

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).

Comportamento eletroquímico de ligas dentárias Ni-Cr-Mo em meio fluoretado

Eduardo N. Codaro^a, José W. J. Silva^b, Dimas L. Torres^c, Heloisa A. Acciari^d

Abstract

A large number of metal alloys are used in dentistry for prostheses manufacture. In oral cavity, these structures are exposed to adverse chemical solutions. In addition, solutions containing fluoride ions are also frequently used in prophylactic agents in dental treatments. In this sense, it was considered important to investigate the electrochemical behavior of dental alloys Ni-Cr-Mo in fluoride medium. Therefore, electrochemical measurements were performed using as an electrolyte 0.08 mol/L NaF solution, pH 4.7, to evaluate the electrochemical behavior of three alloys that differ in Ni, Cr and Mo content. Open circuit potential (OCP) and potentiodynamic polarization (PDS) curves were recorded. According to the results, it was found that the best performance with respect to corrosion resistance is due to an increase in chromium content and a decrease in levels of nickel in the composition of these alloys. The increase in limits of passivity in the alloy containing the highest content of chromium may be due to formation of a thin film of chromium oxide.

Keywords: Ni-Cr-Mo alloys, fluoride solution, prostheses, corrosion.

Resumo

Um grande número de ligas metálicas é usado na Odontologia para fabricação de próteses. Na cavidade oral estas estruturas estão expostas a meios quimicamente adversos. Além disso, soluções contendo íons fluoreto também são frequentemente utilizadas em agentes profiláticos nos tratamentos dentários. Neste sentido, considerou-se importante investigar o comportamento eletroquímico de ligas dentárias Ni-Cr-Mo em meio fluoretado. Para tanto, foram realizados ensaios eletroquímicos de três ligas metálicas, com diferentes teores de Ni, Cr e Mo, utilizando-se como eletrólito uma solução de NaF 0,08 mol/L, pH 4,7. Para avaliar o comportamento eletroquímico, foram obtidas curvas de potencial em circuito aberto (OCP) e polarização potenciodinâmica (PDS). De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que o melhor desempenho, com respeito à resistência à corrosão, foi decorrente de um aumento nos teores de cromo e de uma diminuição nos teores de níquel, na composição destas ligas. O aumento nos limites de passividade na liga contendo o maior teor de cromo pode ser devido à formação de um filme fino de óxido de cromo.

Palavras-chave: ligas de Ni-Cr-Mo, meio fluoretado, próteses, corrosão.

^a Doutor em Ciências Químicas – Professor Adjunto – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá / UNESP

^b Doutor em Engenharia Mecânica, Pós-Doutorando – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá / UNESP

^c Engenheiro Químico, Mestrando – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá / UNESP

^d Doutora em Química, Professora Assistente Doutora – Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá / UNESP

Introdução

Centenas de ligas metálicas têm sido avaliadas para aplicações clínicas dentárias. Dentre elas, podem ser citadas as ligas à base de níquel, por serem amplamente utilizadas na confecção de próteses, sobretudo nos países em desenvolvimento (1). A grande desvantagem é que estas ligas sofrem oxidação no meio bucal, com a conseqüente liberação de íons metálicos no organismo. Este processo pode ser intensificado com a abrasão dos alimentos e dos líquidos ingeridos, além da escovação. Outro agravante é o fato dos principais componentes destas ligas apresentarem efeitos adversos à saúde. O níquel, por exemplo, tem um caráter alergênico e o cromo, quando presente na forma de íons cromato, é altamente tóxico (1).

Na cavidade oral estas estruturas estão expostas a um meio quimicamente adverso, devido à alta concentração de íons cloreto na composição da saliva e às constantes variações de pH e temperatura. Além disso, soluções contendo íons fluoreto também são frequentemente utilizadas em agentes profiláticos nos tratamentos dentários para prevenir a formação de placas dentárias e o desenvolvimento de cáries. Neste sentido, considerou-se importante investigar o comportamento eletroquímico de ligas dentárias Ni-Cr-Mo em meio fluoretado.

A resistência à corrosão de ligas Ni-Cr depende de suas composições, microestruturas e tendências à formação de filmes de óxidos protetores. Ligas com 16 a 27% Cr e 6 a 17% Mo mostram uma superfície homogênea coberta de óxidos e, por isso, tendem a apresentar taxas de corrosão muito baixas (2, 3). Levando-se em conta que existe uma grande variedade de composições de ligas Ni-Cr no mercado odontológico, neste trabalho foram avaliadas três marcas que se distinguem fundamentalmente nos teores de Ni, Cr e Mo, a fim de se investigar as prováveis diferenças no comportamento eletroquímico, decorrentes destas variações.

Metodologia

Três marcas comerciais de ligas metálicas dentárias de Ni-Cr-Mo foram avaliadas neste trabalho: Superbond (American Dent-All, EUA), Nichrom (Wilcos Comercial Ltda., Brasil) e Wiron 99 (BEGO, Alemanha), cuja composição nominal é apresentada na Tabela 1. Para a análise metalográfica, as amostras foram lixadas e polidas mecanicamente, utilizando-se lixas de SiC com granulações que variaram de 220 a 1500 *mesh*, e com pano embebido em pasta de diamante (tamanho de partículas de 1 μ m). Subsequentemente, foi realizado um ataque eletrolítico em solução de HCl 20% (m/m) utilizando-se uma fonte de corrente contínua HP, modelo E 3610A, com aplicação de 2,0 V por 3 s, para revelação das fases microestruturais. As imagens das superfícies sob análise foram obtidas utilizando-se microscopia óptica (OM). As medidas eletroquímicas foram realizadas utilizando-se uma célula convencional termostaticada ($37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$) com três eletrodos: um referência, de calomelano saturado (SCE), um cilindro de grafite usado como auxiliar, e o eletrodo de trabalho, confeccionado a partir de cada uma das ligas na condição como recebidas. O eletrólito utilizado constituiu-se de uma solução de NaF 0,08 mol/L, pH 4,7. Foram registradas curvas de OCP imediatamente após a imersão e, curvas de polarização a uma velocidade de varredura de 20 mV/min.

Resultados e discussão

Na Figura 1 são mostradas as micrografias das superfícies polidas das ligas em estudo, antes e após o ataque eletrolítico. De acordo com esta análise, todas apresentaram uma matriz de

solução sólida em um arranjo dendrítico típico, caracterizada pela presença de precipitados e porosidade. A microestrutura da liga Nichrom tornou-se visível somente após o polimento. Também foi observada uma grande quantidade de poros na superfície da liga Wiron 99, antes do ataque eletrolítico, o que deve estar relacionado ao processo de fundição desta liga.

Uma comparação da estabilidade destas ligas em solução de NaF 0,08 mol/L é apresentada na Figura 2(a), pela obtenção das curvas OCP. Nesta figura, foi observado que a liga Nichrom, a que tem o maior teor de cromo, apresenta uma tendência em se estabilizar a potenciais mais positivos, quando comparada com as outras duas no mesmo meio. A liga Wiron 99, com o menor teor de cromo, apresentou uma tendência em se estabilizar em potenciais menos positivos, enquanto Superbond mostrou um comportamento intermediário. Supõe-se, em decorrência deste resultado, que exista uma correlação direta entre o potencial de estado estacionário e o teor de cromo na liga. No estágio inicial de cada imersão, as três ligas apresentaram uma diminuição no potencial, provavelmente associada a um processo de dissolução das mesmas, que aparece de forma mais acentuada para Wiron 99.

Mais informações acerca do tipo de comportamento corrosivo podem ser obtidas a partir das curvas de polarização, Figura 2(b). Os potenciais de corrosão foram muito similares, indicando que as maiores distinções nos perfis potenciodinâmicos referem-se à extensão da faixa passiva. Uma diminuição no valor da corrente de passivação foi observada na seguinte ordem: Wiron 99 > Superbond > Nichrom, o que pode ser explicado pelo aumento do teor de Cr (para formar óxidos) e pela diminuição do teor de Ni (para formar espécies solúveis). Este comportamento é condizente com resultados da literatura (4), que tem associado a menor resistência à corrosão ao menor teor de Cr nas ligas Ni-Cr-Mo. A curva da liga Wiron 99, Figura 2(b), exibiu um aumento de corrente em torno de $-0,10$ V, logo após a estreita faixa passiva, sugerindo uma ruptura da camada passiva, dissolução e posterior reparação do filme em torno de $0,20$ V, porém a um valor de densidade de corrente quatro vezes maior. Para as três ligas, a potenciais maiores que $0,6$ V, ocorreu a ruptura do filme e a dissolução dos componentes menos nobres das ligas, iniciando-se a região de transpassividade.

Conclusões

As diferenças observadas na resposta eletroquímica das ligas de composições similares podem ser afetadas pelos defeitos pré-existentes nas suas superfícies, no que se refere ao número e tamanho de poros. Apesar da complexa relação elementar destas ligas, o melhor desempenho no meio de fluoreto foi obtido para aquela com maior teor de Cr e menor de Ni. O efeito do Mo ainda não está claramente definido e continua sendo estudado.

Referências bibliográficas

- (1) LU, Y.; CHEN, W.; KE, W.; WU, S. Nickel-based (Ni-Cr and Ni-Cr-Be) alloys used in dental restorations may be a potential cause for immune-mediated hypersensitivity. **Medical Hypotheses**, v. 73, n. 5, p. 716-717, Nov. 2009.
- (2) LIN, H-Y.; BOWERS, B.; WOLAN, J. T.; CAI, Z.; BUMGARDNER, J. D. Metallurgical, surface, and corrosion analysis of Ni-Cr dental casting alloys before and after porcelain firing. **Dental Materials**, v. 24, Issue 3, p. 378-385, Mar. 2008.

- (3) SAJI, V. S.; CHOE, H-C. Electrochemical behavior of Co-Cr and Ni-Cr dental cast alloys. **Transactions of Nonferrous Metals Society of China**, v. 19, n. 4, p. 785-790, Aug. 2009.
- (4) WYLIE, C. M.; SHELTON, R. M.; FLEMING, G. J. P.; DAVENPORT, A. J. Corrosion of nickel-based dental casting alloys. **Dental Materials**, v. 23, n. 6, p. 655-776, June 2007.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP, PROPE-UNESP e CAPES, pelo auxílio financeiro.

Tabela 1 – Composição química nominal (% massa) das ligas dentárias comerciais avaliadas neste estudo

Ligas	Ni	Cr	Mo	Be	Si	Al	Co
Nichrom	62,0	32,7	1,00	-	-	-	3,00
Superbond	61,0	25,0	10,5	-	1,50	-	-
Wiron 99	65,0	22,5	9,50	-	-	1,80	-

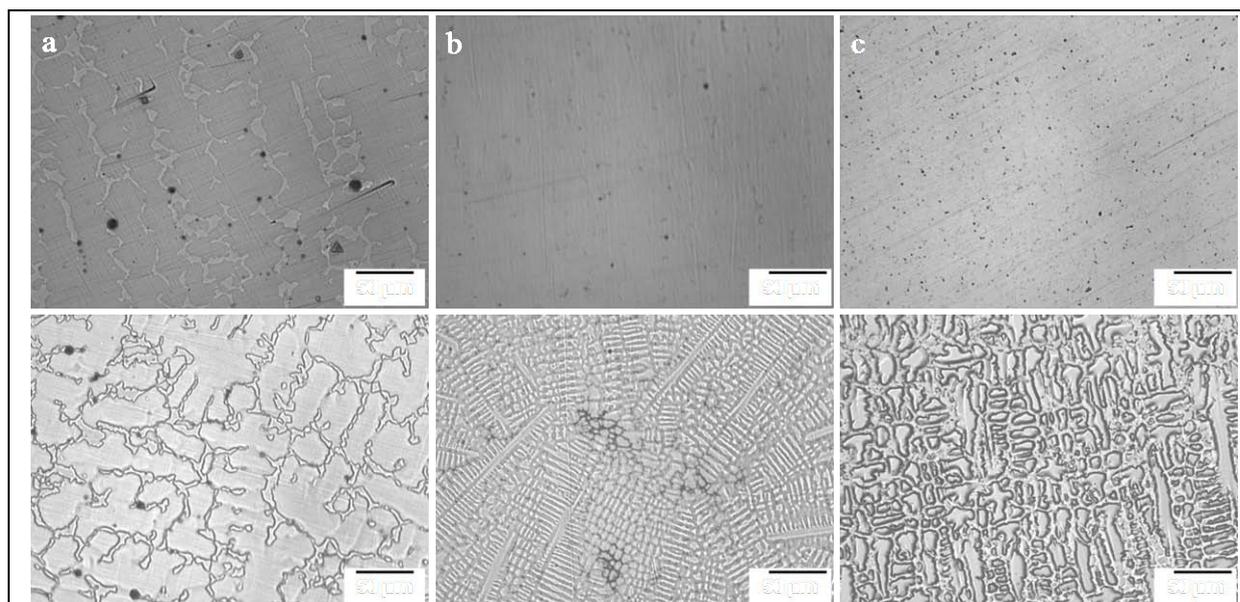


Figura 1 – Imagens obtidas por microscopia óptica das ligas Ni-Cr-Mo avaliadas neste trabalho, antes (acima) e após (abaixo) o ataque eletrolítico: a) Nichrom; b) Superbond e c) Wiron 99.

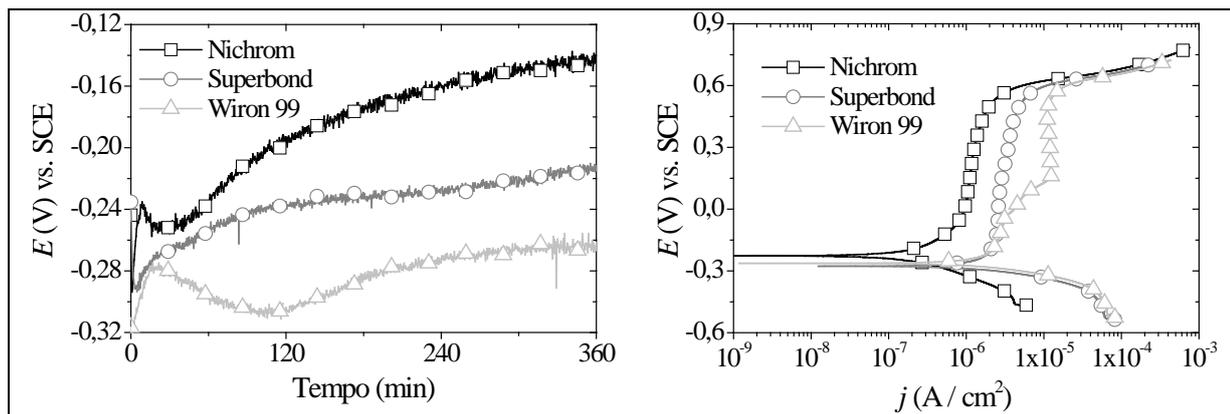


Figura 2 – Curvas de OCP e de PDS obtidas para as ligas em estudo, em meio de NaF 0,08 mol/L, pH 4,7.