

# Análise numérica comparativa entre parafusos de osso bovino liofilizado e de titânio

**Daniela Águida Bento**, Laboratório de Engenharia BioMecânica, Hospital Universitário, Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: [dbento@hu.ufsc.br](mailto:dbento@hu.ufsc.br)

**Edison da Rosa**, Grupo de Análise e Projeto Mecânico, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: [darosa@emc.ufsc.br](mailto:darosa@emc.ufsc.br)

## Introdução

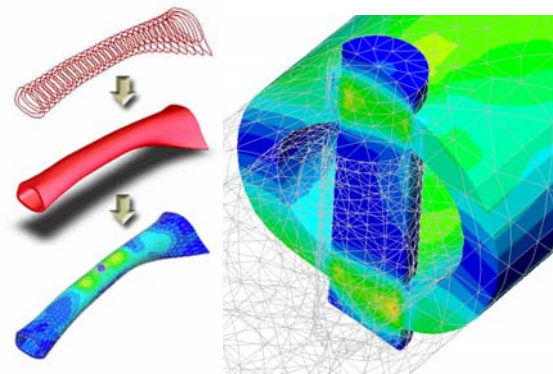
O sucesso no de tratamento de fraturas ósseas está fortemente relacionado a capacidade oferecida pelo dispositivo de fixação em suportar e transferir os carregamentos mecânicos impostos ao osso. Entre as causas de falha em materiais implantados destaca-se a fratura interfacial implante-osso, provocada principalmente devido ao nível de tensões promovidas pela rigidez do implante, como no caso de implantes metálicos. A utilização de um material bioativo, como o osso cortical bovino liofilizado, para a fabricação de implantes, poderá permitir a formação de uma interface resistente entre implante e osso receptor devido à alta capacidade de regeneração espontânea do osso, ou seja, este biomaterial se desintegra com o tempo e dá lugar ao tecido ósseo recuperado.

Foram realizados estudos para a avaliação do desempenho mecânico de fêmures de coelhos com implantes de osso em comparação a fêmures com implantes de titânio e sem implantes, através de métodos experimentais (Bento, D. A., 2003). Os resultados permitiram estabelecer a proximidade entre os grupos e, desta forma, localizar o desempenho do implante de osso entre a condição ideal (sem implante) e a condição crítica (com implante metálico).

O objetivo deste trabalho consiste na verificação da distribuição e intensidade de tensões no implante e na região afetada pelo mesmo, a fim de prever o comportamento biomecânico do parafuso, que atua como sistema estrutural artificialmente introduzido no esqueleto. A análise numérica foi realizada através de modelagem 3D, pelo método dos elementos finitos, nos grupos amostrais submetidos às cargas de ensaio mecânico de flexão em 4 pontos.

## Materiais e métodos

Foi desenvolvido um modelo representando cada grupo de amostras em condições variadas de osseointegração, através dos quais foi calculada a distribuição de tensões e deformações no implante e na região óssea próxima a este. Para obtenção do modelo geométrico dos fêmures foi necessário, logo após serem removidos das cobaias, o escaneamento destes por tomografia computadorizada, a qual forneceu uma seqüência de imagens da seção transversal a cada 1 mm. O tratamento dos dados obtidos pelo tomógrafo foi realizado no software MIMIC'S® e posteriormente importados no software CAD (SolidWorks®), para a obtenção do modelo geométrico sólido 3D da diáfise do fêmur (Figura 1).



**Figura 1: Curvas delimitando a região cortical de um fêmur, obtidas a partir do tratamento de imagens tomográficas e gráfico de distribuição de tensões.**

O software CAE utilizado para análise estática linear por elementos finitos foi o COSMOS/WORKS® 7.0. As propriedades dos materiais utilizadas na modelagem foram obtidas através de ensaio experimental e de pesquisa bibliográfica, e são apresentadas na Tabela 1.

Na base dos apoios foi aplicada restrição do tipo fixa. A carga equivalente à falha, obtida no ensaio mecânico experimental, foi distribuída na face superior do cutelo. Cada

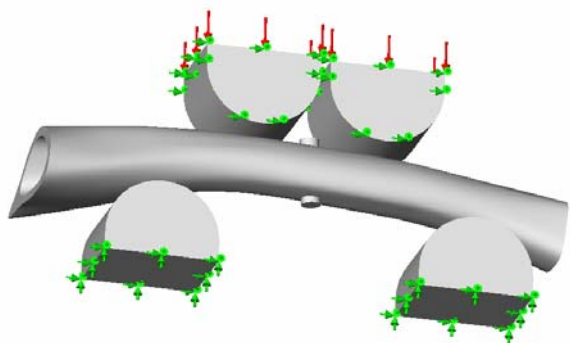
modelo foi analisado sob a condição mínima e máxima de carga obtida nos ensaios mecânicos.

Material	Componente	Módulo de Young (GPa)	Coefficiente de Poisson
Osso Cortical	Fêmur coelho	6,2	0,30
Osso Cortical Bovino Liofilizado	Parafuso	11,7	0,35
Titânio	Parafuso	110	0,33
Latão	Apoios e Cutelo	100	0,33

**Tabela 1: Propriedades mecânicas dos materiais envolvidos na análise**

Os modelos analisados representaram o fêmur de coelho em 3 diferentes situações: com parafuso de titânio, com parafuso de osso e sem parafuso.

Para os modelos com implante foram consideradas as condições de osseointegração total (interface rigidamente colada) e não osseointegração (interface sob condições de contato). A condição de contato com atrito ( $\mu = 0,05$ ) foi empregada para representar a restrição imposta pela rosca no modelo real. A malha foi gerada a partir de elementos sólidos tetraédricos isoparamétricos quadráticos. Na modelagem, o fêmur foi dividido em 6079 elementos e o implante em 4274 elementos.



**Figura 2: Condições de contorno aplicadas aos modelos.**

Foram calculados os campos de deformações e tensões em regiões individuais, assim como a distribuição dos deslocamentos nodais ao longo da interface osso-implante. As tensões foram representadas pela tensão nodal efetiva de

von Mises. As distribuições de tensões para cada modelo foram graficamente representadas, e as áreas de tensões elevadas foram quantificadas para comparação entre os parafusos de osso e titânio.

### Resultados

Nos modelos sob a condição de osseointegração, os gráficos de distribuição de tensões apresentaram maiores intensidades de tensões na superfície externa inferior da diáfise, referentes à máxima sollicitação de tração. No modelo com implante de titânio as intensidades de tensões foram superiores as que ocorreram nos modelos com implantes de osso. A hipótese de osseointegração total é válida para o implante de osso quando este, após o processo de cura, tenha sido reabsorvido pelo osso receptor, substituído por osso novo e remodelado, dando assim continuidade e homogeneidade ao material ósseo. Para o implante metálico, independente do estágio em que se encontre o processo de osseointegração, a variação de rigidez e conseqüente concentração de tensões sempre ocorrerão enquanto este estiver presente na estrutura óssea.

Os modelos sob condição de não osseointegração, que representam o osso com o parafuso logo após a sua implantação, correspondem a situação mais crítica no tratamento. Estes modelos também apresentaram maiores intensidades de tensões no caso de implantes metálicos. Entre os modelos analisados, aqueles com implante de osso cortical bovino liofilizado apresentaram melhores resultados, provavelmente devido a similaridade entre as suas propriedades mecânicas com as do osso receptor.

### Referências bibliográficas

Bento A. B., Análise de resistência mecânica em implantes de osso – um enfoque numérico e experimental. Dissertação de mestrado, Florianópolis, Departamento de engenharia mecânica, UFSC, 2003.