



Análise de tensões em modelos biomecânicos osso-implante

Cláudio Neves ¹, Lucas Azevedo ² e Elza Fonseca ³

¹ Instituto Politécnico de Bragança, Licenciatura em Engenharia Biomédica, Portugal; claudioneves.17@hotmail.com

² Instituto Politécnico de Bragança, Mestrado Tecnologia Biomédica, Portugal; lazevedo10@gmail.com

³ Instituto Politécnico de Bragança, LAETA, INEGI, Mecânica Aplicada, Portugal; efonseca@ipb.pt



Objetivos

- Gerar modelos biomecânicos para análise do efeito de *stress-shielding* em função das propriedades dos materiais e da geometria do implante.
- Avaliar a resistência biomecânica em cada conjunto através da distribuição de tensões.
- Avaliar o efeito da geometria e do material na ocorrência de micro-movimentos entre o osso-implante.
- Simular situações de carga estáticas através de uma metodologia numérica para avaliação das tensões

Caracterização da patologia: artrose

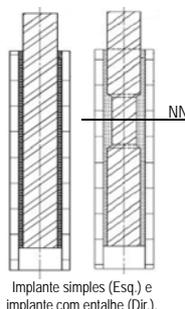
- A articulação da anca é uma articulação entre a extremidade superior do fémur e o acetábulo do osso da anca. É multiaxial e projetada para estabilidade e suporte [1]. Por ser muito solicitada, a articulação da anca está sujeita a lesões.
- A artrose é uma condição patológica degenerativa comum que se define pelo desgaste progressivo dos tecidos que constituem a articulação, resultando em dor progressiva e rigidez articular.
- Esta patologia incide principalmente em indivíduos com faixa etária avançada, afetando cerca de 20% da população aos 45 anos e cerca de 100% aos 80 anos [2].



Anca normal (Esq.) e com artrose (Dir.), acetábulo e cabeça femoral destruída pela artrose.

Características dos Biomodelos

- Foram gerados biomodelos com geometrias distintas, simples e com entalhe central, através do *SolidWorks*[®].
- A geometria com entalhe foi baseada num modelo sugerido num trabalho sobre otimização geométrica através do método de elementos finitos [3].
- Foram utilizados três materiais para o implante e dois materiais para a fixação.



Implante simples (Esq.) e implante com entalhe (Dir.).

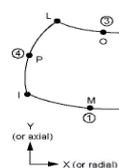
Local de Aplicação	Força Aplicada [N]	Espessura [m]
Cabeça Femoral	700	0,004

Carregamento aplicado a proximal do implante e espessura.

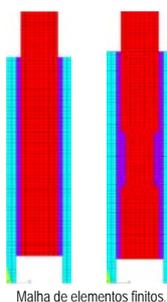
Material	Módulo de Young [GPa]	Coefficiente de Poisson
Osso Cortical	17	0,3
Osso Trabecular	1,3	0,3
Cimento Ósseo	3	0,3
Implante		
Liga Ti6Al4V	114	0,33
Liga CrCo	220	0,3
Pirocarbono	20	0,3

Modelo Numérico

- Análise 2D em estado plano de tensão.
- Utilização do método de elementos finitos no Ansys[®].
- Utilização do elemento *PLANE183* de 8 nós com 2 graus de liberdade por nó: translações em x e y.



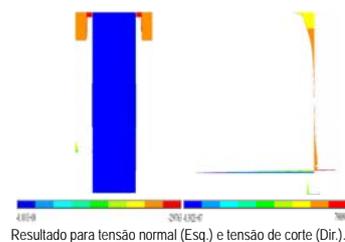
$$[k] \times \{d\} = \{F\}$$



Malha de elementos finitos.

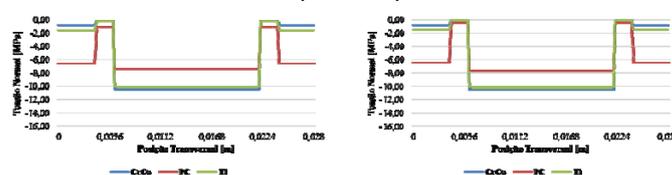
Resultados

- No modelo numérico foram realizadas diferentes simulações variando o material do implante e de fixação.
- As tensões normais foram obtidas ao longo da secção NN para todos os modelos.
- As tensões de corte foram obtidas na interface osso-implante e permitem concluir a ocorrência de micro-movimentos.

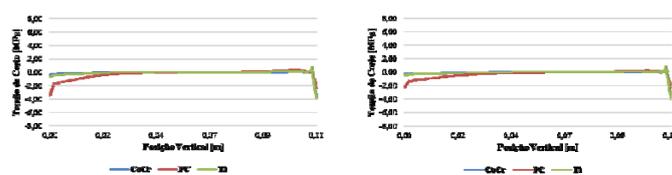


Resultado para tensão normal (Esq.) e tensão de corte (Dir.).

Implante Simples

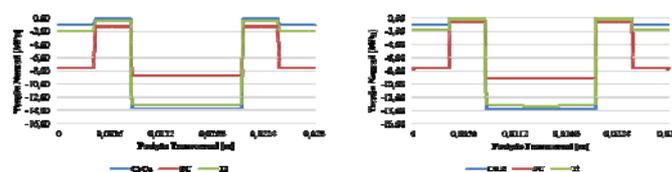


Tensão normal para o implante simples no conjunto cimento-implante (Esq.) e osso-implante (Dir.).

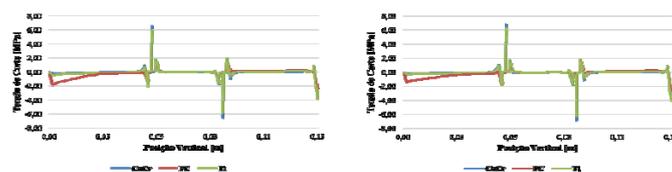


Tensão de corte para o implante simples no conjunto cimento-implante (Esq.) e osso-implante (Dir.).

Implante com Entalhe



Tensão normal para o implante com entalhe no conjunto cimento-implante (Esq.) e osso-implante (Dir.).



Tensão de corte para o implante simples no conjunto cimento-implante (Esq.) e osso-implante (Dir.).

Stress-Shielding

Geometria	Material	Stress-Shielding [MPa]			
		PMMA		Osso Trabecular	
		Matlab	Ansys	Matlab	Ansys
Simples	CrCo	9.62	9.64	9.63	9.72
	PC	0.74	0.85	0.75	1.18
	Ti	8.49	8.53	8.51	8.67
Entalhe	CrCo	12.59	12.65	12.65	12.82
	PC	0.86	1.14	0.89	1.61
	Ti	10.94	11.07	11.04	11.34

Valores do efeito de stress-shielding.

Conclusões

- O *stress-shielding* pode ser reduzido com a utilização de implantes fabricados em compósitos e isoelásticos.
- O efeito de *stress-shielding* atinge valores mais elevados no implante com entalhe, portanto não será a melhor solução para o problema.
- Em relação aos micro-movimentos, interessa garantir campos de deslocamentos baixos, sendo necessário que os implantes possuam elevada rigidez.
- Para se reduzir o efeito *stress-shielding*, deve-se utilizar um material com rigidez inferior, sendo mais flexível. De facto, isto verificou-se nos resultados, sendo que o implante em liga de titânio e o pirocarbono apresentam o menor efeito de bloqueio de tensões.

[1] A. Michel et al. "Lower Limb Anatomy," em *Gray's Anatomy for Students*, Elsevier, p. 489, 2005.

[2] DIARTRO - Instituto de Ortopedia e Prótese Articular, 2002.

[3] O. Kaybasi et al. "The effects of static, dynamic and fatigue behavior on three-dimensional shape optimization of hip prosthesis by finite element method," *Materials & Design*, vol. 28, pp. 2269-2277, 2007.

Apresentação

Programa

Inscrição no encontro

Datas Importantes

Edições Anteriores

Contactos



Prémios do Painel 1

1º lugar: Avaliação da atividade antimicrobiana de óleos essenciais de *Mentha* spp;

Ana Sofia Martins Artilheiro, Joana S. Amaral

2º lugar: Grau de satisfação dos estudantes da ESTIG em relação ao IPB;

Sérgio Alexandre Carvalho da Costa, Paula Odete Fernandes

3º lugar: Análise de tensões em modelos biomecânicos osso-implante;

Cláudio Neves, Lucas Azevedo, Elza Fonseca

Prémios do Painel 2

1º lugar: Adesão terapêutica nos idosos do concelho de Macedo de Cavaleiros;

Alípio Marcos, Carlos Pires Magalhães, Adília Fernandes

2º lugar: Biomodelação matemática da temperatura do pé diabético;

Cátia Santos, Cátia Macedo, Ana Isabel Pereira

3º lugar: Interactive/automated method to count bacterial colonies;

João Ribeiro, Fernando Monteiro, Ramiro Martins

O EJI decorrerá no Auditório Dionísio Gonçalves da Escola Superior Agrária do IPB.

Quarta-feira, 11 de Novembro de 2015

13:15-14:00 - Documentação

14:00 - Sessão de boas vindas

14:00-15:50

Moderador(es): Luis Mesquita e João Barreira

Thermal analysis in the drilling of foam materials and ex-vivo bovine bones

Maria Goreti Fernandes, Elza Fonseca, Renato Natal

Separation of nadolol stereoisomers by liquid chromatography using chiralpak IA stationary phase

Rami S. Arafah, António E. Ribeiro, Luis S. Pais

Anti-inflammatory activity of mushrooms extracts, identified phenolic acids and their possible metabolites

Oludemi Taofiq, Ricardo C. Calhela, Sandrina Heleno, Lillian Barros, Anabela Martins, Rui M.V. Abreu, Maria João R.P. Queiroz, Isabel C.F.R. Ferreira

Sistema robótico autónomo para ambientes de terapia de iodo

Ana Andrade José Lima, Maria do Carmo Batista, Paulo Leitão

Avaliação biomecânica de prótese do Joelho sob influência de carga

Inês Fernandes, Elza Fonseca

Níveis de força ântero-posteriores nos membros inferiores em jovens futebolistas

Pedro Forte, Jorge E. Morais, Tiago M. Barbosa, António Reis

15:50-16:30 - Sessão Painel 1

[Fechar](#)

Estudo da incidência da gripe em Portugal

Filipa Daniela do Nascimento Salvador, Loide Andreia Miranda Lopes, Carlos Balsa, Alcina Nunes

O valor percebido da marca Banco BPI

Camila Mota, Ana Paula Monte

A eficácia da fibrinólise no doente com AVC: revisão sistemática

Silvia Justino Ferreira Delgado, Ilda Maria Morais Barreira, Isabel Maria Esteves, Pedro Miguel Barreira Preto

Produção de biodiesel através de esterificação catalisada por líquidos iónicos

Stéfano Brito, Verónica Neves, António Ribeiro, Paulo Brito, Ana Queiroz

Estudos experimentais sobre solubilidade de aminoácidos em solventes mistos água/álcool

Liliana Silva, Marina Matos, Olga Ferreira, Simão Pinho

A accountability e a informação financeira nos governos locais de São Tomé e Príncipe

Cislau D'Apresentação da Costa, Sónia Paula da Silva Nogueira, Nuno Adriano Baptista Ribeiro

Modelação matemática de epidemias

Ana Araújo, Carlos Balsa, João Almeida

Análise de tensões em modelos biomecânicos osso-implante

Cláudio Neves, Lucas Azevedo, Elza Fonseca

Análise experimental de tensões em blocos compostos sob furação

Lucas Azevedo, Goreti Fernandes, Elza Fonseca, João Ribeiro

Graphical simulator of mathematical algorithms

Kévin Quintin, Maria João Pereira, Carlos Balsa

Computational implementation of epidemic models

Nicolas Ronco, Carlos Balsa

IOS application development to illustrate mathematical concepts and methods

Remi Sirac, Rui Pedro Lopes, Carlos Balsa

Avaliação da atividade antimicrobiana de óleos essenciais de Mentha spp.

Ana Sofia Martins Artilheiro, Joana S. Amaral

Fatores de Risco Psicossociais: Avaliação em Colaboradores da Unidade Local de Saúde do Nordeste

Belandina Ribas, Adília Fernandes, Celeste Antão

Análise experimental e numérica de quedas de pressão em canais estenosados

Sara Lopes, Carla Fernandes, Ana Pereira Diana Pinho

Controlador de luz e temperatura para a criação de canários

Francisco Moreira, João Teixeira

Grau de satisfação dos estudantes da ESTIG em relação ao IPB

Sérgio Alexandre Carvalho da Costa, Paula Odete Fernandes

Plataforma intact- estudo de caso em curso profissional

Luzia Martins, Vitor Gonçalves

Rosa Ativo: programa de atividade física para doentes oncológicos

Diana Rocha, Raul Bartolomeu, António Monteiro

16:30-16:50 - Pausa para café

16:50-18:00

Moderador(es): Lillian Barros e Pedro Bastos**Formação de ravinas: significância para a perda de solo por erosão hídrica**

Rosário Franco, Felícia Fonseca, Tomás de Figueiredo, Bruno Martins

Avaliação da degradação do solo antes e depois de um incêndio florestal

Rui Costa, Tomás de Figueiredo, Felícia Fonseca

Pedregosidade como indicador do estado de degradação física dos solos.

Ana Pires, Felícia Fonseca, Tomás de Figueiredo

Otimização de um sistema fotovoltaico autónomo para um bebedouro

Igor Ferreira, Orlando Soares, José Lima

Avaliação das propriedades eletroquímicas de polímeros de enxofre através de voltametria cíclica

Carlos Almeida, Rolando Dias

Quinta-feira, 12 de Novembro de 2015

09:30-10:40

Moderador(es): Vera Lebres, Vitor Gonçalves**Alcool... uma realidade académica?**

Olivia Costa Maria, Ana Maria Galvão, Maria Neiva

Vidas interrompidas - um olhar sem muros

Joana Cordeiro, Maria do Nascimento Mateus

Influência da espiritualidade nas atitudes em fim de vida

Cristiana Rodrigues, Maria Augusta Romão da Veiga Branco

De que forma as atividades de Expressão Dramática podem ser utilizadas na EPE e no 1º CEB como estratégia de aprendizagem?

Lúcia Magalhães, Manuel Luis Pinto Castanheira

O manual escolar promove o envolvimento ativo do aluno no processo de aprendizagem?

Joana Marvilha, Delmina Pires

Comunicação matemática: um estudo com alunos do 5.º ano

Elisabete Costa, Manuel Vara Pires

10:50-11:10 - Pausa para café

11:10-12:20

Moderador(es): Sónia Nogueira e Joaquim Leite**Análise da Importância-Satisfação na gestão do museu Abade de Baçal de Bragança**

Olivia Machado Afonso, Paula Odete Fernandes

Modelação da procura turística em Moçambique

Hortêncio Constantino, Paula Odete Fernandes, João Paulo Teixeira

Implicações da alteração na mensuração de certos ativos nos resultados reportados pelos bancos

Crisódio Elias, Jorge Alves

Certificação de qualidade vs qualidade da informação financeira: estudo para empresas portuguesas
Ana Martins, Clara Vaz, Jorge Alves

Gestão dos estilos de liderança e respetivo impacto na motivação dos profissionais do terceiro setor
Cristiana Nascimento, Ana Galvão

Gestão de tesouraria e políticas de financiamento a curto prazo nas PME
Sónia Marinho, Ana Monte

12:30-14:30 - Pausa para almoço

14:30-15:50

Moderador(es): Ana Queiroz e Sandrina Heleno

Simulação de escoamento sanguíneo em biomodelos digitais de patologias vasculares humanas
Rita Geraldes, Luis Queijo, Carla S. Fernandes

Comparação da impressão molecular de cafeína e 5-fluoracilo em micropartículas de polímero
Ana Filipa Freitas, Rolando Dias

Purificação do biogás em sólidos porosos
Adriano Henrique, José António Correia Silva, Giane Gonçalves Lenzi

Evolução das características físico-químicas no processo de cura do presunto da raça Bísara
Nathália Barbosa, Sandra Rodrigues, Etefvina Pereira, Alfredo Teixeira

Utilização da casca da amêndoa na produção de biopolíóis por oxipropilação
João Pinto, Isabel Fernandes, Filomena Barreiro

Composição fenólica e citotoxicidade de amostras de pão de abelha
Filipa Sobral, Lillian Barros, Ricardo C. Calhelha, Andreia Tomás, Montserrat Dueñas, Celestino Santos-Buelga, Miguel Villas-Boas, Isabel C.F.R. Ferreira

15:50-16:30 - Sessão Painel 2

[Fechar](#)

Satisfação dos formandos que frequentaram as ações de formação do projeto Dinamizar
Diana Sofia da Silva Coelho, Paula Odete Fernandes

Satisfação no trabalho em profissionais de enfermagem
Sandra Moura, Manuel Bras, Eugénia Anes, Carina Ferreira

Beef quality evaluation system
Cátia Teixeira, Vasco Cadavez, Fernando Monteiro

Hidrólise de curcumina microencapsulada.
Valter Martins, Margarita Valero

Biomodelação matemática da temperatura do pé diabético
Cátia Santos, Cátia Macedo, Ana Isabel Pereira

Efeitos da variação da precipitação na comunidade zooplancónica da albufeira do Azibo
Danielle Machado Vieira, Alinne Gurrão Oliveira, Ana Maria Geraldes

Wild mushroom extracts potentiate the action of standard antibiotics against multiresistant bacteria
Inês Lourenço, Maria José Alves, Anabela Martins, Manuela Pintado

Efeito de sais na solubilidade da diglicina e N-acetilglicina em água
Yoselyn Santos, Olga Ferreira, Simão P. Pinho

Pesquisa de microrganismos em dispensadores de antissépticos, desinfetantes e detergentes num hospital
Ana Pereira, Isabel Soares, Marina Rosmaninho, Andreia Conde, Maria Alves, Isabel Ferreira, Helena Pimentel, Graça Pombro

Qualidade físico-química e microbiológica das águas de piscina do distrito de bragança
João Pereira, Lilliana Barros, Ana Soares, António Nogueira, Andrea Afonso, Bruno Pires

BMI and physical activity in diabetic adolescents followed Hospital Barcelos
Maria Neto, Helena Cunha, Mariana Pereira, Susana Pinto, António Fernandes, Ana Pereira

Qualidade de patés oriundos de carne de ovelha e cabra
Juliano Motta, Etefvina Pereira, Sandra Rodrigues, Alfredo Teixeira

Avaliação da atividade antimicrobiana do vinagre em amostras de alface
Andreia Emídio, Lina Cancela, Olga Ferreira, Cristina Teixeira, Ana Maria Queiroz

Benefícios fiscais vs rentabilidade por setor de atividade no interior de Portugal
Miguel Alexandre Silva Gonçalves, Paula Odete Fernandes

Adesão terapêutica nos idosos do concelho de Macedo de Cavaleiros
Alípio Marcos, Carlos Pires Magalhães, Adília Fernandes

Interactive/automated method to count bacterial colonies
João Ribeiro, Fernando Monteiro, Ramiro Martins

Atividade antimicrobiana do extrato bruto de açai (Euterpe oleracea Mart.) em isolados clínicos
Rafaela Soares, Lillia Bala, Cláudia Santos, Maria José Alves, Helena Pimentel, William C.B. Regis, Isabel C.F.R. Ferreira

Modelação matemática do contágio da gripe pessoa a pessoa
Anabela Aguiar, Paula Alves, Carlos Balsa, João Paulo Almeida

Análise termográfica no transporte de double backpack: estudo piloto
Marta Ferreira, Paula Vieira, João Rocha

Variantes para iluminação pública
Eduardo Augusto Diz Salvador, António Borges Fernandes

Identificação de gado bovino através de imagens biométricas do focinho
Marta Monteiro, Vasco Cadavez, Fernando Monteiro

Síntese e caracterização de polímeros condutores com aplicações em células solares
Clementina Ribeiro, Rolando Dias

16:30-17:00 - Pausa para café

17:00-18:10

Moderador(es): Maria Augusta Mata e Ricardo Calhelha

Stress e bloco operatório: o que sentem os enfermeiros?

Ana Gonçalves, Ana Galvão, Leonel Preto

O doente politraumatizado grave: resultados em saúde e independência funcional

Sandra Novo, Leonel Preto, Sandra Rodrigues

Impacto da fadiga em indivíduos com esclerose múltipla

Maria Teresa Azevedo, Maria José Gomes

Estudo do comportamento biomecânico de aneurismas cerebrais

Cátia Cardoso, Carla S. Fernandes, João Ribeiro, Rui Lima

Modelação matemática para identificar o valor de T-Score

Diana Monteiro, Ana Pereira, Maria Baptista, Elza Fonseca

Reeducação funcional respiratória no doente cirúrgico

Sandra Fátima Gomes Barreira Rodrigues, Sandra Maria Fernandes Novo, Eugénia Mendes, Luís Gaspar

Sexta-feira, 13 de Novembro de 2015

09:30-10:40

Moderador(es): Inês Barbedo e Soraia Falcão

Impressão molecular de 5-fluorouracilo em micro/nanopartículas de polímero com extensões funcionais

Daniela Oliveira, Rolando Dias

Caracterização nutricional de produtos alimentares com frutos de *Vaccinium myrtillus* L.

Tânia Pires, Maria Inês Dias, Lillian Barros, Isabel C.F.R. Ferreira

Potencial anti-angiogénico de iogurtes com extratos ricos em derivados de apigenina

Franciely S. Oliveira, Andreia Ribeiro, Ricardo C. Calhelha, Bogdan D. Junior, Filomena Barreiro, Isabel C.F.R. Ferreira

Estudo sobre a incorporação de PCM'S em sistemas térmicos passivos

Rafael Gonçalves, Manuel Minhoto, Sónia Cerdeira, Débora Macanjo, Eduarda Luso

Sistema de medição e controlo de qualidade do ar interior

Samuel Fernandes, Getúlio Igrejas, Manuel Feliciano

Estudo de sistema solar passivo com incorporação de pcm

Sónia Cerdeira, Débora Macanjo, Eduarda Luso, Rafael Gonçalves, Manuel Minhoto

10:50-11:10 - Pausa para café

11:10-12:00

Moderador(es): Cristina Teixeira, Carlos Moraes

Perturbações adaptativas do jovem consumidor de álcool

Ana Catarina Trindade Certo, Ana Rita Noné, Ana Galvão, Maria José Almendra Gomes

Investigar com crianças: narrativa de um processo de aprendizagem

Inês Silva, Cristina Mesquita

A avaliação ao serviço da melhoria do ensino

Paula Gonçalves, Cristina Martins

A aprendizagem pela cooperação no desenvolvimento de competências sociais

Cristiana Isabel Caseiro Martins, Ilda Freire-Ribeiro

As atividades lúdicas e sua importância no processo de ensino-aprendizagem

Maria Sousa, Carla Guerreiro

Perceções sobre o envelhecimento e prestação de cuidados na velhice

Tânia Eloisa Ramos Alves, Maria do Nascimento Esteves Mateus

12:10 - Encerramento