VIGAS COM ACTUADORES PIEZOELÉCTRICOS E UM TRANSDUTOR LASER	29
C. M. A. Vasques, J. Dias Rodrigues	
IMPACT CHARACTERISATION OF MARINE COMPOSITES	31
Sutherland, L.S and Guedes Soares, C.	
INDENTATION OF MARINE COMPOSITES	33
Sutherland, L.S, Machado Santos, F. and Guedes Soares, C.	

CARACTERIZAÇÃO EXPERIMENTAL DO COMPORTAMENTO DE ESTRUTURAS COM BASE NA SUA MONITORIZAÇÃO DINÂMICA J. Almeida Garrett, A. Campos Costa; J. Rodrigues; S. Oliveira and P. Mendes	35
CARACTERIZAÇÃO DINÂMICA DE UMA PÁ DA TURBINA DE UM MOTOR DE REACÇÃO Fernando Santos; Jaime Monteiro; M.A.P. Vaz	37
ENSAIOS DINÂMICOS DA NOVA PONTE HINTZE RIBEIRO Elsa Caetano, Álvaro Cunha	39
ESTUDO DINÂMICO DA PONTE SALGUEIRO MAIA SOB CARGAS DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO Rui Calçada, Álvaro Cunha, R. Delgado	31
A RESPOSTA EXPERIMENTAL E A SIMULAÇÃO NUMÉRICA DE PLACAS SUBMETIDAS AO IMPACTO DE PEQUENAS MASSAS H. Lopes, R.M. Guedes, M.A. Vaz, J.D. Rodrigues	43
THEORETICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON MECHANICAL SYSTEMS WITH IMPERFECT JOINTS P. Flores, H.M. Lankarani, C.S. Koshy, J. Ambrósio, J.C.P. Claro	45
CARACTERIZAÇÃO DINÂMICA DE LAMINADOS PARA APLICAÇÃO EM PROTECÇÕES BALÍSTICAS: KEVLAR® E DYNEEMA® F. J. Ferreira; J. Justo; M. A. P. Vaz	47
SOBRE A EXTRAPOLAÇÃO DE RESULTADOS EXPERIMENTAIS EM PROBLEMAS ESTRUTURAIS DE INSTABILIDADE E VIBRAÇÕES Rui Carneiro de Barros	49
CARACTERIZAÇÃO EXPERIMENTAL DE BETÕES LEVES Isabel Valente e Paulo J. S. Cruz	55
VALIDAÇÃO EXPERIMENTAL DE UM MODELO DE ELEMENTOS FINITOS DE CAMADAS APLICADO A ESTRUTURAS COM TRATAMENTO VISCOELÁSTICO R. A. Silva Moreira, J. Dias Rodrigues	57
ANÁLISE NÃO-LINEAR DE ELEMENTOS TUBULARES SUBMETIDOS À COMPRESSÃO: FENÓMENOS DE INSTABILIDADE Elza M. M. Fonseca; Carlos A. M. Oliveira; Francisco Q. Melo	59
INSTABILIDADE DE VIGAS A ALTAS TEMPERATURAS – ESTUDO NUMÉRICO E EXPERIMENTAL Mesquita, Luís M. R; Piloto, P.A.G. Vaz, M.A.P; Vila Real, P.M	63
ESTUDO DO COMPORTAMENTO À FADIGA DE PROVETESDO TIPO LAP-SPLICE, USADOS EM AERONÁUTICA P M G P Moreira, P F P Matos, F M F Oliveira, P M S T de Castro	65
MONITORIZAÇÃO DE CARGAS EM VOO PARA AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE ESTRUTURAL EM AERONAVES L. Reis, A. Fonseca e M. de Freitas	67
OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO TABULEIRO DA PONTE SOBRE O RIO VOUGA NA EN329 Bruno J. A. Costa, Carlos Félix, Joaquim A. Figueiras	69

ANÁLISE DO DANO POR FADIGA EM COMPOSITOS REFORÇADOS COM FIBRAS DE VIDRO ALUMINIZADAS J.T.B.Pires, J.D.Costa, J.M.Ferreira, and M. Richardson	71
AVALIAÇÃO EXPERIMENTAL DE LIGAÇÕES VIGA-PILAR EM ESTRUTURAS DE AÇO E MISTAS Rui Simões, Luciano R. O. de Lima, Luis F. da C. Neves, Luis Simões da Silva e Pedro C. G., S. Vellasc	73
ANÁLISE ESTÁTICA DO COMPORTAMENTO DE ELEMENTOS PRÉ-FABRICADOS CONSTITUINDO BANCADAS NO ESTÁDIO DO DRAGÃO Helena Figueiras, Carlos Félix, Joaquim Figueiras, Mário Pimentel	75
AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DAS VIGAS DO CAMINHO DE ROLAMENTO DO PARQUE Nº 2 TCL-SUL EM LEIXÕES Helder de Sousa, Carlos Félix, Ana Maria Bastos, Joaquim Figueiras	77
ESTUDO DA FISSURACÃO DAS CAIXAS REDUTORAS DAS LOCOMOTIVAS DA SÉRIE 2600 T. Morgado, C.M. Branco, V. Infante	79
COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DE UMA BANCADA DE UM ESTÁDIO: ANÁLISE EXPERIMENTAL E NUMÉRICA Bastos, A. M. S. T.; Sousa, C., Sousa, H.	81
MAQUINAGEM ECOLÓGICA: FURAÇÃO DE ALUMÍNIO COM LUBRIFICAÇÃO MÍNIMA Paulo Davim e Pedro Reis	85
EQUIPAMENTO PARA A AVALIAÇÃO DO ATRITO NA EXTRACÇÃO DE PEÇAS MOLDADAS EM PLÁSTICO E. C. Ferreira, N. M. Neves, e A. S. Pouzada	87
DESGASTE E VIDA DAS FERRAMENTAS DE CORTE CERÂMICAS NA MAQUINAGEM DO AÇO D2 (AISI) ENDURECIDO Luis Figueira, M. Faustino Filipe e J. Paulo Davim	91
COMPORTAMENTO REOLÓGICO EXPERIMENTAL DO LUBRIFICANTE MIL-L-23699 Sottomayor, A, Campos, A, Seabra, J, Flamand L, Nelias D	93
ESTUDO PRELIMINAR SOBRE O COMPORTAMENTO AO DESGASTE DE COMPÓSITOS DE MATRIZ CERÂMICA (SIALON'S REFORÇADOS COM FIBRAS DE B-SIALON) Pedro Reis, J. Paulo Davim, V. Lima filho e J.M. Fonte Ferreira	95
AN ADAPTABLE, AFFORDABLE SERVO-HYDRAULIC TEST MACHINE Sutherland, L. S., Rodrigues, B. and Guedes Soares, C.	97
ANÁLISE DE DEFORMAÇÕES EM LÂMINAS DE CORTE DURANTE O PROCESSO DE SERRAGEM DE ROCHAS ORNAMENTAIS J. Antunes, C.A. Anjinho, S.D. Antunes, L. Guerra Rosa, J. Cruz Fernandes, P.M. Amaral	99
IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA ENSAIOS PSEUDO-DINÂMICOS DE INTERESSE PEDAGÓGICO-CIENTÍFICO EM ENGENHARIA ESTRUTURAL Almeida, R. F., Caraslindas, H. P., Carneiro-Barros, R	101

A DEFORMAÇÃO TÉRMICA DIFERIDA EM VIGAS DE BETÃO SUJEITAS À FLEXÃO SIMPLES Caraslindas, H. P. E Carneiro-Barros, R.	103
FURAÇÃO DE LAMINADOS EPÓXIDOS REFORÇADOS A FIBRAS DE CARBONO (CFRP): EFEITO DA VARIACÃO DA DISTÂNCIA ENTRE APOIOS NO FACTOR DE DELAMINAGEM Pedro Reis e J. Paulo Davim	107
CONFINAMENTO PARCIAL E TOTAL DE PROJETOS CILÍNDRICOS DE BETÃO Débora Ferreira, Joaquim Barros	109
ESTUDO EXPERIMENTAL E NUMÉRICO SOBRE O EFEITO DE PLASTIFICAÇÃO NOS RESULTADOS DA TÉCNICA DO FURO INCREMENTAL J.P. Nohre e A.M. Dias	111
ESTUDO DE SELECÇÃO DE MATERIAIS PARA O FABRICO DE UM PROTÓTIPO DE HÉLICE F. Ventura, C. Capela, e M.C. Gaspar	115
INSTRUMENTAÇÃO E ANÁLISE DO ESTADO DE TENSÃO DE CASTANHO EM TRACÇÃO PARALELA ÀS FIBRAS A. O. Feio, J. S. Machado e P. B. Lourenço	117
MÉTODOS DE TAGUCHI NA ENGENHARIA DE PRODUTO R. Domingues, L. Esperto, M. Santos, A. Osório	119
COMPORTAMENTO EM MAQUINAGEM POR ELECTROEROSÃO (EDM) DE ELÉCTRODOS OBTIDOS PELO PROCESSO DE SINTERIZAÇÃO DIRECTA POR LASER DE METAIS (DMLS) L. Esperto, M. Santos, A. Osório	123
ANÁLISE NÃO LINEAR DE PRÓTESES BIPOLARES MODULARES REVESTIDAS COM POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE Ferreira, C.C.; Barros, M.H.M.; Mendes, F.M.F.	127
ESTUDO DO COMPORTAMENTO ESTRUTURAL DE UM DISPOSITIVO DE ENSAIOS DE PLACAS DE OSTEOSÍNTESE METÁLICAS P. A.M. Talaia, C. Relvas e J. A. Simões	133
MODELO NUMÉRICO-EXPERIMENTAL DE UM FÉMUR SINTÉTICO SAWBONES® DA 3ª GERAÇÃO A. Ramos e J. A. Simões	135
ESTUDOS PRELIMINARES NO ENSAIO DE PRÓTESES DE ANCA À FADIGA P. A. M. Talaia, A. Vieira, J. Ferreira e J. A. Simões	139
CARACTERIZAÇÃO DE UM CIMENTO ÓSSEO COMERCIAL USADO PARA FIXAÇÃO DE PRÓTESES DE ANCA M. Gomes, R. Guedes e J. A. Simões	143
ANÁLISE POR FOTOELASTICIDADE DE UM NOVO SISTEMA DE IMPLANTE DENTÁRIO L. Carvalho, M. Vaz e J. A. Simões	147
CARACTERIZAÇÃO EM REGIME DINÂMICO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS DE OSSO COMPACTO BOVINO F. J. Ferreira, M. A. Vaz, J. S. Cirne e J. A. Simões	151

DETERMINAÇÃO DE PESOS MOLECULARES MÉDIOS DE SUB-CADEIAS DE ELASTÓMEROS RETICULADOS COM RECURSO A ENSAIOS MECÂNICOS J. Alexandre, G. Feio, M. R. Marvão, J. Figueiredo	155
A INCERTEZA NAS MEDIÇÕES Carlos Sousa e Teresa Restitos	159
UTILIZAÇÃO DO ENSAIO DE FLEXÃO EM TRÊS PONTOS PARA A MEDIÇÃO DAS PROPRIEDADES ELÁSTICAS DA MADEIRA Morais, J. L., Garrido, N., Xavier, J. C., Barroso, J., Cunha, A., Camanho	161
DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CORTE NO PLANO LR DA MADEIRA DE PINHO USANDO O ENSAIO "OFF-AXIS" Garrido, N. M., Morais, J. L., Xavier, J. C., Dourado, N. M.	163
ESTUDO DO COMPORTAMENTO DA MADEIRA EM TRACÇÃO E EM COMPRESSÃO AXIAL ATRAVÉS DO ENSAIO DE FLEXÃO Morais, J. L., Pereira, J. L., Xavier, J. C., Dourado, N. M.	165
INSTRUMENTATION OF AN INDUSTRIAL CUTTING FILE MACHINE E. A. R. Seabra, P. Flores, J.F. Silva	167
COMPORTAMENTO À COMPRESSÃO DE SOLDADURAS NUMA LIGA DE ALUMÍNIO CARACTERIZAÇÃO ESTÁTICA A. Loureiro, J. Cirne, B. Lopes	169
CARACTERIZAÇÃO DINÂMICA DE JUNTAS SOLDADAS José Cirne, Altino Loureiro, Luis Devesa, Bruno Lopes	171
DETECÇÃO DE DELAMINAÇÃO, POR ULTRA-SONS, EM ESTRATIFICADOS EM FIBRA DE CARBONO SUJEITOS A IMPACTO F. Silvério, N. F. Rilo, R. P. Leal, e J. M. Cirne	173
USO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE NÃO DESTRUTIVA NA CARACTERIZAÇÃO DE DEFEITOS EM COMPOSITOS LAMINADOS Amato, A. M.; Santos, J. B.; Cirne, J.S.	175
ANÁLISE NUMÉRICA E EXPERIMENTAL DO DANO EM COMPOSITOS LAMINADOS SUJEITOS A IMPACTO DE BAIXA VELOCIDADE Amato, A. M.; Cirne, J.; Santos, J., Rilo, N.	177

MEDIÇÃO DE CAMPOS DE DESLOCAMENTOS RECORRENDO À TÉCNICA DE MOIRÉ

J. Ribeiro*, M. Vaz**, P. Piloto*

* - IPB, Instituto Politécnico de Bragança,

** - FEUP, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

RESUMO

Neste trabalho é descrito um estudo preliminar sobre a aplicação da técnica de Moiré para a medição de campos de deslocamentos. Este trabalho tem como objectivo o desenvolvimento de uma técnica que permita a medição de tensões residuais na superfície de componentes estruturais. A técnica de Moiré é uma técnica de campo que permite medir deslocamentos no plano com uma resolução que é limitada pela frequência espacial da rede. Neste trabalho é apresentado um método desenvolvido para gravar redes de baixa frequência espacial e é descrito um método que permite gravação de redes até 1200 l/mm. Os campos de deslocamento são gravados em vídeo e é utilizado um programa de processamento de imagem na sua quantificação.

São apresentados alguns exemplos de aplicação das técnicas desenvolvidas à medição de campos deslocamentos em

situações envolvendo elevadas deformações plásticas.

Neste trabalho são ainda discutidas as adaptações necessárias para poder realizar a medição de tensões residuais recorrendo à técnica do furo incremental e as vantagens da utilização das técnicas ópticas.

REFERÊNCIAS

- Lu, J.; James, M. R. and others "Handbook of Measurement of Residual Stresses", Society for Experimental, Inc., Edited by Jian Lu, 1996.
- Post, D.; Han, B.; Ifju, P. "High Sensitivity Moiré: Experimental Analysis for Mechanics and Materials" Springer Verlag, 1997.
- Wu, Z.; Lu, J.; Han, B. "Study of Residual Stress Distribution of Moiré Interferometry and Incremental Hole Drilling", Journal of Applied Mechanics, Vol. 65, pg. 837-850, December 1998.

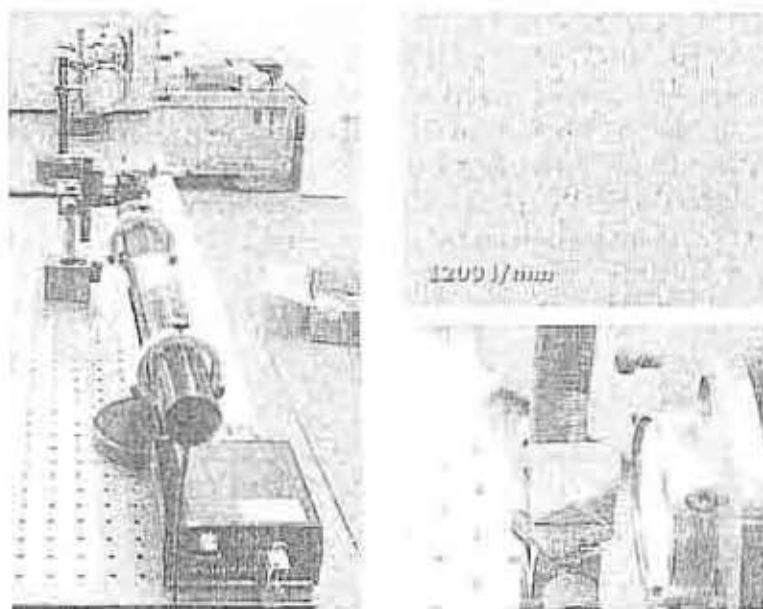


Figura 1 - Montagem óptica para medição do campo de deslocamentos no plano com Moiré interferométrico.