

DEPOSIÇÃO DE HIDROXIAPATITA EM AÇO INOXIDÁVEL**Vanessa M. Dias¹, Eliandra de Sousa², Kátia R. Cardoso²**¹ Faculdade de Engenharias Arquitetura e Urbanismo - FEAU - Engenharia de Alimentos - Univap² IP&D/UNIVAP, Av. Shishima Hifumi, 2911 – Urbanova/São José dos Campos - SP

Resumo- A utilização de implantes como uma técnica de substituição ou reparação óssea é muito estudada devido aos riscos de não biocompatibilidade uma vez implantados em um organismo vivo. Por ser um material de elevada resistência mecânica e de corrosão os aços inoxidáveis austeníticos são largamente utilizados na área médica, porém são somente biotoleráveis quando implantados e desta forma é necessário a combinação entre este material com materiais bioativos como a hidroxiapatita (HA) permitindo assim uma melhor compatibilidade. O recobrimento biomimético é um dos métodos utilizados para o revestimento de diversos materiais com uma camada de HA. Neste trabalho é apresentada uma avaliação do efeito de duas diferentes posições das amostras quando imersas em solução de SBF na formação de HA em aço inoxidável. A caracterização por MEV e EDS confirmou a presença do revestimento de HA e os íons de cálcio e fósforo, responsáveis pela formação da HA.

Palavras-chave: Recobrimento, aço inoxidável, biomateriais .

Área do Conhecimento: Engenharias

Introdução

O desenvolvimento e utilização de biomateriais sintéticos como substitutos ou restauradores de tecidos músculo-esqueléticos danificados tem por objetivo a saúde e a melhora da qualidade de vida de pessoas que apresentem doenças degenerativas ou traumas ocasionados por acidentes para que possam manter o mesmo nível de atividade e produtividade. A biocompatibilidade entre um material implantado e o tecido biológico é de extrema importância, pois, caso o material não seja compatível, o organismo vivo irá isolá-lo com uma camada de tecido fibroso pouco vascularizado e quanto maior a espessura deste tecido, maior será esta rejeição.

Embora os metais tenham sido desenvolvidos para atender outras aplicações industriais, os aços inoxidáveis são muito utilizados como biomateriais apesar de serem apenas biotoleráveis, ou seja, embora sejam incapazes de se ligar ao tecido ósseo e até mesmo apresentar reações bioquímicas que podem ser nocivas na interação com o tecido vivo, são bem tolerados pelo meio biológico. Os aços inoxidáveis são muito utilizados na área médica e odontológica devido ao seu menor custo e elevada resistência mecânica. Entre os aços inoxidáveis o austenítico ASTM F138 (ISO 5832-1) é o mais utilizado na fabricação de próteses por apresentar bons resultados quanto à toxicidade, deposição e desnaturação de proteínas e redução de fibrinogênio¹, além de maior resistência à corrosão em meio ácido. Outros requisitos fundamentais são a ausência de

ferromagnetismo, resistência mecânica e resistência ao calor.

A hidroxiapatita é um material bioativo, ou seja, não induz reações imunológicas, tóxicas ou nocivas ao tecido vivo, no entanto, seu uso em implantes é restrito por possuir uma resistência mecânica muito baixa. Desta forma, estudos com o intuito de combinar a resistência mecânica dos materiais metálicos biotoleráveis com a bioatividade das cerâmicas de fosfato de cálcio permitiram o desenvolvimento de diversas técnicas para recobrimento de diferentes substratos com HA, como eletrólise, plasma spraying, sol-gel e biomimético. O método biomimético consiste em um processo de deposição de HA por precipitação heterogênea utilizando um fluido que simula as condições biológicas humanas (SBF – simulated body fluid)^{2,3}.

Embora este método já venha sendo bastante estudado para aplicações em restaurações ósseas, a motivação desta pesquisa foi contribuir para um melhor entendimento do processo de recobrimento. Neste trabalho foi avaliado o efeito no recobrimento biomimético de dois diferentes posicionamentos de amostras durante a imersão em SBF obtidos em aço inoxidável austenítico.

Metodologia

Para este estudo foi utilizado o aço inoxidável austenítico V138 (ISO 5832-1) fabricado pela Villares Metals, fornecido na forma de barras com 20 mm de diâmetro, as quais foram cortadas com

aproximadamente 5 mm de espessura. As amostras foram lixadas com lixas d'água da marca "3M" (número 220 e 80), utilizando-se a seqüência de #80, #220 e novamente #80 e após este procedimento foram lavadas em água corrente, em água destilada e secas em temperatura ambiente.

As amostras lixadas foram imersas por 7 dias em solução de silicato de sódio (SS) para etapa de nucleação. Neste período a solução de SS se dissolve e adsorve sobre o substrato para favorecer o crescimento dos núcleos de HA que se formarão na próxima etapa. Após a etapa de nucleação as amostras foram lavadas em água destilada e imediatamente imersas em solução de 1,5 SBF e mantidas por período de 14 dias para obtenção do recobrimento da superfície das amostras.

Dois posicionamentos de amostra foram utilizados na etapa de precipitação: no primeiro a amostra foi colocada em recipiente planar com o intuito de receber somente o resultado da precipitação na parte superior, já no segundo a amostra foi colocada em recipiente com fundo cônico para que somente a solução no fundo deste mantivesse contato com a parte inferior da amostra (Figura 1).

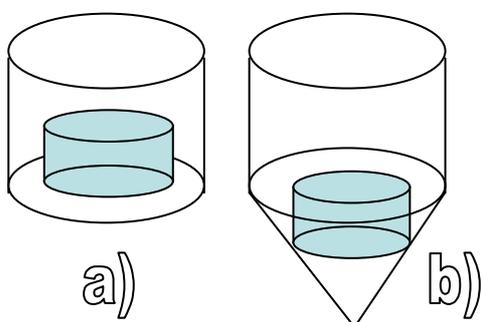


Figura 1. Posicionamento das amostras durante a etapa de precipitação, (a) recobrimento na parte superior e (b) recobrimento na parte inferior.

As amostras foram mantidas em banho-maria em estufa a 36°C. A solução de SBF de ambas as amostras foram trocadas a cada 48 horas. A análise microestrutural foi realizada por microscopia eletrônica de varredura (MEV, Zeiss modelo EVO-40) e a identificação dos elementos químicos presentes nas amostras foram determinados por espectroscopia por dispersão de energia (EDS) acoplada ao MEV. Ambos equipamentos encontram-se no Laboratório de Caracterização Estrutural do IP&D – UNIVAP.

Resultados e Discussão

A Figura 2 apresenta a micrografia da superfície da amostra de aço inox após o lixamento e antes das etapas de nucleação e de recobrimento biomimético. Pela análise de EDS foram identificados os elementos químicos Cr, Fe, Mo e Ni que compõem a estrutura da amostra de aço inox.

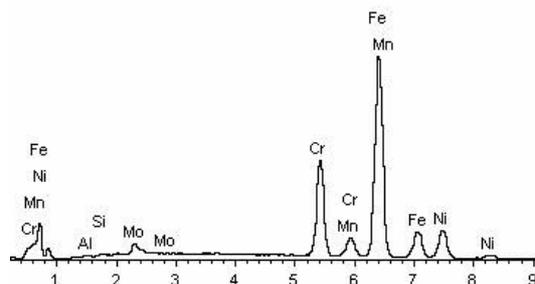
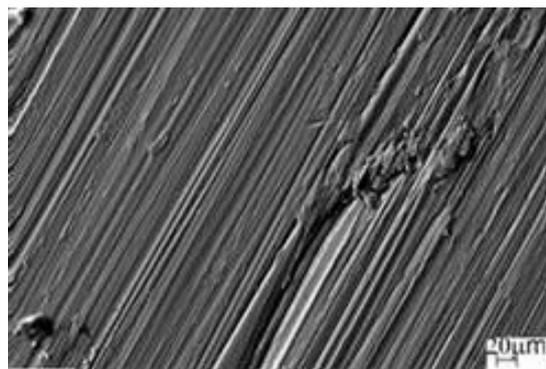


Figura 2. Micrografia da amostra de aço inoxidável antes dos tratamentos de nucleação e recobrimento biomimético e microanálise por EDS.

A Figura 3 mostra a micrografia da amostra de aço inoxidável recoberta na parte superior. É possível visualizar a formação de aglomerados de partículas esféricas com diâmetro menor que 10 µm. A seta indica uma das regiões onde não se observa a formação dessas partículas, levando a entender que nessa região não ocorreu a formação de apatita. No entanto pela análise de EDS foi identificada a presença dos elementos cálcio e fósforo confirmando a presença de apatita como uma camada homogênea e contínua que recobriu toda a amostra.

A micrografia da amostra de aço inox que recebeu o recobrimento na parte inferior é apresentada na Figura 4. Observa-se que não há a formação de partículas aglomeradas como observado na Figura 3. Mas ocorre a formação de uma camada contínua e homogênea sob o substrato. Pela análise de EDS confirma-se a

presença dos átomos de cálcio e fósforo na amostra

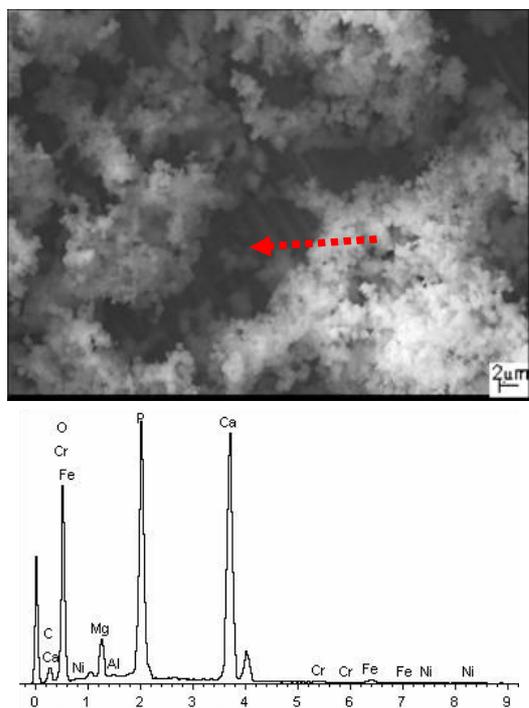


Figura 3: Micrografia da amostra de aço inoxidável recoberta na parte superior e microanálise por EDS.

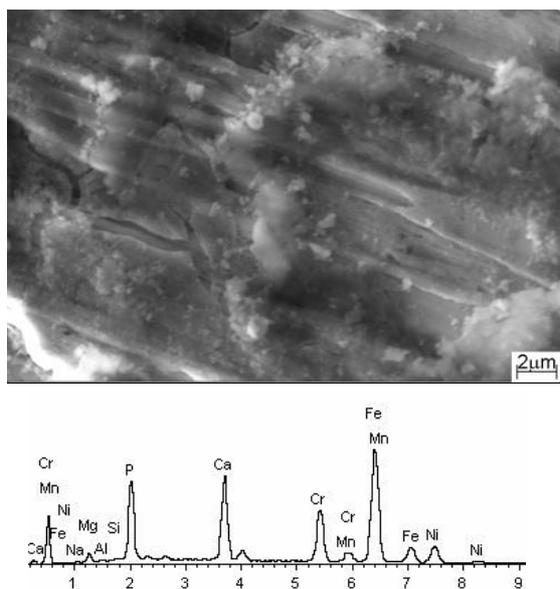


Figura 4. Micrografia da amostra de aço inoxidável recoberta na parte inferior e microanálise por EDS.

A figura 2 mostrou que no início da metodologia empregada não havia cálcio e fósforo na amostra de aço inox. Após 7 dias em solução SS e 14 dias em solução de 1,5 SBF observou-se a deposição de uma camada de apatita confirmada pela análise de EDS cuja morfologia e espessura variaram com os dois modos de imersão utilizados neste estudo. Apesar dos dois métodos de posicionamento das amostras de aço na solução de 1,5 SBF terem levado à formação de camadas de apatita, como evidenciado pelos resultados apresentados, esses recobrimentos apresentaram morfologia e homogeneidade diferentes. Desta forma, estudos complementares devem ainda ser realizados para verificar se ambas as camadas apresentam-se eficazes em melhorar a biocompatibilidade dessas amostras.

Conclusão

Através do presente trabalho foi possível obter o recobrimento biomimético do aço inoxidável austenítico com biocerâmica de hidroxiapatita.

Os dois métodos de posicionamento de amostras na solução SBF possibilitaram a deposição de uma camada de apatita no substrato de aço inoxidável. Porém, a morfologia e homogeneidade das camadas foram bastante diferentes.

A solução sobre o substrato levou à formação de uma camada fina e homogênea de HA recoberta por uma camada grosseira de partículas aglomeradas de HA.

A solução abaixo do substrato levou apenas à formação de uma camada fina e homogênea.

Referências

1. ARAUJO, T.L.; COUTO, A.A. Estudo do aço inoxidável aplicado como implante ortopédico. Citado em TROMMER,R.M. Obtenção e caracterização de revestimentos de hidroxiapatita sobre substratos de aço inoxidável 316L utilizando a técnica de composição química de vapor assistida por chama. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia – Programa de pós-graduação em engenharia de minas, metalúrgica e materiais – PPGEM, 2006.
2. MEHMEL, Z.M. Kristallogr. 75, 323-331, 1930. Citado em: IVANOVA, T.I.; FRANK-KAMENETSKAYA, O.V.; KOL'TSOV, A.B.; UGOLKOV, V.L. Crystal Structure of Calcium-Deficient Carbonated Hydroxyapatite. Thermal Decomposition. Journal of Solid State Chemistry, n.60, p. 340-349, 2001.

3. SENA, L.A. Produção e Caracterização de Compósitos de Hidroxiapatita-Colágeno para Aplicações Biomédicas. Tese (Engenharia Metalúrgica e de Materiais) - Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ, p. 9, 2004.

4. KOKUBO, T; TAKADAMA, H. How useful is SBF in predicting in vivo bone bioactivity? *Biomaterials*, n.27, p. 2907-2915, 2006.