

ANÁLISE DE FALHA EM UM SISTEMA DE FIXAÇÃO DE COLUNA¹

Elisabete Pinto da Silva²

Sandro Griza³

Telmo Strohaecker⁴

Resumo

O objetivo deste trabalho é apresentar a análise realizada em um sistema de fixação de coluna, com um parafuso rompido. Esta análise foi conduzida para identificar os motivos que levaram o mesmo ao colapso, além de caracterização de material dos outros componentes metálicos comparando com as normas vigentes. Para isto, utilizou-se a metodologia padrão para análise de falha. O resultado da investigação mostrou que a falha ocorreu por processo de fadiga e que o material não apresentou inconformidades de acordo com as normas vigentes.

Palavras-chave: Parafuso; Análise de falha; Fadiga.

FAILURE ANALYSIS IN A SYSTEM OF COLUMN FIXATION

Abstract

The objective of this work is to present an investigation carried out in a system of column fixation, with a broken screw. This investigation was conducted in order to identify the reasons that led the screw to collapse, beyond material characterization of the others metallic components and comparison with the effective norms. Thus, a standard methodology was used to the failure analysis. The investigation result indicates that fatigue failure occurred induced by fatigue process and that the material no presented adversity in agreement with the effective norms.

Key words: Screw; Failure analysis; Fatigue.

¹ *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

² *Estudante da Graduação de Engenharia Metalúrgica – UFRGS.*

³ *Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais. (PPGEM) – UFRGS.*

⁴ *Professor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais (PPGEM) – UFRGS.*

INTRODUÇÃO

A aplicação de implantes metálicos no corpo humano é hoje mais uma alternativa para restaurar partes danificadas, melhorando a qualidade de vida de vítimas de traumas ou de doenças degenerativas.^[1] Porém, a ocorrência de falhas de implantes cirúrgicos durante o uso não é rara, e torna-se cada vez mais necessário que os usuários do sistema de saúde, hospitais e os profissionais da área se acautelem em relação às complicações que a falha de um implante cirúrgico pode causar. As falhas podem ser desencadeadas por vários fatores (Tabela 1), como na seleção do material, erros de projeto, na produção e na colocação do implante, falhas de reparação do osso, ou ainda pela combinação desses fatores.^[2]

Tabela 1. Fatores que podem desencadear as falhas em implantes.

Etapa	Causas da falha
Projeto do implante	Seção transversal insuficiente, esforços cíclicos associados à presença de regiões de alta concentração de tensões.
Fabricação do implante	Presença de defeitos no material e no implante; falta de precisão dimensional.
Seleção do material	Material incompatível; propriedades físicas, magnéticas e mecânicas incompatíveis; sensibilidade do paciente.
Procedimento cirúrgico	Introdução de riscos, entalhes e deformação excessiva; danos pela utilização de ferramentas impróprias; procedimento de inserção incorreto; escolha de implante inadequado; uso de materiais dissimilares.
Reparação óssea	Reparação lenta, que pode causar sobrecarga no material; afrouxamento devido à reabsorção óssea.
Uso impróprio	Acidentes com o paciente ou falta de informação sobre as restrições impostas com o uso do implante.

Fonte: Artigo: Análise de Falhas de Implantes Cirúrgicos no Brasil: a Necessidade de uma Regulamentação Adequada - Cadernos de Saúde Pública

O estudo de componentes revisados para esclarecer o motivo da falha é uma técnica utilizada na tentativa de melhorar o projeto.^[3] Neste trabalho é realizada uma análise em um sistema de fixação de coluna rompido com o objetivo de identificar os motivos que levaram à falha do componente, e também a caracterização de material deste e dos outros componentes metálicos comparando com as normas vigentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema de fixação recebido é composto por: **A** – quatro parafusos pediculares sendo dois fraturados; **B** – dois ganchos; **C** – uma haste lisa; **D** – duas hastes extensoras; **E** – quatro porcas; **F** – três contra-parafusos (Figura 1).

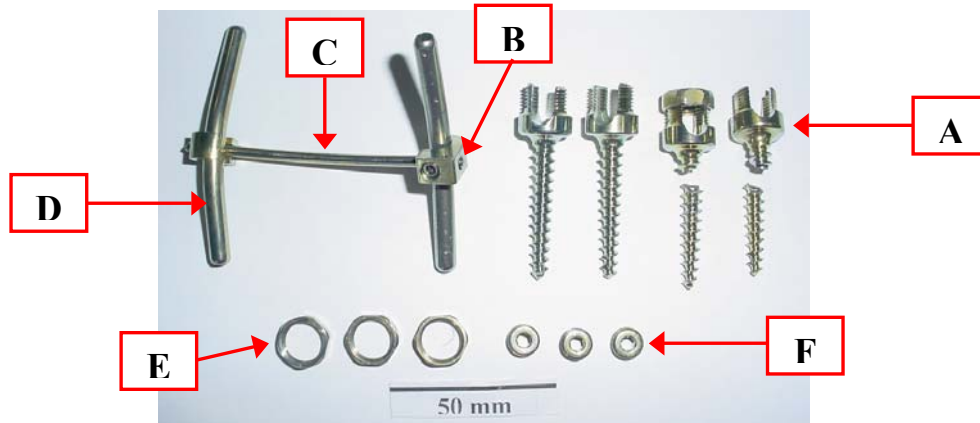


Figura 1. Imagem mostrando o sistema recebido para análise.

Para identificar os motivos que levaram o parafuso ao colapso, foram realizadas análise visual e análise de fratura onde as amostras são observadas em lupa de baixo aumento e em microscópio eletrônico de varredura; e análise microestrutural, utilizando microscopia ótica.

As análises também foram realizadas nos outros componentes a fim de caracterizá-los quanto às normas ABNT NBR 15165 e NBR ISO 5832-1. As amostras para análises foram preparadas de acordo com a NBR 13284 “Preparação de corpos de prova para análise metalográfica”.

RESULTADOS

Análise Visual

O parafuso foi observado em lupa, e apresentava marcas de usinagem grosseiras nos filetes (Figura 2).



Figura 2. Marcas de usinagem nos filetes do parafuso.

Análise da Fratura

A superfície de fratura do parafuso foi observada em lupa de baixo aumento e para observação do micromecanismo de falha foi analisada em microscópio eletrônico de varredura. A superfície se apresentava amassada (Figura 3). Na análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV), foram encontradas estrias de fadiga na região lisa e coalescimento de microcavidades junto ao final da fratura (Figura 4).

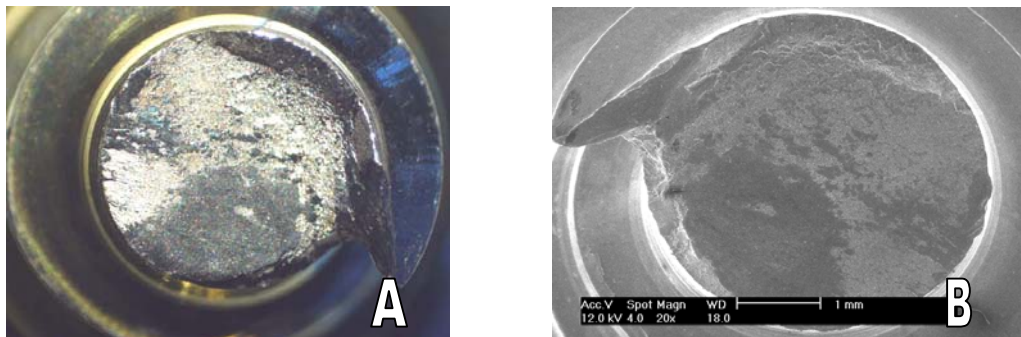


Figura 3 – Imagens mostrando a fratura: A – imagem macroscópica obtida na lupa; B – imagem obtida no MEV.

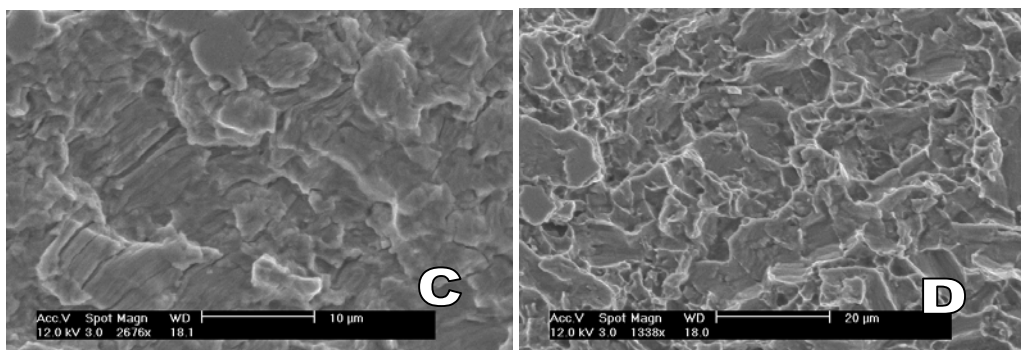


Figura 4 – Imagens mostrando os micromecanismos de fratura: C- Imagem no MEV mostrando as estrias de fadiga e D – Imagem no MEV mostrando coalescimento de microcavidades.

Análise Microestrutural

Para a análise microestrutural, foi preparada uma amostra do parafuso fraturado. A análise foi realizada de acordo com a NBR 13284 “Preparação de corpos de prova para análise metalográfica” e o ataque químico foi realizado com o reagente Kroll (1-3ml HF, 2-6ml HNO₃ para 100ml H₂O). A microestrutura encontrada é formada por grãos globulares $\alpha + \beta$, mostrada na Figura 5.



Figura 5 – Micrografias do parafuso mostrando a microestrutura composta por grãos grãos $\alpha + \beta$ globular.

DISCUSSÃO

Todos os componentes apresentavam marcação de acordo com a norma ABNT NBR 15165.

O parafuso apresentou microestrutura formada por grãos globulares alfa + beta, de acordo com a norma NBR ISO 5832-3- Implantes Para Cirurgia – Materiais Metálicos – Liga Conformada de Titânio 6-Alumínio 4-Vanádio, que deve ser globular alfa + beta.

O parafuso rompeu por fadiga devido a esforço de flexão. O acabamento de usinagem observado nos filetes pode ser inadequado por reduzir a resistência à fadiga dos parafusos. Porém, para determinar se o motivo da ruptura foi o acabamento de usinagem, é preciso avaliar as condições em que foram implantados os componentes através do acompanhamento radiográfico.

CONCLUSÕES

O parafuso rompeu por fadiga. As análises não indicaram nenhuma inconformidade de acordo com as normas vigentes.

REFERÊNCIAS

- 1 **K.B. Fonseca**, H.H. Pereira, S.N. Silva – Avaliação de falhas em implantes metálicos coxo-femoral e joelho retirados de pacientes. Revista Matéria, v. 10, n. 3, pp. 472 – 480, 2005.
- 2 AZEVEDO, C.R.F., HIPPERT, E., “Análise de Falhas de Implantes Cirúrgicos no Brasil: a Necessidade de uma Regulamentação Adequada”, Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 18, n.5, 2002.
- 3 C.R.F. AZEVEDO, E. HIPPERT JR., Failure Analysis of Surgical implants in Brazil, Engineering Failure Analysis, 9, 2002, pp.621-633;
- 4 ABNT NBR 15165 Implantes ortopédicos – Requisitos gerais para marcação, embalagem e rotulagem.
- 5 NBR ISO 5832-1 Implantes Para Cirurgia – Materiais Metálicos – Aços Inoxidáveis Conformados.