

7º Congresso Nacional de Biomecânica

Guimarães – Portugal | 10 - 11 fevereiro 2017

Livro de Resumos



Editores: Paulo Flores *et al.*

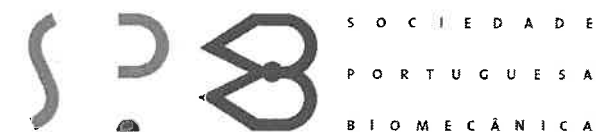
Departamento de Engenharia Mecânica
Universidade do Minho



SOCIEDADE
PORTUGUESA
BIOMECÂNICA

ATAS DO
7º CONGRESSO NACIONAL DE BIOMECÂNICA

PROCEEDINGS OF THE
7TH PORTUGUESE CONGRESS ON BIOMECHANICS



COMISSÃO DE HONRA | HONOR COMMITTEE

Reitor da Universidade do Minho
Doutor António M. Cunha

Presidente da Câmara Municipal de Guimarães
Dr. Domingos Bragança

Presidente do Health Cluster Portugal
Doutor Luís Portela

Presidente da Sociedade Portuguesa de Biomecânica
Doutor Paulo Fernandes

Presidente da Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária
Doutor Pedro Mesquita

COMISSÃO ORGANIZADORA | ORGANIZING COMMITTEE

Paulo Flores, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho
Filipe Marques, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho
Filipe Silva, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho
José Carlos Teixeira, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho
José Luís Alves, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho
José Pimenta Claro, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho
Nuno Dourado, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho
Sara Cortez, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho
João Folgado, Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa

PATROCÍNIOS E APOIOS INSTITUCIONAIS | SPONSORSHIP AND INSTITUTIONAL SUPPORT



<i>Título</i>	7º Congresso Nacional de Biomecânica
<i>Organização</i>	Paulo Flores Filipe Marques Filipe Silva José Carlos Teixeira José Luís Alves José Pimenta Claro Nuno Dourado Sara Cortez João Folgado
<i>Editor</i>	Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade do Minho
<i>Depósito Legal</i>	420832/17
<i>ISBN</i>	978-989-20-7304-0

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou transmitida de qualquer outra forma ou por qualquer meio, electrónico ou mecânico, incluindo fotocópia, gravação ou outros, sem prévia autorização escrita da editora.

COMISSÃO CIENTÍFICA | *SCIENTIFIC COMMITTEE*

Adélia Sequeira (IST)	José Luís Alves (UM)
Amílcar Ramalho (UC)	José Manuel Casanova (FMUC)
António Completo (UA)	José Oliveira Simões (UA)
António Figueiredo (UC)	Josep Llagunes (UPCatalonia)
António Ramos (UA)	Leandro Machado (FADEUP)
António Silva (UTAD)	Lídia Carvalho (INESCTEC)
António Veloso (FMH)	Luciano Menegaldo (UFRJ)
Aurélio Faria (UBI)	Luís Rocha (UM)
Cristina Santos (UM)	Luís Roseiro (ISEC)
Daniela Vaz (IPL)	Luísa Sousa (FEUP)
Elza Fonseca (IPB)	Manuel Gutierrez (FMUP)
Fernando Simões (IST)	Marco Parente (FEUP)
Fernando Gilberto Costa (FMUP)	Maria Augusta Neto (UC)
Filipa João (FMH)	Mário Augusto Vaz (FEUP)
Filipe Carvalho (CMRRC-Rovisco Pais)	Mário Forjaz Secca (UNL)
Filipe Silva (UM)	Mário João Gamelas (UNL)
Gonçalo Dias (UC)	Miguel Tavares da Silva (IST)
Helena Moreira (UTAD)	Miguel Velhote Correia (FEUP)
Hélder Rodrigues (IST)	Nuno Dourado (UM)
Jacinto Monteiro (FMUL)	Paulo Flores (UM)
Javier Cuadrado (UCoruña)	Paulo R. Fernandes (IST)
Joana Costa Reis (UÉvora)	Paulo Piloto (IPB)
João Espregueira-Mendes (CEM)	Pedro Coelho (UNL)
João Folgado (IST)	Pedro Martins (FEUP)
João MCS Abrantes (ULusófona)	Pedro Morouço (IPL)
João Manuel Tavares (FEUP)	Renato Natal Jorge (FEUP)
João Paulo Vilas-Boas (FADEUP)	Rita Santos Rocha (IPS)
Jorge Ambrósio (IST)	Ronaldo Gabriel (UTAD)
Jorge Belinha (FEUP)	Rui Barreiros Ruben (IPL)
Jorge Láins (CMRRC-Rovisco Pais)	Rui Lima (UM)
José Alberto Ramos Duarte (FADEUP)	Rui Miranda Guedes (FEUP)
José Carlos Reis Campos (FMDUP)	Vera Moniz-Pereira (FMH)
José Luís Alves (UM)	

PREFÁCIO

Este livro contém os resumos dos trabalhos apresentados no 7º Congresso Nacional de Biomecânica (CNB2017) que decorreu no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade do Minho, em Guimarães, Portugal, nos dias 10 e 11 de fevereiro de 2017.

O Congresso Nacional de Biomecânica (CNB) é o mais importante e prestigiado encontro científico organizado em Portugal, na área da Biomecânica. O CNB é um importante fórum de discussão e colaboração entre investigadores das várias áreas da Biomecânica, promovendo parcerias e projetos de investigação de interesse comum. Além disso, o CNB procura incentivar a participação dos estudantes com o objetivo de potenciar o crescimento e a interação da Biomecânica em Portugal.

O evento é bienal, e a primeira edição, sob o nome “Encontro 1 Biomecânica”, realizou-se em Martinchel, Abrantes em fevereiro de 2005. Em 2007 realizou-se o 2º Encontro em Évora. Na terceira edição, realizada em Bragança em 2009, houve uma alteração de designação para o atual Congresso Nacional de Biomecânica. Nas edições seguintes, 2011, 2013 e 2015, o Congresso Nacional de Biomecânica continuou a crescer tendo-se realizado em Coimbra, Espinho e Leiria, respetivamente.

Nesta 7ª edição do Congresso Nacional de Biomecânica foram aceites cerca de 160 trabalhos de 10 países. O presente livro está dividido em diversos capítulos que refletem os diferentes tópicos do congresso, nomeadamente: antropometria; biofabricação; biomateriais; biomecânica cardiovascular, biofluidos e hemodinâmica; biomecânica celular e molecular; biomecânica da lesão/impacto; biomecânica de reabilitação; biomecânica desportiva; biomecânica do crânio e coluna; biomecânica do sistema músculoesquelético; biomecânica dos tecidos; biomecânica ocupacional; biomecânica orofacial; biomecânica ortopédica; biomecânica respiratória; cirurgia assistida por computador; engenharia dos tecidos; ensino da biomecânica; mecânica experimental em biomecânica; visão por computador em biomecânica.

A Comissão Organizadora do CNB2017 agradece a todos os Patrocinadores pelo apoio concedido, bem como à Comissão Científica pela cooperação e avaliação dos trabalhos. Uma palavra especial para os autores, porque sem autores não haveria CNB. Por último, um agradecimento especial à Sociedade Portuguesa de Biomecânica pelo privilégio que nos concedeu de poder organizar o 7º Congresso Nacional de Biomecânica, e pelo muito apoio que prestou.

Guimarães, 10 de fevereiro de 2017

A Comissão Organizadora

Paulo Flores
Filipe Marques
Filipe Silva
José Carlos Teixeira
José Luís Alves
José Pimenta Claro
Nuno Dourado
Sara Cortez
João Folgado

INTRODUCTION OF THE PRESIDENT OF SPB

Dear Colleagues,

This year we are attending to the 7th Congress of the Portuguese Society of Biomechanics (SPB). The Congress is probably the most important event of the Society, and its regular organization, every two years since 2005, is an evidence of the vitality of the scientific community on Biomechanics. In the present Congress we have 159 presentations (138 oral and 21 posters) and, once again, we reward excellence on the biomechanics research through the Young Researcher Award (Prize “João Arménio Correia Martins”), Best Poster Award, Best MSc Student Award and Best PhD Student Award. Thus, the congress is a strong contribution for encouraging, supporting and disseminating the biomechanics research undertaken in Portugal.

The research and development on biomechanics has a great impact on public health and people’s wellness. The state of the art achieved in some areas of biomechanics requires increasing efforts on translation for a better understanding of the importance of public investment on research. It is this challenge I launch to you for the coming years, wishing we are able to work together on this objective. The Portuguese Society of Biomechanics will play its role being a keystone for the researchers to develop their work. The Congress is an opportunity of excellency to find new partnership and to define collaborative projects.

I finish by sincerely thanking the organizing committee, in particular Prof. Paulo Flores, for their professional work during the organization of CNB2017 and wishing to all delegates a very successful event.

Guimarães, February 10th, 2017

Paulo R. Fernandes
President of SPB

ÍNDICE | INDEX

PREFÁCIO	v
PREFACE	vi
NOTA DO PRESIDENTE DA SPB	vii
INTRODUCTION OF THE PRESIDENT OF SPB	viii

Antropometria | *Anthropometrics*

POTENCIAL DOS VALORES PADRÃO DE PARÂMETROS DO PERFIL ANTROPOMÉTRICO RESTRITO PARA A GRAVIDEZ	3
M. Santana, R. Pereira, H. Almeida, R. Ascenso e E. Oliveira	
ERGO DIGITAL – NOVA APLICAÇÃO MÓVEL PARA AUXÍLIO DOS TÉCNICOS EM DIVERSAS AVALIAÇÕES ERGONÓMICAS	5
T. Pinto, N. Domingues, R. Ascenso, E. Oliveira e H. Almeida	

Biofabricação | *Bio manufacturing*

FABRICO DE ORTÓTESES, PRÓTESES E IMPLANTES MULTIMATERIAL: APLICAÇÃO DE UMA METODOLOGIA HÍBRIDA DE FABRICO ADITIVO	9
M. Silva, R. Felismina, A. Mateus e C. Malça	
PROTOTYPE PRODUCTION SYSTEM FOR BONE IMPLANTS USING MICROMACHINING TECHNIQUES	11
E.A. Avendaño and F.A. Rojas	

Biomateriais | *Biomaterials*

QUALIDADE DO OSSO CORTICAL DE BOVINOS UTILIZANDO O MÉTODO DE REFINAMENTO RIETVELD	15
R. Erbereli, J.M.D.A. Rollo, R.R. Tullio e C.R. Marcondes	
PRINTING AND CHARACTERIZATION OF DENTAL OR SKELETAL IMPLANTS MADE OF POWDERED CORTICAL LYOPHILIZED BONE GRAFTS	17
A. Tinjacá, A. Robayo and F. Rojas	
DESENVOLVIMENTO DE MODELO ANIMAL <i>IN VIVO</i> PARA VERTEBROPLASTIA PERCUTÂNEA	19
M.T. Oliveira, J.C. Potes, M.C. Queiroga, S. Rehman, K. Dalgarno, A. Ramos e J.C. Reis	
ESTUDO DO PH DE SOLUÇÕES DE H ₂ O ₂ NA EFICIÊNCIA DO BRANQUEAMENTO E NA MICRODUREZA DO ESMALTE	21
A. Branco, M.C. Polido, A.P. Serro e C.G.Figueiredo-Pina	
DESENVOLVIMENTO DE PALMILHA PEDIÁTRICA USANDO GEL DE NANOCELULOSE	23
J. Pires, S. Gagulic, C.M. Reis e P.L. Silva	

para uma expressão mais aborrecida ou mesmo furiosa emitindo, em situações limites, alguns sons.

Numa versão mais avançada, esta mochila inteligente, além de integrar estes sensores, irá dispor também de um sistema de posicionamento global, GPS, que para além permitir localizar a mochila, irá permitir correlacionar o tipo de movimento efetuado (marcha, corrida, etc.) com os comportamentos posturais observados.

No artigo final serão apresentados mais detalhes técnicos do protótipo e resultados experimentais realizados num estudo observacional, numa amostra com crianças e adolescentes, em contexto escolar real.

INFLUÊNCIA DO MATERIAL NA DURABILIDADE DA PRÓTESE DO JOELHO

Inês S. Fernandes¹ e Elza M. M. Fonseca²

¹ Mestrado Tecnologia Biomédica, Instituto Politécnico de Bragança; inesdefernandes@gmail.com

² Departamento de Mecânica Aplicada, LAETA, INEGI, UMNMEE, Instituto Politécnico de Bragança; efonseca@ipb.pt

PALAVRAS CHAVE: Artroplastia do Joelho, Tomografia Computorizada, Método dos Elementos Finitos

RESUMO: O profissional de saúde tem ao seu dispor diferentes ofertas no que diz respeito à prótese do joelho, variando essencialmente a geometria e o material. Neste trabalho, utilizaram-se tomografias computorizadas de pacientes, que permitiram desenvolver modelos ósseos, para posterior inserção da prótese de joelho. Três geometrias de próteses diferentes, inseridas no modelo ósseo, vão possibilitar ter conhecimento da influência do material no desempenho do conjunto. Neste trabalho apresenta-se o desenvolvimento de modelos computacionais 2D e 3D, submetidos à compressão, que vão permitir eleger a melhor conjugação entre a geometria e o material da prótese no modelo ósseo.

1 INTRODUÇÃO

A artroplastia total do joelho é uma forma de tratamento muito eficaz na recuperação funcional da articulação do joelho, contudo, tem vida finita. Problemas mecânicos associados às articulações de substituição estão, normalmente, relacionados com o desgaste com ou sem rotura mecânica dos materiais e conseqüente descolamento da prótese [1,2]. Vários materiais metálicos têm sido utilizados em próteses, a lista de materiais inclui o aço inoxidável, ligas de cromo-cobalto, ligas de titânio, entre outros. Atualmente as próteses são produzidas essencialmente em cromo-cobalto e titânio.

2 MATERIAIS DA PRÓTESE

Em relação a ligas de titânio, a liga Ti-6Al-4V tem sido largamente a mais utilizada em material ortopédico, próteses e implantes. Tem uma excelente biocompatibilidade, resistência à corrosão e módulo de elasticidade mais próximo do osso em relação a outras ligas metálicas [3-5]. No desenvolvimento de ligas de titânio, a utilização de elementos não citotóxicos (Nb, Zr, Ta e Pt) permite obter materiais com menores valo-

res de elasticidade, destacam-se as ligas do sistema Ti-Nb-Zr. Atualmente a liga Ti-13Nb-13Zr está a tornar-se a liga mais utilizada em implantes cirúrgicos devido às suas excelentes propriedades. Detentora de biocompatibilidade e alta resistência à corrosão, assim como as restantes ligas de titânio, esta nova liga apresenta maior tenacidade à fratura, propriedades mecânicas superiores e menores módulos de elasticidade, devido aos elementos Nb e Zr [3,4].

As ligas de Co-Cr são utilizadas na composição prótese do joelho e anca, principalmente nas cimentadas, pois ligas possuem uma boa resistência à fadiga e à rotura em tração. Por outro lado, são mais indicadas para superfícies articulares, como é o caso da componente femoral da prótese do joelho.

3 ESTUDO BIOMECÂNICO

Existe, atualmente, uma oferta variada de próteses do joelho, apresentando os fabricantes diferentes geometrias em diferentes materiais.

No presente estudo serão analisadas as ligas de Co-Cr, Ti-6Al-4V e Ti-13Nb-13Zr em

três próteses baseadas em geometrias de fabricantes diferentes. Os modelos são representativos de um joelho em total extensão, em que se consideram as estruturas ósseas fêmur e tibia, desprezando a patela e os restantes tecidos moles que constituem o joelho.

A análise prévia de quatro tomografias computadorizadas do joelho de pacientes permitiu definir as diferentes densidades dos tecidos ósseos e as suas dimensões.

A componente femoral da prótese apresenta semelhanças geométricas entre os fabricantes, com diferenças pouco significativas.

Nos três modelos desenvolvidos em análise, a componente femoral detém a mesma geometria e o mesmo material (Co-Cr). As maiores diferenças geométricas encontram-se na componente tibial. Alguns fabricantes produzem o prato tibial exclusivamente numa liga metálica, enquanto outros perfuram o espigão do prato tibial em polietileno. Contudo, ainda existem fabricantes que além de perfurar o espigão com outro material, criam um apoio extra ao prato tibial, colocando um reforço em torno do espigão. Na componente tibial serão testados os materiais para as três geometrias em análise.

Tendo em consideração a complexidade geométrica, numa primeira análise recorreu-se a modelos simplificados de aproximação ao modelo real a duas dimensões (2D) (Figura 1) e posteriormente uma análise a três dimensões (3D) (Figura 2).

1. <https://emea.depuyssynthes.com>
2. <http://www.serf.fr>
3. <http://www.endotec.com>

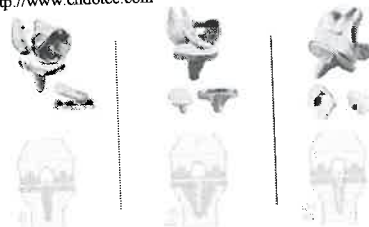


Figura 1 - Modelo 2D da prótese 1, 2 e 3.

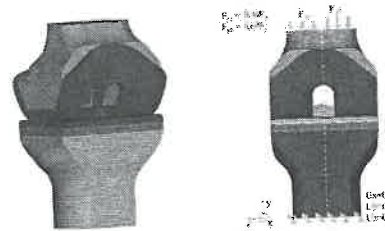


Figura 2 - Modelo 3D.

4 DISCUSSÃO

A componente tibial estabelece um importante apoio à estrutura na tibia proximal. A estrutura é testada em diferentes geometrias, geometrias essas que fazem variar a fronteira entre a prótese e tibia. É importante que não exista desgaste, ou que este seja o mais possível minimizado, essencialmente nas zonas de contacto e suporte entre o osso e a prótese. O desgaste acentuado e a possível libertação de corpos livres poderão reduzir o tempo de vida útil da prótese.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos pacientes o acesso às tomografias computadorizadas.

REFERÊNCIAS

- [1] Vasconcelos, José, et al. "Avaliação em médio prazo da artroplastia total de joelho sem substituição da patela." *Rev. Bras. Ortop.*, 2013.
- [2] Pécora, José, et al. "Comparative analysis of changes in knee strain transfer flow in total and unicompartmental cemented prostheses a trial in ten human cadavers." *Acta Ortopédica Brasileira*. 2003.
- [3] Gomes, L. "Biomateriais em Artroplastia de Quadril: Propriedades, Estrutura e Composição." *O Quadril*. 2010.
- [4] Kuroda, D, et al. "Design and mechanical properties of new b type titanium alloys for implant materials." *Materials Science and Engineering*. 1998, pp. 244-249.
- [5] Rack, H e Oazi, J. "Titanium alloys for biomedical applications." *Materials Science and Engineering*. 2006, pp. 1269 - 1277.

ANÁLISE CINEMÁTICA E DINÂMICA DOS MEMBROS INFERIORES DE CRIANÇAS OPERADAS AO PÉ BOTO

Andreia Flores¹, M. A. Marques², Nuno Alegrete³ e Paulo Piloto⁴

¹ INEGI, Instituto de Ciência e Inovação em Engenharia Mecânica e Engenharia Industrial, Portugal; aflores@inegi.up.pt

² ISEP-P.Porto, Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal; mmr@isep.ipp.pt

³ HSJ, Hospital de São João, Portugal; nunoalegrete@gmail.pt

⁴ IPB, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal; ppiloto@ipb.pt

PALAVRAS CHAVE: Biomecânica, Análise de Marcha, Tratamento Cirúrgico, Pé boto

RESUMO: O pé boto é uma patologia bastante frequente na área de ortopedia infantil, no entanto o seu tratamento ainda é muito discutido por profissionais de saúde, devido às abordagens que atualmente existem. O presente trabalho tem como objetivo comparar crianças que foram submetidas a um tratamento cirúrgico de pé boto com um grupo de controlo, e verificar quais as consequências que este tratamento cirúrgico originou no desenvolvimento motor e, consequentemente, na marcha. A análise final demonstrou que existem alguns parâmetros biomecânicos comuns às crianças que se submeteram ao tratamento cirúrgico, nomeadamente maior instabilidade dos membros inferiores operados.

1 INTRODUÇÃO

O pé boto é uma deformidade tridimensional congénita, que afeta 1 em cada 1000 nascimentos [1]. O seu tratamento até ao surgimento da técnica de Ponseti, foi através de métodos cirúrgicos que envolviam muitas cirurgias e consequências graves na marcha das crianças [2]. A utilização de técnicas como análise de marcha permite a investigação do movimento do pé, fornecendo informações adicionais que podem ser cruciais para futuros desenvolvimentos e planeamento do tratamento da patologia [3].

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A análise de marcha é uma técnica muito útil na quantificação do movimento humano. Para esta análise foram utilizadas 12 câmaras infravermelhas que permitem a aquisição de dados e de imagem através de um sistema de captura, Qualisys, para o registo de parâmetros cinemáticos, bem como a utilização de 4 plataformas de força.

Neste estudo foi comparado um grupo de crianças, com idades entre 9 e 16 anos, composto por 4 crianças com diagnóstico do pé boto operado; e um grupo de 10 crianças saudáveis sem nenhum historial clínico detetado.

Cada criança foi instrumentada com 54 marcadores refletivos, colocados nos principais pontos anatómicos dos membros inferiores para serem reconhecidos pelas câmaras, e posteriormente implementados num *software* de análise de marcha, Visual 3D, onde foi construído um modelo tridimensional que quando configurado, permite obter toda a informação dos diferentes parâmetros de movimento.

Ângulos e forças de reação no solo foram analisados para averiguação e comparação entre os membros inferiores saudáveis com os membros patológicos.

3 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A análise de marcha foi realizada de acordo com as principais observações dos ângulos

Comissão Organizadora

Paulo Flores

Filipe Marques

Filipe Silva

José Carlos Teixeira

José Luís Alves

José Pimenta Claro

Nuno Dourado

Sara Cortez

João Folgado

ISBN: 978-989-20-7304-0



biomechSOLUTIONS
your reference partner

DISTRIM

A VANGEST COMPANY