



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL



cnme
2016

10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental

Lisboa • LNEC • 12 a 14 de outubro de 2016

LIVRO DE RESUMOS

EDITORES

Carlos Pina, Jorge Gomes, Lara Pereira, Jorge Patrício, Mariana Carvalho,
Paulo Morais, Simona Fontul, Teresa Gonçalves, Teresa Reis

Aviso Legal

A qualidade científica e os conteúdos das comunicações são da inteira responsabilidade dos respetivos autores. O editor não aceita qualquer responsabilidade pela informação contida nas comunicações inseridas na presente publicação.

Nos termos legais em vigor, é expressamente proibida a reprodução total ou parcial desta publicação, no seu todo ou em parte, não podendo ser reproduzida ou transmitida por qualquer forma ou processo eletrónico, mecânico ou outros, incluindo cópia, sem autorização expressa do editor.

Copyright © LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL, I. P.
Divisão de Divulgação Científica e Técnica
AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA
e-e: livraria@lnec.pt
www.lnec.pt

Editor: LNEC

Coleção: Reuniões Nacionais e Internacionais

Série: RNI 97

1ª edição: 2016

Tiragem: 120 exemplares

Descritores: Análise experimental de tensões / Mecânica aplicada / Congresso / PT
Descriptors: Experimental stress analysis / Applied mechanics / Congress / PT

CDU 539.3/.4(063)(469)
ISBN 978-972-49-2287-4

PREF
A me
para
de no
deser
carac
tem
verif
o co
Expe
fóru
área
apli
div
Est
de
e
re
Es
As
C

PREFÁCIO

A mecânica experimental tem-se assumido ao longo dos anos como uma área decisiva para o desenvolvimento científico e tecnológico, em particular, para o projeto e construção de novos produtos, componentes e estruturas, tendo-se assistido a um importante desenvolvimento e aperfeiçoamento de técnicas e procedimentos experimentais para caracterização dos materiais e do comportamento de estruturas. A análise experimental tem vindo, também, crescentemente a ser aplicada como uma base física para a verificação e validação de modelos numéricos e analíticos que visam simular e prever o comportamento de materiais e estruturas. O 10º Congresso Nacional de Mecânica Experimental – CNME2016 – surge, à semelhança dos encontros anteriores, como um fórum privilegiado de divulgação e discussão dos mais recentes avanços e tendências na área da Análise Experimental de Tensões e da Mecânica Experimental no domínio das aplicações a problemas de Engenharia, mas também na investigação fundamental nos diversos ramos da Ciência, nomeadamente na biologia, materiais, medicina, entre outros. Este ciclo de conferências teve início em 1986, com a realização do 1º Encontro Nacional de Análise Experimental de Tensões no LNEC, tendo-se seguido mais 8 encontros nacionais e 2 internacionais (10th e 15th International Conference on Experimental Mechanics) realizados em Portugal.

Este evento comemora os 30 anos deste ciclo de conferências sempre sob a égide da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões (APAET). Nesta edição do CNME2016 foram abordados os seguintes temas:

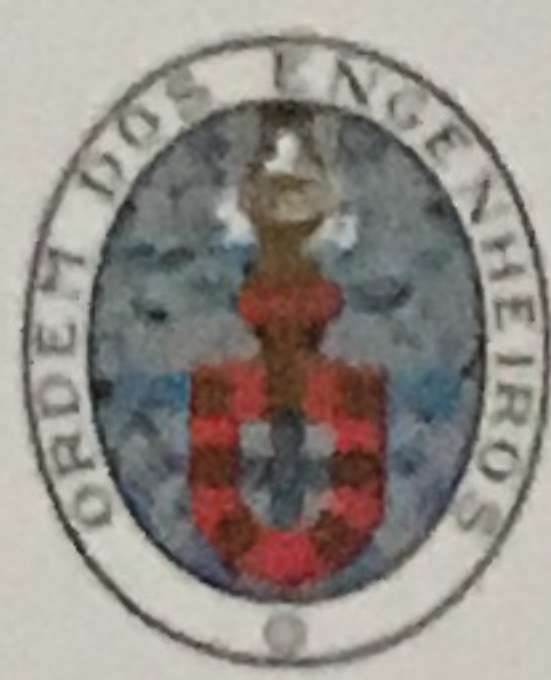
- Análise experimental e numérica em infraestruturas de transportes
- Desafios e Oportunidades na Experimentação em Hidráulica e Ambiente
- Experimentação em Termofluidos
- Métodos Experimentais em Dinâmica de Estruturas e Engenharia Sísmica
- Acústica e Vibrações
- Biomecânica e Biomateriais
- Caracterização de Materiais
- Comportamento de Estruturas
- Dinâmica de Estruturas
- Geotécnica e Geologia
- Mecânica de Fluidos
- Métodos Computacionais e Simulação Numérica
- Monitorização Estrutural
- Nanotecnologia
- Tribologia

Neste suporte digital estão incluídos os artigos que, após terem sido sujeitos a um processo de revisão, foram aprovados pela Comissão Científica para apresentação no CNME2016.

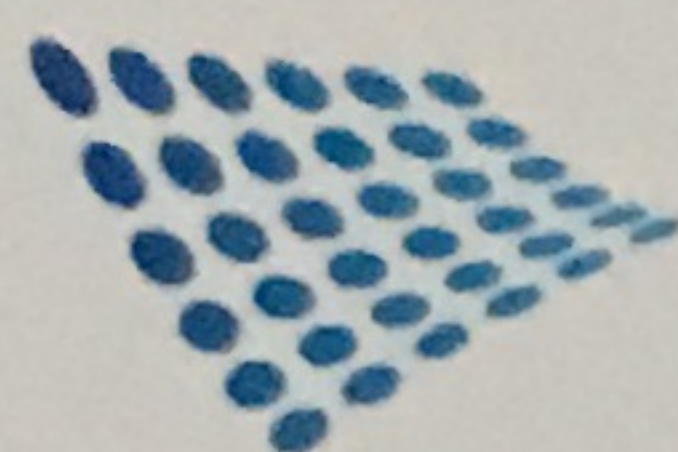
Uma palavra final de agradecimento a todos os que permitiram a realização do congresso, com votos de um seminário proveitoso para a comunidade técnica e científica.

COMISSÃO CIENTÍFICA

- A. Torres Marques (FEUP)
Abílio de Jesus (FEUP)
Aldina Santiago (FCTUC)
Alexandre Costa (ISEP)
Alfredo Campos Costa (LNEC)
Álvaro Cunha (FEUP)
Álvaro Ribeiro (LNEC)
António Arêde (FEUP)
António Batista (LNEC)
António Bettencourt (LNEC)
António Gomes Correia (UM)
Carlos Chastre Rodrigues (UNL)
Cristina Costa (IPTomar)
Cristina Oliveira (IPSetúbal)
Daniel Cardoso Vaz (UNL)
Eduardo Fortunato (LNEC)
Elsa Caetano (FEUP)
Elsa Pereira (LNEC)
Elza Fonseca (IPB)
Francisco Taveira Pinto (FEUP)
Graça Vasconcelos (UM)
Humberto Varum (FEUP)
J.C. Reis Campos (FMDUP)
João Estêvão (UALg)
João G. Ferreira (IST)
João Lanzinha (UBI)
João Palma (LNEC)
João Viegas (LNEC)
Joaquim Barros (UM)
Joaquim Infante Barbosa (ISEL)
Joaquim Silva Gomes (FEUP)
Jorge de Brito (IST)
Jorge Saldanha Matos (IST)
José Falcão de Melo (LNEC)
José M. Cirne (FCTUC)
José Muralha (LNEC)
Julieta António (FCTUC)
Júlio Montalvão (IST)
Laura Caldeira (LNEC)
Luís Simões da Silva (FCTUC)
Maria Rosário Veiga (LNEC)
Mário Santos (LNEG)
Mário Vaz (FEUP)
Marques da Silva (LNEC)
Miguel Matos Neves (IST)
Nuno Nunes (IPSetúbal)
Óscar Ferreira (UALg)
Paulo Bártolo (IPL)
Paulo Fernandes (IST)
Paulo Flores (UM)
Paulo Lourenço (UM)
Paulo Mendes (ISEL)
Paulo Piloto (IPB)
Paulo Tavares de Castro (FEUP)
Paulo Vila Real (UA)
Pedro Delgado (IPVianaCastelo)
Rogério Mota (LNEC)
Rui Calçada (FEUP)
Rui Viegas (LNEC)
Teresa Freitas (IST)
Victor Neto (UA)



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO SUL



instrutech**SOLUTIONS**
your reference partner



MRA
GRUPO ÁLAVA



25 ANOS
1992-2017

eurolab
Portugal

ISBN 978-972-49-2287-4



9 789724 922874

AV DO BRASIL 101 • 1700-066 LISBOA • PORTUGAL
tel. (+351) 21 844 30 00 • fax (+351) 21 844 30 11
lnec@lnec.pt www.lnec.pt

EFFECT OF DIFFERENT FEED-RATE IN BONE DRILLING: EXPERIMENTAL AND NUMERICAL STUDY

MG Fernandes

INEGI, Faculty of Engineering of University of Porto

EMM Fonseca

Department of Applied Mechanics, LAETA, INEGI, UMNMEE, Polytechnic Institute of Bragança

RM Natal

Department of Mechanics, LAETA, INEGI, Faculty of Engineering of University of Porto



ABSTRACT

The behaviour of bone tissue during drilling has been subject of recent studies due to its great importance. Because of thermal nature of the bone drilling, high temperatures and thermal mechanical stresses are developed during drilling that affect the process quality. However, there is still a lack information with regard to the distribution of mechanical and thermal stresses during bone drilling. The present paper describes a sequentially coupled thermal-stress analysis to assess the mechanical and thermal stress distribution during bone drilling. A three-dimensional thermo-mechanical model was developed using the ANSYS/LS-DYNA finite element code under different drilling conditions. The model incorporates the dynamic characteristics of drilling process, as well as the thermo-mechanical properties of the involved materials. Experimental tests with polyurethane foam materials were also carried out. It was concluded that the use of higher feed-rates lead to a decrease of normal stresses and strains in the foam materials. The experimental and numerical results were compared and showed good agreement. The proposed numerical model could be used to predict the better drilling parameters and minimize the bone injuries.

Keywords: Bone drilling / Experimental tests / Numerical simulation

1. INTRODUCTION AND METHODOLOGIES

Drilling operations applied on the bone tissue as a part of surgical intervention are similar to those performed on the structural materials. The success of these interventions depends largely on precision of the operation and the extent of damage it causes to the surrounding tissues (Li et al. 2014). Several studies have been performed to analyse the effect of drilling parameters on the outcome of the process and its effect on bone. The major concerns in bone drilling are the generated heat that can lead to the death of the bone cells and mechanical damage that can lead to formation of micro-cracks and fracture. These damages are directly related to the drilling parameters (Fernandes et al. 2015). For better performance of the drilling procedures, it is essential to understand the thermal and mechanical behaviour of the bone tissue, their failures and consequently improve the cutting conditions. This paper presents a realistic thermo-mechanical finite element model that incorporates the dynamic characteristics involved in the process. The numerical model was used to investigate the effect of the feed-rate on the thermal and mechanical behaviour of the bone tissue. A sequentially coupled thermal-stress analysis was conducted in ANSYS/LS-DYNA, performed by first solving the thermal analysis, then reading the temperature solution into a stress analysis as a predefined field. An experimental approach was developed using polyurethane foam materials with properties similar to the human bone. The foams were instrumented with strain gauges to measure the strain during the drilling. Thermography was used during the tests to measure the temperature on the surface of the foams and cutting tool. The results show that generated stresses tend to decrease with the increase of the feed-rate.

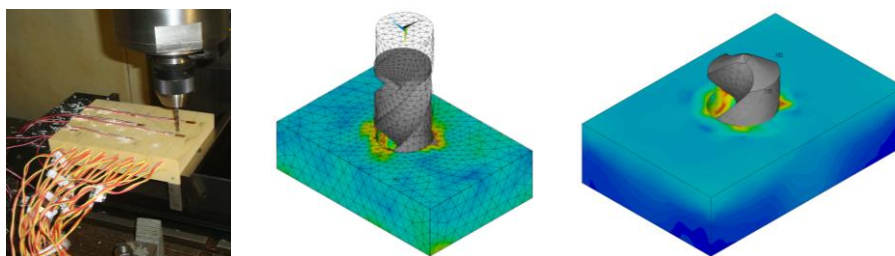


Fig. 1 Experimental and numerical methodologies used to simulate the bone drilling.

2. REFERENCES

- Li, S., Abdel-Wahab, A., Demirci, E., Silberschmidt, V.V. 2014 Penetration of cutting tool into cortical bone: experimental and numerical investigation of anisotropic mechanical behaviour. *Journal of Biomechanics*, 47 (5), p.1117-1126.
- Fernandes, M.G., Fonseca, E.M.M., Natal, R. 2015. Three-dimensional dynamic finite element and experimental models for drilling processes. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part L: Journal of Materials: Design and Applications*, p.1-9. DOI: 10.1177/1464420715609363 (In press).