

# Otimização do fenômeno da osseointegração em implantes dentários utilizando similitude

**Lidiane Sartini de Oliveira**, Faculdade de Engenharia Mecânica - FEMEC, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: [lsoliveira@mecanica.ufu.br](mailto:lsoliveira@mecanica.ufu.br).

**Cleudmar Amaral de Araújo**, Faculdade de Engenharia Mecânica - FEMEC, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: [cleudmar@mecanica.ufu.br](mailto:cleudmar@mecanica.ufu.br).

**Flávio Domingues das Neves**, Faculdade de Odontologia - FOUFU, Universidade Federal de Uberlândia, e-mail: [neves@triang.com.br](mailto:neves@triang.com.br).

## Introdução

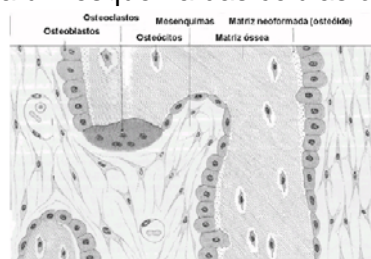
A implantodontia fornece uma solução confiável e segura para a substituição de dentes ausentes. Embora a taxa de sucesso dos implantes seja alta, ocasionalmente eles podem falhar, principalmente nos períodos iniciais após a implantação ou no primeiro ano de suporte de carga (Zarb & Schmitt, 1990). Além do mais, sabe-se que as respostas biológicas à superfície dos implantes nas fases primárias da osseointegração são de fundamental importância para o sucesso clínico dos implantes endósseos (Kieswetter et al., 1996). Na década de 60, estudos microscópicos em cicatrização de feridas ósseas iniciados pelo Professor Brånemark e colaboradores, utilizando câmaras de titânio, deram origem ao conceito de osseointegração (Brånemark et al., 1969). Os dados atuais da implantologia em odontologia demonstram que o sucesso clínico dos implantes está diretamente associado ao fenômeno da osseointegração, inicialmente definido como sendo a ligação direta, estrutural e funcional entre osso ordenado e vivo e a superfície de um implante sujeito a cargas funcionais. Uma das condições indispensáveis ao sucesso da osseointegração é a presença de tecido ósseo viável. É, portanto necessária a presença das células ósseas que tomam parte nesse processo. Apesar do fenômeno da osseointegração não estar completamente explicado é consenso na literatura que existem algumas variáveis que influenciam na forma significativa o sucesso da osseointegração entre o implante e o osso.

Os fabricantes de implantes dentários lançam no mercado diferentes produtos, considerando que estes forneceram um nível adequado de osseointegração. Portanto, a utilização de procedimentos que possam avaliar as melhores condições de projeto,

quanto a um melhor nível de osseointegração é extremamente importante, pois podem indicar procedimentos operacionais de projeto e fabricação corretos. Diante disso, a proposta deste trabalho é avaliar matematicamente o processo da osseointegração visando otimizar o problema da osseointegração, considerando as variáveis mais significativas do fenômeno. Pretende-se avaliar a topografia do implante, a rugosidade, recobrimentos, preparação de superfície e energia superficial.

## Natureza da Ligação Osso-implante

Um dos principais fatores para o sucesso da cirurgia de implante é a integridade interface osso-implante. Isso significa boa ligação e transferência de tensões adequada na interface. A macroestrutura do osso consiste em osso cortical, osso trabecular, medula óssea e vasos sanguíneos. A figura 1 mostra um esquema das células ósseas.



**Figura 1: Esquema das células ósseas.**

## Fatores que influenciam o Fenômeno da Osseointegração

O desenvolvimento da interface osso-implante é complexo e envolve numerosos fatores, como por exemplo, material, forma, rugosidade, topografia e química da superfície do implante. Além disso, também depende da carga mecânica, técnica cirúrgica, e as variáveis do paciente como quantidade e qualidade óssea. O material, atualmente utilizado em implantes dentários é o titânio comercialmente puro. De um modo

geral, as ligas metálicas são menos aceitas devido à possibilidade de liberação de íons, que podem causar efeitos colaterais locais ou sistêmicos. Quanto à forma, os implantes em forma de parafuso apresentam um contato mais íntimo com o osso do que implantes cilíndricos sem roscas. Uma superfície mais rugosa aumenta a área de superfície e melhora o nível de fixação mecânica do osso à superfície do implante. A caracterização da topografia envolve a análise das superfícies com o emprego de várias técnicas de microscopia e perfilometria. O tratamento de superfícies é um método aplicável industrialmente para aumentar a rugosidade. De acordo com a técnica estabelecida por Brånemark, utiliza-se um tempo de 3 meses para a aplicação de cargas em implantes inseridos na mandíbula e de 4 a 6 meses para implantes inseridos na maxila. A técnica cirúrgica deve impor o menor trauma e o menor sobreaquecimento possíveis. Para tanto, utiliza-se baixa velocidade de rotação da broca e refrigeração abundante. É necessário um leito receptor saudável e com quantidade óssea suficiente, caso contrário, é necessário fazer enxerto ósseo.

### Metodologia Experimental

A avaliação das variáveis descritas acima será feita através da análise da cultura de células considerando diferentes níveis de rugosidade superficial, diferentes tratamentos de superfícies e diferentes geometrias de implantes. Utilizando a teoria da similitude será obtida uma função em termos das variáveis analisadas considerando os  $\pi$ -termos, ou seja,

$$\Gamma = f(\pi_1, \pi_2, \dots, \pi_n) \quad (1)$$

Na eq. (1) os  $\pi$ -termos são as variáveis adimensionais que serão analisadas para avaliar o fenômeno da osseointegração que será medido através do valor de  $\Gamma$  (Quantidade de células ósseas aderidas nas amostras).

A análise da cultura de células é feita através de ensaios in vitro medindo-se o nível de adesão celular, a proliferação e viabilidade celular, a medida da fosfatase celular e a formação de nódulos de mineralização. A figura 2 apresenta amostras com nódulos de mineralização.

Para a realização dos ensaios experimentais é necessário a utilização de culturas de célula, análises no MEV, no interferômetro a laser e espectroscopia por raios X.



**Figura 2: Matriz mineralizada corada por Alizarin red S. Fonte: Carvalho, D. R., Tese de Doutorado – UCB/DF**

Utilizando a eq. (1) como uma função objetivo do fenômeno será utilizado um pacote computacional GAOT (Algoritmos Genéticos) para a obtenção de uma formulação otimizada do processo de osseointegração medido nas variáveis de influência consideradas.

### Considerações finais

Este trabalho faz parte de uma tese de Doutorado que se encontra em sua fase inicial sendo desenvolvida no Laboratório de Projetos Mecânicos na Faculdade de Engenharia Mecânica/UFU e pretende colaborar para o conhecimento do fenômeno da osseointegração fornecendo aos profissionais ferramentas que possam avaliar o projeto de implantes dentários. Será possível verificar quais os parâmetros ótimos de projeto antes de ser efetivamente lançado no mercado. Já foi feita uma revisão detalhada da literatura. Na seqüência pretende-se preparar os procedimentos para a análise experimental para, em seguida, obter a função objetivo e aplicar os algoritmos de otimização. O trabalho será feito em parceria com uma empresa de implantes dentários do Brasil.

### Referências bibliográficas

- Branemark, P.I.; Adell, R.; Breine, U.; Hansson, B.O.; Lindström, J.; Ohlsson, A. Intraosseous anchorage of dental protheses. I. Experimental studies. **Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.**, v.3, n.2, 81-100, 1969.
- Kieswetter, K.; Schwartz, Z.; Dean, D.D.; Boyan, B.D. The role of implant surface characteristics in the healing of bone. **Crit. Rev. Oral Biol. Med.**, v.7, n.4, 329-345, 1996.
- Zarb, G.A.; Schmitt, A. The longitudinal clinical effectiveness of osseointegrated dental implants: The Toronto study. Part III: Problems and complications encountered. **J. Prosth. Dent.**, v.64, 185-194, 1990.