

# ANÁLISE BIOMECÂNICA DE OSSO MANDIBULAR SUBMETIDO A DISTRAÇÃO OSTEOGÊNICA E LLLT

Angelo Luiz Freddo<sup>1</sup>  
Eliete Biasotto Hauser<sup>2</sup>  
Marília Gerhardt de Oliveira<sup>3</sup>

1. Professor Doutor da Faculdade de Odontologia da UFRGS
2. Professora Doutora da Faculdade de Matemática da PUCRS
3. Pesquisadora por Produtividade CNPq – Preceptora GHC

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é apresentar o Método de Elementos Finitos na análise do tecido neoformado de osso da mandíbula de ovelha submetida a distração osteogênica e posterior aplicação de laser LLLT, que constitui-se de uma seqüência de procedimentos, incluindo a técnica cirúrgica. Para tanto, foi instalado distrator extra-bucal em ovelha com intuito de neoformar 1,5 cm de osso em 60 dias de observação. O animal foi irradiado com laser infravermelho. A partir de tomografias realizadas na mandíbula, foi gerado um biomodelo tridimensional, no qual foi realizada a análise (Tensões de Von Misses, deslocamento do implante, deformação óssea, etc.), em ambiente computacional CAE.

**Palavras Chave:** Distração Osteogênica, Laser LLLT, Método de Elementos Finitos

## INTRODUÇÃO

A Distração Osteogênica (DO) apresenta-se como uma alternativa na reconstrução óssea facial. A DO é baseada no emprego de aparelhos distratores implantados, objetivando o crescimento ósseo em um sítio deformado (SAMCHUKOV, 1999; MOFID et al., 2001).

A utilização de laser (LLL (Low Level Laser Therapy) na biomodulação e do reparo ósseo, tem uma série de benefícios, como proporcionar maior rapidez na cicatrização óssea, menor desconforto pós-operatório, e outros (TAKEDA, 1988).

O método dos elementos finitos (MEF) é uma técnica matemática que divide a estrutura em pequenos elementos, com o objetivo de viabilizar o cálculo da reação da estrutura inteira, através da combinação das reações de cada elemento (AKAGAWA et al., 1992).

## METODOLOGIA

Anteriormente do início dos trabalhos o animal foi selecionado para a amostra. A ovelhas com idade de dois anos, com peso entre 40kg a 45kg foi submetida a distração osteogênica.

Tabela I Organização do grupo experimental

Animal	Tempo do Distrator	Laser	Pós Operatório
Ovelha	40 dias	Período de ativação	60 dias

Após a morte do animal o método de construção de um biomodelo virtual segue os seguintes passos:

- a) Obter as imagens tomográficas em formato DICOM;
- b) Gerar modelo tridimensional a partir de imagens tomográficas;
- c) Exportar para o software CAD/CAM/CAE em formato compatível (.stl);
- d) Utilizar software CAD para modelar o implante;
- e) Realizar simulação computacional de elementos finitos através de software CAE

## 1 Tomografia Computadorizada (TC)

Para que possa ser gerado um modelo virtual a ser utilizado na análise tri-dimensional por elementos finitos, inicialmente é necessário obter com exatidão, os dados referentes a forma, tamanho, contorno e espessura do objeto; ou seja, suas propriedades dimensionais e estruturais.

A Tomografia Computadorizada (TC) é um exame de imagem que permite a reconstrução tridimensional do esqueleto diretamente ou através de uma série de fatias bidimensionais. Todos os índices estruturais comumente determinados por seções histológicas bidimensionais podem ser obtidos de maneira não destrutiva por um grande número de

cortes em qualquer uma das 3 direções ortogonais (FELDKAMP *et al.*, 1989).

A TC proporciona uma medida de densidade mineral óssea na mandíbula potencialmente útil como um método não invasivo para avaliar a qualidade óssea mandibular (LINDH *et al.*, 1996). As imagens tomográficas são gerados no formato DICOM.

## 2 Conversão das imagens tomográficas (DICOM) em arquivos de superfície (.STL)

A seqüência das imagens tomográficas obtidas, em formato DICOM, será importada para o programa Invesalius, adquirido através do Portal do Software Publico Brasileiro (\*). Através do programa Invesalius 2.1 (Figura 2) esta seqüência de cortes axiais (2D) será organizada pelo processo de reconstrução das imagens, gerando um modelo tridimensional (3D). Sobre este modelo 3D serão aplicados filtros (thresholders), a fim de que sejam eliminadas informações indesejáveis, “ruídos”, e somente as informações de interesse sejam mantidas. Ao final desta etapa, esta imagem tridimensional da mandíbula será convertida para o formato .STL, arquivo de superfície compatível com programas CAE.

(\*) <http://www.softwarepublico.gov.br/>

## 3 Simulação Computacional

Os modelos do implante e da mandíbula foram submetidas a simulação computacional em elementos finitos no software Nastran. Na Tabela II apresentamos as propriedades que caracterizam os diferentes materiais, obtidas a partir de dados disponíveis na literatura (VEZIRUGLU, 2007; HAN *et al.*, 2008; MENICUCCI *et al.*, 2002).

Tabela II Propriedades dos materiais utilizados

Itens Ovelha	Módulo de elasticidade (Mpa)	Coefficiente de Poisson
Implante	117000	0,34
Dente	117000	0,3
Trabeculares	7100	0,3
Trabecular na região de trinca	3327	0,3
Cortical	71000	0,3
Cortical na região de trinca	33270	0,3

O uso de animais neste projeto de pesquisa foi apreciado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS, CEP 06/03522 em 12 de março do ano de 2007.

## RESULTADOS

### 1 Tensão de Von Mises

A análise de tensão de Von Mises foi verificada somente no implante, porque é a única peça cujo material oferece a característica de escoamento. Também é importante observar pela tabela, que a localização das máximas tensões de Von Mises foi encontrada na parte superior do implante.

A maior tensão de Von Mises se revelou maior no carregamento oblíquo, porém o carregamento horizontal são mais significativos para o cálculo de tensão de Von Mises, pois geram esforços cisalhantes no implante.

### 2 Tensão Máxima Principal Total

O domínio dessa análise compreende todas as peças anatômicas, exceto no implante por motivos de ductilidade do Titânio. Essa análise foi utilizada para comparar tensões entre materiais frágeis, de maior dureza, como é o caso do osso.

Nos carregamentos horizontais e oblíquos, a tensão máxima encontra-se na base do dente, que é de cerâmica. Isso só não ocorre nos carregamentos verticais que são sempre localizados no osso.

### 3 Tensão Máxima Principal no Osso

Nessa análise, o domínio foi restringido apenas para as partes ósseas, excluindo o caso da cerâmica do dente. Analisando os máximos valores, percebemos que a maior tensão principal aconteceu no carregamento oblíquo.

### 4 Deflexão Máxima

Esse termo é referente a translação ocorrida em cada parte da estrutura. É um parâmetro importante quando se utiliza um critério de falha ligado a esses deslocamentos, ou quando suas condições de aplicação são restringidas por alguns deslocamentos.

Os máximos valores obtidos em cada análise, bem como sua localização no sistema implante/mandíbula, são apresentados na Tabela III abaixo:

Tabela III Resultados obtidos na aplicação do Método de Elementos Finitos

<b>OVELHA Horizontal</b>	<b>Max. Von Mises (Mpa)</b>	<b>Max Max. Prnc. (Mpa)</b>	<b>Def. Max (mm)</b>	<b>Max Max. Prnc. OSSO(Mpa)</b>
Valor	21	7,927	0,00527	3
Localização	Superior Implante	Base inferior dente	Superior dente	Furo implante
<b>OVELHA Oblíquo</b>	<b>Max. Von Mises (Mpa)</b>	<b>Max Max. Prnc. (Mpa)</b>	<b>Def. Max (mm)</b>	<b>Max Max. Prnc. OSSO(Mpa)</b>
Valor	104,6	129,6	0,0265	12,8
Localização	Superior Implante	Base inferior dente	Superior dente	Furo implante
<b>OVELHA Vertical</b>	<b>Max. Von Mises (Mpa)</b>	<b>Max Max. Prnc. (Mpa)</b>	<b>Def. Max (mm)</b>	<b>Max Max. Prnc. OSSO(Mpa)</b>
Valor	9	3	0,0024	3
Localização	Superior Implante	Dobra dente	Todo dente	Dobra dente

## REFERÊNCIAS

[1] SAMCHUKOV, M. L.; CHERKASHIN, A. M.; COPE, J. B. Distraction osteogenesis: history and biologic basis of new bone formation In: LYNCH, S. E.; GENCO, R. J.; MARX, R. E. (Org.). Tissue engineering: applications in maxillofacial surgery and periodontics. Illinois: Quintessence, 1999. p. 131-146.

[2] TAKEDA, Y. Irradiation effect of low-energy laser on alveolar bone after tooth extraction: experimental study in rats. International J of Oral and Maxillof Surg, v.17, n.6, p.388-391, 1988.

[3] FREDDO, A. A preliminary Study of Hardness and Modulus of Elasticity in Sheep Mandibles. Submitted to LIMS, 2012.