

## FAILURE RATE IN STEM CEMENTED OF TOTAL HIP ARTHROPLASTY

Viana, J.D<sup>1</sup>, Melo, P.S<sup>1</sup>, Azevedo, J.B<sup>1</sup> Daltro, G.C<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Materials Department, Technology Faculty of SENAI CIMATEC, Salvador (BA), Brasil

<sup>2</sup> Roberto Santos Hospital, Federal University da Bahia, Salvador (BA), Brasil

**Abstract.** *A total hip arthroplasty has been an excellent alternative in the treatment of fractures and restoration of structural function of the diseased hip joint. The failure of arthroplasty components, causes problems related to revision surgery, and charge both the patient and the health system. In an attempt to reduce the problem of fractures in hip stems, failure analysis studies should be applied to assist in the evolution of the design of the components. This work aims to study the failure mechanism by different characterization techniques to evaluate the performance of an explanted prosthetic patient before the expected project life. It was performed chemical analysis, microstructural analysis and hardness tests. It was observed that the cause of the failure was the fatigue phenomenon.*

**Keywords:** *failure, arthroplasty, hip rod*

## AVALIAÇÃO DE FALHA EM HASTE CIMENTADA DE ARTROPLASTIA TOTAL DE QUADRIL

Viana, J.D<sup>1</sup>, Melo, P.S<sup>1</sup>, Azevedo, J.B<sup>1</sup> Daltro, G.C<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Área de Materiais, Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador (BA), Brasil

<sup>2</sup>Hospital Roberto Santos, Universidade Federal da Bahia, Salvador (BA), Brasil

E-mail: josiane.dantas@fieb.org.br

**Resumo.** *A artroplastia total do quadril tem sido uma excelente alternativa no tratamento de fraturas e recuperação da função estrutural da articulação de quadril doentia. A falha dos componentes da artroplastia, provoca problemas relativos à revisão da cirurgia, tendo custo adicional tanto ao paciente quanto ao sistema de saúde. Na tentativa de minimizar o problema de fraturas em hastes de quadril, estudos de análise de falha devem ser aplicados a fim de auxiliar na evolução do projeto dos componentes e seleção de materiais a serem utilizados. Este trabalho teve como objetivo estudar o mecanismo de falha por diferentes técnicas de caracterização para avaliar o desempenho de uma prótese explantada de paciente antes da vida útil prevista em projeto. Foi realizada, análise química, análise microestrutural e ensaios de dureza. Observou-se que a causa da falha foi o fenômeno de fadiga.*

**Palavras-chave:** *falha, artroplastia, haste de quadril*

### 1. INTRODUÇÃO

A confiabilidade dos implantes é determinada pelo seu comportamento, com relação à falha, e desgaste após o período crítico da infecção. Portanto, as propriedades mecânicas de biomateriais em um ambiente de corpo vivo, como fadiga, tenacidade à fratura e resistência ao desgaste, precisam ser avaliadas com o intuito de

utiliza-los por um maior tempo, sem que aconteça nenhum dano ao paciente (Niinomi, 1998) (Antunes & de Oliveira, 2012).

A seleção de um biomaterial metálico para ser utilizado como implante deve ser baseada em uma análise confiável de propriedades dos materiais relevantes. Resistência à fadiga é, talvez, o mais importante questão a ser abordada neste caso, onde várias pesquisas indicam que os mecanismos relacionados à fadiga são responsáveis pela maior parte das falhas mecânicas em componentes metálicos implantados em pacientes (Teoh, 2000) (Niinomi, 2007).

Diversos fatores podem contribuir para iniciar o processo de fadiga em próteses, tais como problemas de material (Miller, 1982), conformação (Ling, 2004), processos cirúrgicos inadequados, e defeitos superficiais. Defeitos superficiais em próteses podem ser introduzidos no momento da cirurgia, por processos de fabricação, ou por marcações realizadas por fabricantes para registro de seu produto (Woolson, 1997). O presente trabalho tem como objetivo identificar a causa para a falha prematura de uma prótese de quadril explantado de um paciente do sistema único de saúde (SUS).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAIS

Conforme citado anteriormente, para esse trabalho foi analisado a causa da falha de uma prótese de quadril explantado de paciente por revisão cirúrgica. A prótese obteve uma falha prematura ainda implantada no paciente. A Figura 1 apresenta a localização da falha na prótese analisada. A prótese é uma haste cimentada lisa, polida, sem colar e afilada, onde a fratura ocorreu na parte medial, onde costuma ocorrer falhas por fadiga em hastes desse tipo. Também é possível observar que a fratura esta localizada numa região em que a haste apresenta marcações realizadas pelo fabricante.

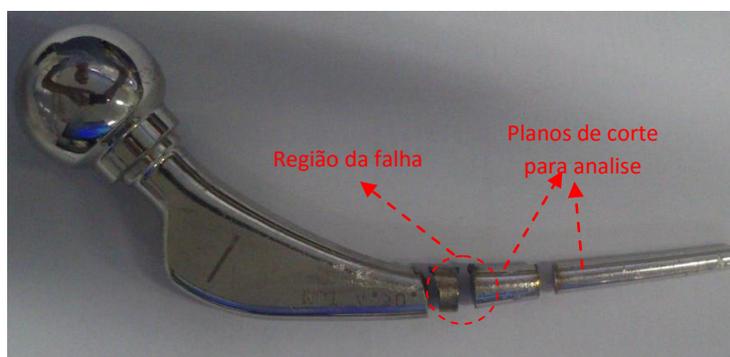


Figura 1 – Aspecto da prótese analisada.

## 2.2 MÉTODOS

Todo o estudo de análise da falha foram realizados conforme recomendações das normas vigentes para próteses (ABNT NBR ISO 5832-1, 2008; ABNT NBR ISO 5832-3, 1997; ABNT NBR ISO 5832-9, 2008 e ASTM F 138).

Os ensaios realizados para este estudo foram: análise microestrutural, análise química e microscopia eletrônica de varredura (MEV). A análise química foi feita no equipamento Oxford Instruments, Modelo FOUNDRY MASTER PRO e a análise metalográfica no microscópio óptico Zeiss, Modelo SCOPE A1. O MEV utilizado foi o Jeol modelo JSM 6510LV. Todos os ensaios de caracterização foram realizados no laboratório da Área de Materiais do SENAI CIMATEC.

## 3. RESULTADOS

Conforme pode ser observado na Figura 2 abaixo, a superfície de fratura apresentou um intenso grau de amassamento devido à compressão das duas partes sob carga cíclica in vivo. Entretanto, em algumas regiões menos danificadas, especialmente junto a uma das laterais, onde as tensões de tração são maiores, foi possível verificar a formação de estrias de fadiga (Figura 2a). Na Figura 2b, ainda foi possível observar uma região característica do processo de nucleação da falha, identificada na parte onde a haste apresentou uma marcação de identificação do produto (figura1).

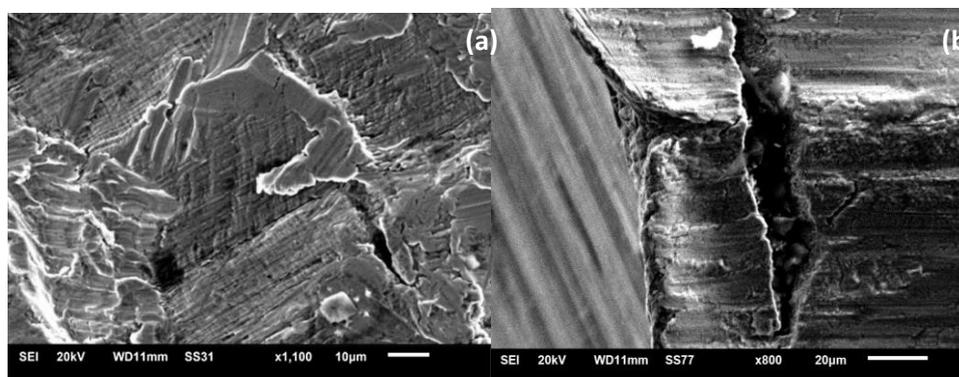


Figura 2. Micrografias da região da falha.

Os dados referente a análise química do material pode ser observado na Tabela 1 abaixo, onde estão dispostos os resultados médios de 3 queimas. A haste de quadril apresentou composição química em conformidade com os valores especificados pela norma (ABNT NBR ISO 5832-1) estando todos os elementos analisados dentro da faixa recomendada, sendo o material classificado como aço inox 316L.

Tabela 1 . Resultados análise química (% peso).

Elementos	Carbono	Silício	Manganês	Fósforo	Enxofre	Cromo	Molibdênio	Níquel
Haste	0,026	0,45	1,82	0,032	0,008	17,3	2,71	14,4
Especificação (ASTM F 138/03)	0,030 máx.	0,75 máx.	2,00 máx.	0,025 máx.	0,010 máx.	17,0 – 19,0	2,25 – 3,00	13,0 – 15,0

Já os dados referente a microestrutura, podem ser observado na Figura 3 abaixo. O aço apresentou microestrutura constituída de grãos poligonais grosseiros de austenita, microestrutura característica de aço inox 316L. Porém, foi possível identificar que o tamanho de grão médio medido foi maior que 5 os valores estabelecidos pela ASTM, ou seja, o mesmo se apresenta de forma grosseira. Essa análise foi realizada na região próxima a falha, o que demonstra que o tamanho do grão contribuiu com o processo de falha por fadiga.

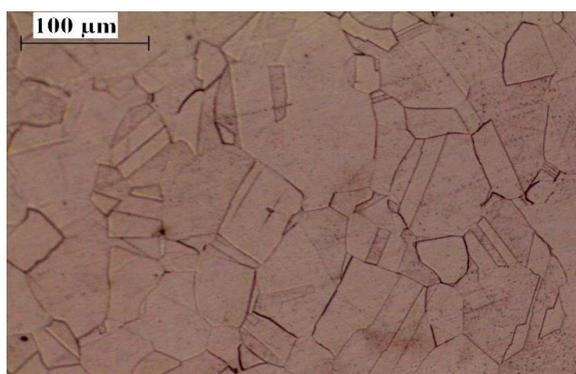


Figura 3. Microestrutura austenítica composta por grãos poligonais grosseiros e algumas maclas de deformação.

#### 4. CONCLUSÃO

De acordo com as normas utilizadas no estudo de próteses -ABNT NBR ISO 5832-1 e ASTM F138, o tamanho de grão deve ser menor que 5 ASTM. Um tamanho de grão grosseiro favorece o processo de fratura por fadiga, uma vez que a resistência do material é reduzida com o aumento do tamanho de grão. Para a haste estudada, além do tamanho de grão, podemos destacar que a falha iniciou em região próxima a marcação a laser. Isto pode provocar alterações microestruturais que levam a redução da resistência a nucleação de trincas de fadiga.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Equipe de Cirurgia do Hospital Universitário da Universidade Federal da Bahia pela doação da amostra estudada, bem como ao Departamento de Materiais da Faculdade de Tecnologia do SENAI CIMATEC pela infraestrutura cedida.

## REFERÊNCIAS

- ASTM E3. 2001. Standard Guide for Preparation of Metallographic Specimens. 2001.
- ABNT NBR ISO 5832-1. 2008. Implantes para cirurgia – Materiais metálicos – Parte 1: Aço inoxidável conformado. 2008.
- ABNT NBR ISO 14630. 2010. Implantes cirúrgicos não-ativos - Requisitos gerais. 2010.
- Antunes, R. A., & de Oliveira, M. C. L. (2012). Corrosion fatigue of biomedical metallic alloys: mechanisms and mitigation. *Acta Biomaterialia*, 8(3), 937–62.
- BOYER, R. RODNEY. 1995. METALS HANDBOOK. [A. do livro] Volume 9. Metallographic and Microstructures. s.l. : 6ª edition, 1995.
- DALLA ROSA, ALEXANDRE LUÍS. 2007. Estudo Comparativo da Resistência à Fadiga dos Aços Inoxidáveis Austeníticos ASTM F 138 e ASTM F 745. UFRGS: 2007.
- KERLINS V., et al. 1987. METALS HANDBOOK, Volume 12, 1987. Book 12 - Modes of Fracture. s.l. : 9th edition, 1987.
- Ling, R.S., 2004. The History and Development of the Exeter Hip. Stryker, Montreux, Switzerland.
- MAY, L.I. e al, et. 2002. Volume 11 - METALS HANDBOOK. Examination of Damage and Material Evaluation. 8th edition : s.n., 2002.
- Miller, A., Shastri, R., Shih, C., 1982. Fracture failure of a forged vitallium prosthesis. *J. Bone Joint Surg. [Am.]* 64, 1359.1363.
- Niinomi, M. (1998). Mechanical properties of biomedical titanium alloys, 243, 231–236.
- Niinomi, M. (2007). Fatigue characteristics of metallic biomaterials. *International Journal of Fatigue*, 29(6), 992–1000.
- Teoh, S. H. (2000). Fatigue of biomaterials : a review, 22, 825–837.
- VOORT, VANDER G. F. 1984. Volume 9 - Metallography, McGraw-Hill. Principles and Practice.
- Woolson, S.T., Milbauer, J.P., Boby, J.D, 1997. Fatigue fracture of a forged cobalt.chromium-molybdenum femoral component inserted with cement. A report of ten cases. *J. Bone Joint Surg. [Am.]* 79, 1842.1848.