



13^a Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos

COTEQ 2015 -068

AVALIAÇÃO DA SUSCEPTIBILIDADE À CORROSÃO LOCALIZADA DE INSTRUMENTOS ODONTOLÓGICOS

Eurico Felix Pieretti¹, Sara Matte Manhabosco², Luís Frederico Pinheiro Dick³, Ricardo Luiz Ciuccio⁴, Olandir Vercino Corrêa⁵, Maurício David Martins das Neves⁶

Copyright 2015, ABENDI, ABRACO e IBP.

Trabalho apresentado durante a 13^a Conferência sobre Tecnologia de Equipamentos.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade dos autores.

SINOPSE

Os métodos eletroquímicos convencionais permitem o estudo da corrosão em superfícies que cobrem áreas relativamente grandes. Uma alternativa a estes métodos para a avaliação das reações que ocorrem em regiões muito pequenas é a Técnica de Varredura com Eletrodo Vibratório (SVET). Este estudo utilizou o aço inoxidável martensítico AISI M340, com marcações por laser do tipo fibra óptica, que constituem formas de identificação e gradação de profundidade para os dispositivos odontológicos, como brocas dentárias, pinos e perfuradores. O comportamento eletroquímico deste biomaterial foi caracterizado por SVET em amostras imersas em solução salina de NaCl com pH 7,4. Os resultados revelaram as áreas com densidades de corrente anódica para as regiões com laser e catódica para regiões vizinhas, o que corresponde aos casos de degradação obtidos por autoclavagem destes utensílios cirúrgicos.

1 Mestre, Engenheiro de Materiais – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, SP, Brasil.

2 Mestre, Engenheira Metalurgista – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

3 Doutor, Engenheiro Metalurgista - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS, Brasil.

4 Mestre, Engenheiro de Produção – Sistema de Implantes Nacional, SP, Brasil.

5 Especialista, Químico – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, SP, Brasil.

6 Doutor, Engenheiro Mecânico - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Os biomateriais metálicos mais utilizados para a confecção de implantes são: o titânio puro, as ligas de titânio, as ligas de cobalto e aços inoxidáveis; estes últimos são os mais utilizados na produção de instrumental cirúrgico para os setores médico e odontológico. O acabamento superficial destes dispositivos é de fundamental importância porque assegura que o mesmo vai ser adequado à aplicação prevista (1),(2),(3).

As características de superfície influenciam as propriedades dos biomateriais, entre elas a dureza, o desgaste, o atrito e, a resistência à corrosão (4),(5).

A última etapa na fabricação de um dispositivo médico implantável ou ferramental cirúrgico é a marcação, de acordo com as normas vigentes (6), com a finalidade de identificação do mesmo.

Uma das particularidades da corrosão é o fato de os processos anódicos e catódicos ocorrerem em simultâneo e ocuparem regiões diferentes, distribuídas ao longo da superfície do metal. Desta forma, a solução na vizinhança de um metal ativo apresenta variações muito significativas de composição. O emprego de microeletrodos permite que os processos corrosivos sejam avaliados na solução, observando-se intimamente a forma como o meio influencia os processos (7).

Utilizando-se a técnica SVET é possível a determinação das áreas onde se encontram as maiores densidades de correntes de corrosão, evidenciando perfeitamente as zonas anódicas e catódicas (8).

Objetivou-se, com este trabalho, investigar o efeito da variação das distâncias do ponto focal resultante da técnica de marcação com laser de fibra óptica, em amostras do aço inoxidável martensítico AISI M340, utilizado na fabricação de instrumental médico e odontológico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho utilizou-se o aço inoxidável martensítico AISI M340, de composição química (% massa): 0,54 C; 0,45 Si; 0,40 Mn; 17,30 Cr; 1,10 Mo; 0,10 V; Fe - balanço. As amostras foram confeccionadas no formato de barras laminadas com diâmetro: 8 mm, e foram submetidas à técnica de gravação com laser de fibra óptica, usando diferentes distâncias de ponto focal e taxa de repetição de 40 kHz, com velocidade de 60 mm/s e 70 W de potência. A avaliação da susceptibilidade à corrosão deste biomaterial com gravações a laser foi realizada pela técnica eletroquímica de varredura com eletrodo vibratório, em inglês (SVET).

As amostras foram marcadas com os seguintes valores de distâncias de ponto focal do feixe de laser: 160 mm; 180 mm; 200 mm e 230 mm. Em cada amostra foi realizado a gravação do algarismo 8 (oito). A Figura 1 é um desenho ilustrativo da região da marcação em uma broca para uso odontológico.



Figura 1. Haste de broca com gravações por laser.

Fonte: Os autores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas imagens seguintes (Figura 2) estão apresentados os resultados obtidos pela técnica de varredura por eletrodo vibratório (SVET) para os primeiros tempos de imersão em solução de 0,1 M NaCl, para as amostras do biomaterial gravadas a laser com diferentes valores de distância de ponto focal. Cada medida de varredura teve a duração de 9 minutos. É importante ressaltar que estes resultados foram obtidos apenas com amostras sob imersão e não polarizadas. Valores de corrente i em ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$).

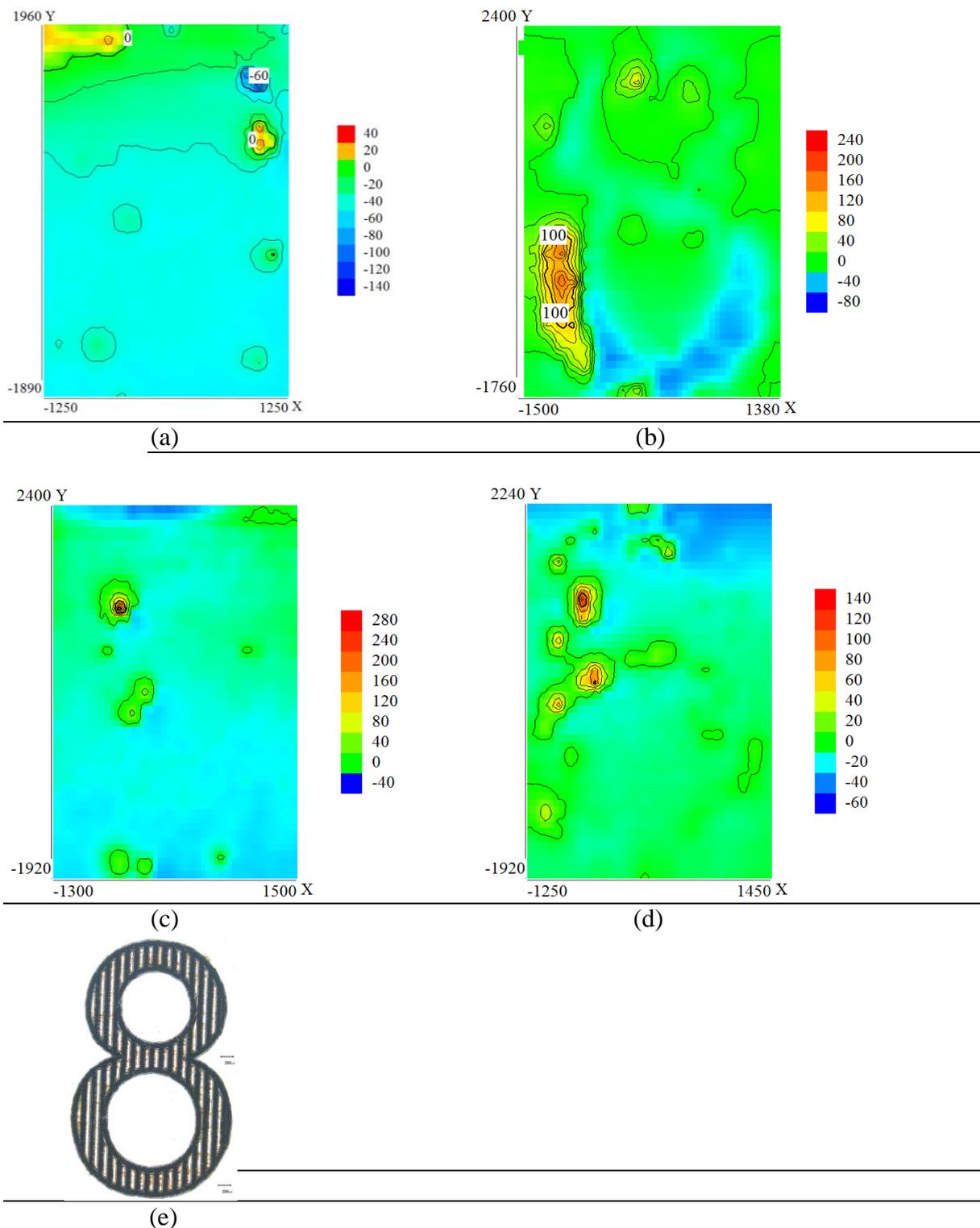


Figura 2 (a-d). Mapas de SVET apresentando as regiões com densidades de correntes anódicas e catódicas, conforme alternância de valores referentes às distâncias do ponto focal do laser. (e) Imagem obtida por microscopia óptica do algarismo gravado por laser de fibra óptica.

Fonte: Os autores.

As distâncias do ponto focal utilizadas neste experimento para as amostras do aço inoxidável martensítico AISI M340 foram respectivamente: (a) 160 mm; (b) 180 mm; (c) 200 mm e (d) 230 mm, com velocidade de 60 mm/s. Na barra de escalas a cor vermelha corresponde à maior densidade de correntes anódicas, enquanto que a cor azul, às maiores densidades de correntes catódicas.

Nota-se que a variação da distância de ponto focal para a gravação a laser implica em uma maior formação de densidades de correntes anódicas encontradas nos primeiros períodos de imersão em solução, neste caso, de $t_{\text{inicial}} = 0$ minuto até $t_{\text{final}} = 9$ minutos. Verifica-se, ainda, que regiões anódicas e catódicas co-existem em todos os mapas, sendo estas últimas associadas às regiões sem marcações e as anódicas diretamente associadas às regiões marcadas por este laser de fibra óptica; esta constatação fica mais evidente ao se comparar os mapas obtidos por SVET com a imagem obtida por microscopia óptica, apresentada na Figura 2 (e), onde é mostrado o posicionamento da gravação realizada por laser, neste caso, o algarismo 8 (oito).

Este resultado sugere que um aumento na distância do ponto focal, aumenta a susceptibilidade à corrosão localizada das amostras do referido aço inoxidável martensítico; condições semelhantes são encontradas na prática de autoclavagem de brocas, fresas entre outros utensílios de uso cirúrgico.

4 CONCLUSÃO

Os resultados revelaram as áreas com densidades de corrente anódica para as regiões com laser e catódica para regiões vizinhas, o que é análogo aos efeitos obtidos com a autoclavagem destes utensílios cirúrgicos. Os resultados também sugerem que, para investigar a correlação entre as características microestruturais e corrosão localizada na superfície, condições mais agressivas, como as obtidas pela polarização de algumas amostras devem ser necessárias.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq: Processo: 350798/2014-1, Projeto: 459565/2013-3, pelo auxílio concedido.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Williams, D.F., “Corrosion of Implant Materials”, *Materials Science*, 6, 237-266, 1976.
- 2) Pieretti, E.F., Pessine, E.J., Correa, O.V., Rossi, W., Neves, M.D.M., “Effect of laser parameters on the corrosion resistance of the ASTM F139 stainless steel”, *Int. J. Electrochem. Sci.*, 10, 1221 – 1232, 2015.
- 3) Okasaki, Y., “Effect of friction on anodic polarization properties of metallic biomaterials”, *Biomaterials*, 23, 2071-2077, 2002.

- 4) Borruto, A., Taraschi, I., “Wear dependence on some factors characterizing the surface state: the hardness, the roughness and the surface degreasing”, *Wear*, 184, 119-124, 1995.
- 5) Hong, T., Nagumo, M., “Effect of surface roughness on early stages of pitting corrosion of type 301 stainless steel”, *Corrosion Science*, 39, 1665-1672, 1997.
- 6) ABNT NBR 12932: 2010, “Implantes para cirurgia – Materiais metálicos – Preparação de superfície e marcação”.
- 7) Bastos, A.C., Karavai, O. V., Lamaka, S. V., Zheludkevich, M. L., Ferreira, M. G. S., “Micro-sensores potenciométricos e amperométricos para o estudo da corrosão”, *Corrosão e Proteção de Materiais*, 28, 42-47, 2009.
- 8) Pieretti, E. F., Manhobosco, 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*, 124, 150 – 155, 2014.