

AVALIAÇÃO DE CINCO PARAFUSOS DE INTERMEDIÁRIOS PROTÉTICOS IMPLANTODÔNTICOS SUBMETIDOS AO TESTE INDUSTRIAL DE CORROSÃO SALT-SPRAY.

EVALUATION OF FIVE SCREW ABUTMENTS AFTER SALT SPRAY INDUSTRIAL CORROSION TEST.

* ANTONIO RICARDO CALAZANS **DUARTE**; ** WELLINGTON CARDOSO **BONACHELA**; *** ARCELINO FARIAS **NETO**; **** MIGUEL **LEANDRO**;

*Professor Doutor de Prótese da Faculdade de Odontologia da UFRN

**Professor Doutor do Departamento de Prótese da Faculdade de Odontologia da FOB-USP.

***Especialista em Prótese Dentária (FOB-USP), aluno de Pós-graduação (Nível Mestrado) em Periodontia e Prótese Dentária (UFRN).

****Especialista em Prótese Dentária, aluno de Pós-graduação (Nível Mestrado) em Periodontia e Prótese Dentária (UFRN)

Endereço para correspondência: Antonio Ricardo Calazans Duarte
Faculdade de Odontologia – UFRN, Avenida Salgado Filho, 1787 – Lagoa Seca – Natal – RN.
E-mail : saudeoral@yahoo.com.br

RELEVÂNCIA CLÍNICA

A necessidade de um maior conhecimento acerca do processo de corrosão que ocorre nas ligas de titânio de uso odontológico torna esse ensaio laboratorial de significativa relevância clínica, visto que a degradação dos parafusos de fixação dos intermediários implantodônticos poderia levar a falhas protéticas.

RESUMO

Neste trabalho “in vitro” foi realizado um ensaio de corrosão, chamado Teste Industrial de Corrosão – Salt Spray, onde foram avaliados 05 parafusos de fixação de intermediários isolados, das marcas comerciais Conexão®, Emfils®, INP®, SIN® e Titanium Fix®, durante um período de 1152 horas, por 48 dias. Durante este período os parafusos permaneceram em condições ótimas para desenvolvimento de processo corrosivo, ou seja, em contato com cloreto de sódio, na forma de névoa úmida, com temperatura e pressão controlada (Normas ABNT NBR 8094 e ASTM B117). Para a análise dos resultados foram utilizadas análises visuais, duas vezes por dia e a espectroscopia por difusão de energia, como também a microscopia eletrônica de varredura. Baseados nos resultados obtidos, os autores concluíram que os parafusos para intermediários do tipo cônico das cinco marcas comerciais participantes do estudo não apresentaram indícios de atividade corrosiva ao Teste Industrial de Corrosão “Salt-spray”.

PALAVRAS-CHAVE: implantes dentários, titânio, corrosão.

ABSTRACT

In this in vitro study, it was accomplished a corrosion assay called Salt Spray Industrial Corrosion Test. Five screw abutments (Conexão®, Emfils®, INP®, SIN® and Titanium Fix®) were assessed for 1152 hours (48 days). During this period the screws remained under optimal conditions for developing the corrosion process, that is, in contact with sodium chloride, in the form of a moist mist, under controlled temperature and pressure, according to ABNT NBR (Brazilian Association of Technical Norms) 8094 norm and ASTM (American Society for Testing and Materials) B117 norm. The results were analyzed visually twice a day, by diffusion spectroscopy and under scanning electron microscope. The results indicated that the conical-shaped screws for abutments of the five commercial brands that took part in the study showed no sign of corrosive activity, when using the salt-spray industrial test.

KEYWORDS: dental implants, corrosion, titanium.

INTRODUÇÃO

O meio bucal é um excelente condutor para a formação de produtos de corrosão, pois além da umidade, oferece condições de temperatura continuamente sujeitas a oscilações, os alimentos e líquidos ingeridos possuem uma ampla variação de pH e ácidos são liberados durante a decomposição destes alimentos¹⁻³. Em 1936, Lain e Caughron⁴ já teciam comentários e enfatizavam preocupações sobre o chamado, à época, de fenômeno eletro-galvânico da cavidade oral, causado pelo contato entre restaurações metálicas diferentes. Este foi caracterizado por dor aguda quando as superfícies metálicas umedecidas pela saliva entravam em contato, formando um curto-circuito de baixa intensidade. Wirz⁵ (2000) descreveu o processo de corrosão biológica, chamando a atenção para os sintomas subjetivos e objetivos do que o mesmo denominou de “Síndrome da Corrosão”.

Alguns metais, como o titânio, são resistentes à corrosão devido à sua própria “nobreza”. Esta é apresentada pela formação de uma camada de óxido superficial e protetora, originada a partir do contato do metal com o oxigênio, sendo responsável pela sua resistência à corrosão e biocompatibilidade^{6,7}. Assim, várias ligas de titânio são empregadas na confecção de implantes, sendo a mais utilizada a Ti-6Al-4V, que apresenta as seguintes propriedades: excelente biocompatibilidade; resistência à corrosão em meios eletrolíticos; baixa massa específica; alta ductilidade; baixa condutibilidade térmica; resistência mecânica clinicamente eficiente; densidade menor do que as ligas de ouro, Ni-Cr e Co-Cr; microdureza favorável e baixo custo^{8,9}.

Embora pesquisas mostrem que o titânio possui propriedades que o tornam resistente à corrosão, em meios eletrolíticos como o ambiente intra-oral, alguns elementos constituintes das ligas das quais são confeccionados os parafusos protéticos os tornam susceptíveis a este processo. Estudos mostram que agentes ácidos fluoretados, como

aqueles presentes nos dentífricos e géis profiláticos, podem ser agressivos à superfície de titânio¹⁰⁻¹⁴, interferindo em suas propriedades mecânicas, com diminuição da dureza e da resistência à fadiga^{11,15}. O cloreto de sódio (NaCl), presente tanto na saliva quanto nos dentífricos, também demonstrou potencial corrosivo^{1,16}.

Falhas protéticas são comuns nas reabilitações implanto-suportadas, sejam unitárias, parciais ou totais, principalmente referentes à estabilidade do parafuso de fixação, que une o intermediário ao implante, ou do parafuso de retenção, que une a prótese ao intermediário¹⁷. A incidência de falha por afrouxamento dos parafusos varia entre 1% e 40% dos casos¹⁸. Sob a perspectiva biomecânica, o afrouxamento ou fratura do parafuso têm sido atribuídos à perda de passividade da adaptação da infra-estrutura protética¹⁹, à excessiva carga das próteses relativas ao comprimento e número de implantes¹⁹, aos hábitos parafuncionais e discrepâncias oclusais, aos componentes materiais³, à fadiga do metal³, ao micromovimento durante a função, devido ao desajuste dos componentes, ao torque aplicado e a pré-carga⁹. Atualmente, também se tem relacionado tal fenômeno com o processo de corrosão, causado possivelmente pela percolação de fluidos orais^{20,21}. Sabe-se que esta percolação de fluidos é possível, visto que bactérias podem ser encontradas no interior de implantes previamente esterilizados e selados após algum tempo de imersão em meio de cultura²².

Assim, diante da possibilidade de falha protética por afrouxamento do parafuso, a hipótese de corrosão das ligas de titânio em ambiente intra-oral torna-se preocupante. Portanto, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a condição da superfície de parafusos de fixação para intermediários implantodonticos do tipo cônico, de 5 marcas nacionais, submetidos ao teste industrial de corrosão “salt spray”.

MATERIAL E MÉTODOS

A amostra foi composta de 10 parafusos de fixação de intermediários de implantes, sendo dois de cada uma das marcas comerciais participantes, divididos em grupos teste e controle. A seleção foi realizada através de solicitação direta aos fabricantes nacionais, tendo cinco deles atendido ao pedido: Conexão® - Sistema de Prótese, Emfils® - Comércio de Produtos Odontológicos, Inp® - Sistema Inp, Sin® - Sistema de Implantes Nacional e Titanium Fix® - As Technology.

O teste industrial de corrosão, denominado "salt spray", foi realizado no interior de uma câmara úmida de névoa salina, no Aparelho para Testes Industriais de Corrosão (modelo USC-MP-02/2002, Bass Equipamentos Ltda., Barueri/SP). Tal equipamento foi disponibilizado no Centro de Caracterização e Desenvolvimento de Materiais (CCDM, UFSCar/UNESP, São Carlos/SP), laboratório credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para análise de materiais. As características do ensaio obedeceram às normas B11723, da ASTM (American Society for Testing and Materials), e NBR 809424, da ABNT.

Os parafusos foram codificados e presos com um fio de teflon, em ordem aleatória não conhecida pelo pesquisador, e levados à câmara úmida, à temperatura de $35 \pm 20^\circ\text{C}$, com vapor intermitente, contendo de 5 a 6 % de NaCl e pH variando de 6,5 a 7,2. Eles permaneceram na câmara úmida por 48 dias, num total correspondente a 1.152

horas. Durante esse período, técnicos do CCMD realizaram duas verificações diárias, no início da manhã e no final da tarde, por meio de análise visual, seguindo-se as normas de padronização anteriormente citadas. Após o desafio corrosivo, os parafusos foram retirados da câmara úmida e levados a um aparelho de ultra-som (Pro-sonic 300, Sultam, Brasil) para limpeza submersos em água deionizada por 15 minutos e mais 05 minutos, em acetona. Ao serem removidos do ultra-som, foram secos em papel absorvente, montados no porta-amostras e levados ao microscópio eletrônico de varredura (MEV) para a realização da análise por espectroscopia por dispersão de energia (EDS), com o intuito de ter-se uma noção qualitativa dos componentes metálicos das ligas.

RESULTADOS

Não foram detectados, através da análise visual, sinais que evidenciassem a presença de corrosão durante todo o período do estudo em nenhuma das amostras. Porém, a partir de fotomicrografias por MEV, observou-se a presença de partículas nas roscas dos parafusos submetidos ao teste de corrosão (Figuras 1 e 2). Entretanto, à análise por EDS não se encontrou nenhum componente químico que estivesse relacionado com o processo de corrosão. Tais partículas, na verdade, tratavam-se de partículas de cloreto de sódio, que é utilizado em forma diluída, formando os vapores que banham as amostras, não sendo indicativo, portanto, de atividade corrosiva.

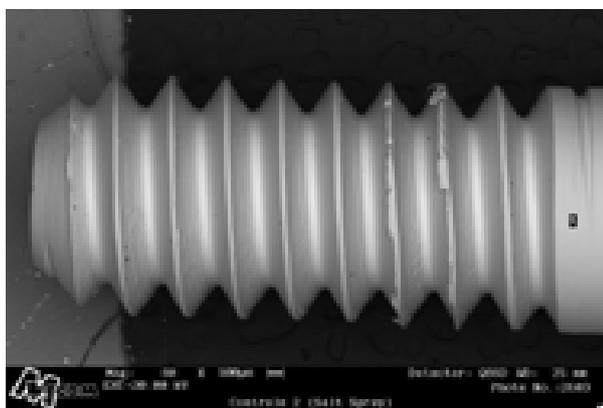


Figura 1 - Fotomicrografia, obtida em MEV (80X), mostrando as roscas do parafuso (Grupo Controle).

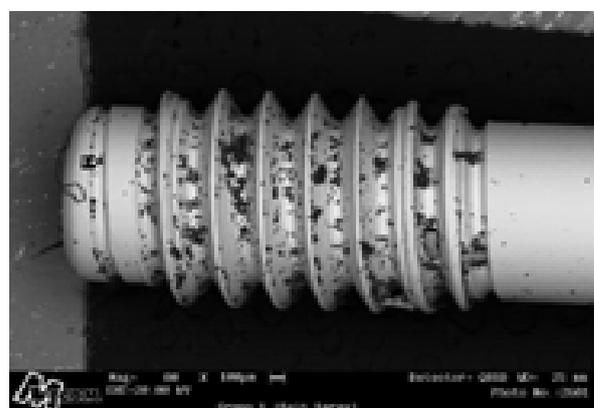


Figura 2 – Fotomicrografia (80 X) das roscas de um parafuso que participou do ensaio "salt spray". As partículas de NaCl aderidas à superfície do parafuso não são indicativo de corrosão.

DISCUSSÃO

O crescente uso de fluoretos como método preventivo, seja através da aplicação pelo profissional ou uso diário através de dentifrícios e soluções, trás uma nova preocupação para os pacientes reabilitados com implantes. Vários estudos mostram que os fluoretos podem ser agressivos a superfície de titânio, variando seu poder corrosivo de acordo com o pH e concentração¹⁰⁻¹⁴. De acordo com Reclaru e Meyer¹² o flúor seria a única substância capaz de causar dano a camada de óxido protetora que recobre a superfície deste metal. Entretanto, Zavanelli et al.¹ encontraram efeitos negativos após ensaio de corrosão mesmo na ausência de flúor. Os autores avaliaram a sobrevida do titânio comercialmente puro (CP) e da liga de titânio Ti-6Al-4V com relação à fadiga e ensaio de corrosão, utilizando 02 soluções eletrolíticas (saliva artificial e saliva artificial fluoretada) e um grupo controle (ar e temperatura ambiente). Comparando-se o número de ciclos experimentados pelos espécimes, os que participaram do grupo com saliva artificial alcançaram a metade do grupo controle, e o grupo com saliva artificial fluoretada experimentou um terço da carga cíclica observada para o grupo controle. Tal resultado foi inconsistente com o encontrado neste e em outros trabalhos, provavelmente devido à diferença entre as metodologias empregadas na análise da presença de corrosão.

Neste estudo buscou-se avaliar o processo de corrosão eletroquímica e por cloretos sobre a superfície dos parafusos de titânio para intermediários implantodônticos, não se observando sinais de atividade corrosiva após teste "salt spray" através de análise visual e por EDS (Figuras 1 e 2). Resultados semelhantes foram encontrados em outros estudos^{16,25}. Kuphasuk et al.¹⁶ avaliaram o comportamento eletroquímico do titânio comercialmente puro e da liga Ti-6Al-4V e observaram, quando em solução de Ringer (alto teor de NaCl) e sob condições fisiológicas, ausência de qualquer componente químico relacionado à corrosão através da análise EDS. Souza et al.²⁵ também não encontraram sinal de atividade corrosiva na liga Ti-6Al-4V sob as mesmas condições. Estes achados estão de acordo com Reclaru e Meyer¹², que afirmam que o flúor seria o único elemento capaz de causar corrosão ao titânio e suas ligas.

Como a variável principal deste estudo foi o processo de corrosão que poderia ser causado aos parafusos, utilizou-se parafusos fabricados por uma mesma liga metálica, no caso a liga de titânio Ti-6Al-4V. Pôde-se constatar, através da análise visual realizada pelos técnicos do CCDM, segundo

as normas B11723, da ASTM, e NBR 809424, da ABNT, que todas as amostras responderam bem ao teste "salt spray", que reúne condições ótimas para o desenvolvimento do processo de corrosão eletroquímica e por cloretos. Uma única diferença entre os grupos teste e controle foi encontrada na análise por EDS, onde se identificou partículas de NaCl agregadas à superfície dos parafusos submetidos ao teste de corrosão. Todavia, o cloreto de sódio é utilizado em forma diluída, formando os vapores que banham as amostras, não sendo indicativo, portanto, de atividade corrosiva (Figuras 1 e 2). Dessa forma, tais parafusos deverão apresentar um comportamento bastante satisfatório frente ao desafio corrosivo presente no meio intra-oral sob condições fisiológicas e na ausência de alta concentração de flúor.

Tal resultado, entretanto, não se revelou surpreendente, pois os materiais enviados para avaliação semelhante junto ao CCDM são presos com fios de titânio antes de serem levados à câmara úmida. Apesar disso, existia a necessidade de se estudar o comportamento da liga de titânio da qual são confeccionados os parafusos, bem como os próprios parafusos que vão para o ambiente intra-oral, frente ao desafio corrosivo. Apesar de suas limitações, por tratar-se de um ensaio laboratorial, os resultados desse trabalho são de significativa relevância clínica, diante da necessidade de um maior conhecimento acerca do processo de corrosão que pode ocorrer nas ligas de titânio de uso odontológico e das falhas protéticas decorrentes desse processo.

CONCLUSÃO

Os parafusos de liga de titânio (Ti-6Al-4V) para intermediários do tipo cônico das cinco marcas comerciais participantes do estudo se portaram aceitáveis frente ao teste industrial de corrosão "salt spray", não apresentando indícios de atividade corrosiva.

REFERÊNCIAS

1. Zavanelli RA et al. Corrosion-fatigue life of commercially pure titanium and Ti-6Al-4V alloys in different storage environments. *J Prosthet Dent.* 2000; 84 (3): 274-9.
2. Siirilä HS, Kónönen M. The effect of oral topical fluorides on the surface of commercially pure titanium. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1991; 6 (1): 50-4.

3. Nakagawa M et al. Effect of fluoride concentration and pH on corrosion behavior of titanium for dental use. *J Dent Res.* 1999; 78 (9): 1568-72.
4. Lain ES, Caughron GS. Electro galvanic phenomena of the oral cavity caused by dissimilar metallic restorations. *J Am Dent Assoc.* 1936; 23: 1641-52.
5. Wirz J. Biological dental prosthetics. In: Wirz J, Hoffman A. *Eletroforming in restorative dentistry: new dimensions in biologically based prosthesis.* Munique: Quintessence, 2000.
6. Anusavice KJ. *Phillips materiais dentários.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
7. Wolyneć S. *Técnicas eletroquímicas em corrosão.* São Paulo: EDUSP, 2003. 166p.
8. Wang RR, Fenton A. Titanium for prosthodontic applications: a review of the literature. *Quintessence Int.* 1996; 27 (6): 401-8.
9. Davis JR et al. *Metals handbook: desk edition.* Ohio: ASTM, 2003.
10. Probst L et al. Effect of fluoride prophylactic agents on titanium surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992; 7 (3): 390-4.
11. Toumelin-Chemla F, Rouelle F, Burdairon G. Corrosive properties of fluoride-containing odontologic gels against titanium. *J Dent.* 1996; 24 (2): 109-15.
12. Reclaru L, Meyer JM. Effects of fluorides on titanium and other dental alloys in dentistry. *Biomaterials* 1998; 19 (1-3): 85-92.
13. Schiff N, Grosogeat B, Lissac M, Dalard F. Influence of fluoride content and pH on the corrosion resistance of titanium and its alloys. *Biomaterials* 2002; 23 (9): 1995-2002.
14. Lindholm-Sethson B, Ardlin BI. Effects of pH and fluoride concentration on the corrosion of titanium. *J Biomed Mater Res A.* 2008; 86 (1): 149-59.
15. Koike M, Fuji, H. The corrosion resistance of pure titanium in organic acids. *Biomaterials* 2001; 22 (21): 2931-2936.
16. Kuphasuk C et al. Electrochemical corrosion of titanium and titanium-based alloys. *J Prosthet Dent.* 2001; 85 (2): 195-202.
17. Goodacre CJ, Bernal G, Rungcharassaeng K, Kan JYK. Clinical complications with implants and implant prostheses. *J Prosthet Dent.* 2003; 90 (2): 121-32.
18. Henry PJ et al. Osseointegrated implants for single-tooth replacement: a prospective 5-year multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1996; 11 (4): 450-5.
19. Adell RU et al. A 15-years study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg.* 1981, 10:387-416.
20. Duarte ARC. Avaliação de torque e destorque em parafusos de titânio utilizados como elementos de fixação de intermediários submetidos à corrosão em saliva artificial e solução aquosa de dentifrício fluoretado. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo – FOB-USP. 2005.
21. Sartori R. Análise de corrosão e fratura de implantes/componentes protéticos de titânio comercialmente puro, após serem submetidos a ciclos de fadiga em um meio fluoretado com diferentes pH. Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista – Unesp. 2006.
22. Duarte ARC et al. In Vitro Sealing Ability of Two Materials at Five Different Implant-Abutment Surfaces. *J Periodontol.* 2006; 77 (11): 1828-1832.
23. American Society for Testing and Materials. Standard specification no B 117, for Salt Spray (FOG) Testing: In: *ASTM Book of standards.* Philadelphia: American Society for Testing and Materials, 1975.
24. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 8094 - Material metálico revestido e não revestido: corrosão por exposição a nevoa salina. Rio de Janeiro, ABNT, 1983.
25. Souza MEP, Lima L, Lima CRP, Zavaglia CAC, Freire CMA. Effects of pH on the electrochemical behavior of titanium alloys for implant applications. *J Mater Sci Mater Med.* Publicado online em 06/11/2008.