

U. PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO



CIBEM10

**X Congresso Ibero-Americano
em Engenharia Mecânica**

4 a 7 de Setembro de 2011

Porto - Portugal

CIBIM10

**X Congreso Iberoamericano
de Ingeniería Mecánica**

4 a 7 de Septiembre de 2011

Oporto - Portugal

Editores

Renato Natal Jorge

José Luis Alexandre

João Manuel R. S. Tavares

António Ferreira

Mário Vaz

Actas do
X Congresso Ibero-americano em
Engenharia Mecânica - CIBEM10

Porto, Portugal
4-7 de Setembro de 2011

ÍNDICE

Prefácio	XIII
A. Ciências Aplicadas	
1. Métodos numéricos - Mecânica Computacional e Simulação	1
2. Mecânica geral - Mecânica Experimental	45
3. Vibrações mecânicas e acústica	63
5. Mecânica de fluidos	81
6. Termodinâmica - termodinâmica	121
7. Energia - Energia Eólica - Energia Solar	151
8. Sistemas de Representação - CAD - Interfaces e Visualização - Processamento e Análise de Imagem	197
9. Estruturas	203
10. Mecatrônica - Electromecânica - Robótica	209
11. Instrumentação	221
12. Materiais e Metalurgia	225
13. Tribologia	289
14. Biomecânica - Mecanobiologia - Bioengenharia	303
B. Desenho e Concepção de Máquinas e Componentes	
15. Sínteses e análises de mecanismos - Desenvolvimento do Produto	345
16. Veículos automóvel	357
17. Maquinário de transporte	387
18. Máquinas ferramenta	393
19. Desenho de elementos de máquina	401
20. Outras máquinas	413
C. Fabricação de Componentes e Máquinas	
21. Processos de fabricação	421
22. Planejamento e controle da fabricação	467
23. Produção industrial - Gestão de Produção	471

24. Fabricação automatizada (CAM).....	479
25. Controle de Qualidade	483
26. Ensaio e verificações	491
27. Metrologia	507

D. Exploração de Máquina

28. Manutenção	519
29. Aspectos ambientais	527
30. Reacondicionamento	535

E. Métodos e Técnicas para a Formação em Engenharia

31. Formação.....	539
-------------------	-----

Ficha Técnica

Titulo: **Actas do X Congresso Ibero-americano em Engenharia Mecânica - CIBEM10**

Editado por: R.M. Natal Jorge; João Manuel R.S. Tavares; José Luis Alexandre; António JM Ferreira; Mário Vaz
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal

Data: Agosto 2011

Execução gráfica: Tipografia Nunes Lda - Maia

Depósito Legal: 332096/11

ISBN: 978-989-96276-2-8

CARACTERIZAÇÃO EXPERIMENTAL E NUMÉRICA DO CAMPO DE DESLOCAMENTOS DE TECIDOS BIOLÓGICOS HIPER-ELÁSTICOS

J. Ribeiro¹, H. Lopes^{1*}, B. Mendonça^{1†}, P. Martins², M. Vaz³

1- Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolónia, Bragança, Portugal, email: jribeiro@ipb.pt, *hlopes@ipb.pt, †bimendonca@hotmail.com

2- Instituto de Engenharia Mecânica, Rua Dr. Roberto Frias, Porto, Portugal, email: palms@fe.up.pt

3-Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Rua Dr. Roberto Frias, Porto, Portugal, email: gmavaz@fe.up.pt

Resumo

Palavras chave: Propriedades de Tecidos Hiper-elásticos, Biomecânica de Tecidos, Método de Elementos Finitos, Técnicas Experimentais, Correlação Digital de Imagem.

A caracterização de tecidos com um comportamento mecânico hiper-elástico tem tido um interesse crescente devido à necessidade de um conhecimento cada vez mais profundo do comportamento de tecidos biológicos, particularmente tecidos humanos. O recurso a ensaios experimentais para a caracterização deste tipo de materiais tem vindo a ser substituído por simulações numéricas, recorrendo a códigos de elementos finitos, com nítidas vantagens sob o ponto de vista de poupança de custos financeiros e de tempo. Uma das grandes dificuldades na implementação dos métodos numéricos no estudo de materiais hiper-elásticos prende-se com o desenvolvimento de modelos numéricos, robustos e fiáveis, que simulem o comportamento mecânico destes tipos de materiais. Alguns dos modelos numéricos mais utilizados na simulação com elementos finitos, tais como, Mooney-Rivlin, Yeoh e Neo-Hookean [1], representam modelos fenomenológicos que foram desenvolvidos para a determinação da energia potencial de deformação. Contudo, estes modelos hiper-elásticos necessitam da determinação de coeficientes da energia potencial de deformação e que são calculados a partir de dados experimentais obtidos em ensaios de tracção [2]. As simulações numéricas implementadas neste trabalho foram realizadas num programa comercial de elementos finitos, Ansys®, e com dados experimentais de ensaios de tracção de tecidos hiper-elásticos da mucosa vaginal humana.

A nível experimental, o estudo mecânico deste tipo de tecidos tem vindo a ser feito com técnicas convencionais desenvolvidas para o estudo de materiais com um comportamento linear e isotrópico, tal como os ensaios de tracção, que permitem a determinação de valores médios de algumas propriedades mecânicas. Contudo, estes materiais têm comportamentos mecânicos muito distintos dos materiais convencionais, havendo, por isso, a necessidade de recorrer-se a técnicas que permitam uma análise global do comportamento desses tecidos, sendo as técnicas ópticas as mais adequadas para esse fim pois permitem medir sem contacto e obter informação de carácter global com resoluções sub-micrométricas. Neste trabalho optou-se pela utilização de uma técnica de campo denominada Correlação Digital de Imagem, que é uma técnica de medição em que se utiliza um método de correlação matemática para calcular o deslocamento no plano em superfícies de componentes ou estruturas sujeitas a tensões térmicas ou mecânicas. Nesta técnica são capturadas imagens consecutivas durante a solicitação. Estas imagens são depois correlacionadas duas a duas para calcular os deslocamentos ocorridos.

Referências

- [1] Taber, L., “Nonlinear Theory of Elasticity: Applications in Biomechanics”, World Scientific Publishing, London, 2004.
- [2] J. Afonso, P. Martins, et al., “Mechanical properties of polypropylene mesh used in pelvic floor repair”, *Int Urogynecol J*, 19:375–380, 2008.