

ESTUDO, CARACTERIZAÇÃO DOS REVESTIMENTOS FORMADOS POR PEO EM MATERIAIS METÁLICOS UTILIZADOS NA INDÚSTRIA BIOMÉDICA

ODS 9.5

Thais Feliciano de Miranda (Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba)

Raphaella da Silva Matins (Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba)

Jorge Luis Rosa (Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba)

Cristian Cley Paterniani Rita (Faculdade de Tecnologia de Pindamonhangaba)

Introdução

A busca por novos materiais que apresentem maior resistência mecânica, durabilidade e biocompatibilidade tem impulsionado o desenvolvimento de técnicas inovadoras de modificação superficial na indústria biomédica. Dentre essas técnicas, a Oxidação Eletrolítica por Plasma (PEO) destaca-se por promover a formação de revestimentos cerâmicos funcionais em metais como titânio, zircônio e magnésio, frequentemente empregados em dispositivos médicos e implantes. Esses revestimentos apresentam propriedades aprimoradas, como maior resistência à corrosão, aumento da dureza superficial e melhor compatibilidade com tecidos biológicos.

O presente estudo tem como objetivo caracterizar os revestimentos formados pelo processo de PEO, analisando suas propriedades físico-químicas e sua aplicabilidade em contextos biomédicos. A pesquisa justifica-se pela necessidade de aprimorar a performance de materiais metálicos aplicados em implantes, considerando os desafios da corrosão, da osseointegração e da durabilidade em ambientes fisiológicos, Figura 1.

Figura 1 – Parafusos e placas de Titânio utilizados como implantes e fixadores em estruturas ósseas.



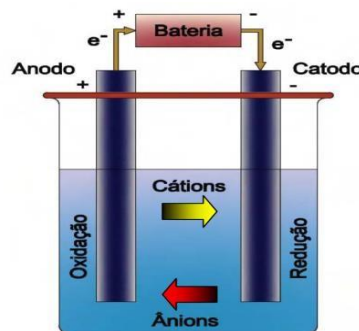
Fonte: Autor

Revisão da Literatura

A indústria biomédica requer materiais que conciliem alta resistência mecânica, biocompatibilidade e resistência à corrosão. O titânio e suas ligas são amplamente utilizados em implantes devido às suas propriedades, mas necessitam de modificações superficiais para garantir maior desempenho in vivo (GONÇALVES, 2012; BELMETAL, 2014). A técnica de PEO vem sendo estudada como uma alternativa promissora, pois permite a formação de revestimentos cerâmicos porosos e aderentes (LEE et al., 2020), além de possibilitar a incorporação de íons bioativos como cálcio e fósforo, que favorecem a integração tecidual (ZHANG et al., 2019).

Estudos demonstram que a preparação adequada da superfície metálica influencia diretamente na aderência e uniformidade dos revestimentos obtidos (LI et al., 2021). Dessa forma, técnicas como lixamento progressivo (preparação das amostras) e controle de massa são fundamentais para garantir as condições iniciais adequadas para potencializar a qualidade do PEO, Figura 1.

Figura 2 – Aparato experimental



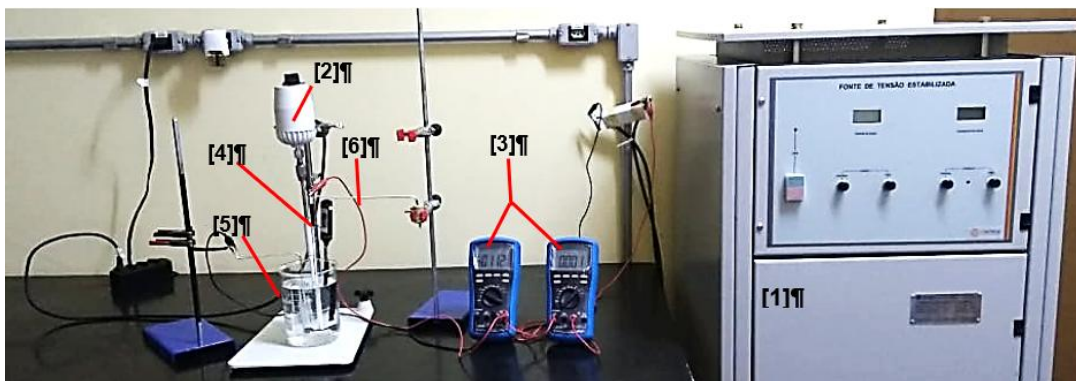
Fonte: Autor

Método

A pesquisa desenvolvida no Laboratório de Tecnologia de Superfície em Materiais (Lab-TSM) da FATEC Pindamonhangaba. As etapas metodológicas envolveram: (i) ambientação laboratorial, com foco em segurança e organização de materiais; (ii) preparação das amostras metálicas por meio de corte, perfuração e lixamento progressivo com granulometrias entre 180 e 2000 mesh; (iii) análise microscópica das amostras antes e após o lixamento; e (iv) medição de massa e microdureza, com balança analítica de alta precisão e microdurômetro.

Além disso, foram aplicadas boas práticas de laboratório e protocolos de padronização, assegurando a confiabilidade dos dados obtidos. O uso de ferramentas de Inteligência Artificial, incluindo ChatGPT (GPT-5), foi empregado para auxílio na redação científica e organização de dados, sendo os resultados validados a partir de referências técnicas e acompanhamento dos orientadores do projeto. A pesquisa é desenvolvida no Laboratório de Tecnologia de Superfície em Materiais (Lab-TSM) da Fatec Pindamonhangaba. O sistema experimental de PEO inclui [1] fonte de tensão estabilizada de até 1000 V, [2] agitador mecânico, [3] multímetros e [4] termômetros digitais, além da [5] cuba eletrolítica e eletrodos para fixação dos materiais no processo PEO, Figura 3.

Figura 3 – Foto do Aparato Experimental – Lab – TSM.



Fonte: autor

Resultados Esperados

Os resultados preliminares indicam que a preparação adequada das amostras possibilitou a obtenção de superfícies uniformes e livres de contaminações, favorecendo a aplicação posterior do processo de PEO. As análises microscópicas revelaram que o lixamento progressivo contribuiu para a redução de irregularidades e a homogeneização da superfície. As medições de massa confirmaram a remoção controlada de material, com variações consistentes e reprodutíveis.

Espera-se que os revestimentos formados por PEO apresentem alta resistência à corrosão, rugosidade adequada para a osseointegração e potencial para incorporação de íons bioativos, ampliando sua aplicabilidade em implantes biomédicos.

Resultados Esperados

O estudo mostrará a viabilidade da aplicação do PEO em materiais metálicos voltados à área biomédica. A metodologia adotada permitiu a preparação adequada das amostras, assegurando condições ideais para a obtenção de revestimentos cerâmicos aderentes e funcionais. Entre os pontos fortes do projeto, destacam-se a padronização dos procedimentos, o controle estatístico e a aplicação de boas práticas laboratoriais. Como perspectiva, estudos futuros deverão avaliar a resistência à corrosão em meio fisiológico, a biocompatibilidade e a adesão celular, consolidando o potencial da técnica de PEO para aplicação em dispositivos médicos implantáveis.

Referências

BELMETAL. Metais para a indústria biomédica. São Paulo, 2014.

GONÇALVES, A. Materiais metálicos para implantes. Revista Brasileira de Biomateriais, 2012.

LEE, S. M.; KIM, D. J.; HAN, J. S. Plasma electrolytic oxidation coatings for biomedical applications: surface characteristics and adhesion behavior. Applied Surface Science, v. 508, p. 145163, 2020.

LI, W.; DENG, Y.; GUO, H. Influence of substrate polishing on the formation of PEO coatings on Ti-based alloys. Surface and Coatings Technology, v. 415, p. 127120, 2021.

ZHANG, Y.; HUANG, Y.; ZHAO, X. Surface preparation for biomedical coatings: effects on microstructure and adhesion. Journal of Materials Science: Materials in Medicine, v. 30, n. 4, p. 67-76, 2019.