

Copyright 2012, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA no mês de maio de 2012.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

## **Análise da qualidade de instrumentais cirúrgicos disponíveis no mercado.**

Marcella Macedo de C. Lopes<sup>a</sup>, Fernando B. Mainier<sup>b</sup>, Sérgio S. M. Tavares<sup>c</sup>

### **Abstract**

The surgical instruments are mainly manufactured of stainless steel due to its good mechanical properties and high corrosion resistance. However, in more aggressive ways may occur localized corrosion. This paper seeks to analyze the quality of stainless steel surgical instruments available, through metallographic analysis, Scanning Electron Microscope (SEM) and the corrosion test, which included obtaining the polarization curves of samples from the instruments in enzymatic detergent solution.

**Keywords:** stainless steel, surgical instrument, localized corrosion

### **Resumo**

Os instrumentos cirúrgicos são fabricados principalmente de aço inoxidável, devido às suas boas propriedades mecânicas e grande resistência à corrosão. Porém, em meios mais agressivos pode ocorrer corrosão localizada. Este trabalho busca analisar a qualidade do aço inoxidável de alguns instrumentos disponíveis no mercado, através de análises metalográficas, microscópio eletrônico de varredura (MEV), e o ensaio de corrosão, o qual compreendeu a obtenção das curvas de polarização das amostras dos instrumentos, em solução de detergente enzimático.

**Palavras – chave:** aço inoxidável, instrumento cirúrgico, corrosão localizada

### **Introdução**

Os instrumentos cirúrgicos disponíveis atualmente, são, na sua maioria, fabricados de aços inoxidáveis, por serem estes mais resistentes à corrosão do que a maioria dos metais. Os aços inoxidáveis mais utilizados para a fabricação de instrumentos cirúrgicos são o AISI-304 e o AISI-420 (1), que são, respectivamente, austenítico e martensítico. O aço AISI-304 possui uma boa resistência ao ataque por substâncias químicas enquanto o AISI-420 possui boa resistência mecânica aliada à boa resistência à corrosão.

Estes instrumentos são ferramentas desenhadas para ações específicas a fim de obter os efeitos desejados em uma cirurgia, e possuem uma longa vida útil. Contudo, podem vir a causar um grande impacto na saúde, devido à aderência de bactérias ao material, principalmente se existirem áreas corroídas, onde a aderência é facilitada e a limpeza prejudicada, e por ser o hospital um ambiente propício as infecções (2).

A variedade de fabricantes e a divergência de preços, remete a uma diversidade de procedências, tipos de ligas metálicas e qualidade do material. Após o uso é fundamental a

<sup>a</sup> Mestranda, Engenheira Química – Engenharia Química UFF

<sup>b</sup> Professor Orientador – Engenharia Química UFF

<sup>c</sup> Professor Orientador – Engenharia Mecânica UFF

limpeza imediata e esterilização dos instrumentos. Para isso, são utilizados normalmente soluções de detergentes enzimáticos, autoclaves e limpeza manual.

Esses processos de limpeza e esterilização devem seguir algumas normas, a fim de permitir que o instrumento tenha uma boa vida útil, evitando a corrosão, uma vez que isso pode causar sérios problemas, desde sua utilização até o gasto com a compra de novos instrumentos.

### **Metodologia**

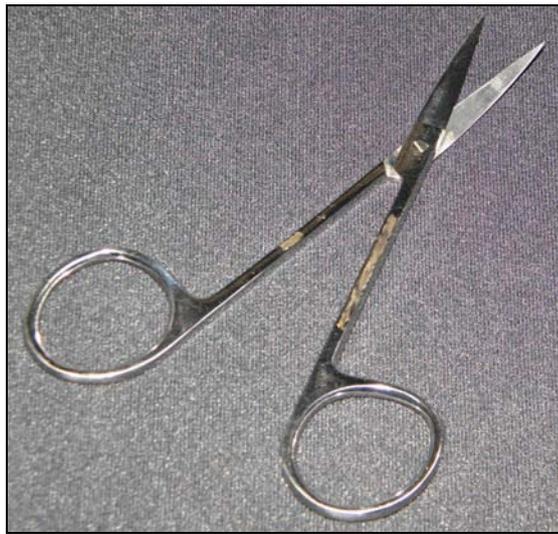
Foram selecionados para este trabalho quatro instrumentos, dois afastadores Farabeuf e duas tesouras de pele, conforme, mostram a seguir as Figura 1 a 4.



**Figura 1 – Afastador Farabeuf A**



**Figura 2 – Afastador Farabeuf B**



**Figura 3 – Tesoura cirúrgica C**



**Figura 4 – Tesoura cirúrgica D**

Inicialmente foram feitos cortes nos materiais citados visando a análise metalográfica, análise química, avaliação superficial microscópio eletrônico de varredura (MEV) objetivando determinar as características mecânicas e de fabricação dos materiais.

Para a análise metalográfica, as amostras foram embutidas a frio, em um molde preenchido com resina sintética de polimerização rápida, lixadas a úmido, na sequência 100, 220, 320, 400, 500, 600 e 1200, lavadas, e depois polidas com alumina (1  $\mu\text{m}$ ), para que em seguida suas estruturas metalográficas fossem reveladas.

Para a revelação das microestruturas do Afastador A, da Tesoura C e da Tesoura D, foi utilizada solução metalográfica constituída de ácido pícrico (0,5 g), etanol (40 mL) e ácido clorídrico (5 mL). A microestrutura do Afastador B foi revelada com solução de ácido oxálico 10 %. As amostras foram imersas nas soluções referenciadas e aplicada uma tensão de 8 volts durante 1 min e 30 s.

Os ensaios de corrosão foram realizados utilizando a técnica de curva de polarização anódica potenciostática cíclica, em solução de detergente enzimático (5 mL de detergente, 200 ml de água), de cada amostra. O detergente enzimático é amplamente recomendado para a limpeza pois ajuda na remoção de proteínas, lipídeos e carboidratos, dependendo da formulação do detergente, que pode conter combinações de protease, lipase e amilase (3). O detergente comercial utilizado contém as três enzimas. Estes ensaios permitem medir as mudanças na densidade de corrente em função do potencial. Inicia no potencial de corrosão e varre no sentido de potenciais mais nobres e retorna no sentido do potencial de corrosão. Assim, podemos obter alguns parâmetros, como potencial de proteção, potencial de pite e potencial de corrosão. O potencial de proteção é o potencial abaixo do qual não se forma pite, e os já formados, são passivados. O potencial de proteção é o ponto de intersecção, quando ocorre a reversão da varredura do potencial. O potencial de pite é o potencial no qual a densidade de corrente aumenta de forma acentuada, porém quase sem mudança no potencial. Temos também a susceptibilidade ao pite, que se relaciona com a área do laço sob a curva de polarização ( $V \cdot (A/cm^2)$ ), quanto maior a área do laço sob a curva, o material é mais susceptível (4).

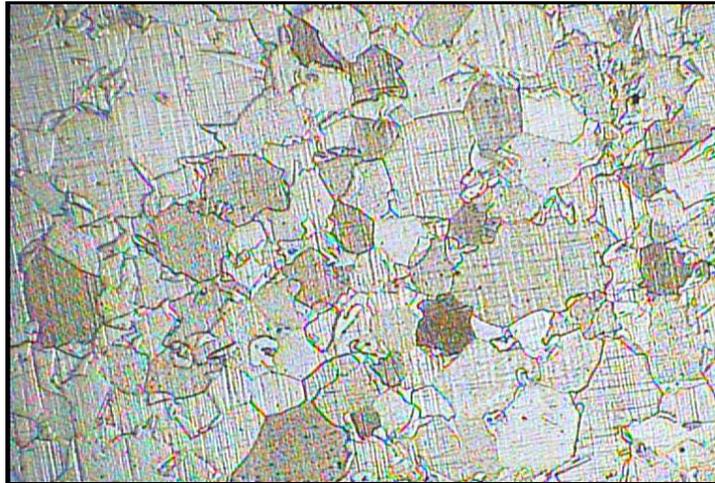
Os ensaios foram realizados em temperatura ambiente, e os eletrodos foram imersos na solução. Foi utilizado um potenciostato com interface eletroquímica, conectada a três eletrodos, na célula eletrolítica. O eletrodo de referência foi de calomelano e o contra-eletrodo de platina. As curvas de polarização foram iniciadas após 50 min de estabilização do potencial de circuito aberto.

## **Resultados e Discussão**

---

As análises metalográficas e com microscopia eletrônica de varredura do Afastador A indicaram um aço diferente do divulgado pela empresa fabricante. O aço anunciado era o AISI – 304, um aço inoxidável austenítico, que contém entre 18 % a 20 % de cromo, 2 % de manganês e entre 8 % a 10,50 % de níquel (5), enquanto que o determinado é um aço ferrítico com 10,50 % de cromo e 0,4 % de manganês. Os aços ferríticos são geralmente, utilizados na fabricação de eletrodomésticos, moedas e talheres (6).

A Figura 5 mostra a microestrutura do Afastador A.



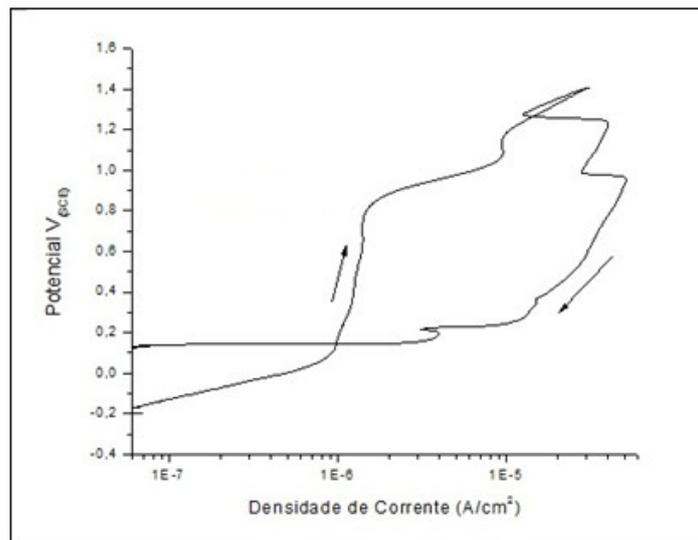
**Figura 5 – Microestrutura do Afastador A (aumento de 370 x).**

Nos ensaios de polarização com a solução de detergente enzimático, foi observada a ocorrência de pite, como mostra a Figura 6.



**Figura 6 – Pite formado na superfície do Afastador A após ensaio de polarização com solução de detergente enzimático (Aumento de 1460 x).**

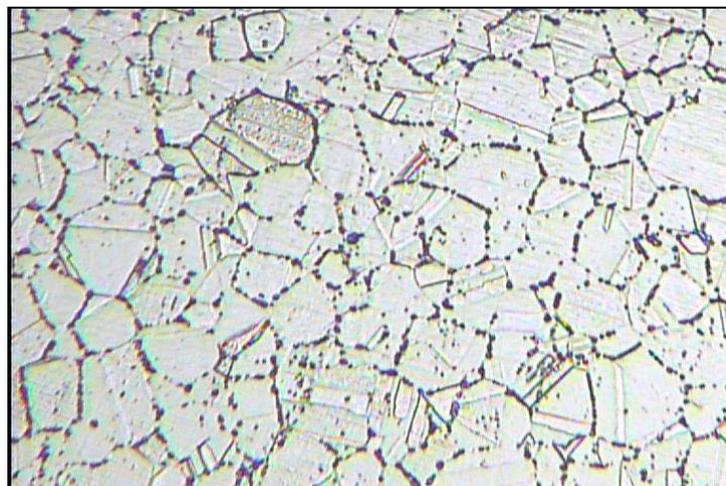
A Figura 7 mostra a curva de polarização do Afastador A, obtida em solução de detergente enzimático.



**Figura 7 – Curva de polarizaçã o para o Afastador A, em solução de detergente enzimático.**

Nas análises do Afastador B, a estrutura revelada foi de um aço austenítico, o qual estava sensitizado (Figura 8). Os pontos pretos são as zonas sensitizadas, ou seja, empobrecidas em cromo, tornando o material sensível à corrosão intergranular. Porém em alguns meios corrosivos como, por exemplo, ácido acético na temperatura ambiente, soluções alcalinas e água potável, não causam corrosão intergranular (7).

Nas análises através do MEV, a composição do Afastador B foi de 12,76 % de cromo, 0,67 % de manganês e 0,70 % de silício. O aço anunciado pela empresa era o AISI-304.



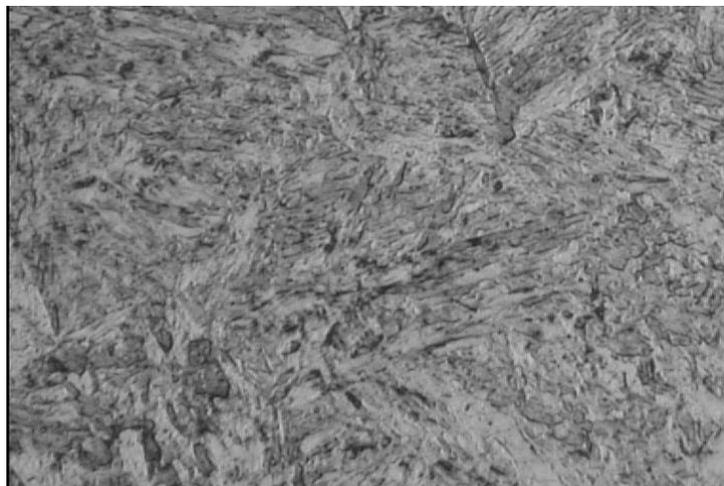
**Figura 8 - Microestrutura do Afastador B (Aumento de 730 x).**

Nos ensaios de polarização não houve a ocorrência de pite, como é mostrado na Figura 9.



**Figura 9 – Superfície do Afastador B após ensaio de polarização em solução de detergente enzimático. (Aumento de 730 X).**

A análise metalográfica da Tesoura C revelou uma microestrutura de aço inoxidável martensítico, mostrada na Figura 10. O aço inoxidável martensítico por possuir uma elevada dureza, é o mais utilizado na fabricação de instrumentos cirúrgicos de corte, como tesouras e bisturis (8). A composição obtida através do MEV foi de 11,83 % de cromo, 0,90 % de silício e 0,20 % de alumínio. O aço anunciado pela empresa era o AISI-430, o qual possui entre 16 % a 18 % de cromo, 1 % de manganês e 0,75 % de níquel (5).



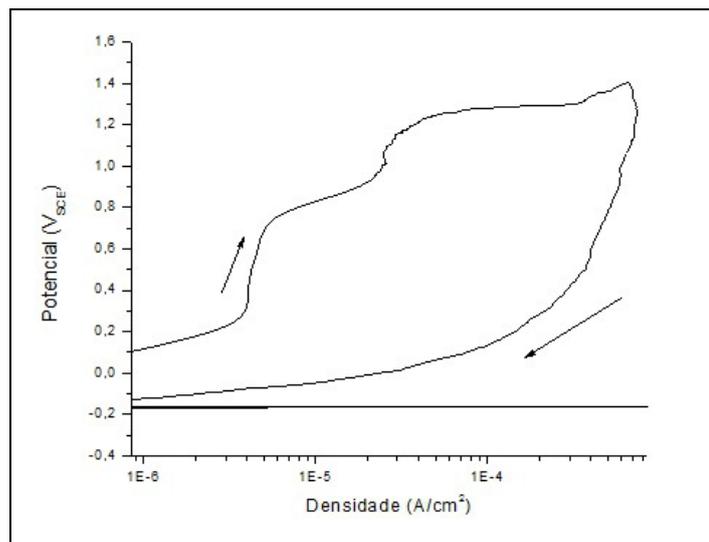
**Figura 10 – Microestrutura da Tesoura C (Aumento de 730 X).**

Nos ensaios de polarização houve a ocorrência de pites, como mostra a Figura 11.



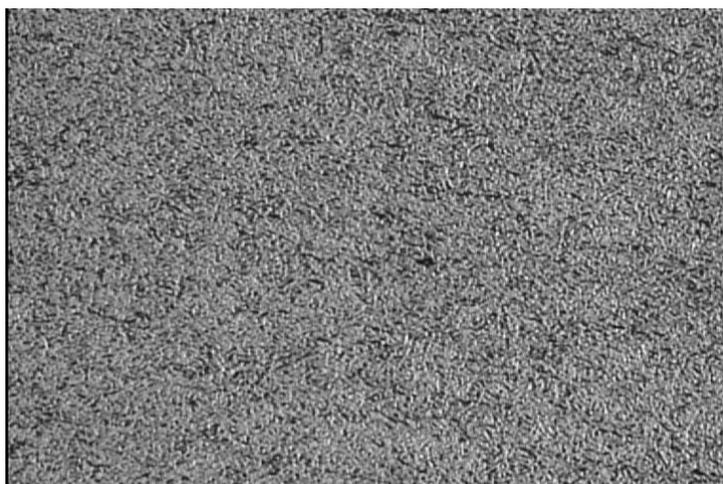
**Figura 11 – Pite formado na superfície da Tesoura C após ensaio de polarização em solução de detergente enzimático (Aumento de 730 x).**

A curva de polarização, é mostrada na Figura 12.



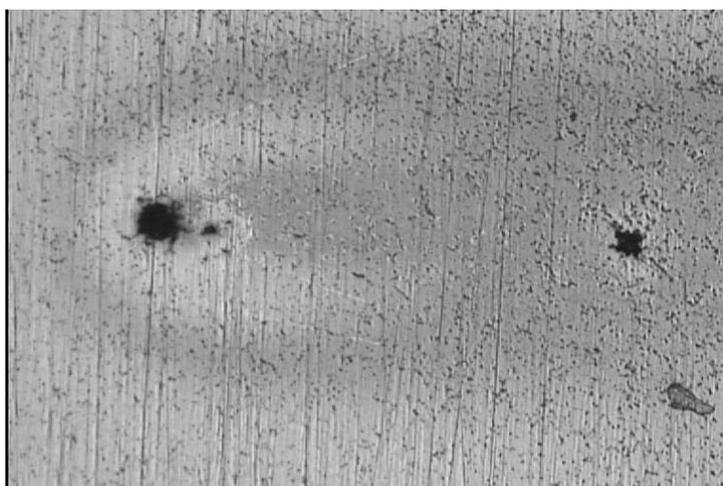
**Figura 12 – Curva de polarização da Tesoura C em solução de detergente enzimático.**

Na Tesoura cirúrgica D foi revelada uma microestrutura de difícil identificação (Figura 13). A marca não disponibilizou qual o aço utilizado na fabricação. Os resultados do MEV mostraram uma composição de 12,76 % de cromo, 0,67 % de manganês e 0,70 % de níquel.



**Figura 13 – Microestrutura da Tesoura D (Aumento de 730 X)**

Na Figura 14 podemos observar os pites formados após o ensaio de corrosão.



**Figura 14 – Pites formados na superfície da Tesoura D após ensaio de polarização em solução de detergente enzimático (Aumento de 360 X)**

A Figura 15 mostra a curva de polarização da Tesoura D, obtida em solução de detergente enzimático.

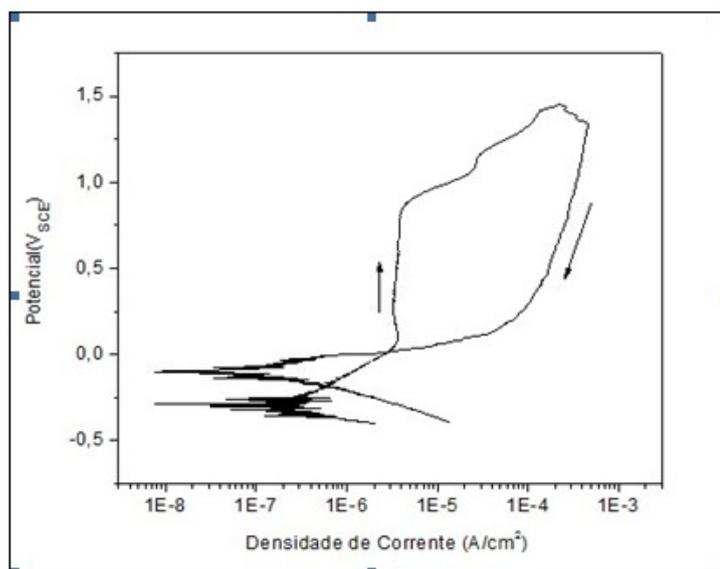


Figura 15 – Curva de polarização para a Tesoura D em solução de detergente enzimático.

## Conclusões

Todos os instrumentos analisados apresentaram algum tipo de problema.

O único instrumento que não formou pite no ensaio de polarização anódica potenciodinâmica, em solução de detergente enzimático, que é o mais amplamente indicado e utilizado para a limpeza de instrumentos cirúrgicos (3), foi o Afastador B. Porém era o que estava sensibilizado, e um aço sensibilizado torna-se mais suscetível à corrosões intergranulares, prejudicando a vida útil do instrumento. Dos instrumentos analisados, foi o de preço mais elevado.

As análises do Afastador A mostrou que ele foi fabricado de um aço diferente do anunciado pela empresa fabricante, o qual não é recomendado para o fim que se destina. Dos instrumentos analisados, foi o de menor preço.

A empresa responsável pela Tesoura D não disponibilizou o aço do qual ela foi fabricada. A microestrutura revelada foi de difícil identificação, e só foi possível identificarmos o aço depois da análise por microscopia eletrônica de varredura.

As composições que foram encontradas através do MEV, de todos os aços, estavam diferentes das encontradas na literatura para os aços divulgados pelas empresas fabricantes.

Com base nos resultados desses ensaios, conclui-se que é fundamental que se tenha uma política rígida de qualidade em instrumentos cirúrgicos, pois a possibilidade de contaminação pode trazer sérias conseqüências tanto para os pacientes quanto para os médicos. Encontramos uma grande variedade de marcas e também facilidade para a compra desses instrumentos, o que não deve ser feito procurando pelo menor preço, pois nesse trabalho vimos que houve até

---

mesmo instrumento fabricado de aço não recomendado para esse fim, o que acaba, também, prejudicando a sua utilização.

### **Referências Bibliográficas**

---

- (1) Macom Instrumental Cirúrgico. **Guia para conservação, limpeza e esterilização de instrumentais cirúrgicos**. Guarulhos, SP, 27 p.
- (2) MORIYA T.; MÓDENA J. L. P. Assepsia e Antissepsia: Técnicas de Esterilização. In: FUNDAMENTOS EM CLÍNICA CIRÚRGICA 1ª PARTE, 3, Ribeirão Preto, 2008.
- (3) BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Informe Técnico nº 01/09. **Princípios básicos para limpeza de instrumental cirúrgico em serviços de saúde**, Fevereiro 2009.
- (4) MARIANO N. A., et al. Avaliação da Resistência à corrosão em aço inoxidável martensítico tipo Cr-Ni em meio marinho sintético simulando atividades em águas profundas. **Rev. Esc. de Minas**, Ouro Preto, v. 59, n. 1, p. 135-139, Janeiro/Março 2006.
- (5) AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **Specification for heat-resisting chromium and chromium-nickel stainless steel plate, sheet, and strip for pressure vessels**. SA-240, 2004, 10 p.
- (6) Disponível em < [http://inoxdobrasil.com.br/2011/news/04\\_bnews\\_index.asp](http://inoxdobrasil.com.br/2011/news/04_bnews_index.asp) >. Acessado em 14/02/2012.
- (7) Disponível em < [http://www.iope.com.br/3i\\_corrosao\\_3.htm](http://www.iope.com.br/3i_corrosao_3.htm) > . Acessado em 14/02/2012.
- (8) GOLIN, A. L. **Análise do comportamento de ferramentas de corte com diferentes revestimentos e seu efeito sobre a geração de calor no osso**. 2005. 134p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.