

# ASPECTOS FUNDAMENTAIS PARA O PROJETO E FABRICAÇÃO DE PARAFUSOS PEDICULARES NO CONTEXTO DA OSSEOINTEGRAÇÃO

**Fabiano da Silva Brites**, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, PROMEC/UFRGS – e-mail: [fsbrites@gmail.com](mailto:fsbrites@gmail.com)

**Itanara da Silva Barbosa**, Faculdades Porto Alegrenses, FAPA – e-mail: [itanarab@gmail.com](mailto:itanarab@gmail.com)

**Jamil Silva Brites**, consultor nas áreas de ergonomia, fisiologia, biomecânica e design esportivo – e-mail: [judokabrites@hotmail.com](mailto:judokabrites@hotmail.com)

## Introdução

Dados estatísticos demonstram que o Brasil já está deixando de ser um país de maioria jovem. Nesse sentido, a expectativa de vida dos brasileiros está cada vez maior, o que leva à preocupação das ciências médicas e biomecânicas em desenvolver mecanismos que possam, futuramente, substituir grande parte dos órgãos (sistemas e tecidos) que compõem o corpo humano.

Nessa perspectiva, todo projeto de implante e/ou enxerto metálico, utilizado em cirurgias, deve almejar certos requisitos, tais como biocompatibilidade, confiabilidade e funcionalidade, os quais estão diretamente ligados à interação bioquímica e biomecânica entre os materiais utilizados e o organismo receptor.

Espera-se, logicamente, que a vida útil de qualquer implante não termine durante o tempo de vida do paciente. No entanto, há muitos casos na literatura médica e jurídica relacionados às mais diversas falhas, destacando-se: falta de consolidação óssea, pseudartrose, técnica cirúrgica inadequada, projetos mal elaborados, materiais inadequados, não adoção de boas práticas de fabricação, etc.

Desse modo, o objetivo primordial deste trabalho consiste em apresentar uma pesquisa explicativa acerca das principais características e parâmetros que devem ser considerados durante o projeto e fabricação de parafusos pediculares. Correlacionando, para isso, aspectos como: materiais, geometrias, acabamentos, esforços e solicitações, com a temática da osseointegração.

## Osseointegração

Num primeiro momento, é fundamental destacar que nenhum material conhecido para implante cirúrgico é completamente livre de reações adversas quando inserido no corpo humano [1].

A ciência médica e biomecânica deve, portanto, adotar meios e métodos que garantam níveis aceitáveis de respostas biológicas, conforme as normas pertinentes.

Já a osseointegração, por sua vez, baseia-se na interação direta do osso com a superfície do implante, com a qual é possível avaliar o grau de biocompatibilidade do implante (seja ele metálico ou não) com o tecido adjacente.

No caso dos parafusos pediculares, sua biofixação é uma característica fundamental, já que favorece a consolidação do enxerto ósseo.

## Parafusos pediculares

Os parafusos pediculares são considerados implantes penetrantes e possuem diferentes partes [3]: cabeça, diâmetro externo e interno, rosca, passo de rosca e diâmetro do corpo.

Ao ser implantado, tal parafuso deve garantir rigidez e confiabilidade suficientes, visando suportar os esforços da própria coluna vertebral e de outros elementos conectados a ele, como hastes e ganchos usados em cirurgias de coluna. Poder-se-á entender melhor, ao analisar a Figura 1.



**Figura 1: Sistema de implante para coluna [2].**

Na Figura 2, são representados alguns tipos de parafusos, nos quais se nota a grande variedade existente no mercado.



**Figura 2: Diferentes projetos de parafusos pediculares.**

Assim, a escolha de um determinado implante depende de diversos fatores, tais como: idade do paciente, do tipo de doença ou trauma, da qualidade do osso, da experiência do cirurgião, etc.

Todavia, existem aspectos que devem ser considerados durante o projeto e fabricação destes, com o objetivo de garantir sua osseointegração junto ao organismo. Destacam-se, então, o tipo de material utilizado, geometrias, acabamentos superficiais, esforços e solicitações.

## Materiais e geometrias

Os materiais mais utilizados são ligas de titânio (Ti) destacando-se a liga F136 ou Ti-6Al-4V ELI,

uma vez que apresenta baixo índice de corrosão, devido à formação de uma película óxida que protege este material de um ataque agressivo do meio.

O aço inox também foi um material muito utilizado em parafusos pediculares, contudo não alcançava o grau de proteção contra corrosão, e sua aplicação, para essa finalidade, já se tornara ultrapassada. Logo, dever-se-ão priorizar pesquisas envolvendo diferentes ligas de Ti e outros materiais biocompatíveis, quimicamente inertes, etc.

Quanto à geometria, é preciso dar preferência àquelas livres de concentradores de tensões, com projeto adequado ao tamanho das vértebras e seus pedículos, bem como, ao instrumental utilizado.

### Esforços e solicitações

Todo e qualquer parafuso, seja ele usado na medicina ou na mecânica clássica, necessita ser dimensionado de acordo com aspectos de resistência dos materiais e fadiga. Para tanto, critérios como resistência de Von Mises e do tamanho crítico de falha por fadiga, pelo método CEGB R6 [4], poderiam ser adotados como excelentes soluções.

Entretanto, há poucos trabalhos visando à mensuração de esforços sobre os parafusos pediculares, visto que muitas condições de contorno ainda são desconhecidas, o que acaba gerando resultados divergentes e questionáveis.

Nessa ordem, a partir da interação entre as ciências médicas e mecânicas, tal situação poderia ser minimizada através da utilização de softwares para auxiliar na mensuração dos esforços e elevar a confiabilidade das análises.

Na Figura 3, há a ilustração de uma análise pelo Método de Elementos Finitos (MEF), onde foram definidas como condições de contorno [2]: carregamento severo (peso da massa levantada = 200N), coluna considerada como corpo rígido, ponto de rotação da coluna entre L5-S1, peso do indivíduo = 700N, comprimento da coluna = 0,7m, e distribuição uniforme do disco sobre a superfície da vértebra.

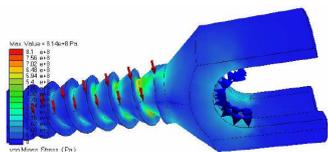


Figura 3: Análise via MEF de um parafuso [2].

### Acabamentos

As superfícies dos parafusos pediculares e outros implantes, como placas e pinos odontológicos, apresentam diferentes acabamentos. Podem ser totalmente lisas e/ou mais rugosas, com corpo uniforme ou irregular. Além disso, podem apresentar diferentes cores de anodização, a qual define o grau de profundidade da camada protetora de óxido.

No contexto da osseointegração, é preciso objetivar superfícies homogêneas, isentas de riscos e/ou defeitos que possam ser pontos favoráveis de corrosão e trincas por fadiga. A rugosidade deve ser elevada, uma vez que se espera boa interação entre o tecido e o implante.

### Comentários finais

Ao final deste trabalho, é possível realizar, através da Tabela 1, a explicitação daquelas características fundamentais para o projeto de parafusos pediculares.

Aspectos do projeto	Características e parâmetros
Material	- Biocompatibilidade; - Resistência mecânica ao desgaste, fratura e fadiga; - Interação química favorável.
Geometria	- Livre de concentração de tensões; - Dimensionamento conforme os diferentes tipos de vértebras; - Facilidade de manuseio, ajuste e adaptação ao instrumental cirúrgico.
Esforços e solicitações	- Mensurar através de resistência dos materiais e fadiga; - Considerar biotipo do paciente.
Acabamento	- Rugosidade elevada (s/ excessos); - Homogeneidade; - Isenção de riscos e defeitos.

Tabela 1: Características e parâmetros do projeto.

Nota-se, a partir da Tabela 1, que se faz fundamental a adoção de boas práticas de fabricação para o projeto de parafusos pediculares, assim como estabelecer antecipadamente certos pré-requisitos (características e parâmetros) essenciais ao projeto.

Nesse contexto, e visando um perfeito processo de osseointegração, dever-se-á analisar atentamente o tipo de material a ser escolhido, geometria, acabamento superficial, esforços e solicitações que atuarão sobre a biofixação dos parafusos pediculares.

Importante ressaltar que todo projeto de parafuso pedicular deve ser guiado por normas e legislações vigentes e, além disso, que a interação entre as diversas ciências deveria ser mais incentivada.

### Referências bibliográficas

- [1] ABNT. *NBR 14233*. Implantes cirúrgicos – Materiais metálicos – Limpeza e decapagem de superfícies de titânio e de ligas de titânio, nov./1998.
- [2] AZEVEDO, W. K. *Análise de esforços em implantes pediculares*. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Mecânica, UFRGS, 2006.
- [3] SIQUEIRA, D. P. *Análise fotoelástica de modelo de vértebra sobre influência de parafuso pedicular*. Dissertação de mestrado, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP, 2008.
- [4] BRANCO et al. *Fadiga em estruturas soldadas*. 2. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1999.
- [5] MARQUES, C. *Tratamento de superfícies de implantes de titânio*. Dissertação de mestrado do Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro: 2007.