

Determinação das resistências à esterilização em autoclave, à corrosão e à exposição térmica de instrumental cirúrgico - estudo de caso

Determination of resistance to autoclaving, corrosion and thermal exposure of surgical instruments - a case study

Ricardo Luiz CIUCCIO¹, Nelis Evangelista LUIZ², Athos JACOMINI FILHO³, Michel Aislan Dantas SOARES⁴

RESUMO

O aço inoxidável é um dos principais materiais empregados na fabricação de fresas odontológicas devido à combinação de propriedades mecânicas adequadas e elevada resistência à corrosão. Apesar de apresentar uma resistência à corrosão superior à maioria dos metais, em meios muito agressivos os aços inoxidáveis podem sofrer algum tipo de corrosão, podendo prejudicar de alguma forma sua durabilidade ou aparência. Este trabalho apresenta características e resultados de ensaios realizados em fresas odontológicas com propósito de avaliar a resistência à corrosão do aço inoxidável M340. O objetivo principal deste estudo é determinar as resistências à esterilização em autoclave, à corrosão e à exposição térmica dos instrumentais cirúrgicos (fresas odontológicas) fabricadas em aço inoxidável.

Palavras-chave: Instrumentos cirúrgicos. Instrumentos odontológicos. Aço inoxidável.

ABSTRACT

Stainless steel is one of the main materials used in the manufacture of dental burs due to the combination of mechanical properties and high resistance to corrosion. Despite presenting a corrosion resistance superior to most metals, in very aggressive to stainless steels may suffer some form of corrosion that may impair in any way their durability or appearance. This paper presents features and results of tests on dental burs in order to evaluate the corrosion resistance of stainless steel M340. The objective of this study is to determine the resistance to autoclaving, corrosion and thermal exposure of the surgical instruments (dental burs) made of stainless steel.

Key words: Surgical instruments. Dental instruments. Stainless steel.

Endereço para correspondência:

Ricardo Luiz Ciuccio
Rua Soldado Antônio Martins de Oliveira, 82
Ponte Grande - Guarulhos
07031-010 - São Paulo - São Paulo - Brasil
E-mail: rciuccio@hotmail.com

Recebido: 13/04/2010

Aceito: 30/06/2010

1. Graduado em Engenharia Mecânica. Engenheiro de Produto, SIN - Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

2. Doutor em Engenharia Mecânica. Gerente de Engenharia, SIN - Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

3. Graduado em Desenho Industrial. Técnico de Desenvolvimento, SIN - Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

4. Graduando em Tecnologia Mecatrônica, Universidade Nove de Julho. Projetista, SIN - Sistema de Implante, São Paulo, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

Os aços inoxidáveis têm sido amplamente empregados como instrumentais cirúrgicos por meio século. Durante muito tempo o 440C foi o aço mais popular para a fabricação destes instrumentais cirúrgicos. Todavia, problemas relativos à corrosão localizada tais como pite, corrosão por fresta e fissuração por corrosão sob tensão foram observados em fresas odontológicas deste aço⁶⁻⁷. Para controlar tal corrosão, um importante esforço de desenvolvimento foi realizado entre o fornecedor e a empresa.

Apesar de apresentar uma resistência à corrosão superior à maioria dos metais, em meios muito agressivos os aços inoxidáveis podem sofrer algum tipo de corrosão, podendo prejudicar de alguma forma sua durabilidade ou aparência. Assim é fundamental especificar o tipo adequado do aço inoxidável considerando a composição química e acabamento mecânico, para aproveitar ao máximo as propriedades inerentes a estas matérias. Uma limpeza apropriada e manutenção de rotina são também essenciais para preservar a beleza e funcionalidade das fresas odontológicas.

As fresas odontológicas são importantes instrumentais cirúrgicos que têm a função de preparar o alvéolo ósseo para posterior inserção dos implantes. Cada família de implante possui um sistema de fresagem específico para sua instalação¹.

A corrosão atmosférica dos aços inoxidáveis quando avaliada pela inspeção visual geralmente não apresenta sinais de agressividade acentuada, o que está em acordo com a alta resistência à corrosão destes materiais. A corrosão ocorre principalmente devido aos poluentes atmosféricos que associados a outros fatores provocam o decréscimo da resistência à corrosão dos mesmos. Existe uma maior tendência para o aparecimento da corrosão por pites ou localizada em detrimento da corrosão generalizada nos aços inoxidáveis⁵.

Os objetivos desta pesquisa é determinar as resistências à esterilização em autoclave, à corrosão e à exposição térmica dos instrumentais cirúrgicos (fresas odontológicas) fabricadas em aço inoxidável M340.

AÇOS RESISTENTES À CORROSÃO

Os aços adquirem passividade quando ligados a certos metais, entre os quais se destacam o cromo e o níquel, que compõem os chamados aços inoxidáveis que se caracterizam por resistir à corrosão atmosférica, embora possam resistir à ação de outros meios gasosos ou líquidos.

O cromo é o elemento de liga mais importante, pois é o mais eficiente contra a corrosão quando empregado em teores acima de 10%, conforme Figura 1.

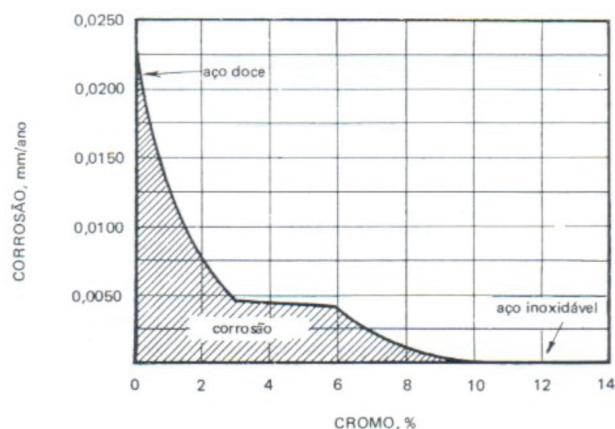


Figura 1 - Passividade dos aços-cromo expostos durante 10 anos a uma atmosfera industrial⁴.

À medida que aumenta o teor de cromo no aço, ele passa de metal de grande corrosibilidade a um metal quase indestrutível pela corrosão do aço em atmosfera industrial.

A Figura 2 mostra que o mesmo fenômeno ocorre a temperaturas elevadas, mas o teor de cromo deve ser maior para que o aço adquira resistência ao calor.

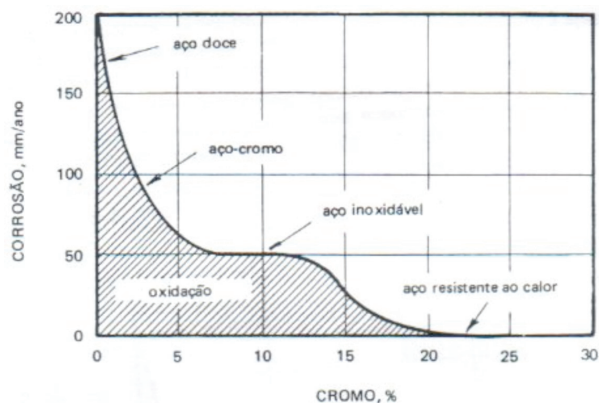


Figura 2 - Efeito do cromo na resistência da corrosão em altas temperaturas⁴.

No caso da resistência à corrosão, o cromo já atua efetivamente a partir de 10%, mas para a resistência ao calor, é necessário que sua quantidade ultrapasse 20%.

Em segundo lugar, vem o níquel, que em teores acima de 6 a 7% melhora a resistência à corrosão pelo ataque de soluções neutras de cloretos, bem como as propriedades mecânicas. Os melhores aços inoxidáveis são os que contêm simultaneamente cromo e níquel.

Os elementos a seguir podem estar eventualmente presentes nos aços inoxidáveis:

- Molibdênio: melhora a resistência à corrosão nos ácidos sulfúrico e sulfuroso a altas temperaturas, em soluções neutras de cloretos e na água do mar;
- Cobre: melhora a resistência à corrosão entre certos

- reagentes, como o ácido sulfúrico;
- Tântalo, nióbio e titânio: evitam o fenômeno de corrosão intergranular dos aços inoxidáveis cromo-níquel;
- Silício: melhora a resistência à oxidação em temperaturas elevadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios de resistência à esterilização em autoclave, à corrosão e à exposição térmica foram realizados de acordo com a norma NBR ISO 13402/97³. Os critérios de aceitação considerados foram os especificados na norma NBR 13851/97². O objetivo destes métodos de ensaio é fornecer metodologias e meios de avaliação consistentes tanto para produtores quanto para usuários. Foram analisadas 20 fresas odontológicas, com diâmetros de 2 mm e comprimentos de 18 mm, conforme Figura 3.

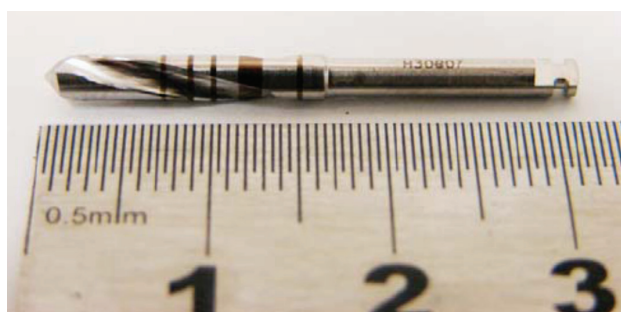


Figura 3 - Fresa odontológica.

MATERIAL

A designação inox M340, é o nome que o fornecedor de aço inoxidável utiliza para codificar seu produto, esse tem características semelhantes ao aço inox 420B, que é um aço-cromo martensítico utilizado principalmente em instrumentos cirúrgicos e dentários, peças de máquinas, moldes para plástico e indústria de vidro.

Na Tabela 1, é apresentada a composição química do aço inoxidável M340.

Tabela 1 - Composição química do aço inoxidável M340.

Limites máximos de composição %						
C	Si	Mn	Cr	Mo	V	+N
0,54	0,45	0,40	17,30	1,10	0,10	

O endurecimento desse tipo de aço se dá por têmpera onde o mesmo é aquecido lentamente até 980 °C – 1040 °C, e depois, no caso de peças pequenas, é resfriado bruscamente através de

ar, sendo necessário o processo de revenimento imediatamente após o tratamento de têmpera para evitar a ocorrência de trincas térmicas.

RESULTADOS

Os ensaios de resistência à esterilização em autoclave, resistência à corrosão em água em ebulição e resistência à corrosão em sulfato de cobre, indicam que a superfície alcançou um estado passivo e como um meio de eliminação dos contaminantes químicos e de ferro livre. A Figura 4 mostra a amostra após o ensaio.



Figura 4 - Amostras após ensaio de resistência à esterilização em autoclave.

O ensaio de resistência à corrosão em água em ebulição é aplicável aos materiais endurecidos por precipitação, austeníticos e martensíticos, para detectar imperfeições de superfície (trincas e microfissurações). A Figura 5 mostra que não houve anomalias na amostra.



Figura 5 - Amostras após ensaio de resistência à corrosão em água em ebulição.

O ensaio de resistência à corrosão em sulfato de cobre detecta formação de carboneto a partir do carbono. O ensaio é utilizado em materiais austeníticos para detectar a redução do teor de cromo no contorno de grão causado por tratamento térmico ou conformação a frio inadequada. A Figura 6 mostra as características após o ensaio.



Figura 6 - Amostras após ensaio de resistência à corrosão em sulfato de cobre.

O tratamento térmico tem um importante efeito na resistência à corrosão no aço inoxidável martensítico. O tratamento térmico inadequado pode resultar em formação de carboneto em materiais martensítico. Tratamento térmico adequado resulta na dissolução de carbono livre dentro da estrutura martensítico. A Figura 7 mostra que não houve a formação de carbonetos na sua estrutura.



Figura 7 - Amostras após ensaio de resistência à exposição térmica.

DISCUSSÃO

Os resultados obtidos são relacionados à resistência à esterilização em autoclave, à corrosão e à exposição térmica de instrumental cirúrgico, não apresentando corrosão em sua estrutura. O limite da resistência à corrosão de um determinado aço inoxidável depende dos seus elementos constituintes o que significa que cada aço tem resposta ligeiramente diferente quando exposto a um ambiente corrosivo.

A seleção muito cuidadosa do tipo de aço inoxidável, bem detalhado e com bom acabamento pode reduzir de forma significativa a possibilidade de ocorrência de machas e corrosão. Isto mostra que o processo de fabricação das fresas odontológicas está atendendo ao critério de aceitação das normas NBR ISO 13402/97³ e NBR 13851/97².

Os parâmetros utilizados no tratamento térmico mostraram-se eficazes dentro do processo de fabricação das fresas odontológicas, porque não foram apresentada formação de carbonetos na superfície das fresas odontológicas.

Os ensaios realizados mostraram que superfície alcançou um estado passivo e como um meio de eliminação dos contaminantes químicos e de ferro livre, isso comprova que o processo de passivação dos instrumentais cirúrgicos é eficiente.

CONCLUSÃO

Dentro da metodologia empregada neste estudo e com base na análise dos dados é possível concluir que as fresas odontológicas foram aprovadas conforme a norma NBR ISO 13851/97.

Os ensaios de corrosão servem como indicadores de processo de seleção do material adequado pelos fabricantes e de cuidados

adequados pelos usuários.

A geometria e processos de fabricação específicos influenciam nos resultados de ensaios de corrosão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CCDM - Centro de Caracterizações e Desenvolvimento de Materiais pelos ensaios realizados, ao INEPO - Instituto Nacional de Experimentos e Pesquisas Odontológicas e à SIN - Sistema de Implante por terem fornecido as amostras, as instalações e equipamentos necessários à realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

1. Assis EA. Capacidade de corte de brocas do Sistema 3i [dissertation]. Brasília (DF): Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências da Saúde; 2000.
2. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13851:1997: resistência à esterilização em autoclave, à corrosão e à exposição térmica – requisitos gerais. Rio de Janeiro: A Associação; 1997.
3. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 13402/97: instrumentais cirúrgicas e odontológicas – determinação da resistência à esterilização em autoclave, à corrosão e à exposição térmica. Rio de Janeiro: A Associação; 1997.
4. Gentil V. Corrosão. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC; 2007.
5. Japan Satainless Steel Association; Nickel Development Institute. Successful use of stainless steel building materials. Tokyo: The Association; 1998.
6. Syrett BC, Acharya A, editors. Corrosion and degradation of implant materials. Philadelphia: ASTM; 1979.
7. Williams DF. Corrosion of implant materials. Ann Rev Mater Sci. 1976;6:237-66.