

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE

**FELIPE ANTONIO MACHADO FAGUNDES GONÇALVES
(ORGANIZADOR)**

CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS, EXATAS E DA TERRA E SEU ALTO GRAU DE APLICABILIDADE

**FELIPE ANTONIO MACHADO FAGUNDES GONÇALVES
(ORGANIZADOR)**

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
 Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
 Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
 Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
 Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
 Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
 Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
 Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Douglas Santos Mezacas -Universidade Estadual de Goiás
 Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
 Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
 Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
 Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Me. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
 Profª Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
 Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
 Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C569 Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade [recurso eletrônico] / Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-86002-63-8
 DOI 10.22533/at.ed.638202403

1. Ciências agrárias. 2. Ciências exatas. 3. Tecnologia.
I. Gonçalves, Felipe Antonio Machado Fagundes.

CDD 500

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Atualmente, notamos grande necessidade do desenvolvimento das ciências, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade. Sabe-se também que as ciências tecnológicas, exatas e da terra cumprem um papel importantíssimo na construção de saberes ligados a humanidade. Tais saberes só se tornam possíveis por meio de autores responsáveis por desenvolver pesquisas científicas nas mais diversas áreas do conhecimento.

Permeados de tecnologia este e-book contempla estudos na área da ciência tecnológicas, exatas e da terra, mostrando a aplicabilidade destas ciências em variados temas cotidianos. Temas ligados a Medicina, saúde, agricultura e ensino, são abordados nos capítulos desta obra, entre outros temas relacionados à produção científico-metodológica nas ciências.

Para o leitor, esta obra intitulada “Ciências tecnológicas, exatas e da terra e seu alto grau de aplicabilidade” tem muito a contribuir com estas áreas, já que cada capítulo aponta para o desenvolvimento, e aprimoramento de pesquisas científicas envolvendo temas diversos, mostrando-se não somente uma base teórica, mas também a aplicação prática de vários estudos.

Boa leitura!

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INFLUÊNCIA DO OXALATO NA DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DE CHUMBO COM VERMELHO DE BROMOPIROGALOL PARA ANÁLISE DE RESÍDUOS DE ARMAS DE FOGO	
Fernanda Bomfim Madeira André Vinícius dos Santos Canuto Sheisi Fonseca Leite da Silva Rocha José Geraldo Rocha Junior	
DOI 10.22533/at.ed.6382024031	
CAPÍTULO 2	11
SISTEMA EMBARCADO PARA CONTROLE DO CONSUMO DE ENERGIA USANDO UMA ABORDAGEM BASEADA NA VISÃO COMPUTACIONAL E RNA	
Leonardo Nunes Gonçalves Joiner dos Santos Sá Carlos Augusto dos Santos Machado Alexandre Reis Fernandes Fabricio de Souza Farias	
DOI 10.22533/at.ed.6382024032	
CAPÍTULO 3	24
MODELAGEM ESPAÇO-TEMPORAL DOS CASOS DE DIABETES MELLITUS NA BAHIA: UMA ABORDAGEM COM O DFA	
Raiara dos Santos Pereira Dias Aloisio Machado da Silva Filho Edna Maria de Araújo Everaldo Freitas Guedes Florêncio Mendes Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.6382024033	
CAPÍTULO 4	37
UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA VARIABILIDADE: UMA EXPERIÊNCIA VIVENCIADA NA DOCÊNCIA DE MATEMÁTICA NO 3º ANO DE UM COLÉGIO PÚBLICO	
Gilson De Almeida Dantas Luiz Márcio Santos Farias Aloísio Machado Da Silva Filho	
DOI 10.22533/at.ed.6382024034	
CAPÍTULO 5	56
A MODELAGEM MATEMÁTICA EM UMA PERSPECTIVA CRÍTICA: REFLEXÕES SOB O OLHAR DOS PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA	
Ana Paula Rohrbek Chiarello Bruna Larissa Cecco Nadia Cristina Picinini Pelinson	
DOI 10.22533/at.ed.6382024035	

CAPÍTULO 6 70

USO DOS RECURSOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO DE CIÊNCIAS NO DE 6º ANO DA ESCOLA PROFESSORA MARIA FIDERALINA DOS SANTOS LOPES NO MUNICÍPIO DE TOMÉ-AÇU/PA

Anne Louise Fernandes de Medeiros
Eliel Viana Rodrigues
Poliana Silva Costa
Renato Araújo da Costa
Maria Bernadete Marques Silva
Rita do Carmo Marinho
André Pires Costa
Cleidiane Cardoso Assunção
Oselita Figueiredo Corrêa
José Francisco da Silva Costa

DOI 10.22533/at.ed.6382024037

CAPÍTULO 7 90

COMO ELEVAR UM NÚMERO A UMA POTÊNCIA COM CELERIDADE

Gilberto Emanuel dos Reis Vogado
Gustavo Nogueira Dias
Pedro Roberto Sousa e Silva
Eldilene da Silva Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.6382024038

CAPÍTULO 8 101

CÁLCULO DE DERIVADA DE FUNÇÕES A UMA VARIÁVEL COM UTILIZAÇÃO DOS NÚMEROS COMPLEXOS

Maurício Emanuel Ferreira Costa
Luane Gonçalves Martins, Lates
Aubedir Seixá Costa
Reginaldo Barros
Sebastião Martins Siqueira Cordeiro
Antonio Maia de Jesus Chaves Neto
Genivaldo Passos Correa
José Francisco da Silva Costa

DOI 10.22533/at.ed.6382024039

CAPÍTULO 9 120

ANÁLISE ESTATÍSTICA DO MONITORAMENTO SISMOGRÁFICO DE CAVIDADES FERRÍFERAS. MINAS DE N4 E N5, CARAJÁS, BRASIL

Adimir Fernando Rezende
Rafael Guimarães de Paula
Marcelo Roberto Barbosa
Leandro Alves Caldeira Luzzi
Iuri Viana Brandi

DOI 10.22533/at.ed.63820240310

CAPÍTULO 10 135

AValiação DO RESSECAMENTO DA CAMADA DE COBERTURA UTILIZANDO SOLO COM ADIÇÃO DE FIBRAS PET POR MEIO DE ANÁLISE DE IMAGENS

Conceição de Maria Cardoso Costa
Tomás Joviano Leite da Silva

Jaqueline Ribeiro dos Santos
Luís Fernando Martins Ribeiro
Claúdia Márcia Coutinho Gurjão

DOI 10.22533/at.ed.63820240311

CAPÍTULO 11 150

O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

Gustavo Nogueira Dias
Pedro Roberto Sousa e Silva
Washington Luiz Pedrosa da Silva Junior
José Edimilson de Lima Fialho
Victor Hugo Chacon Britto

DOI 10.22533/at.ed.63820240312

CAPÍTULO 12 160

POTENCIALIDADE BACTERICIDA DO AÇO INOXIDÁVEL MARTENSÍTICO 17-4 PH

Rogério Erbereli
Italo Leite de Camargo
João Fiore Parreira Lovo
Carlos Alberto Fortulan
João Manuel Domingos de Almeida Rollo

DOI 10.22533/at.ed.63820240313

CAPÍTULO 13 171

TENDÊNCIA TEMPORAL E DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VIOLÊNCIA CONTRA CRIANÇAS E ADOLESCENTES NA ZONA URBANA DE FEIRA DE SANTANA-BA 1998-2009

Raiane de Almeida Oliveira
Edna Maria de Araújo
Roger Torlay Pires
Aloisio Machado da Silva Filho

DOI 10.22533/at.ed.63820240314

CAPÍTULO 14 194

EMULSÕES DE QUITOSANA/GELATINA COM ÓLEOS DE ANDIROBA E DE PRACAXI: AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA SOBRE *Staphylococcus aureus*

Murilo Álison Vigilato Rodrigues
Crisiane Aparecida Marangon
Pedro Marcondes Freitas Leite
Virginia da Conceição Amaro Martins
Marcia Nitschke
Ana Maria de Guzzi Plepis

DOI 10.22533/at.ed.63820240315

CAPÍTULO 15 204

ANÁLISE DO POTENCIAL DOS ARENITOS DA FORMAÇÃO FURNAS PARA USO COMO AREIA INDUSTRIAL

Ricardo Maahs
Ericks Henrique Testa

DOI 10.22533/at.ed.63820240316

CAPÍTULO 16 213

ESTUDO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE BARES E CASAS NOTURNAS DE FREDERICO WESTPHALEN - RS

Bianca Johann Nery
Carine Andrioli
Marcelle Martins
Eduardo Antônio de Azevedo
Willian Fernando de Borba
Bruno Acosta Flores

DOI 10.22533/at.ed.63820240317

CAPÍTULO 17 219

CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DO AUDITÓRIO DO CEAMAZON DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Thiago Morhy Cavalcante
Yves Alexandrinho Bandeira
Thiago Henrique Gomes Lobato
Wellington José Figueirêdo de Lima

DOI 10.22533/at.ed.63820240318

CAPÍTULO 18 235

APLICAÇÕES ANTIFÚNGICA E ANTIBACTERIANA IN VITRO DE ÓLEOS ESSENCIAS DE CITRUS SPP.: UMA BREVE REVISÃO

Mayker Lazaro Dantas Miranda
Cassia Cristina Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.63820240319

CAPÍTULO 19 242

A ORIGEM DA ENERGIA DO SOL

Marcelo Antonio Amorim
Denes Alves de Farias
Edite Maria dos Anjos

DOI 10.22533/at.ed.63820240320

CAPÍTULO 20 251

POLÍMEROS HIPERRAMIFICADOS COMO CARREADORES DE FÁRMACOS: UMA VISÃO SOBRE SÍNTESE, PROPOSTAS DE MECANISMOS, CARACTERIZAÇÃO E APLICABILIDADES

Diego Botelho Campelo Leite
Edmilson Miranda de Moura
Carla Verônica Rodarte de Moura

DOI 10.22533/at.ed.63820240321

CAPÍTULO 21 265

PREY-PREDATOR MODELING OF CO₂ ATMOSPHERIC CONCENTRATION

Luis Augusto Trevisan
Fabiano Meira de Moura Luz

DOI 10.22533/at.ed.63820240322

CAPÍTULO 22	276
EXPERIMENTOS PARA A FEIRA DE CIÊNCIAS MEDIADOS PELO DIAGRAMA V	
Lucas Antônio Xavier	
Breno Rodrigues Segatto	
DOI 10.22533/at.ed.63820240323	
CAPÍTULO 23	289
O USO DA COMPUTAÇÃO COGNITIVA NO COMBATE AO CÂNCER	
Fábio Arruda Lopes	
DOI 10.22533/at.ed.63820240324	
CAPÍTULO 24	296
FERMENTAÇÃO SEMI - SÓLIDA PARA PRODUÇÃO DE LIPASE POR <i>Geotrichum candidum</i> UTILIZANDO TORTA DE MILHO	
Janaína dos Santos Ferreira	
Elizama Aguiar-Oliveira	
Sílvio Aparecido Melquides	
Mariana Fronja Carosia	
Eliana Setsuko Kamimura	
Rafael Resende Maldonado	
DOI 10.22533/at.ed.63820240325	
CAPÍTULO 25	308
ANÁLISE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS E O DESEMPENHO DO MREC	
Matheus Amaral da Silva	
Kevin Levrone Rodrigues Machado Silva	
DOI 10.22533/at.ed.63820240326	
CAPÍTULO 26	319
AVALIAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DE MINERAIS EM AMOSTRAS DE FARINHAS SEM GLÚTEN	
Júlia de Oliveira Martins	
Rudinei Moraes Junior	
Anagilda Bacarin Gobo	
Alessandro Hermann	
DOI 10.22533/at.ed.63820240327	
CAPÍTULO 27	325
LEVANTAMENTO DO PERFIL SOCIOECONÔMICO E A VLNERABILIDADE AMBIENTAL DOS ATINGIDOS POR INUNDAÇÕES NO MUNICÍPIO DE JAGUARI - RS	
Thomás Lixinski Zanin	
DOI 10.22533/at.ed.63820240328	
CAPÍTULO 28	346
ESTABILIZAÇÃO DE UMA EQUAÇÃO COM OPERADOR Δ^{2p} COM TERMO NÃO LINEAR	
Ricardo Eleodoro Fuentes Apolaya	
DOI 10.22533/at.ed.63820240329	

SOBRE O ORGANIZADOR.....	355
ÍNDICE REMISSIVO	356

POTENCIALIDADE BACTERICIDA DO AÇO INOXIDÁVEL MARTENSÍTICO 17-4 PH

Data de aceite: 17/03/2020

Data de submissão: 26/11/2019

Rogério Erbereli

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Engenharia Mecânica – São Carlos – SP – Brasil Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6282943526385289>

Italo Leite de Camargo

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo – Campus Itaquaquecetuba – Itaquaquecetuba – SP – Brasil Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5371448783536369>

João Fiore Parreira Lovo

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Engenharia Mecânica – São Carlos – SP – Brasil Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1949993771432064>

Carlos Alberto Fortulan

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Engenharia Mecânica – São Carlos – SP – Brasil Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5175443246146343>

João Manuel Domingos de Almeida Rollo

Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos – Departamento de Engenharia de Materiais – São Carlos – SP – Brasil Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3884561206562655>

RESUMO: O aço inoxidável martensítico do tipo 17-4 PH é formado por cobre e endurecido por precipitação. O presente estudo avaliou o potencial bactericida do material na condição de tratamento térmico de envelhecimento por precipitação e contagem de células, expresso em porcentagem de redução de unidades formadoras de colônia por mililitros, observadas nas condições de monocultivo das bactérias nosocomiais *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. Pela técnica de dilatométrica, aqueceu o material até a temperatura de 1040°C atingindo a completa homogeneização, com tempo de encharque de 1 hora e resfriamento em ar até a temperatura de 25°C. Os ciclos térmicos de envelhecimento iniciados com o aço no estado recozido por solubilização, a temperatura de 25°C até 620°C com tempos de envelhecimento de 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 horas, obteve-se um material com estrutura martensítica de dureza média de 36 HRC. As reações de envelhecimento por precipitação formaram uma fase sub-microscópica rica em cobre, elevando a resistência mecânica do aço e melhora na distribuição do elemento cobre na matriz. As transformações de fase e o comportamento do aço inoxidável por dilatométrica foram analisadas pelas técnicas de microscopia ótica, microscopia eletrônica de varredura, difratometria de raio-X e microdureza Vickers das fases. A caracterização

microestrutural do material com tempo de 3 horas foi a mais efetiva em relação à distribuição dos átomos de cobre. Os testes de aderência em vitro de biofilmes sobre a superfície do aço controle AISI-304 e do aço inoxidável 17-4 PH formado pelas bactérias *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli* apresentaram uma redução de porcentagem de unidades formadoras de colônias de 77,6% e 78,4% respectivamente, indicando em primeira aproximação, a possível propriedade bactericida deste material.

PALAVRAS-CHAVE: Aço inoxidável 17-4 PH, envelhecimento por precipitação, precipitado de cobre, dilatométrica, biofilmes.

BACTERICIDE POTENTIALITY OF MARTENSITIVE STAINLESS STEEL 17-4 PH

ABSTRACT: Type 17-4 PH martensitic stainless steel is formed of copper and hardened by precipitation. The present study evaluated the bactericidal potential of the material under the condition of precipitation aging and cell count heat treatment, expressed as a percentage reduction of colony forming units per milliliter, observed under the monoculture conditions of nosocomial bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*. Using the dilatometry technique, the material was heated to a temperature of 1040 ° C, reaching complete homogenization, with a 1 hour soaking time and air cooling to a temperature of 25 ° C. The thermal aging cycles started with the steel in the annealed state by solubilization, at a temperature of 25 ° C to 620 ° C with aging times of 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8 hours, gave a material with medium hardness martensitic structure of 36 HRC. Precipitation aging reactions formed a copper-rich submicroscopic phase, increasing the mechanical strength of the steel and improving the distribution of the copper element in the matrix. The phase transformations and the behavior of stainless steel by dilatometry were analyzed by optical microscopy, scanning electron microscopy, X-ray diffraction and phase microhardness techniques. The microstructural characterization of the material with time of 3 hours was the most effective in relation to the distribution of copper atoms. The in vitro adhesion tests of the biofilms on the surface of AISI-304 control steel and 17-4 PH stainless steel formed by the bacteria *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* showed a reduction in the percentage of colony forming units by 77.6% and 78.4% respectively, indicating at first approximation the possible bactericidal property of this material.

KEYWORDS: 17-4 PH stainless steel, precipitation aging, copper precipitate, dilatometry, biofilms.

1 | INTRODUÇÃO

O aço inoxidável martensítico 17-4 PH contém aproximadamente 3,5% em peso de cobre, e é endurecido por precipitação devido à formação de uma fase submicroscópica rica em cobre. Na literatura revelou-se que os tratamentos térmicos de envelhecimento por precipitação iniciam-se com recozimento por solubilização do cobre, responsável pelo endurecimento do material (MARTIN, 1998). Aços

inoxidáveis endurecidos por precipitação foram desenvolvidos na década de 1940, e tornaram-se cada vez mais importantes na fabricação de equipamentos hospitalares e cirúrgicos, devido às suas propriedades como alta dureza, boa ductibilidade, resistência à corrosão e fácil fabricação, o que justifica ao material um alto valor agregado. (MARTIN, 1998), (MMPDS, 2003)

As infecções hospitalares são problemas de suma importância na saúde pública em função das taxas significativas de morbidade, mortalidade e dos custos financeiros. O principal fator de risco associado, é a infecção e a colonização por bactérias nosocomiais potencialmente patogênicas em biofilmes, como por exemplo, a *Staphylococcus aureus* multi-resistentes (MRSA) e a *Escherichia coli* (HALEY; CULVER, 1985), (PITTET; TARARA; WENZEL, 1994), (LEON-ROSALES; MACÍAS, 2004). Biofilmes são comunidades de microrganismos que vivem em superfícies. A formação de biofilme tem recebido muita atenção na última década, uma vez que, virtualmente, todos os tipos de bactérias podem formá-lo, podendo ser o modo mais comum de existência bactericida na natureza (KARATAN; WATNICK, 2009).

O presente estudo avaliou o potencial bactericida do aço 17-4 PH por conter cobre na formação do filme passivo do aço (CASEY, et al, 2009). Vários estudos tem mostrado a eficácia do cobre como agente bactericida (DEANE; MILLS; HAMEL, 1970), (SUNADA; WATANABE; HASHIMOTO, 2003). Desta forma, a expectativa de ter um material de fácil manufatura, baixo custo e que tenha aplicabilidade em ambiente hospitalar como ferramental cirúrgico, mobiliários, maçanetas, grades para camas, torneiras, botões de chamada, aparelhos para uso intravenoso, dispersadores, lavatórios, assentos de privada, tanques, estações de trabalho, entre outros; somada ao aumento da demanda comercial do aço 17-4 PH.

2 | PROCEDIMENTOS

Os aços 17-4 PH e AISI-304 fornecidos pelo Grupo Metal (Tietê, São Paulo) possuem composições químicas cuja porcentagem em peso dos elementos está representada na tabela 1. Estes aços podem ser desenvolvidos a partir dos aços austeníticos clássicos 18-8. No caso dos aços martensíticos, as principais modificações foram à redução do teor de níquel e a adição de outros elementos (principalmente cobre) para promover o aparecimento de precipitados ricos deste elemento.

	Aços	
	17-4-PH	AISI-304
%C	0,07 máx	0,07 máx
%Cr	15,0 a 17,0	17,5 a 19,5
%Ni	3,0 a 5,0	8,0 a 10,5
%Cu	3,0 a 5,0	-
%Mo	0,6 máx	-
%S	0,03 máx	0,03
%Nb+Ta	0,45 máx	-

Tabela 1: composição química do aço 17-4 PH utilizado no estudo.

A caracterização microestrutural foi realizada por microscopia ótica (MO), microscopia eletrônica de varredura (MEV) com espectrometria de energia dispersiva (EDS), difratometria de raios-X (DRX) e microdureza Vickers.

Foi utilizado o microscópio ótico de luz polarizada, fabricado pela Leica, modelo Leitz DMRX, utilizando aumento de 500X e reagente químico Villela, onde foi observada a morfologia das fases presentes após o tratamento térmico. O microscópio eletrônico de varredura Zeiss Leo 440, gera imagens por elétrons retro-espalhados utilizando o detector Four Quadrant Backscattered Electron Detector Type 400 e com EDS acoplado do tipo EDX Link Analytical, (Isis System Series 200), com detector de SiLi Pentafet, janela ultrafina ATW II, de resolução de 133eV a 5,9keV. Utilizou-se padrão de CO para calibração, feixe de elétron de 20 kV, distância focal de 25 mm, dead time de ~30%, corrente de 2,82A, I probe de 950pA, e área de 20x20 μ m. Na difratometria de raio-x utilizou-se o equipamento Siemens (German) com potência de 40kV e 40mA, radiação K-alfa de cobre e comprimento de onda de $\lambda=1.54056\text{\AA}$, ângulo $\theta/2\theta$ de 40 à 100 graus, passo 0,05° de 5 segundos cada, utilizando o software EVA para analisar os resultados. Para ensaio de microdureza Vickers utilizou-se um indentador de diamante (HV) Leica, modelo VMHTMOT.

As dimensões dos corpos de prova para os ensaios de dilatometria foram de 10x30 mm, com ciclo térmico a uma taxa de aquecimento 10°C/s até a temperatura de 1040°C, mantendo essa temperatura até a completa homogeneização, com tempo de encharque de 1 hora e resfriamento em ar até a temperatura de 25°C. Nos ciclos térmicos de envelhecimento, impôs-se a taxa de aquecimento 10°C/s desde 25°C até a temperatura de 620°C e manteve-se em tempos que variaram entre 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 horas. Os ciclos foram reproduzidos pelos equipamentos dilatômetros

de procedência Netzsch DIL 402C e DT1000 Adamel Ihomarg e os testes foram realizados segundo norma ASTM-2006 (ASTM, 2006).

A contagem das unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC/ml) das cepas diluídas seguiram a instruções do Bacteriological Analytical Manual (BAM) (FENG, et al, 2002), (BENNETT, LANCETTE, 2001), que apresenta os procedimentos laboratoriais indicados pela FDA (U.S. Food and Drug Administration) para análise microbiológica, possibilitando a análise de formação ou não de biofilmes geradas pelas bactérias nosocomiais *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. A porcentagem de redução (PR) foi determinada comparando a quantidade de UFC/ml do controle com a quantidade de UFC/ml expostas ao aço 14-7 PH, conforme a expressão 1:

$$PR = \frac{UFC_{controle} - UFC_{14-7PH}}{UFC_{controle}} \quad (1)$$

3 | RESULTADOS

A análise por MO do aço 17-4 PH após tratamento térmico de recozimento para solubilização e resfriamento ao ar apresenta uma estrutura martensítica com fase ferrítica e contornos de grãos de austenita prior (figura 1a). O ciclo térmico de envelhecimento por 3 horas na temperatura de 620°C conduziu o material a uma estrutura martensítica com grãos de austenita prior refinados. A aparência metalográfica do aço envelhecido por 3 horas (figura 1b) apresentou uma descrição qualitativa semelhante das fases presentes oriundas dos tratamentos de envelhecimentos realizados.

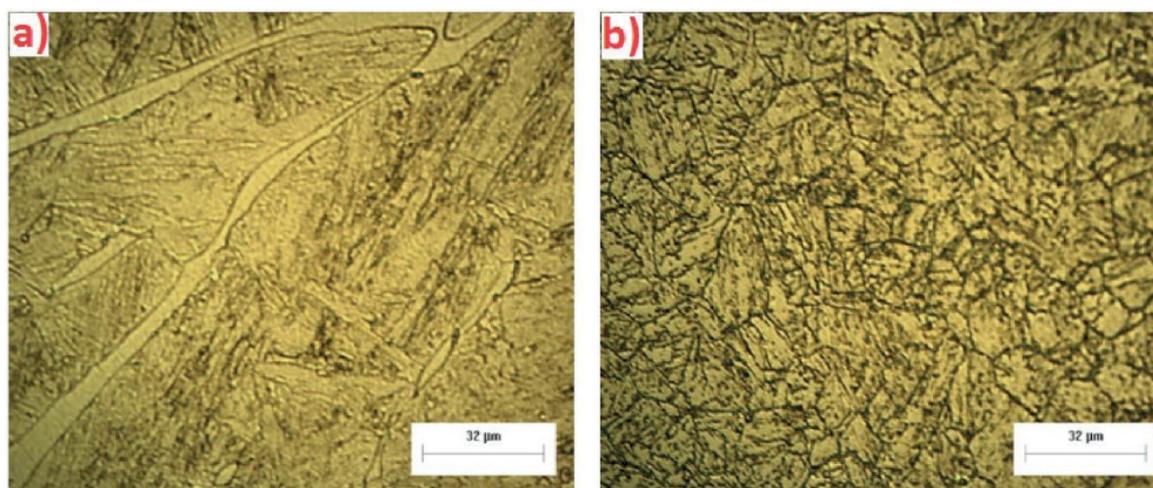


Figura 1: imagens obtidas do aço inoxidável (500x): a) solubilizado; b) envelhecido por 3 horas. Autores, 2015.

Nas análises por MEV, escolheu-se as imagens com tempo de envelhecimento de 3 e 8 horas para representar as amostras, de acordo com a figura 2.

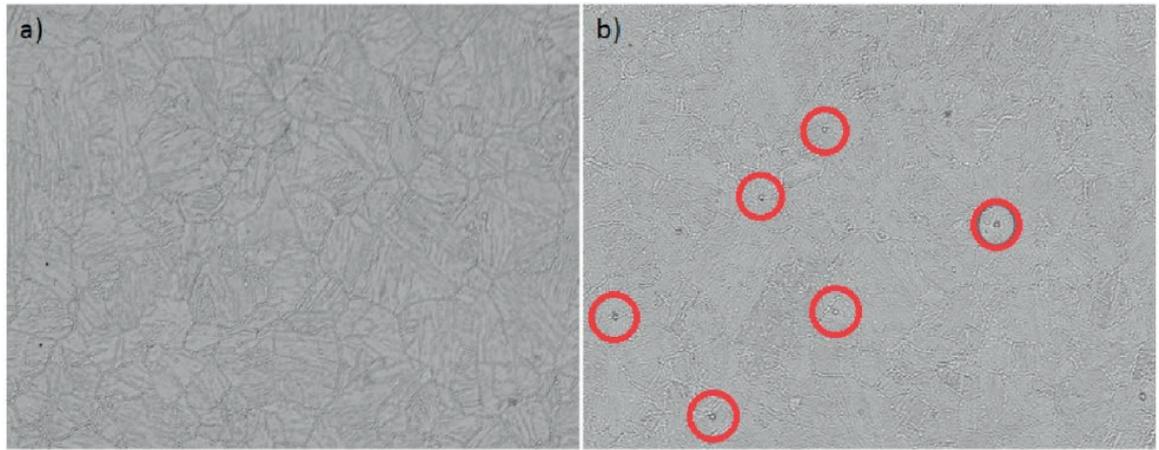


Figura 2: imagens de MEV do aço 17-4 PH envelhecido (1500x): a) por 3 horas; b) por 8 horas. Autores, 2015.

A figura 2-b apresenta precipitados identificados nos pontos brancos (em destaques circulados). O elemento mais pesado é identificado por retro-espalhamento como sendo mais claro. Foram avaliados por análise pontual por EDS e identificados como precipitados ricos em Níobio (Tabela 2).

Elemento	Tipo Espect.	%Peso	%Atômica
CrK	ED	10,10	13,43
FeK	ED	37,39	46,29
NiK	ED	1,78	2,10
CuK	ED	1,25	1,36
NbK	ED	49,47	36,82
Total	ED	100,00	100,00

Tabela 2: análise do precipitado branco em porcentagem de peso e atômica.

A Figura 2 revela também contornos do grão da austenita prior, confirmado por análise pontual por EDS (Tabela 3).

Elemento	Tipo Espect.	%Peso	%Atômica
SiK	ED	0,50	0,98
CrK	ED	16,29	17,31
FeK	ED	74,93	74,14
NiK	ED	4,99	4,70
CuK	ED	3,29	2,86
Total	ED	100,00	100,00

Tabela 3: análise pontual da fase mais clara em porcentagem de peso e atômica.

A composição química da matriz também foi avaliada por EDS com relação

à porcentagem em peso do cobre, objetivando observar a distribuição desse elemento na matriz. A área utilizada para tal análise foi de 20x20 μm . As análises de tratamento térmico por porcentagem-peso de cobre estão representadas na tabela 4, não ocorrendo variações apreciáveis na composição química deste elemento. A porcentagem em peso do elemento cobre na matriz variou entre 3,06 – 3,83 dentro do erro previsto pelo equipamento que é de 0,5%.

Amostra	Solubilizado
%Cu	3,31
2 h	3,14
3 h	3,06
4 h	3,28
5 h	3,83
6 h	3,38
7 h	3,46
8 h	3,16

Tabela 4: porcentagem em peso do elemento cobre na matriz em função do tempo de envelhecimento.

A análise dos valores médios obtidos pelos ensaios de microdureza Vickers demonstra uma queda da microdureza com o aumento do tempo de tratamento térmico de envelhecimento. (Figura 3).

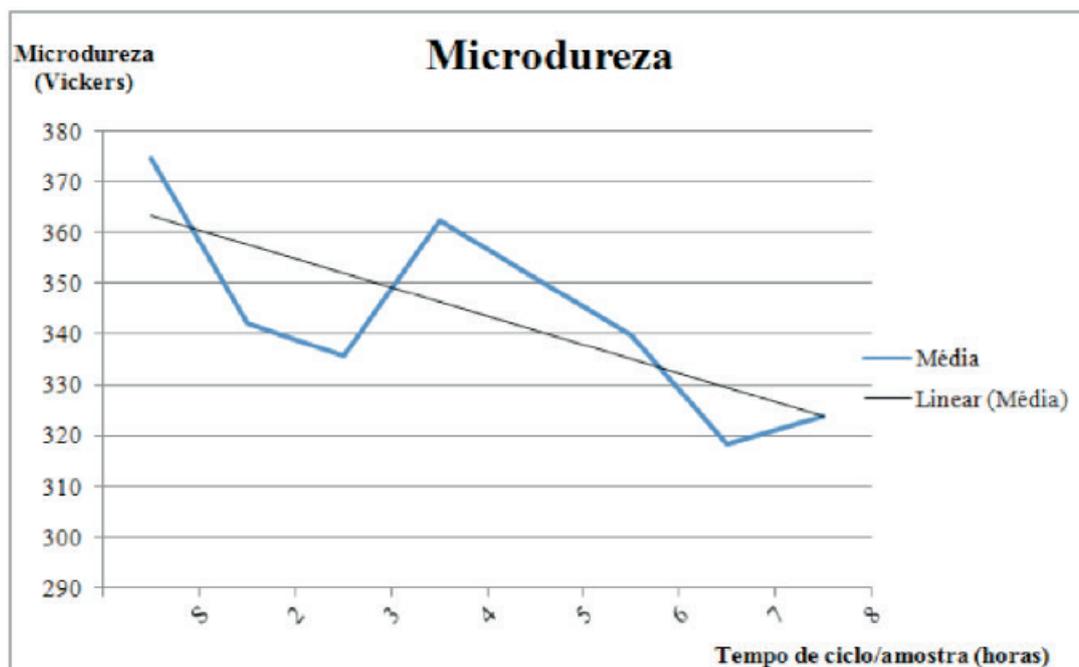


Figura 3: Valores médios de dureza em Vickers x tempo de envelhecimento. Autores, 2015.

O valor da microdureza decresce conforme o tempo de permanência em 620°C aumenta, devido à formação de fases sub-microscópicas rica do elemento cobre (PICKERING, 1978), tornando-o progressivamente dúctil, porém não significativamente, portanto, ainda considerado um material de engenharia.

Nos ensaios dilatométricos as amostras foram referenciadas pelo seu tempo total de envelhecimento de 2, 3, 4, 5, 6 e 7 horas (Figura 4).

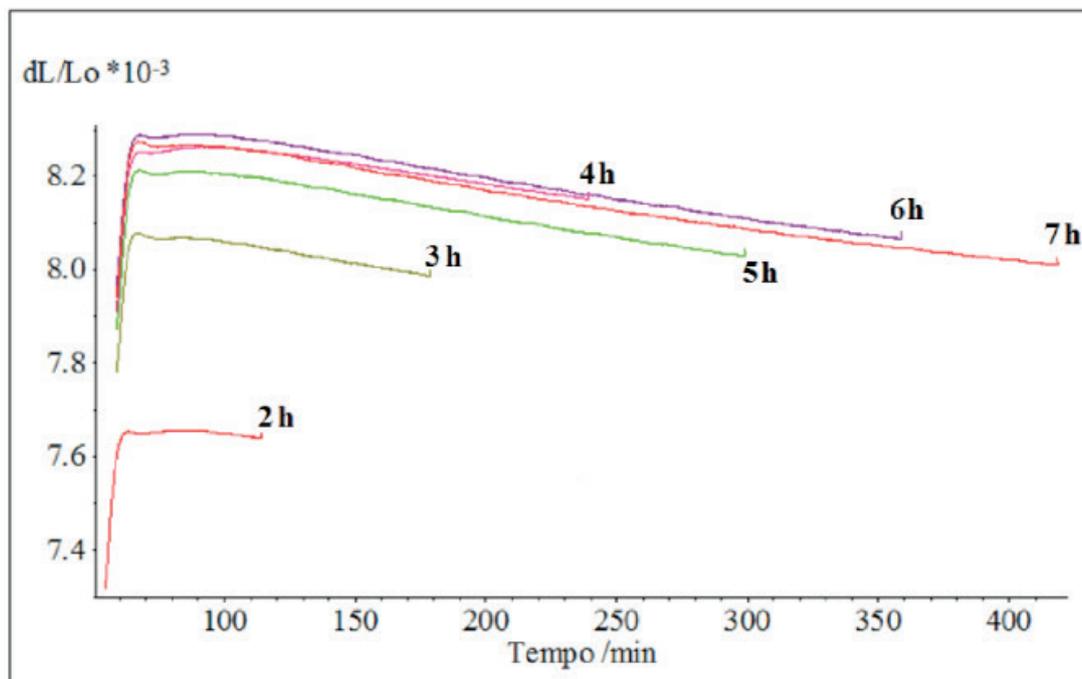


Figura 4: dilatogramas dos seis ciclos de envelhecimento (2, 3, 4, 5, 6 e 7 horas). Autores, 2015.

A análise dos dilatogramas correspondentes aos ciclos térmicos de envelhecimento, representam comportamentos semelhantes, com valores dos coeficientes de dilatação térmica (dL/L_0) decrescendo em função do tempo, indicando a precipitação da fase sub-microscópica rica do elemento cobre.

O difratograma representado pela figura 5 apresenta um pico característico de formação de cristais sub-microscópicos finamente dispersos de óxido de cobre (CuO) (PADILHA, 1997)

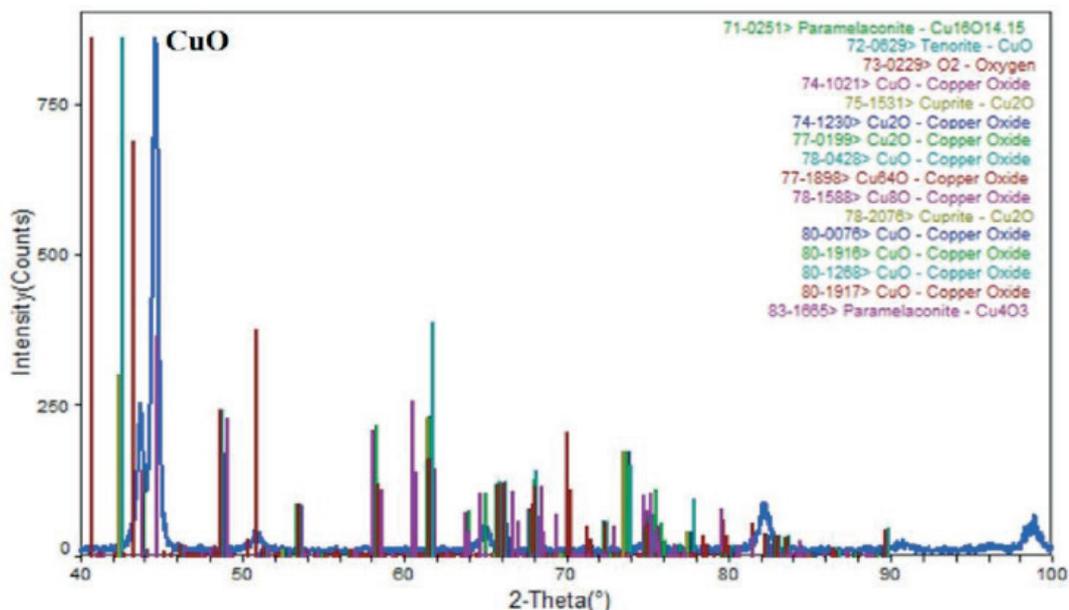


Figura 5: difratograma do aço 17-4 PH envelhecido por 3 horas. Autores, 2015.

Derivado dos resultados das caracterizações metalográficas das microestruturas, o ciclo térmico: recozimento para solubilização (1040°C), resfriamento ao ar e envelhecimento por 3 horas, indicou as melhores condições de superfície para o efeito bactericida.

As porcentagens de redução das UFC geradas pelo aço 17-4 PH envelhecido por 3 horas para cada bactéria está representado na figura 6:

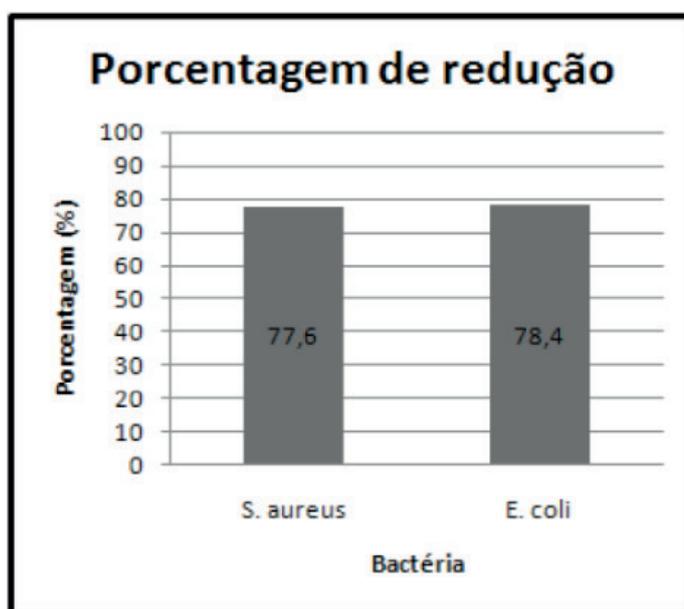


Figura 6: Gráfico de porcentagem de redução x tipo de bactéria. Autores, 2015.

Ambas as bactérias apresentaram uma alta porcentagem de redução, sendo 77,6% para a *Staphylococcus aureus*, bactéria gram-positiva, e 78,4% para a *Escherichia coli*, bactéria gram-negativa, indicando a tendência do aço inoxidável martensítico 17-4 PH ter menor aderência bacteriana que o material de controle nos

dois casos, porém maiores determinações deverão ser feitas visando à efetividade da adesão inicial de bactérias nosocomiais no aço em estudo.

4 | CONCLUSÃO

- As aparências fotomicrográficas sugerem que o tratamento térmico de envelhecimento por 3 horas realizado após o tratamento térmico de solubilização eliminou a presença da fase indesejada (ferrita) e é o indicado para promover a formação de um filme passivo rico do elemento cobre e distribuído uniformemente na superfície do aço inoxidável martensítico 17-4 PH.

- O aço inoxidável exibe uma estrutura martensítica mas não com alta dureza (36HRC) e a microscopia ótica obtida dos produtos de recozimento para solubilização e de envelhecimento por precipitação não representam a martensita clássica ou a estrutura da martensita revenida, entretanto o foco do estudo foi obter uma estrutura sub-microscópica da fase rica em cobre dispersa homogeneamente na estrutura martensítica num estágio super envelhecido do material, gerando a formação de um filme passivo rico do elemento (HSIAO, CHIOU, YANG, 2002).

- Houve uma menor aderência bacteriana de biofilme no aço 17-4 PH em relação ao material de controle em ambas as amostras, indicando a potencialidade antibactericidade deste material (ANDRADE; BRIDGEMAN; ZOTOLLA, 1998) (WIRTANEN; HUSMARK; MATTILA-SANDHOLM, 1996).

REFERÊNCIAS

Andrade, N. J.; Bridgeman, T. A.; Zotolla, E. A. **Bacteriocidal activity of sanitizers against *Enterococcus faecium* attached to stainless steel as determined by plate count and impedance methods**. Journal of Food Protection, v. 61, n. 7, p. 833-838, 1998.

American Society For Testing and Materials (ASTM) (2006) E0228-06.

Bennett, R. W. Lancette, A. G., ***Staphylococcus aureus*. Bacteriological Analytical Manual**, U.S. Food and Drug Administration, Chapter 12, Jan2001.

Casey, A.L., et al., **Role of copper in reducing hospital environment contamination**. J Hosp Infect (2009), doi:10.1016/j.jhin.2009.08.018

Deane, R.S., E.L. Mills, and A.J. Hamel, **Antibacterial action of copper in respiratory therapy apparatus**. CHEST Journal, 1970. **58**(4): p. 373-377.

Feng, P., Weagant, S.D., Grant, M.A., Burkhardt, W. **Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria**. Bacteriological Analytical Manual, U.S. Food and Drug Administration, Chapter 4, Set 2002.

Haley RW, Culver DH. **The nationwide nosocomial infection rate: a new need for vital statistic**. Am J Epidemiol 1985; 121:159.

Hsiao, C.N., Chiou, C.D.; Yang, J.R., **Aging reactions in a 17-4-PH stainless steel**, Materials Chemistry and Physics, v 74, n 2, Mar 1, 2002, p 134-142

Karatan E, Watnick P., **Signals, Regulatory Networks, and Materials That Build and Break Bacterial Biofilms**, Microbiol Mol Biol Rev. 2009 Jun;73(2):310-47. doi: 10.1128/MMBR.00041-08.

Martin, J. W. **Precipitation hardening**. II Edition, Butterworth-Heinemann, 1998

Metallic Materials Properties Development and Standardization (MMPDS), Office of Aviation Research Washington, D.C. 20591, January 2003

Padilha, A. F. **Sólidos Parcialmente Cristalinos**. In: F., P. A. (Ed.). Materiais de Engenharia: Microestrutura e Propriedades. 1. Curitiba: Hemus, 1997. cap. 12, p.213-222.

Pickering, F. B. **The 12%Cr Stainless steels**. In: **PICKERING, F. B.. Physical metallurgy and the design of steels**. Inglaterra: Applied Science Publishers Ltd, 1978. P. 163-182,165

Pittet D, Tarara D, Wenzel RP. **Nosocomial bloodstream infection in critical ill patients, excess length of stay, extra coast, and attributable mortality**. JAMA 1994; 271:1598-601

Ponce de Leon-Rosales S, Macías AE. **Global perspectives of infection control**. In: Wenzel, RP. editor. Prevention and control and nosocomial infections. 4th.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2004. p.14-39.

Sunada, K., T. Watanabe, and K. Hashimoto, **Bactericidal Activity of Copper-Deposited TiO₂ Thin Film under Weak UV Light Illumination**. Environmental Science & Technology, 2003. 37(20): p. 4785-4789.

Wirtanen, G.; Husmark, U.; Mattila-Sandholm, T. **Microbial evaluation of the biotransfer potencial from surfaces with Bacillus biofilms after rinsing and cleaning procedures in closed food-processing systems**. Journal of Food Protection, v. 59, n. 7, p. 727-733, 1996.

AGRADECIMENTOS / FONTE FINANCIADORA

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)- Código de financiamento 001.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço inoxidável 17-4 PH 173

Agricultura 356

Análise química 2, 216, 219, 222

Astronomia 146, 254, 255, 256, 262

Aterro sanitário 148, 150

Auditório 231, 232, 233, 234, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246

B

Balística 1, 10

C

Cálculo integral 162

Camada de cobertura 147, 148

Cavidades naturais 132, 146

Ciência da computação 301, 302, 303, 304, 307

Consumo de energia 11, 12, 14, 40, 46, 47, 48

Criança e adolescente 184

Cubo da soma 102, 109, 110, 111

D

Definição sonora 231, 236, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245

Dfa 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 36

Diabetes mellitus 24, 35, 36

Diagrama v 288, 289, 290, 291, 292, 296, 298, 299, 300

Doença celíaca 331, 332, 335, 336

E

Educação estatística 37, 53, 54

Ensino da matemática 65, 112, 162

Ensino de ciências 82, 83, 85, 87, 88, 91, 92, 93, 99

Envelhecimento por precipitação 172, 173, 181

Espectrometria de absorção atômica 3, 331, 332, 336

F

Fermentação semi-sólida 308, 310, 311, 313, 314, 315, 316

Fitopatógenos 247

Formação de professores 56, 63, 96, 165, 170

Fusão 221, 254, 257, 260, 261, 302

G

Gerenciamento 14, 23, 225, 226, 227, 230, 338, 355, 356

H

Hiperramificados 263, 265, 266, 267, 270, 273, 274

Hospitalização 24, 32, 34

I

Inundações 337, 338, 339, 340, 341, 343, 349, 351, 353, 354

Isolamento sonoro 70

L

Lei 12.305/2010 226

Lipase 308, 309, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319

M

Medicina 168, 263, 273, 301, 304, 305, 307

Medidas de dispersão 37, 187

Método alternativo 113, 114, 130

Método científico 288, 289, 290, 299

Modelagem matemática 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Modelo presa-predador 277

Monitoramento sismográfico 132, 133, 134, 138

O

Óleo de pracaxi 207, 208, 209, 212, 213

P

Perfil socioeconômico 337, 338, 341, 349, 353

Polímeros 213, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 271, 272, 273, 274

Q

Quadrado da soma 102, 104, 106, 107

Química forense 1, 3

Quitosana 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213

R

Reciclagem 226, 229, 230

Recomendação 26, 320, 321, 322, 324, 325, 326, 329

Ruído de impacto 70, 71, 72, 76, 78, 80

S

Sedimentologia 216, 219

Sistema embarcado 11, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 22

Sistemas 12, 15, 22, 23, 35, 70, 71, 72, 73, 77, 79, 80, 147, 167, 168, 190, 203, 248, 263, 264, 265, 272, 274, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 320, 321, 322, 323, 325, 329, 356, 357

T

Taxa de fotossíntese 277

Teorema 114, 115, 116, 117, 118, 120, 122, 125, 126, 130, 292

U

Uso de recurso tecnológico 82

V

Violência 2, 9, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205

 **Atena**
Editora

2 0 2 0