

CARACTERIZAÇÃO MAGNÉTICA DO AÇO INOXIDÁVEL AISI 444 PARA APLICAÇÕES ODONTOLÓGICAS

Rogério Albuquerque Marques¹, Eurico Felix Pieretti^{1*}, Ramon Valls Martin²,
Maurício David Martins das Neves¹, Isolda Costa¹

¹ Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)

Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 - Cidade Universitária – 05508-000, São Paulo, Brazil

² Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)

Av. Prof. Almeida Prado, 532 - Cidade Universitária – 05508-901 - São Paulo, Brazil

* efpieretti@usp.br

Resumo

Os aços inoxidáveis ferríticos vêm sendo empregados na Odontologia para estabilizar próteses dentárias e faciais removíveis, bem como para fabricação de bráquetes ortodônticos. O sistema de conexão magnética para próteses consiste em uma unidade de retenção composta por duas partes que se unem devido ao campo de atração. A força de retenção magnética está diretamente relacionada à saturação de magnetização que, por sua vez, depende diretamente da quantidade de ferro e elementos de liga que evitam a formação de fase austenítica (não magnética). O presente trabalho utilizou o aço inoxidável ferrítico AISI 444, que apresenta baixo teor de níquel, baixos teores de intersticiais (C e N) e elementos de liga formadores de carbonetos (Ti e Nb). Este biomaterial foi caracterizado quanto à sua força de atração magnética, no intuito de assegurar sua utilização e recomendá-lo para a fabricação de conectores protéticos ferromagnéticos.

Os resultados demonstram que este biomaterial possui porcentagens de ferro próximas a 77,80% e valor médio da força de atração magnética de 4, 7743 kgf/cm².

Palavras-chave: biomateriais, aço inoxidável ferrítico, magnetismo, odontologia.

INTRODUÇÃO

Os objetivos tradicionais da odontologia reparadora têm sido refinados em função da crescente demanda por trabalhos mais estéticos e duradouros. Esta odontologia reparadora busca o restabelecimento da função mastigatória, total ou parcialmente comprometida, devido à perda de elementos dentais. Dentre as inúmeras técnicas reparadoras, podem-se citar as restaurações diretas e indiretas, próteses totais, parciais, removíveis e, mais recentemente, as próteses sobre implantes.

Seja qual for a técnica de reparação dental, sempre se prima pelo conforto do paciente, causando a menor agressão possível aos dentes remanescentes. Visando este conforto e também a preservação dos elementos dentais, ímãs vêm sendo empregados há muitos anos como método de retenção de próteses. O uso de ímãs com o objetivo de melhorar a função de próteses totais bimaxilares foi noticiado por Winkler (1), posicionando os pólos magnéticos iguais na parte superior e inferior das próteses. Como os pólos magnéticos iguais se repelem, quando o paciente fechava a boca, a repulsão entre as próteses as comprimia contra a fibromucosa gengival, melhorando a fixação. Alguns pesquisadores (2,3) utilizaram-se do princípio da atração magnética, ao invés da repulsão, e obtiveram melhor fixação das próteses. O princípio da atração magnética é baseado na interação mútua entre dois ímãs, ou um ímã e um material ferromagnético. O conjunto formado pelo ímã e um conector protético feito de material ferromagnético é denominado na Odontologia como um sistema de conexão magnética.

Além dos conectores magnéticos, também são utilizados na Odontologia conectores por retenção mecânica, baseados no princípio de fixação por atrito ou pressão entre os componentes. Comparando com os sistemas de próteses por retenção mecânica, a retenção magnética apresenta as vantagens:

- A superfície plana entre o ímã e o conector protético permite rotação durante a função, o que reduz a transmissão de forças laterais prejudiciais ao implante, ao dente e ao osso ao redor, resultando em um melhor prognóstico protético (4).
- Ímãs tendem a ser mais facilmente posicionados na prótese do que outros conectores, já que o alinhamento longitudinal não é crítico (5).

Como principais desvantagens podem ser citados o custo relativamente alto para os padrões nacionais e a baixa resistência à corrosão dos ímãs de NdFeB (6).

Na busca por um maior acesso dos pacientes aos sistemas magnéticos, uma redução nos custos de fabricação dos componentes se faz necessária. Os conectores protéticos ferromagnéticos fabricados, em sua maioria, com ligas nobres de paládio-cobalto-gálio-platina (liga EFM) ou em aço inoxidável ferrítico com elevada resistência à corrosão em meio bucal (AUM20), representam cerca de 60% do custo dos componentes instalados sobre implantes.

O presente trabalho caracterizou, quanto à força de atração magnética, o aço inoxidável ferrítico AISI 444, que apresenta baixo teor de níquel, baixos teores de intersticiais e elementos de liga formadores de carbonetos (Ti e Nb).

METODOLOGIA

Foram preparadas amostras do aço inoxidável ferrítico AISI 444 (Arcelor Mittal Inox, Brasil), de composição química apresentada na Tabela 1. Utilizou-se uma balança digital (Quimis modelo BG 2000), sobre a qual se colocou um suporte para fixação das amostras. Posicionou-se sobre a balança um mecanismo para tração contendo um ímã de NdFeB, que foi ajustado até se obter contato com a amostra do aço. Desta forma, acionou-se o mecanismo de tração e monitorou-se o decréscimo de massa. Este decréscimo de massa representa o quanto a força de atração magnética foi capaz de diminuir o peso da amostra mais suporte, antes de ocorrer a separação dos componentes. Foram obtidas cinco leituras, sendo os valores normalizados pela área de contato (0,138 cm²) e expressos em gf/cm².

Tabela 1 - Composição química (% em massa) do aço inoxidável AISI 444.

Cr	Ni	Mo	Mn	Si	Nb	Ti	N	S	C	Fe
17,5	0,17	1,81	0,11	0,4	0,17	0,14	-	0,001	0,009	bal.

RESULTADOS

Analisando-se o aço inoxidável ferrítico AISI 444 pode-se compreender que a força de retenção magnética está diretamente relacionada à saturação de magnetização que, por sua vez, depende diretamente da quantidade de ferro e elementos de liga que evitam a formação de fase austenítica (não magnética). Este material possui porcentagens de ferro próximas a: 77,80% e a estrutura cristalina

predominantemente ferrítica (magnética) à temperatura ambiente (7). A força de atração magnética para o aço inoxidável ferrítico AISI 444 apresentou um valor médio de 4,7743 kgf/cm², o que possibilita o seu emprego em dispositivos dentários com conexões magnéticas.

CONCLUSÕES

O aço inoxidável ferrítico AISI 444 vem sendo proposto na literatura como um possível biomaterial, especialmente para a fabricação de conectores protéticos ferromagnéticos. Os resultados de caracterização magnética indicam que este biomaterial pode ser usado para implantes e próteses odontológicas com fixação magnética.

REFERÊNCIAS

- (1) WINKLER, S. The effectiveness of embedded magnets on complete dentures during speech and mastication: a cineradiographic study, *Dent Digest*, v. 73, p. 118-25, 1967.
- (2) FEDERICK, D.R. A magnetically retained interim maxillary obturator, *J Prosthet Dent*, v. 36, p. 671-673, 1976.
- (3) JACKSON, T.R.; HEALEY, K.W. Rare earth magnetic attachments: the state of the art in removable prosthodontics. *Quint. Int.*, v.18, p. 41-51, 1987.
- (4) SAYGILI, G.; SAHMALI, S. Retentive forces of two magnetic systems compared with two precision attachments. *J Oral Sci*, v. 40, n. 2, p. 61-4, 1998.
- (5) WALMSLEY, A.D. Magnetic Retention in Prosthetic Dentistry. *Dent. Update*, v. 29, p. 428-33, 2002.
- (6) KITSUGI, A.; OKUMO, O.; NAKANO, T.; HAMANAKA, H.; KURODA, T. The corrosion behavior of NdFeB and Sm Co Magnets. *Dent Mat J*, v. 11, n. 2, p. 119-29, 1992.
- (7) MARQUES, R. A.; ROGERO, S. O.; TERADA, M.; PIERETTI, E. F.; COSTA, I.; Localized Corrosion Resistance and Cytotoxicity Evaluation of Ferritic Stainless Steels for Use in Implantable Dental Devices with Magnetic Connections, *Int. J. Electrochem. Sci.*, v. 9, p. 1340-1354, 2014.

MAGNETIC CHARACTERISATION OF AISI 444 STAINLESS STEEL FOR ODONTOLOGIC APPLICATIONS

Abstract

Ferritic stainless steels have been used in dentistry to stabilize removable dental and facial prostheses, as well as for the manufacture of orthodontic brackets. The system of magnetic connection consists of a denture retaining unit comprising two parts that are joined due to the field of attraction. The magnetic retention force is directly related to the saturation magnetization which in turns depends directly on the amount of iron and alloying elements that avoid the formation of (non-magnetic) austenitic phase. This study used ferritic AISI 444 stainless steel, which has a low nickel content, low levels of interstitial (C and N) and alloying elements forming carbides (Ti and Nb). This biomaterial was characterized as to its magnetic attraction force, in order to ensure their use and recommend it to manufacture prosthetic ferromagnetic connectors. The results show that the biomaterial has the percentage 77.80% of iron and an average value of the magnetic attraction force of 4, 7743 kgf / cm².

Keywords: biomaterials, ferritic stainless steel, magnetism, odontology