

Evolução na Ciência e Engenharia de Materiais

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

Evolução na Ciência e Engenharia de Materiais

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

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: Karine de Lima

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
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 di 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. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
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 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
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. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E93	<p>Evolução na ciência e engenharia de materiais [recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-921-9 DOI 10.22533/at.ed.219201601</p> <p>1. Engenharia de materiais – Pesquisa – Brasil. I. Holzmann, Henrique Ajuz.</p> <p style="text-align: right;">CDD 620.11</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais, se tornou um dos grandes pilares da revolução técnica industrial, devido a necessidade de desenvolvimento de novos materiais, que apresentem melhores características e propriedades físico-químicas. Grandes empresas e centros de pesquisa investem maciçamente em setores de P&D a fim de tornarem seus produtos e suas tecnologias mais competitivas.

Destaca-se que a área de material compreende três grandes grupos, a dos metais, das cerâmicas e dos polímeros, sendo que cada um deles tem sua importância na geração de tecnologia e no desenvolvimento dos produtos. Aliar os conhecimentos pré-existentes com novas tecnologias é um dos grandes desafios da nova engenharia.

Neste livro são explorados trabalhos teóricos e práticos, relacionados as áreas de materiais, dando um panorama dos assuntos em pesquisa atualmente. Apresenta capítulos relacionados ao desenvolvimento de novos materiais, com aplicações nos mais diversos ramos da ciência, bem como assuntos relacionados a melhoria em processos e produtos já existentes, buscando uma melhoria e a redução dos custos.

De abordagem objetiva, a obra se mostra de grande relevância para graduandos, alunos de pós-graduação, docentes e profissionais, apresentando temáticas e metodologias diversificadas, em situações reais.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DE FIBRAS VEGETAIS NA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO E MORFOLOGIA DA FRATURA DE COMPÓSITOS COM FIBRAS CONTÍNUAS E ALINHADAS	
Fábio Santos de Sousa Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho Luciano Monteiro Almeida Roberto Tetsuo Fujiyama	
DOI 10.22533/at.ed.2192016011	
CAPÍTULO 2	10
COMPÓSITOS POLIMÉRICOS HÍBRIDOS COM FIBRAS NATURAIS E SINTÉTICAS CONTÍNUAS E ALINHADAS	
Luciano Monteiro Almeida César Tadeu Nasser Medeiros Branco Douglas Santos Silva Edwillson Gonçalves de Oliveira Filho Roberto Tetsuo Fujiyama	
DOI 10.22533/at.ed.2192016012	
CAPÍTULO 3	23
CARACTERIZAÇÃO DE NANOFILTRO REDUTOR DE SULFETO DE HIDROGÊNIO E UMIDADE DO BIOGÁS	
Mateus Sousa Pinheiro Gabrielle Dias Coelho Maria del Pilar Hidalgo Falla	
DOI 10.22533/at.ed.2192016013	
CAPÍTULO 4	36
DESCRIÇÃO TERMODINÂMICA DE MICRODOMÍNIOS DENTRO DE PICHE MESOFÁSICO PRECURSOR PARA FIBRAS DE CARBONO	
Caio Cesar Ferreira Florindo Adalberto Bono Maurizio Sacchi Bassi	
DOI 10.22533/at.ed.2192016014	
CAPÍTULO 5	51
NANOBIOSENSOR ELETROQUÍMICO BASEADO EM APTAMERO PARA DETECÇÃO DE OCRATOXINA A EM CAFÉ TORRADO	
Maurília Palmeira da Costa Itala Gabriela Tavares Lima Idjane Silva de Oliveira Cesar Augusto Souza de Andrade Maria Danielly Lima de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2192016015	

CAPÍTULO 6	63
DETECÇÃO ESPECÍFICA DE SCHISTOSOMA MANSONI EM LCR USANDO UM BIOSSENSOR ELETROQUÍMICO DE DNA BASEADO EM NANOPARTICULAS DE OURO E MERCAPTOSILANO	
Giselle Soares dos Santos	
César Augusto Sousa de Andrade	
Fábio Lopes de Melo	
Maria Danielly Lima de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2192016016	
CAPÍTULO 7	73
PRODUÇÃO DE NANOMATERIAIS BIOMIMÉTICOS A PARTIR DE UM NOVO SISTEMA DE <i>ELECTROSPINNING</i> PARA ENGENHARIA DE TECIDOS DOS MENISCOS DO JOELHO	
Thiago Domingues Stocco	
Anderson de Oliveira Lobo	
DOI 10.22533/at.ed.2192016017	
CAPÍTULO 8	87
PLATAFORMA NANOSTRUTURADA BASEADA EM APTÂMERO PARA DETECÇÃO DE OCRATOXINA A	
Maurília Palmeira da Costa	
Ítala Gabriela Tavares Lima	
Idjane Silva de Oliveira	
Cesar Augusto Souza de Andrade	
Maria Danielly Lima de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2192016018	
CAPÍTULO 9	96
CARACTERIZAÇÃO DE NANOCOMPÓSITOS PLA/ZNO POR REOLOGIA E NMR NO DOMÍNIO DO TEMPO	
Amanda Ramos Aragão Melo	
José Carlos Dutra Filho	
Maria Inês Bruno Tavares	
DOI 10.22533/at.ed.2192016019	
CAPÍTULO 10	108
INFLUÊNCIA DA SUBSTITUIÇÃO DE CÁLCIO E BÁRIO EM COMPOSIÇÕES DE PEROVSKITAS $TR_{(1-x)}M_xO_3$ (TR= PR, GD), (M = CA, BA) (X= 0,2) NA ATIVIDADE CATALÍTICA	
Cássia Carla de Carvalho	
Anderson Costa Marques	
Symone Leandro de Castro	
Davidson Nunes de Oliveira	
Filipe Martel de Magalhães Borges	
Alexandre de Sousa Campos	
DOI 10.22533/at.ed.21920160110	
CAPÍTULO 11	119
CERÂMICAS AVANÇADAS: PRODUÇÃO DE NANOESTRUTURAS DE ÓXIDOS TERRA RARA-NÍQUEL	
Bruna Niccoli Ramirez	
Márcia Tsuyama Escote	
DOI 10.22533/at.ed.21920160111	

CAPÍTULO 12 133

INSERÇÃO DE ESCÂNDIO E FÓSFORO NO SEMICONDUTOR DE DIÓXIDO DE TITÂNIO PARA APLICAÇÃO EM FOTOCATÁLISE

Eduardo Felipe De Carli
Eliane Kujat Fischer
Natali Amarante da Cruz
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.21920160112

CAPÍTULO 13 146

INDUTORES DE RÁDIO FREQUÊNCIA EXTERNOS COM ALTOS FATORES DE QUALIDADE USANDO OURO, SU8 E ALUMINA

Lucas Martins Miranda de Almeida
Alexandre da Silva Nascimento
Richard Alexandrino de Macedo
Angélica dos Anjos Ayala

DOI 10.22533/at.ed.21920160113

CAPÍTULO 14 153

INCLUSÃO DE NANOPARTÍCULAS DE $3Y-ZrO_2$ EM MATRIZ DE $\alpha-AL_2O_3$ PARA CONFEÇÃO DE INSERTO CERÂMICO

Miguel Adriano Inácio
José Victor Candido de Souza
Maria do Carmo de Andrade Nono
Sergio Luiz Mineiro
Daniel Alessander Nono

DOI 10.22533/at.ed.21920160114

CAPÍTULO 15 160

OPTICAL AND ELECTROCHEMICAL PROPERTIES IN CDSE/CDTE AND CDSE/CDTE NANOCRYSTALS PREPARED BY AQUEOUS SYNTHESIS

Raul Fernando Cuevas Rojas
Miguel Angel González Balanta
Silvio José Prado
Pablo Henrique Menezes
Lauro Antonio Pradela Filho
Victor Ciro Solano Reynoso

DOI 10.22533/at.ed.21920160115

CAPÍTULO 16 170

PRODUCTION OF ALKALINE PHOSPHATASE BY DENTAL PULP STEM CELLS IN INTERFACE WITH PLASMA MODIFIED TITANIUM

Keylla Dayanne Coelho Marinho de Melo
Laís Albuquerque Vasconcelos
Clodomiro Alves Junior
Jussier Oliveira Vitoriano
Hugo Alexandre de Oliveira Rocha
Moacir Fernandes de Queiroz Neto
José Sandro Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.21920160116

CAPÍTULO 17 187

SÍNTESE HIDROTÉRMICA ASSISTIDA POR MICRO-ONDAS DE ALUMINA TRI-HIDRATADA

Ricardo Ritter de Souza Barnasky
Cristiane Wienke Raubach Ratmann
Marciel Gaier
Mário Lúcio Moreira
Sergio da Silva Cava

DOI 10.22533/at.ed.21920160117

CAPÍTULO 18 201

MODIFICAÇÃO QUÍMICA DA LIGA DE ALUMÍNIO 5052 PARA OBTENÇÃO DE SUPERFÍCIES SUPER-HIDROFÓBICAS

Rafael Gleymir Casanova da Silva
Maria Isabel Collasius Malta
Severino Leopoldino Urtiga Filho
Sara Horácio de Oliveira
Magda Rosângela Santos Vieira

DOI 10.22533/at.ed.21920160118

CAPÍTULO 19 207

INFLUENCE OF THE ALUMINA ADDITION IN THE WEAR RESISTANCE OF THE SINTERED AISI 52100 STEEL

Bruna Horta Bastos Kuffner
Gilbert Silva
Carlos Alberto Rodrigues
Geovani Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.21920160119

CAPÍTULO 20 212

IMPROVEMENT OF TITANIUM SURFACE WITH PLASMA NITRIDING TREATMENT

Laís Albuquerque Vasconcelos
Keylla Dayanne Coelho Marinho de Melo
Clodomiro Alves Junior
Jussier Oliveira Vitoriano
Hugo Alexandre de Oliveira Rocha
Moacir Fernandes de Queiroz Neto
José Sandro Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.21920160120

CAPÍTULO 21 226

AValiação de termofosfatos de alumínio com a adição de escória siderúrgica

Maria Sílvia Camarão de Sousa
Oscar Jesus Choque Fernandez
Edilson Carvalho Brasil
Marcondes Lima da Costa
Érika Raiol Pinheiro
Marlo Oliveira Costa

DOI 10.22533/at.ed.21920160121

CAPÍTULO 22 236

CARACTERIZAÇÃO DA LAMA DE ALTO-FORNO DE UMA SIDERÚRGICA INTEGRADA DO SUDESTE DO PARÁ

Wellington Bruno Silva de Jesus
Alacid do Socorro Siqueira Neves
Emanuel Negrão Macêdo
José Antônio da Silva Souza
Luiz Felipe Silva Pereira
Roseane de Lima Silva
Verônica Scarpini Cândido
Antonio Lourenço da Costa Neto
Raimunda Figueiredo da Silva Maia
Daniel José Lima de Sousa

DOI 10.22533/at.ed.21920160122

CAPÍTULO 23 242

MÉTODO EQUACIONADO PARA PREVISÃO DO TEMPO DE REMOAGEM DE MINÉRIO DE FERRO

Simone Silva Neves
Filipe Mattos Gonçalves
Júnia Soares Alexandrino
Telma Ellen Drumond Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.21920160123

SOBRE O ORGANIZADOR..... 254

ÍNDICE REMISSIVO 255

MODIFICAÇÃO QUÍMICA DA LIGA DE ALUMÍNIO 5052 PARA OBTENÇÃO DE SUPERFÍCIES SUPER-HIDROFÓBICAS

Data de aceite: 08/01/2020

Rafael Gleymir Casanova da Silva

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Engenharia Mecânica
Recife – Pernambuco

Maria Isabel Collasius Malta

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Engenharia Mecânica
Recife – Pernambuco

Severino Leopoldino Urtiga Filho

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Engenharia Mecânica
Recife – Pernambuco

Sara Horácio de Oliveira

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Engenharia Química
Recife – Pernambuco

Magda Rosângela Santos Vieira

Universidade Federal de Pernambuco,
Departamento de Engenharia Mecânica
Recife – Pernambuco

RESUMO: Superfícies super-hidrofóbicas apresentam ângulo de contato maior que 150° , fazendo com que uma gota de água role e não molhe a superfície. Este fenômeno é usado por alguns animais (asas de borboletas) e plantas (folha de Lótus) para repelirem a água,

promovendo a autolimpeza e permanecendo limpos. Nos últimos anos, diversas pesquisas são voltadas a compreender melhor o fenômeno e à fabricação de estrutura similar artificialmente. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e caracterizar o revestimento depositado sobre a liga de alumínio 5052 como super-hidrofóbico obtido através de ataque químico com HCl à 2M e tratamento com nitrato de zinco em meio alcalino, seguido de imersão em solução etanólica de ácido esteárico à 1% (massa/volume). A caracterização da superfície foi realizada através das técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e medição do ângulo de contato. Através da metodologia aplicada foi possível obter revestimentos com valor médio de ângulo de contato de 160° .

PALAVRAS-CHAVE: super-hidrofobicidade, liga de alumínio 5052, morfologia, ângulo de contato.

CHEMICAL MODIFICATION OF THE 5052 ALUMINUM ALLOY TO OBTAINING SUPERHYDROPHOBIC SURFACES

ABSTRACT: Superhydrophobic surfaces present contact angles greater than 150° , causing a drop of water to roll and not wet the surface. This phenomenon is used by animals (butterfly wings) and plants (lotus leaf) to repel water, promoting self-cleaning and staying clean. In recent years, several researches have

focused on better understanding the phenomenon and the manufacture of similar structures artificially. The aim of the present work was to develop and to characterize the coating deposited on the 5052 aluminum alloy as superhydrophobic obtained by chemical attack with HCl (2M) and treatment with zinc nitrate in alkaline medium, followed by immersion in ethanolic solution of stearic acid (1% weight/volume). Surface characterization was performed by scanning electron microscopy (SEM) and contact angle measurement techniques. Through the applied methodology it was possible to obtain coatings with an average contact angle value of 160° .

KEYWORDS: superhydrophobicity, 5052 aluminum alloy, morphology, contact angle.

1 | INTRODUÇÃO

Uma superfície é dita super-hidrofóbica (SHF) quando o ângulo de contato é superior a 150° , fazendo com que uma gota de água role e não molhe a superfície. O ângulo de contato é o ângulo (Θ) entre a interface líquido-sólido e a linha tangente no ponto de contato do sólido, líquido e gás. Quando $\Theta < 90^\circ$ a superfície é classificada como hidrofílica, já quando $\Theta > 90^\circ$ a superfície passa a ser classificada como hidrofóbica (YAN; YUANHAO; HONGXING, 2015).

Além de possuir propriedades de autolimpeza, os revestimentos super-hidrofóbicos também podem apresentar propriedades de anticongelamento, antirreflexiva, redução de arrasto do fluido, anti-biofouling e de anticorrosão, podendo ser aplicado em diversos campos da engenharia (ZHANG *et al.*, 2008).

Técnicas para preparação de superfícies super-hidrofóbicas têm sido investigadas e relatadas. Os procedimentos de fabricação incluem dois passos: primeiro, produção de rugosidade superficial em micro/nanoescala; segundo, modificação da superfície estrutural com substâncias químicas com baixa energia de superfície (ZHANG; LV, 2015).

Portanto, tornou-se objetivo do trabalho desenvolver e caracterizar o revestimento super-hidrofóbico em liga de alumínio 5052 obtido através de ataque ácido com HCl à 2M e tratamento com nitrato de zinco em meio alcalino para produção da rugosidade superficial em micro/nanoescala, seguido de imersão em solução etanólica de ácido esteárico à 1% m/V para modificação química da superfície com o agente redutor de energia de superfície. A caracterização da superfície foi realizada através das técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e medição do ângulo de contato.

2 | PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O substrato metálico de estudo foi a liga de alumínio 5052 com dimensões de (20 x 20 x 3) mm. Os corpos de prova passaram pelo lixamento em lixas d'água na granulometria de #320, #600 e #1200. Após a etapa de preparação da superfície, todas as amostras foram limpas em banho ultrassônico com álcool isopropílico e acetona por 5 minutos cada. Posteriormente, as amostras foram secas ao ar quente por 3 minutos.

Após o processo de limpeza, os corpos de prova foram imersos em solução de HCl 2M por 5 minutos. Em seguida foram lavadas em ultrassom com água destilada e acetona por 3 minutos cada. Posteriormente, os corpos de prova foram imersos em solução de nitrato de zinco hexahidratado com hidróxido de amônio por 180 minutos à temperatura de 70°C. As amostras foram novamente lavadas em água destilada e submetidas à secagem ao ar ambiente. Para obtenção da superfície super-hidrofóbica, os corpos de prova foram imersos em solução etanólica de ácido esteárico (1% m/V) por 90 minutos à temperatura ambiente. Por fim, as amostras foram submetidas à secagem em estufa a 80°C durante 2h.

A morfologia das superfícies foi analisada pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (Hitachi TM 3000). O ângulo de contato foi determinado por meio do tensiômetro óptico (Biolin scientific attension), a partir de imagens obtidas pelo software OneAttension 3.0. Para essa medida utilizou-se uma gota de água destilada vertida sobre a superfície do material à temperatura ambiente, com volume de 13µl. Para determinação do ângulo de contato foi adotado o valor médio de 4 medidas em diferentes localizações da amostra.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Li *et al.* (2015) obtiveram superfícies SHF em liga de alumínio 5052 a partir de rugosidade superficial gerada pelo ataque químico com HCl (4M) por 5 minutos. Neste presente trabalho manteve-se esta condição de tempo, contudo trabalhou-se com a concentração de HCl de 2M. A Figura 1 apresenta as imagens de MEV com aumento de 500x da morfologia da superfície inicial e após ataque ácido.

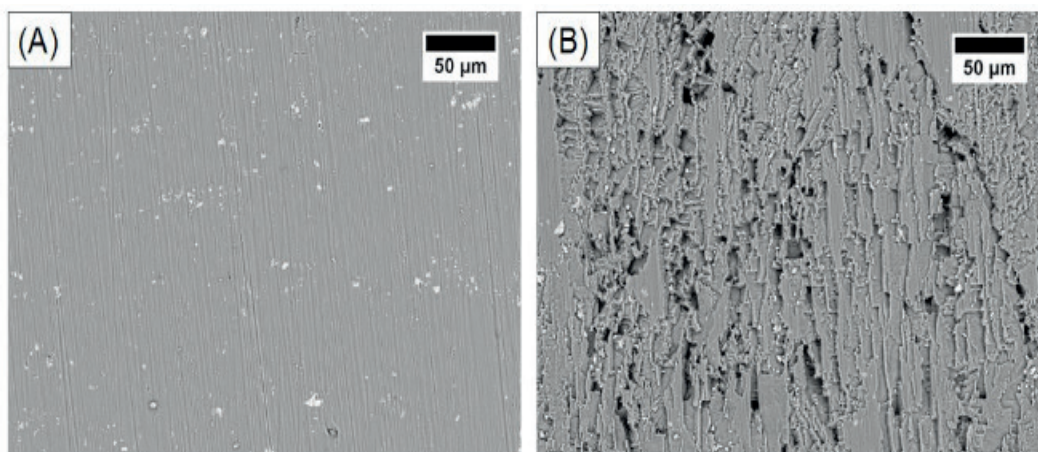


Figura 1: morfologia da superfície. (A) lixada; (B) após ataque ácido.

Na Figura 1 (A) é possível observar marcas na direção vertical decorrentes do processo de lixamento utilizado para uniformizar a superfície e obter uma rugosidade superficial. Na Figura 1 (B), verifica-se uma superfície modificada após os 5 minutos de ataque ácido, com presença de rugosidade representada pelas escavações em microescala.

A Figura 2 apresenta as imagens de MEV com aumento de 1800x da superfície após procedimento de modificação química com nitrato de zinco em meio alcalino (A) e tratamento com ácido esteárico (B), respectivamente.

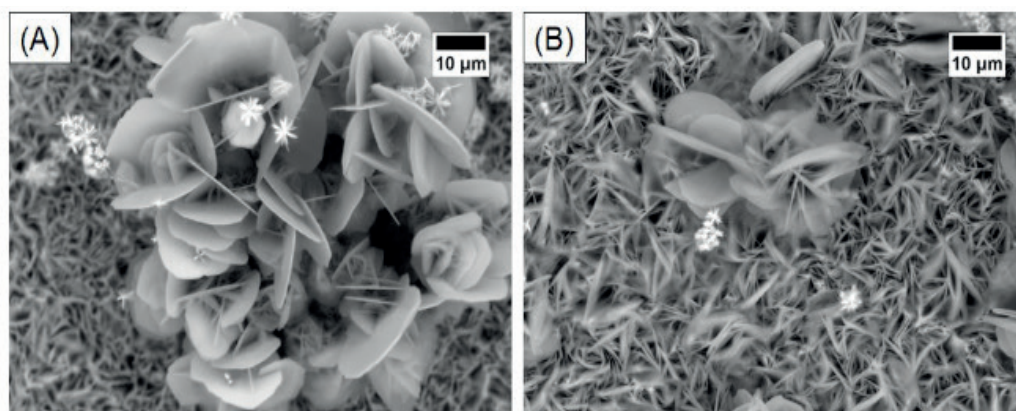


Figura 2: superfície da liga de alumínio 5052. (A) após tratamento com nitrato de zinco na presença de amônia; (B) após tratamento com ácido esteárico (1%).

Na Figura 2 (A) e (B) é possível observar no substrato a presença de uma camada de revestimento poroso com morfologia de flores de tamanho micrométrico e plaquetas distribuídas ao longo da superfície, com espessura nanométrica de parede. Morfologia semelhante foi obtida por GUO, WANG e WANG (2011), que associaram esses depósitos à formação de óxido de zinco e camadas lamelares de hidrotalcita, sendo formados a partir da reação do nitrato de zinco na presença de hidróxido de amônio. As hidrotalcitas são utilizadas como materiais adsorventes e para aumentar a área superficial (WANG; GUO, 2018; ZHANG *et al.*, 2015).

O grupamento polar do ácido esteárico (grupo carboxila) interage com a superfície modificada com nitrato de zinco e a cadeia carbônica, de caráter hidrofóbico, se direciona de forma oposta, para fora da superfície, proporcionando uma redução da energia de superfície e repelência à água conforme pode ser observado na Figura 3 pela medição do ângulo de contato.

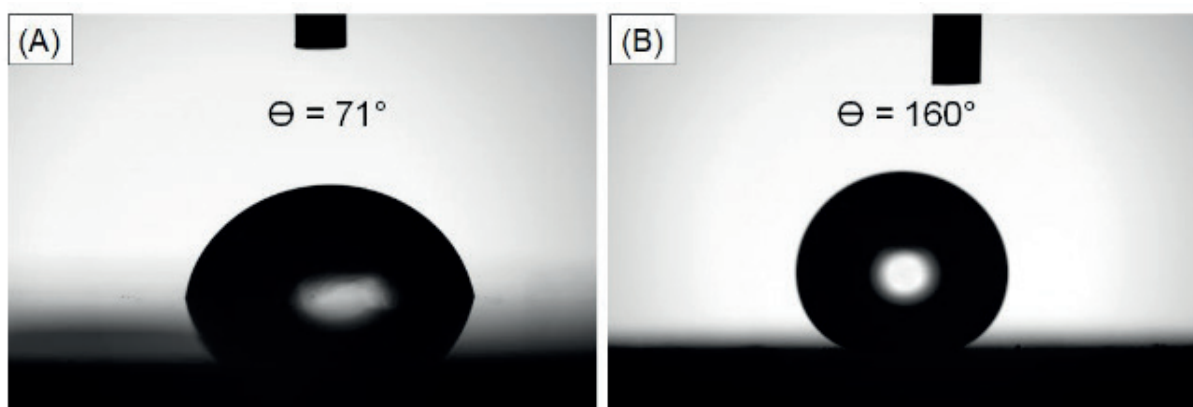


Figura 3: medição do ângulo de contato da superfície da Liga de alumínio 5052. (A) Lixada; (B) após todo processo de modificação química.

Os valores dos ângulos de contato obtidos foi de $71 \pm 9^\circ$ e $160 \pm 4^\circ$ antes e após todo o processo de modificação da superfície da liga de alumínio 5052, respectivamente. Logo, ficou constatada a evolução da superfície de hidrofílica para super-hidrofóbica.

O resultado encontrado pelo presente trabalho foi maior que o de Li *et al.* (2015), que utilizaram silano como agente redutor de energia de superfície e obtiveram um ângulo de contato de 153° . Já Lv *et al.* (2015) produziram revestimentos super-hidrofóbicos em substrato de alumínio a partir do ataque químico com soluções de NaClO e posterior tratamento com silano e conseguiram obter ângulos de contato superiores a 160° . Os resultados alcançados neste trabalho são relevantes, pois partindo de uma concentração de HCl inferior e utilizando o ácido esteárico como agente redutor de superfície (que apresenta custo inferior quando comparado aos silanos), foi possível alcançar elevados valores de ângulo de contato.

4 | CONCLUSÕES

Através da metodologia simples, e com reagentes em menor concentração e de custo inferior aos relatados na literatura, foi possível obter revestimentos super-hidrofóbicos nas amostras de liga de alumínio 5052 com o valor médio do ângulo de contato de 160° . Nas imagens de MEV foi possível observar escavações em microescala geradas pelo ataque ácido por 5 minutos com HCl (2M) e o depósito de óxido de zinco e camadas lamelares de hidrotalcita, com morfologia de flores de tamanho micrométrico e plaquetas distribuídas ao longo da superfície com paredes em escala nanométrica, configurando uma estrutura hierárquica micro-nanométrica que favorece a obtenção do fenômeno de super-hidrofobicidade.

REFERÊNCIAS

GUO, Y; WANG, Q; WANG, T. **Facile fabrication of superhydrophobic surface with micro/nanoscale binary structures on aluminum substrate**. Applied Surface Science, v. 257, p. 5831-5836, 2011.

LI, X.W.; ZHANG, Q.X.; GUO, Z.; YU, J.G.; TANG, M.K.; HUANG, X.J. **Low-cost and large-scale fabrication of a superhydrophobic 5052 aluminum alloy surface with enhanced corrosion resistance**. RSC Advances, v. 5, p. 29639-29646, 2015.

LV, D.; OU, J.; XUE, M.; WANG, F. **Stability and corrosion resistance of superhydrophobic surface on oxidized aluminum in NaCl aqueous solution**. Applied Surface Science, v. 333, p. 163-169, 2015.

WANG, F.; GUO, Z. **In situ growth of durable superhydrophobic Mg-Al layered double hydroxides nanoplatelets on aluminum alloys for corrosion resistance**. Journal of Alloys and Compounds, v. 737, p. 382-391, 2018.

YAN, H.; YUANHAO, W.; HONGXING, Y. **TEOS/Silane-Coupling Agent Composed Double Layers Structure: A Novel Super-hydrophilic Surface**. Energy Procedia, v. 75, p. 349-354, 2015.

ZHANG, F.; ZHANG C-L.; SONG, L.; ZENG, R-C.; CUI, L-Y.; CUI H-Z. **Corrosion Resistance of Superhydrophobic Mg-Al Layered Double Hydroxide Coatings on Aluminum Alloys**. Acta Metallurgica Sinica, v. 28, p. 1373-1381, 2015.

ZHANG, P.; LV, F.Y. **A review of the recent advances in superhydrophobic surfaces and the emerging energy-related applications**. Energy, v. 82, p.1068-1087, 2015.

ZHANG, X.; SHI, F.; NIU, J.; JIANG, Y.; WANG, Z. **Superhydrophobic surfaces: from structural control to functional application**. J. Mater. Chem., v.18, p.621–633, 2008.

SOBRE O ORGANIZADOR

Henrique Ajuz Holzmann: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência do Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alumina-zircônia 154, 156

Aptasensor 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 87, 88, 91, 92, 93

Área específica 108, 115, 116, 117, 142, 143

B

Biogás 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35

Biomateriais 74, 75, 209

C

CdTe/CdSe 161, 162, 163, 164, 165, 168, 169, 170

Compósito 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Conversão 108, 110, 112, 115, 116, 118

E

Eletrofiação 73, 74, 75, 77, 79, 80, 81, 83, 119, 122, 123, 124, 125, 126, 131

Eletroquímica 52, 53, 55, 57, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 87, 88, 89, 91, 92, 189

Engenharia tecidual 74

Espaçamento de fibra 1

F

Fase Anatase 133, 135, 136, 140, 141, 142, 143

Fator de Qualidade 146, 147, 151, 152

Fibra de Juta 10, 12, 22

Fibra de vidro 10, 12, 13, 20, 21

Fibras de carbono 36, 37, 38, 40, 49

Fibras de sisal 1, 2, 3, 7, 14

Fibras naturais 1, 2, 10, 11, 12, 13, 21

Filtro 23, 28, 33, 97

Fosfato metálico 133

Fotocatálise 133, 134, 135, 142, 144

G

Gelatina 108, 110, 111

Genossensores 64, 65, 66

H

H₂S 23, 24, 25, 28, 29, 32, 33, 34

Híbrido 10, 13, 21

I

Indutores Internos 146, 151

L

Laminados 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21

LaNiO₃ 119, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131

M

Meniscos 73, 74, 75, 80, 81, 83

Microdomínios 36, 38, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 49

N

Nanocompósito 96, 99, 101, 104, 105

Nanocristais 162

Nanopartículas de Ouro 63, 66, 68

Nanotubo de carbono 51, 87

Neuroesquistossomose 63, 64, 65, 70, 71, 72

Núcleo/casca 162

O

Ocratoxina A 51, 52, 87, 88

Óxido de zinco 51, 52, 54, 87, 89, 90, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 106, 205, 206

P

Pechini 23, 24, 27, 34, 108, 109, 110, 111, 118

Perovskita 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 120

Piche mesofásico 36, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49

Poli(ácido láctico) 96, 97

Propriedades mecânicas 1, 2, 5, 10, 12, 13, 21, 36, 37, 38, 49, 75, 83, 97, 98, 104, 106, 154, 155, 156, 158, 159, 209

R

Rádio Frequência 146, 147

S

Síntese coloidal 162

Sol-Gel 122, 132, 133, 134, 136, 144

T

Teoria mesoscópica do contínuo 36, 39

U

Umidade 12, 14, 23, 24, 25, 27, 28, 31, 32, 33, 52, 77, 97, 123, 137, 230, 239, 240, 241

