

ESTUDO DE IMPLANTES ORTOPÉDICOS/ODONTOLÓGICOS BACTERICIDAS FABRICADOS EM LIGAS DO SISTEMA TI-NB PELO PROCESSO DE MANUFATURA ADITIVA

Palavras-Chave: TITÂNIO, ELETRODEPOSIÇÃO, COBRE

Autores(as):

MARIA LAURA ALVES PEDRO, FE - UNICAMP

LUCAS DIAS CALADO, FEM - UNICAMP

Prof. Dr. ÉDER SÓCRATES NAJAR LOPES (orientador), FEM - UNICAMP

1. INTRODUÇÃO

O controle de microrganismos é um desafio constante em diferentes áreas do conhecimento, principalmente na saúde e na engenharia de materiais. Um dos principais problemas enfrentados é a formação de biofilmes bacterianos em superfícies de implantes e instrumentos cirúrgicos, que podem causar sérias infecções (Côco e Lopes, 2023).

O titânio e suas ligas são utilizados na fabricação desses implantes devido às suas excelentes propriedades, como baixa densidade, alta resistência mecânica, resistência à corrosão e boa biocompatibilidade (Côco e Lopes, 2023).

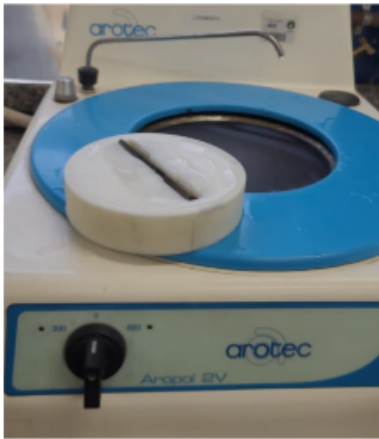
Apesar dessas vantagens, a adesão de bactérias ao titânio ainda representa um grande risco, principalmente porque pode levar à formação de biofilmes que são difíceis de remover (Côco e Lopes, 2023).

Assim, com base no trabalho de Luiz Côco e Éder Lopes (2023), foi possível encontrar uma alternativa para esse problema, ao incorporar o metal cobre - que possui propriedades antibacterianas e antivirais, em ligas de titânio por meio da galvanoplastia (eletrodeposição) apresentando resultados positivos nas atividades antibacterianas e antivirais.

Dessa forma, o presente trabalho almeja contribuir para o processo de preparo, eletrodeposição de cobre e tratamento térmico de amostras de titânio e suas ligas fabricadas por manufatura aditiva.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consistiu em diversas etapas que consistiram na preparação e tratamento de amostras de titânio, com foco na aplicação da técnica de eletrodeposição de cobre. Todo o processo foi adaptado para garantir a aderência do revestimento metálico e possibilitar análises posteriores, considerando diferentes geometrias e dimensões das amostras. É possível obter detalhes dos métodos na tabela abaixo:

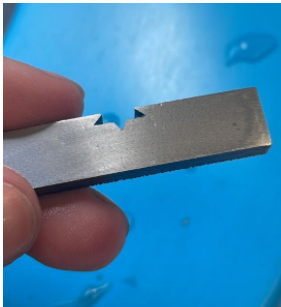
Método	Descrição	Equipamento
Processo De Corte	Os corpos de provas utilizados neste projeto foram impressos por manufatura aditiva com geometrias distintas e posteriormente, cortados em discos menores com o equipamento Máquina de corte Isomet.	
Preparação Metalográfica	Após o processo de corte, todos os corpos de prova foram lixados pelo equipamento Politriz com a seguinte sequência de grãos de lixas: #100, #220, #320, #400, #600 e #1200. Com exceção das amostras que seriam eletrodepositadas que exigiam superfície com no máximo grão #600, para que o cobre pudesse aderir de forma efetiva.	
Embutimento	Alguns corpos de prova necessitavam do embutimento, esse processo foi feito no equipamento Embutidora metalográfica.	

Limpeza Das Amostras	Antes e posteriormente qualquer processo metalográfico as amostras eram submetidas a uma limpeza feita pelo equipamento Banho ultrassônico, com tempos variados de três à dez minutos.	
Eletrodeposição De Cobre	Na eletrodeposição de cobre, uma corrente elétrica contínua reduz os íons de cobre da solução de sulfato de cobre, formando uma camada metálica sobre o cátodo. O ânodo, também de cobre, repõe os íons consumidos, sendo gradualmente desgastado. Para diferentes tamanhos de amostras, foi necessário ajustar corrente e tempo do processo, recalculando a massa de cobre depositada com auxílio de uma planilha.	

Tabela 01: Materiais e métodos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao longo dessa Iniciação Tecnológica e Industrial, foram feitas toda a preparação metalográfica e a eletrodeposição de cobre de diversos corpos de provas, tanto para posteriores análises quanto para treinamentos e aperfeiçoamento de técnicas. A seguir, uma tabela com alguns resultados obtidos ao longo desse período com amostras de titânio, sendo as ligas: TiGr2, Ti6Al4V e TiNbTa.

Corpo de prova	Processo	Processo seguinte
	Preparação metalográfica (durante)	Ensaio de tenacidade

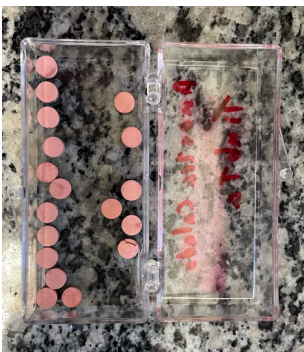
	Preparação metalográfica (antes)	Ensaio de tração
	Preparação metalográfica Eletrodeposição de cobre	Tratamento térmico
	Preparação metalográfica Eletrodeposição de cobre	Tratamento térmico Ensaio de fadiga
	Preparação metalográfica Eletrodeposição de cobre	Tratamento térmico Estudo biológico

Tabela 02: Exemplos de resultados obtidos

4. CONCLUSÕES

Ao longo deste projeto, todas as etapas de preparação metalográfica e eletrodeposição de cobre foram executadas com sucesso em corpos de prova de fabricação aditiva. Esse processo facilitou a coleta de dados e as melhorias técnicas no gerenciamento de processos.

Os parâmetros de eletrodeposição foram adaptados com base nas dimensões da amostra, resultando em uma metodologia versátil aplicável a geometrias variadas. Essa adaptação aprimora a aplicabilidade da técnica em diversos contextos, garantindo a qualidade do revestimento de cobre.

Os resultados obtidos subsidiam ensaios mecânicos e biológicos contínuos e destacam a eficácia da eletrodeposição na funcionalização de ligas de titânio para melhorar suas propriedades bactericidas. Consequentemente, este trabalho promove o desenvolvimento técnico e as possíveis

aplicações em implantes ortopédicos e dentários mais seguros. Como perspectiva futuras, é esperado a otimização do tempo e da temperatura do tratamento térmico dessas amostras em um forno.

5. BIBLIOGRAFIA

PADILHA, A. F. Materiais de Engenharia: Microestruturas e Propriedades. Curitiba, PR: Hemus, 2000.

CÔCO, L. A. Desenvolvimento de Processo de Revestimento Bactericida/Virucida Aplicado a Superfície de Titânio e suas Ligas. Campinas, SP: Universidade Estadual de Campinas, 2023.