

SISTEMAS CAD-CAM EM MEDICINA DENTÁRIA: INTEGRAÇÃO COM MÉTODOS DE ANÁLISE DE TENSÕES

A. Correia¹, J.C. Sampaio-Fernandes¹, J.C. Reis Campos¹, M.A. Vaz², P. Piloto², N.V. Ramos³

1 - Grupo de Prótese Dentária e Oclusão. Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto.

acorreia@fmd.up.pt

2 - Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Laboratório de Óptica e Mecânica Experimental. gavaz@fe.up.pt

3 - Instituto Politécnico de Bragança, Dept Tec. Mecânica. ppiloto@ipb.pt



RESUMO

A evolução tecnológica das últimas décadas, dos sistemas de levantamento de forma, das preparações dentárias, do software de desenho virtual (CAD), dos materiais dentários e máquinas de fresagem (CAM), levou ao desenvolvimento de vários sistemas CAD-CAM com aplicabilidade em Medicina Dentária (ex. Everest®Kavo, disponível na FMDUP). Nesse sentido o Grupo da Prótese Dentária e Oclusão da FMDUP desenvolveu uma colaboração interdisciplinar com o Laboratório de Óptica e Mecânica Experimental (LOME) da FEUP no sentido de adoptar as tecnologias normalmente aplicadas em Engenharia para optimização de estruturas utilizadas em Próteses Dentárias.

1. INTRODUÇÃO

A aplicação da tecnologia CAD-CAM em Medicina Dentária iniciou-se no transi-ção da década de '70-'80 com os trabalhos desenvolvidos por Young e Altschuler nos EUA (mapeamento intra-oral por holografia laser), François Duret em França (Duret system) e Mormann e Brandestini, da Univ. de Zurique, Suíça, que revolucionaram a Medicina Dentária com o desenvolvimento do primeiro sistema CAD-CAM aplicado e comercializado de forma viável na reabilitação dentária - o sistema CEREC®. (Liu, 2008)

A evolução tecnológica das últimas décadas relativamente aos sistemas de levantamento de forma das preparações dentárias, do *software* de desenho virtual (CAD), dos materiais dentários e máquinas de fresagem (CAM), levou à construção de vários sistemas CAD-CAM com aplicabilidade em

Medicina Dentária.

Tabela 1 - Exemplos de Sistemas CAD-CAM para Medicina Dentária.

NOME COMERCIAL	SITE
Everest®Kavo	www.kavo-everest.com
CEREC 3D® CEREC InLab®	www.sirona.com
Etkon®	www.straumann.com
Procera®	www.nobelbiocare.com
Lava®	www.3m.com

Um exemplo é o sistema CAD-CAM Everest®Kavo, disponível na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto (Fig 1), que contém 3 componentes principais: uma unidade de digitalização da preparação dentária extra-oral, uma unidade de desenho virtual da restauração (CAD) e uma unidade de fresagem dessa mesma

restauração (CAM), que vai fazer a conversão de uma estrutura virtual para uma estrutura real.

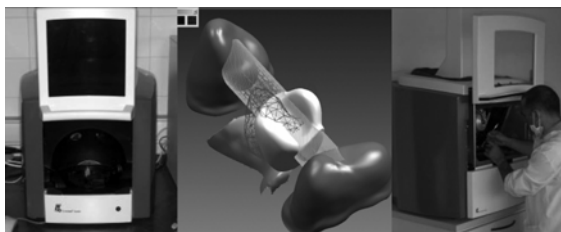


Fig 1 – Everest@Kavo, sistema CAD-CAM disponível na FMDUP. (esq.: scanner; centro: programa CAD; dir.: fresadora)

Contudo, grande parte dos insucessos em Prótese Dentária devem-se ao desconhecimento das propriedades dos materiais e das tecnologias associadas ao desrespeito dos princípios físicos elementares e à ignorância das tensões mecânicas dentro da cavidade oral, pelo que é justo considerar que a Engenharia ocupa um lugar fundamental na Medicina Dentária Moderna.

Nesse sentido o Grupo da Prótese Dentária e Oclusão da FMDUP desenvolveu uma colaboração interdisciplinar com o Laboratório de Óptica e Mecânica Experimental (LOME) da FEUP no sentido de adoptar as tecnologias normalmente aplicadas em Engenharia para optimização de estruturas, no estudo das próteses dentárias e da tecnologia CAD-CAM associada.

Apesar de actualmente existirem já sistemas CAD-CAM que permitem exportar os ficheiros CAD gerados num formato .STL (Ex. CEREC in Lab®), o sistema disponibilizado na Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto CAD-CAM, para a realização destes trabalhos, foi o Everest@Kavo (v.4.07.06), que é baseado num circuito fechado i.e. em que todo o fluxo de processamento da informação se restringe às suas próprias unidades, não permitindo trabalhar com componentes de outras marcas. Contudo, foi possível conceber uma metodologia de exportação dos ficheiros de desenho virtual deste sistema para integração com métodos de análise de tensões:

- Numéricos
(ex. programas informáticos de análise

de elementos finitos, formato .stl).

- Experimentais
(ex. fotoelasticidade e interferometria holográfica)

Desta forma, torna-se possível o estudo virtual de situações compatíveis com a realidade clínica de Medicina Dentária.

2. OBJECTIVOS

Neste trabalho é apresentada uma aplicação desta metodologia em diversos trabalhos experimentais de análise de tensões em próteses parciais fixas dentárias. (Correia, 2009)

3. METODOLOGIA

Utilizando o sistema Everest@Kavo (v.4.07.06) foi efectuada a digitalização dos troquéis de dois pilares aparafusados a dois implantes dentários, e executado o desenho de uma infra-estrutura de uma prótese parcial fixa de 4 elementos (sendo um deles um elemento em extensão – *cantilever*), compatível com a realidade da prática clínica Médico-Dentária (Fig 2 e Fig 3).

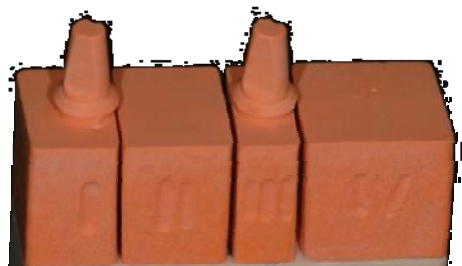


Fig 2 – Troquéis em gesso dos pilares aparafusados aos implantes dentários.

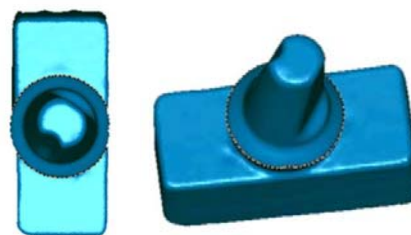


Fig 3 – Digitalização 3D dos pilares com o software Everest®.

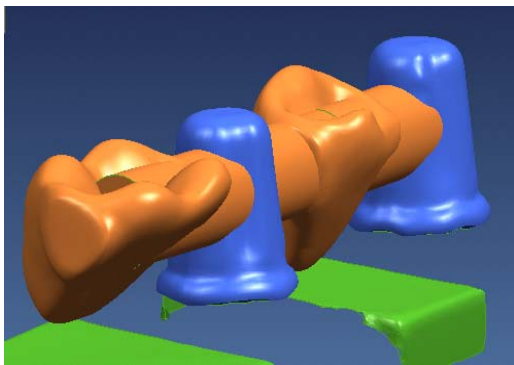


Fig 4 – CAD da infra-estrutura protética.

3.1. Processamento pelo método dos Elementos Finitos (Correia, 2009)

Uma vez que o programa não apresentava nenhuma função de exportação de ficheiros para análise por outros *softwares*, foi efectuada uma análise informática da pasta relativa ao programa CAD do sistema Everest®, tendo-se verificado a existência de ficheiros do tipo .igs (Initial Graphics Exchange Specification), um formato de vectores gráficos 2D/3D, utilizado por muitos programas CAD como um formato padrão ASCII para gravação e exportação de dados vectoriais.

Os ficheiros relativos à estrutura em análise foram então abertos no programa CAD Solidworks® (Fig 5) para verificação do desenho, e posteriormente no programa Abaqus® para construção de uma malha de elementos finitos (Fig 6), passível de ser submetida a uma análise de tensões e deformações numérica.

A aplicação de cargas na superfície oclusal do dente em cantilever permitiu-nos obter uma distribuição de tensões na malha de elementos finitos projectada sobre o desenho virtual desta infra-estrutura de prótese parcial fixa, que nos permitiu concluir,

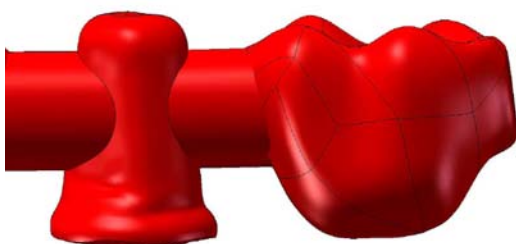


Fig 5 – CAD aberto no programa Solidworks.

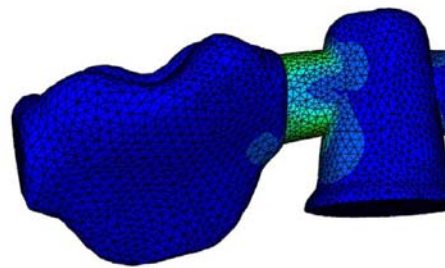


Fig 6 – Malha de elementos finitos relativa a uma infra-estrutura protética do tipo *cantilever*.

p.e., pela presença de valores elevados na zona inferior (gingival) do conector do elemento em *cantilever*.

3.2. Processamento pelo método da Fotoelasticidade (Correia, 2009)

De igual forma procurou-se efectuar uma análise experimental de tensões. Para tal, foi executada uma secção longitudinal do desenho CAD, à qual foi seleccionado apenas o contorno externo, de forma a permitir a construção de um modelo fotoelástico (Fig 7). Pretendeu-se assim efectuar uma análise qualitativa de tensões por fotoelasticidade.

Foi utilizada uma placa fotoelástica de 6,5mm na qual foi recortado o desenho exemplificado anteriormente. (Fig 8). A estrutura projectada na placa fotoelástica foi então submetida a cargas em diferentes pontos de aplicação, e analisada num polariscópio de transmissão existente no LOME – FEUP (Fig 9).

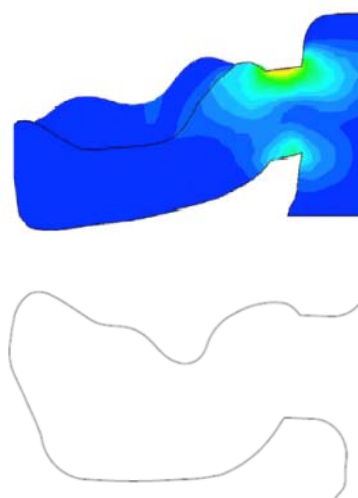


Fig 7 – Selecção e ampliação do contorno externo do modelo 3D a partir de uma secção longitudinal do modelo 3D.



Fig 8 – Recorte do contorno externo da infraestrutura protética numa placa fotoelástica de 6,5mm.

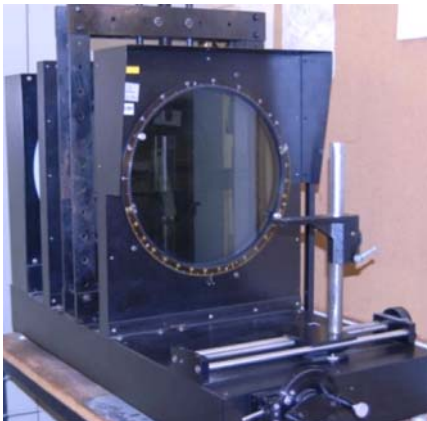


Fig 9 – Polariscópio de Transmissão (Vishay®) disponível no LOME-INEGI.

Desta análise experimental pelo método da fotoelasticidade foi possível concluir por uma concentração de franjas elevadas na zona do conector do elemento em *cantilever*, o que é coincidente com os dados obtidos pelo método dos elementos finitos.

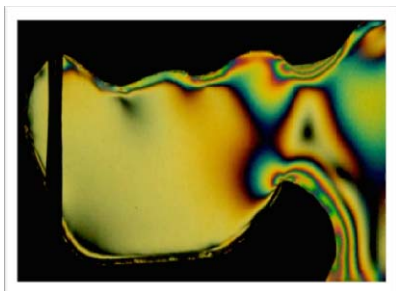


Fig 10 – Carga aplicada na zona mais distal do dente em *cantilever*. Concentrações de franjas na zona do conector.

4. CONCLUSÕES

A interdisciplinariedade é fundamental para a evolução da ciência. A investigação aqui descrita representa uma metodologia

de integração de métodos de duas áreas da ciência distintas – Medicina Dentária e Engenharia.

É possível concluir que a aplicação de técnicas comumente utilizadas em Engenharia em análises de estruturas aplicadas em Medicina Dentária pode contribuir para a optimização das próteses dentárias ao identificar as zonas de distribuição de valores elevados de tensões e, em consequência, para uma melhor reabilitação clínica dos pacientes que necessitam, deste tipo de reabilitação.

Para uma integração verdadeira destas tecnologias, os programas informáticos dos sistemas CAD-CAM de Medicina Dentária deveriam, p.e., possuir um módulo avançado de simulação das cargas mastigatórias que permitisse uma análise de tensões - pelo método dos elementos finitos - das estruturas protéticas desenhadas 3D.

NOTA DOS AUTORES

A investigação aqui descrita está incluída na Tese de Doutoramento do autor principal (Correia A, 2009)

REFERÊNCIAS

1. Liu P-R, Essig M. A panorama of dental CAD/CAM restorative systems. Compendium 2008; 29(8): 2-10.
2. Correia A. 2009. Estudo das tensões exercidas sobre próteses fixas em zircónia e em titânio. Comportamento mecânico de estruturas executadas em CAD-CAM, 221 p. Tese de Doutoramento, Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto.