

DETERMINAÇÃO DA CAUSA DE FALHA EM INSTRUMENTAIS CIRÚRGICOS NA IMPLANTODONTIA

Ciuccio, Ricardo Luiz rciuccio@hotmail.com¹
Jacomini Filho, Athos athosjf@gmail.com²
Rubens Vieira Quadrelli rqua10@hotmail.com³
Rafael Lira rafael.lira@amgcorp-br.com²
Danilo Alves de Arruda danilo.arruada@sinimplante.com.br²
Francisco Pereira Leite francisco.leite@amgcorp-br.com²

¹Faculdade Politécnica de Jundiaí

Rua do Retiro, 3000 – Jd. Retiro, CEP 13209-002 – Jundiaí - SP

²SIN – Sistema de Implantes Nacional

Av. Vereador Abel Ferreira, 1100 – Jd. Anália Franco, CEP 03340-000 – São Paulo – SP.

³ Universidade Nove de Junho

Rua Guaranésia, 425 – Vila Maria, CEP 03340-000 – São Paulo – SP.

Resumo: O aço inoxidável é um dos principais materiais empregados na fabricação de instrumentais cirúrgicos dentro da implantodontia, devido à combinação de propriedades mecânicas adequadas e elevada resistência a corrosão. Este trabalho apresenta um estudo de instrumentais cirúrgicos dentro da implantodontia com o propósito de determinar as causas de falha em chave digital hexagonal, composta por uma haste de aço inoxidável martensítico (M340) e o conjunto de tambor e arruela de aço inoxidável austenítico (ABNT 303), por meio do estudo de superfície de fratura. O objetivo principal deste estudo é identificar a presença de trincas e outros sinais que auxiliem na determinação da causa de falha do produto. A metodologia empregada nesta pesquisa é de caráter exploratório, foi desenvolvida, a partir de ensaios metalográficos e microscópio eletrônico de varredura. Os resultados apresentados servirão de referência para futuras pesquisas relacionadas à implantodontia.

Palavras-chave: mecânica da fratura, aço inoxidável, resistência mecânica

1. INTRODUÇÃO

Os aços inoxidáveis têm sido amplamente empregados como instrumentais cirúrgicos por meio século, as chaves odontológicas são importantes instrumentais cirúrgicos que têm a função de fixar as próteses sob implante. Os aços inoxidáveis martensíticos, mediante tratamento térmico adequado, combinam elevada dureza/resistência mecânica com boa resistência à corrosão.

A microestrutura ideal desses aços deve ser 100% martensítica e isenta de ferrita delta, já que esta fase, que se forma durante a solidificação, reduz a resistência mecânica, por ser bem menos dura que a martensítica revenida^[1,2].

Para materiais de engenharia, são possíveis dois modos de fratura: dúctil e frágil. A classificação está baseada na habilidade de um material em experimentar deformação plástica. Os materiais dúcteis exibem tipicamente uma deformação plástica substancial com grande absorção de energia antes da ocorrência da fratura. Por outro lado, existe normalmente pouca ou nenhuma deformação plástica com baixa absorção de energia acompanhando uma fratura frágil^[3].

A resistência à fratura de um material sólido é uma função das forças de coesão que existem entre átomos. Com base nisto, a resistência coesiva teórica de um sólido elástico frágil foi estimada como sendo de aproximadamente E/10, onde E representa o módulo de elasticidade^[3].

O efeito de um fator de concentração de tensões é mais significativo em materiais frágeis do que em materiais dúcteis. Para um material dúctil, a deformação plástica acontece quando a tensão máxima excede o limite de escoamento. Isso leva a uma distribuição mais uniforme das tensões na vizinhança do fator de concentração de tensões e ao desenvolvimento de um fator de concentração de tensões máximo, que é menor do que o valor teórico. Já a fratura frágil irá resultar quando, com a aplicação de uma tensão de tração, a resistência à tração teórica do material é excedida na extremidade de um desses defeitos. Isso leva à formação de uma trinca que então se propaga rapidamente.

Este trabalho apresenta um estudo de instrumentais cirúrgicos dentro da implantodontia com o propósito de determinar as causas de falha em chave digital hexagonal, composta por uma haste de aço inoxidável martensítico

(M340) e o conjunto de tambor e arruela de aço inoxidável austenítico (ABNT 303), por meio do estudo de superfície de fratura. O objetivo principal deste estudo é identificar a presença de trincas e outros sinais que auxiliem na determinação da causa de falha do produto.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia empregada nesta pesquisa científica de caráter exploratório foi desenvolvida, a partir de pesquisas bibliográficas e testes experimentais.

Como se trata de um instrumental cirúrgico, conforme Fig. (1), a amostra foi inicialmente limpa e higienizada para remoção de qualquer contaminação biológica. A limpeza da amostra foi feita com álcool etílico em ultrassom por 10 minutos, a amostra foi introduzida no microscópio eletrônico de varredura (MEV), da marca Joel Scanning Electron Microscope – JSM – 6390LV e teve sua superfície analisada por meio de imagens formadas por elétrons secundários, operando a 20KV.

As imagens obtidas foram analisadas buscando a identificação de trincas e outros defeitos.

A amostra foi submetida a ensaio de dureza superficial Rockwell na escala C. Para medição de dureza superficial Rockwell foi utilizado um durômetro de bancada Pantec modelo RASN/RS e empregada uma carga de 15 kgf. Foram realizadas no corpo de prova 5 medidas, a partir das quais obteve-se um valor médio de dureza superficial Rockwell (HRC). Utilizou-se um penetrador de diamante do tipo cone com 120° ,

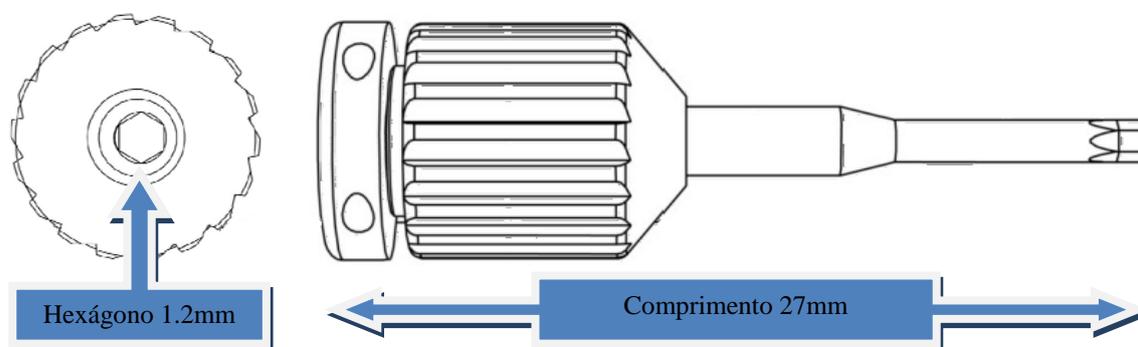


Figura 1 – Dimensões da chave digital hexagonal.

2.1. 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 (NBR 5601), que é um aço-cromo martensítico utilizado principalmente em instrumentais cirúrgicos e dentários, peças de máquinas, moldes para plástico e indústria de vidro.

Na Tab. (1) é apresentada a composição química do aço inoxidável M340 ^[4].

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 mecanismo 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.

A Tab. (2) é apresentada as principais propriedades mecânicas do aço inoxidável M340.

Tabela 2. Propriedades mecânicas do aço inoxidável M340.

Material	Resistência a Tração (min.) MPa	Limite de Escoamento (min.) MPa	% Alongamento (min.)
M340	665	350	20

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Fig. (2) é mostrada uma visão geral da peça com fratura.

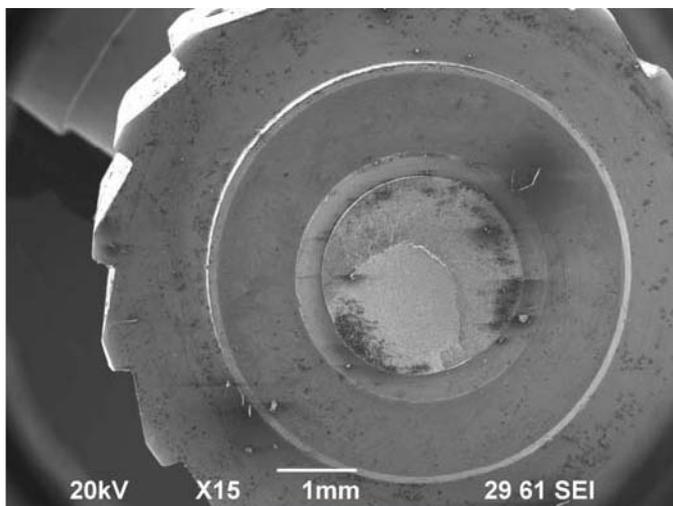


Figura 2 – Chave digital hexagonal com fratura.

A Fig. (3) é mostrada a região de trinca com um aumento de 50x.

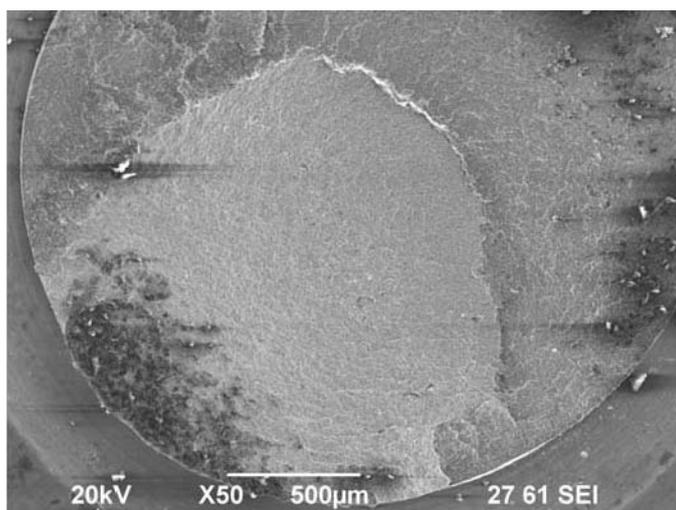


Figura 3 – Região da trinca.

Analisando-se a superfície de fratura através do microscópio eletrônico de varredura (MEV), pode-se constatar que as regiões próximas à borda (indicadas por “A” na Fig. (4)) apresentam aspecto de fratura frágil intergranular, enquanto a região central possui características de fratura dúctil (indicadas por “B” na Fig. (5)).

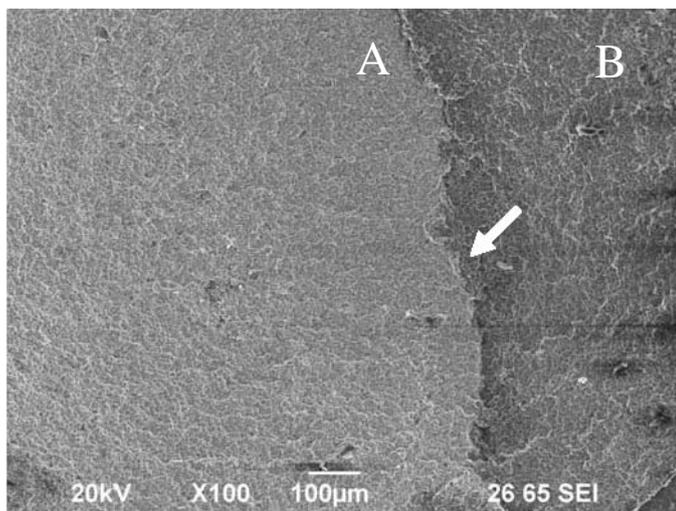


Figura 4 – Aspecto de fratura intergranular.

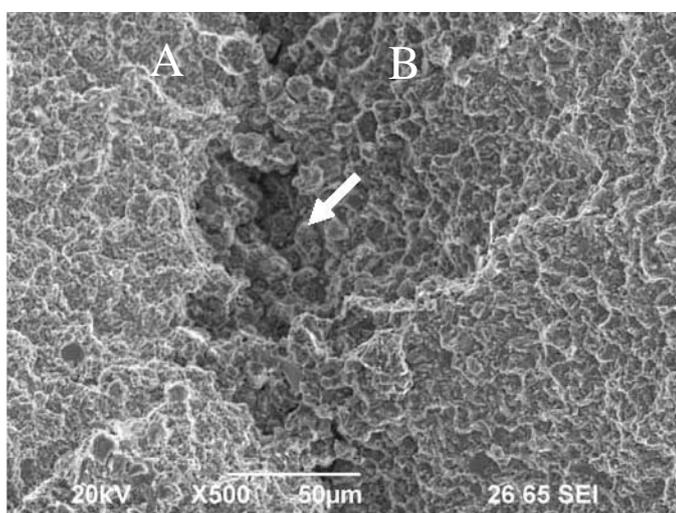


Figura 5 – Região da trinca.

Os valores de dureza Rockwell C obtidos no ensaio de dureza são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Resultados de dureza na chave digital hexagonal.

Amostra	Rockwell C (HRC)
1	48
2	46
3	50
4	48
5	50
<i>Desvio Padrão</i>	<i>1,50</i>
<i>Média</i>	<i>48,4</i>

O valor médio obtido das medições de dureza da amostra foi 48,4HRC.

4. CONCLUSÕES

Verificou-se a presença de uma trinca extensa na haste, que pode ter sido causada por tensões acumuladas durante o processo de conformação mecânica deste produto.

As imagens mostram uma microestrutura constituída de martensita e austenita retida. Observa-se também a presença de contornos de grãos.

Na imagem do detalhe de fratura (Fig. 5), é possível notar que a quebra ocorreu preferencialmente nos contornos de grãos, caracterizando assim uma fratura frágil.

Estamos desenvolvendo novas formas para tratar termicamente estes produtos, com o objetivo de minimizar a falha em campo. E todo o processo de fabricação foi avaliado e melhorado para evitar futuros problemas relacionado a falha.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao INEPO – Instituto Nacional de Experimentos e Pesquisas Odontológicas e a SIN – Sistema de Implante por terem fornecido as amostras, as instalações e equipamentos necessários à realização deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Schafer, L. – Influence of delta ferrite and dendritic carbides on the impact and tensile properties of martensitic chromium steel. *Journal of Nuclear Materials*, 258 – 263, 1998, 1336 – 1339.
- [2] Thomson, R.C.; Badeshia, H.K.D.H. – Carbide precipitation in 12Cr1MoV Power plant steel, *Metallurgical Transactions A*, v.23A, April, 1992, . 1171 – 1179.
- [3] William D. Callister, Jr. *Ciência e Engenharia de Materiais*. Editora LTC, quinta edição, 2002.
- [4] Aços especiais BOHLER. Ficha técnica do aço M340 ISOPLAST – edição 03 junho de 2005.
- [5] ASTM E 140-02 – Standard Hardness conversion tables for metals relationship Among Brinell Hardness, Rockwell Hardness, Superficial Hardness, Knoop Hardness and Scleroscope Hardness.
- [6] NBR 5601 Aços Inoxidáveis – classificação por composição química.
- [7] CALLISTER, W.D. *Materials science and engineering: an introduction*. 5. Ed. New York: John Willey and Sons, 1999.
- [8] VAN VLACK, L. H. *Princípio de ciências e tecnologia dos materiais*. São Paulo, SP: Campos, 1988.

DETERMINING THE CAUSE OF FAILURE TO VEHICLES IN SURGICAL IMPLANTODONTICS

Ciuccio, Ricardo Luiz rciuccio@hotmail.com¹

Jacomini Filho, Athos athosjf@gmail.com²

Rubens Vieira Quadrelli rqua10@hotmail.com³

Rafael Lira rafael.lira@amgcorp-br.com²

Danilo Alves de Arruda danilo.arruada@sinimplante.com.br²

Francisco Pereira Leite francisco.leite@amgcorp-br.com²

¹Faculdade Politécnica de Jundiaí

Rua do Retiro, 3000 – Jd. Retiro, CEP 13209-002 – Jundiaí - SP

²SIN – Sistema de Implantes Nacional

Av. Vereador Abel Ferreira, 1100 – Jd. Anália Franco, CEP 03340-000 – São Paulo – SP.

³ Universidade Nove de Junho

Rua Guaranésia, 425 – Vila Maria, CEP 03340-000 – São Paulo – SP.

Abstract. *Stainless steel is one of principals materials used in the manufacture of surgical instruments inside the implant, due to the combination of mechanical properties and high resistance to corrosion. This trabalho presents a study of surgical instruments inside the implant in order to determine the causes of failure in key digital hexagonal, rod made by a martensitic stainless steel (M340) and the barrel assembly and washer austenitic stainless steel (ABNT 303) through the study of fracture surface. The objective of this study is to identify the presence of cracks and other signs that may help in determining the cause of product failure. The methodology used in this research is exploratory, was developed from tests metallographic and scanning electron microscope. The results presented serve as a reference for future research related to implantology.*

Keywords: *fracture mechanics, stainless steel, mechanical strength.*