

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

GABRIELA MORAIS DA COSTA

**CORROSION RESISTANCE, *IN-VITRO* BIODEGRADATION AND BIOLOGICAL
RESPONSE OF ELECTRODEPOSITED BRUSHITE/HYDROXYAPATITE ON
H₂SO₄ TREATED 316L SS FOR ORTHOPEDIC APPLICATIONS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

SÃO LUÍS

2022

GABRIELA MORAIS DA COSTA

**CORROSION RESISTANCE, *IN-VITRO* BIODEGRADATION AND BIOLOGICAL
RESPONSE OF ELECTRODEPOSITED BRUSHITE/HYDROXYAPATITE ON
H₂SO₄ TREATED 316L SS FOR ORTHOPEDIC APPLICATIONS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Eliziane Pires de Souza

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Anupama Ghosh

SÃO LUÍS

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Morais da Costa, Gabriela.

Corrosion resistance, in-vitro biodegradation and biological response of electrodeposited brushite/hydroxyapatite on H₂SO₄ treated 316L SS for orthopedic applications / Gabriela Moraes da Costa, Gustavo Oliveira Everton, Glauber Cruz. - 2022.

26 p.

Coorientador(a): Anupama Ghosh.

Orientador(a): Maria Eliziane Pires de Souza.

Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

1. 316L stainless steel. 2. CaP-based coatings. 3. EIS. 4. Electrodeposition. 5. Surface modification. I. Cruz, Glauber. II. Ghosh, Anupama. III. Oliveira Everton, Gustavo. IV. Pires de Souza, Maria Eliziane. V. Título.

GABRIELA MORAIS DA COSTA

**CORROSION RESISTANCE, *IN-VITRO* BIODEGRADATION AND BIOLOGICAL
RESPONSE OF ELECTRODEPOSITED BRUSHITE/HYDROXYAPATITE ON
H₂SO₄ TREATED 316L SS FOR ORTHOPEDIC APPLICATIONS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Maranhão – UFMA, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Eliziane Pires de Souza

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Anupama Ghosh

Aprovada em: 28/01/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Maria Eliziane Pires de Souza (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão – Engenharia Mecânica

Prof^ª. Dr^ª. Anupama Ghosh (Co-orientadora)
Universidade Federal do Ceará – Física

Prof. Dr. Glauber Cruz
Universidade Federal do Maranhão – Engenharia Mecânica

Prof^ª. Dr^ª. Márcia Mayumi Omi Simbara
Universidade Federal de Uberlândia – Engenharia Elétrica

SUMÁRIO

Abstract	7
1. Introduction.....	Erro! Indicador não definido.
2. Experimental procedure	Erro! Indicador não definido.
2.1 316L SS substrate treatment.....	Erro! Indicador não definido.
2.2 Surface treatment process by sulfuric acid (H ₂ SO ₄).....	Erro! Indicador não definido.
2.3 Electrodeposition of HAp coatings on 316L SS...	Erro! Indicador não definido.
2.4 Surface characterization	Erro! Indicador não definido.
2.5 Electrochemical impedance spectroscopy studies	Erro! Indicador não definido.
2.6 Anti-inflammatory activity	Erro! Indicador não definido.
3. Results and discussion.....	Erro! Indicador não definido.
3.1 Morphological and structural characterization of HAp coatings..	Erro! Indicador não definido.
3.2 Electrochemical evaluation	Erro! Indicador não definido.
3.3 Anti-inflammatory activity	Erro! Indicador não definido.
4. Conclusions.....	Erro! Indicador não definido.
Acknowledgements	Erro! Indicador não definido.
References	Erro! Indicador não definido.

Abstract

In this work, corrosion behaviour of brushite/hydroxyapatite (DCPD, $\text{CaHPO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$; HA, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) coating on sulfuric acid (H_2SO_4) treated 316L stainless steel (SS) was evaluated through impedance studies. Calcium phosphate-based coatings (CaP) were nucleated and grown using electrodeposition process on 316L SS. The obtained samples were characterized by X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) and scanning electron microscopy, with elemental analysis (SEM-EDS) in order to obtain microstructural, morphological and compositional information of the coated SS. Electrochemical impedance spectroscopy (EIS) tests were performed in 0.9% NaCl solution and compared with the pristine and HAp coated SS specimens. The anti-inflammatory activity was carried out for the coated samples by protein denaturation method. Crack-free deposition was observed by SEM results. Formation of primarily hydroxyapatite and an additional secondary phase, brushite, was confirmed by XRD and FT-IR techniques. EIS measurements of the brushite/hydroxyapatite coatings on H_2SO_4 treated 316L SS showed susceptibility to corrosion attack against the 0.9% NaCl solution. Added to this, anti-inflammatory activity revealed the metallic oxides present on H_2SO_4 treated 316L SS surface with HAp electrodeposited layer (hereafter, denoted as HAp/1- H_2SO_4) increased protein denaturation, exhibiting inflammatory response. These results demonstrated that particular concern should be given to H_2SO_4 treated 316L SS, as the corrosion products formed by this surface modification may cause deleterious effects when exposed to the human physiological environment.

Keywords: 316L stainless steel; Surface modification; CaP-based coatings; Electrodeposition; EIS