

# 3º Congresso Nacional de Biomecânica

Sociedade Portuguesa de Biomecânica



Instituto Politécnico de Bragança  
11-12 Fevereiro de 2009

**Editores**  
Mário A. P. Vaz  
Paulo A. G. Piloto  
José C. Reis Campos

Uma produção

do **impensável**

PROJECTO DE ATITUDES CULTURAIS, LDA

e-mail [geral@doimpensavel.pt](mailto:geral@doimpensavel.pt)

web [www.doimpensavel.pt](http://www.doimpensavel.pt)

Av. Carlos Bacelar, 968

salas 3A e 4A

apartado 562

4764-901 V. N. de Famalicão

tel 252371724

fax 252375164

Título: *Actas do 3º Congresso Nacional de Biomecânica 2009*

Organização: *Mário A. P. Vaz, Paulo A. G. Piloto, J.C. Reis Campos*

Design: *Feup GAUTI*

Paginação: *Nuno Viriato Ramos, Jaime M. Monteiro*

Copyright © FEUP Press, 2009

Do Impensável - Projecto de Atitudes Culturais, Lda, 2009

Produção Gráfica: *Papelmunde, SMG, Lda - V. N. de Famalicão*

Depósito Legal: *288523/09*

ISBN: *978-989-96100-0-2*

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

ACTAS DO

# 3º CONGRESSO NACIONAL DE BIOMECÂNICA 2009

## ORGANIZAÇÃO

Sociedade Portuguesa de Biomecânica

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, FEUP

Instituto Politécnico de Bragança, IPB

Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, FCDEF

Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto, FMDUP

Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial, INEGI

Fundação para a Ciência e a Tecnologia, FCT

## COMISSÃO ORGANIZADORA

Mário Augusto P. Vaz, DEMEGI, Universidade do Porto

Paulo A. G. Piloto, ESTIG, Instituto Politécnico de Bragança

João P. Vilas-Boas, FADE, Universidade do Porto

José C. Reis Campos, FMD, Universidade do Porto

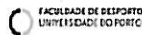
Elza M. M. Fonseca, ESTIG, Instituto Politécnico de Bragança

Tiago M. Barbosa, ESSE, Instituto Politécnico de Bragança

António P. Veloso, FMH, Universidade Técnica de Lisboa

Paulo R. Fernandes, DEM - IST, Universidade Técnica de Lisboa

José A. O. Simões, DEM, Universidade de Aveiro



## ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À FRACTURA DE PRÓTESES PARCIAIS FIXAS PELO MÉTODO DOS ELEMENTOS FINITOS

*Paulo Piloto* \*, *André Correia* #, *José C. Reis Campos* #, *Mário A. P. Vaz* +, e *J.C. Sampaio Fernandes* #

\*- ESTIG – IPB, Instituto Politécnico de Bragança; [ppiloto@ipb.pt](mailto:ppiloto@ipb.pt)

# FMDUP, Fac. de Med. Dentária da U. Porto, [acorreia@fmd.up.pt](mailto:acorreia@fmd.up.pt), [jcampos@fmd.up.pt](mailto:jcampos@fmd.up.pt), [jfernandes@fmd.up.pt](mailto:jfernandes@fmd.up.pt)

+ DEMEGI - FEUP, Fac. de Engenharia da U. Porto; [gmavaz@fe.up.pt](mailto:gmavaz@fe.up.pt)

**PALAVRAS CHAVE:** Próteses parciais fixas; Elementos finitos; Não linearidade; Mecânica da fractura; Fissuração distribuída.

**RESUMO:** *As próteses parcialmente fixas (PPF), revestidas com material cerâmico, são normalmente utilizadas para reabilitar as características estéticas e funcionais. Um dos problemas clínicos que pode surgir com a utilização deste material está relacionado com as propriedades físicas, em particular com a sua natureza frágil. Este trabalho pretende simular as condições de iniciação da fissuração, por incremento de carga aplicada num modelo simplificado de uma PPF, prevendo e avaliando o seu comportamento antes da sua construção. Este modelo numérico utiliza dois materiais, com comportamento não linear, com previsão da fissuração distribuída.*

### 1 INTRODUÇÃO

As próteses parciais fixas (PPF), apoiadas sobre dentes e/ou implantes, destinam-se a reabilitar o paciente para as actividades funcionais de mordida e estéticas habituais, quando estas forem total ou parcialmente perdidas. Estas estruturas são normalmente constituídas por uma infra-estrutura de suporte, metálica ou cerâmica, sobre a qual é aplicada uma cerâmica de revestimento, que lhe confere a forma final e o carácter estético dos dentes, ver figura 1.

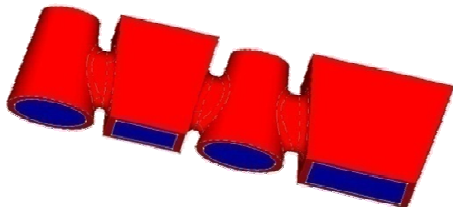


Fig. 1 Modelo simplificado de uma prótese parcial fixa sobre implantes dentários (a azul a infra-estrutura e a vermelho a cerâmica de revestimento).

Um dos principais problemas na utilização das cerâmicas está relacionado com o comportamento frágil do material, [1,2,3].

Neste trabalho é apresentado um método numérico para previsão da propagação das fissuras no revestimento.

### 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo apresentado é baseado no método dos elementos finitos, com comportamento não linear material. São utilizados dois elementos diferentes para simular o comportamento de um modelo de uma prótese parcial fixa suportada por dois pilares sobre implantes com dois dentes suspensos, ver figura 2.

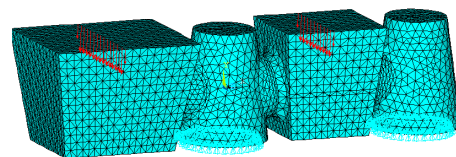


Fig. 2 Modelo simplificado de uma prótese.

A cerâmica pode fissurar por tracção. A fissura determinada por tracção é modelada através do ajuste das propriedades do material, assumindo-se como um parâmetro distribuído.

A liga de titânio possui um comportamento muito dúctil, com extensões após ruptura superiores a 20%.

As propriedades dos dois materiais estão resumidas nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 Propriedades da cerâmica de revestimento, adapt. de Antonio Galloza et al, [4].

MODELO	PROPRIEDADE / FUNÇÃO	VALOR
Linear	Módulo de Elasticidade	66.9 [GPa]
	Coefficiente de Poisson	0.29
Modelo de dano	Coef. de transf. (fiss. aberta)	0.25
	Coef. de transf. (fiss. fechada)	0.90
	Tensão de fiss. por tracção	140 [MPa]
	Tensão de fiss. por compressão	345 [MPa]
	Multip. Relax. de tensão por tracção	1
Não linear	Deformação	Tensão
		0
		0.005157
		0.010000

Tabela 2 Propriedades da liga de titânio, adapt. de Antonio Galloza et al, [4].

MODELO	PROPRIEDADE / FUNÇÃO	VALOR
Linear	Módulo de Elasticidade	116 [GPa]
	Coefficiente de Poisson	0.34
Não linear	Deformação	Tensão
		0
		0.002068
		0.020000

A força aplicada na prótese é aumentada linearmente e representada através de uma força distribuída numa linha média em cada um dos dentes suspensos, F1 e F2.

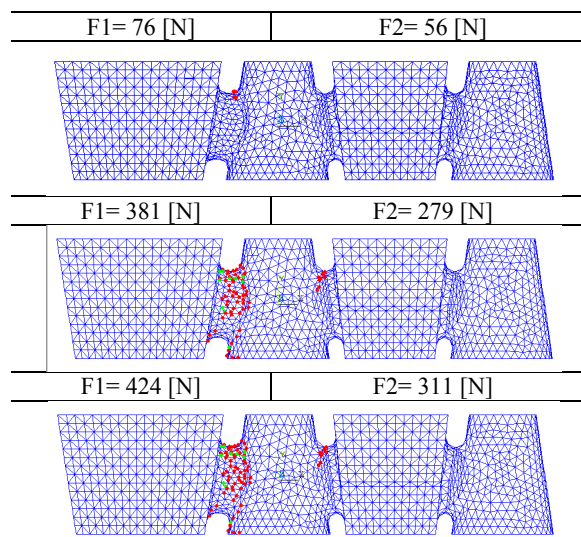
### 3 RESULTADOS

O processo de previsão do desenvolvimento de fissuras no material de revestimento, parte do princípio que o material é homogéneo. Na tabela 3 são apresentados os resultados do desenvolvimento das fissuras.

Pela análise dos resultados verifica-se que as primeiras fissuras são determinadas para o primeiro nível de carga representado, com uma propagação na zona dos conectores dos dentes suspensos, em especial do dente em *cantilever*.

A propagação da fissura verifica-se de cima para baixo, na zona de conexão com os dentes suspensos.

Tabela 3 Resultado da análise de fissuração.



### 4 CONCLUSÕES

Dentro das limitações deste estudo verificamos que esta simulação permite avaliar o comportamento do processo de fissuração, tendo em consideração o nível de carregamento, o tipo de carga e a geometria da prótese. Pretende-se em trabalhos futuros aplicar esta simulação em desenho CAD real de estruturas dentárias.

### AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem a colaboração do investigador Nuno Viriato do LOME – INEGI.

### REFERÊNCIAS

- [1] - Li, Qing; Ichim, Ionut; Loughran, Jeff; Li, Wei; Swain, Michael; Kieser, Jules; “Numerical simulation of crack formation in all ceramic dental bridge”; Engineering Materials, Vol. 312, pp 293 – 298, 2006.
- [2] - Van Staden R, Guan H, Loo Y. “Application of the finite element analysis in dental implant research”; Compute Methods Biomech Biomed Engin;9(4), pp. 257-270, 2006.
- [3] - Tsumita M, Kokubo Y, von Steyern PV, Fukushima S; “Effect of Framework Shape on the Fracture Strength of Implant-Supported All-Ceramic Fixed Partial Dentures in the Molar Region”; J Prosthodont - ACP, pp 1- 12, 2007.
- [4] – Antonio Galloza, José J. Torres, Jorismar Torres, Victor M. Vargas and Orlando M. Vega; “Biomechanics of implants and dental materials”; review article, GED – University of Puerto Rico, Mayagüez, May 2004.