

59º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA



“ Química, Energia e
Sustentabilidade. ”

JOÃO PESSOA / PB

5 A 8 DE NOVEMBRO DE
2019

Centro de Eventos do Tambaú Hotel

Menu

ANÁLISE ELETROQUÍMICA DE UM BIOMATERIAL REVESTIDO POR TiO₂

ISBN 978-85-85905-25-5

Área

Materiais

Autores

Pieretti, E. (UFABC) ; Borazanian, T. (IPEN) ; Correa, O. (IPEN) ; Pillis, M. (IPEN) ; Antunes, R. (UFABC)

Resumo

O presente trabalho avaliou, por técnicas eletroquímicas, superfícies do aço inoxidável austenítico ISO 5832-1 recobertas com filmes de TiO₂, sintetizados pelo método sol-gel. As técnicas eletroquímicas utilizadas foram: monitoramento de potencial de corrosão em circuito aberto em função do tempo de imersão em solução de Ringer, que simula os fluidos corpóreos; espectroscopia de impedância eletroquímica e cálculo de densidades de dopantes no filme passivo por meio da abordagem de Mott-Schottky. Amostras deste mesmo biomaterial sem recobrimento foram analisadas para fins de comparação. Os resultados indicaram diminuição da susceptibilidade à corrosão localizada nas amostras recobertas por TiO₂, devido ao caráter aderente e protetor dos filmes depositados nas superfícies deste biomaterial.

Palavras chaves

Aço inoxidável; biomateriais; TiO₂

Introdução

Os biomateriais substituem ou auxiliam várias partes do corpo humano para que estas possam desempenhar as suas funções adequadamente (WILLIANS, p.237, 1976). As texturizações

produzidas por meio de feixe laser garantem um acabamento superficial apropriado para a fixação, aumentando-se a rugosidade e, conseqüentemente, a área superficial. O comportamento eletroquímico do biomaterial é profundamente influenciado pela sua condição de superfície, visto que a região submetida ao feixe laser se torna essencialmente anódica (PIERETTI, 2016). É sabido, todavia, que esta técnica produz aquecimento, ablação, fusão e evaporação de elementos químicos da superfície do biomaterial em regiões muito localizadas, podendo gerar uma região submetida à solidificação e resfriamento fora das condições de equilíbrio, provocando uma zona termicamente afetada muito pequena. Apesar de que os biomateriais metálicos empregados atualmente tenham suas propriedades eletroquímicas bem caracterizadas, alguns processos de fabricação de dispositivos médicos ou dentários podem alterar a resistência à corrosão dos implantes. Nos aços inoxidáveis, os filmes passivos são formados por uma camada interna de óxido e uma camada externa de hidróxido ou oxi-hidróxido, (modelo de dupla camada). A composição química, valência, espessura, cristalinidade, rugosidade e presença de defeitos influenciam o crescimento, estabilidade e quebra de camadas finas do filme passivo (MARCUS, p.109, 1998. Revestimentos de TiO₂ têm atraído interesse significativo para muitas aplicações, especialmente por sua estabilidade, alta resistência à corrosão, disponibilidade e baixo custo de produção. O objetivo deste trabalho foi analisar a eficácia da texturização a laser em superfícies do aço inoxidável ISO 5832-1 revestidas com TiO₂.

Material e métodos

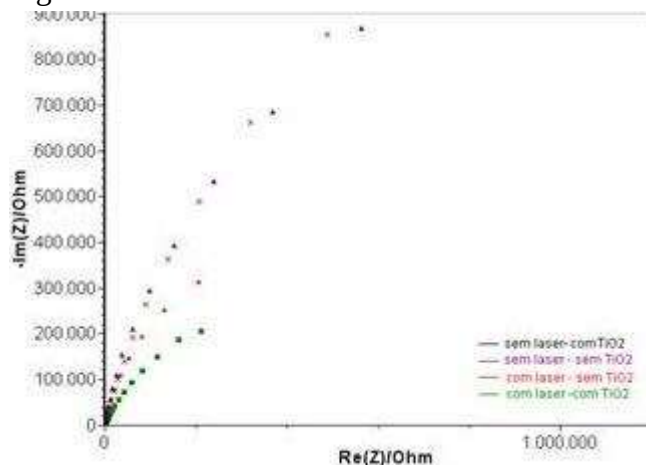
Amostras do aço inoxidável austenítico ISO 5832-1 em formato de barras de 15 mm de diâmetro, foram cortadas em formatos de pastilhas com 5 mm de espessura, e tiveram suas superfícies lixadas e polidas até 1 microm. Parte destas amostras sofreu tratamento superficial de texturização por feixe laser. Em seguida, foi realizada a limpeza das amostras - dois minutos no ultrassom com acetona mais dois minutos no ultrassom com água deionizada, secagem com N₂. Os filmes de TiO₂ foram sintetizados pelo método sol-gel, utilizando isopropóxido de titânio (pureza 97%) como precursores de titânio e oxigênio, e álcool isopropílico, com uma razão de 1:10 e pH = 3. A solução foi mantida sob agitação a 75°C por 60 min para a obtenção do sol. A deposição dos filmes sobre as amostras foi realizada em temperatura ambiente, utilizando-se um aerógrafo. O ângulo de incidência do jato foi fixado em 45° e a velocidade média de avanço foi de 17 mm/s. Para a camada foi considerada dez deposições, foi adotado filme de uma camada. As amostras foram secas a 100 °C por 60 min após a deposição da camada, em seguida, tratadas termicamente para cristalização dos filmes de TiO₂, em atmosfera de argônio. As técnicas eletroquímicas utilizadas foram: monitoramento de potencial de corrosão em circuito aberto em função do tempo de imersão em solução de Ringer, que simula os fluidos corpóreos; espectroscopia de impedância eletroquímica e cálculo de densidades de dopantes no filme passivo por meio da abordagem de Mott-Schottky. A velocidade de varredura utilizada foi de 1,0 mV/s.

Resultado e discussão

O acabamento superficial das amostras é fortemente influenciado pela técnica de texturização por feixe laser (Pieretti, 2016). Este efeito também foi verificado em amostras com revestimento de TiO₂, que por ser biocompatível, pode ser empregado para aplicações biomédicas. Todos os ensaios eletroquímicos foram realizados em um equipamento Bio-Logic utilizando célula de três eletrodos, consistindo num eletrodo de trabalho, um contra-eletrodo (Pt) e eletrodo de referência de Calomelano saturado, monitorando-se inicialmente o potencial de corrosão em circuito aberto por

uma hora e, em seguida, realizando-se os ensaios de espectroscopia de impedância eletroquímica. As propriedades eletrônicas do filme passivo foram determinadas por meio da técnica de Mott-Schottky. As medidas de capacitância foram realizadas a 1 kHz. A polarização foi aplicada a passos sucessivos de 50 mV (SCE) na direção catódica a partir de 500 mV (SCE) para -1000 mV (SCE). A Figura 1 apresenta diagramas de Nyquist para todos os tipos de superfície analisadas, mostrando impedâncias elevadas associadas às amostras do biomaterial sem texturização a laser, e a menor impedância associada à superfície marcada a laser e revestida por TiO₂. O Diagrama de Mott-Schottky utilizado para calcular a densidade de defeitos no filme passivo está apresentado na Figura 2 e a densidade de doadores de cargas, encontra-se na Tabela 1. O revestimento de TiO₂ não foi tão eficaz sobre as superfícies polidas; entretanto, se mostrou mais resistente nas tratadas a laser. Pesquisas recentes com o mesmo biomaterial e com tratamento de texturização das superfícies por feixe laser revelaram inclinações semelhantes nas curvas do diagrama Mott-Schottky e densidades de dopantes com mesma ordem de grandeza (PIERETTI et al., p.150, 2014).

Figura 1



Diagramas de Nyquist para as condições avaliadas.

Figura 2

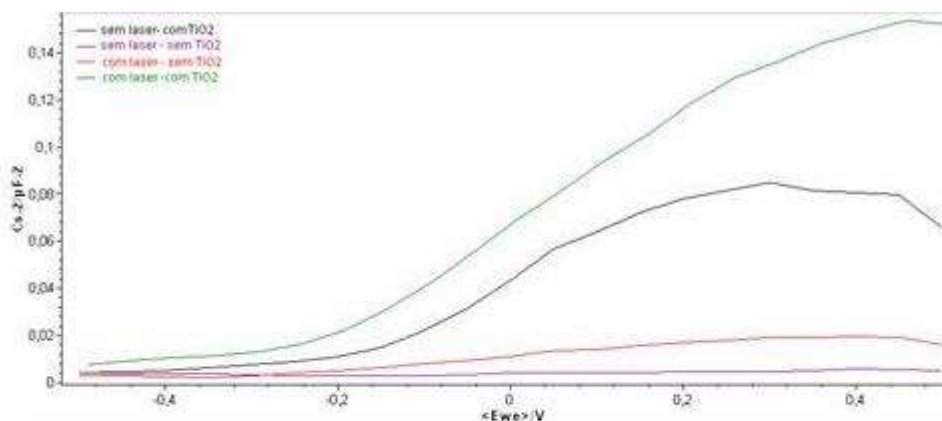


Tabela 1. Densidade de doadores de cargas para as superfícies analisadas.

Superfície	Sem TiO ₂ (cm ⁻³)	Com TiO ₂ (cm ⁻³)
Com laser	19,17 e21	2,22 e21
Sem laser	18,94 e22	3,99 e21

Diagramas de Mott-Schottky para amostras do aço inoxidável com e sem tratamentos.

Conclusões

As amostras revestidas apresentaram menores densidades de doadores de cargas, que são associados aos semicondutores do tipo-n, do que as amostras sem recobrimento. Os revestimentos de TiO₂ produzidos com argônio (Ar) apresentaram filmes passivos com comportamentos mais capacitivos. As amostras com texturização a laser apresentaram maior aderência do revestimento. Estes resultados sugerem que os filmes finos obtidos por este método podem ser empregados para a proteção contra a degradação deste aço inoxidável em ambientes agressivos, como os encontrados no corpo humano.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Capes pelo auxílio concedido.

Referências

MARCUS, P., Surface science approach of corrosion phenomena, *Electrochimica Acta*, v.43, n1/2, p. 109-118, 1998.

PIERETTI, E. F., Biomecânica aplicada na avaliação de propriedades de implantes ortopédicos metálicos tratados por feixe laser. 2016. (Tese de Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

PIERETTI, E. F., MANHABOSCO, S. M., DICK, L. F. P., HINDER, S., COSTA, I., Localized corrosion evaluation of the ASTM F139 stainless steel marked by laser using scanning vibrating electrode technique, X-ray photoelectron spectroscopy and Mott-Schottky techniques, *Electrochimica Acta*, v. 124, p. 150 – 155, 2014.

WILLIAMS, D. F., Corrosion of Implant Materials, *Materials Science*, v.6, p. 237-266, 1976.