

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 Evolução na ciência e engenharia de materiais [recurso eletrônico] /
 Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa, PR:
 Atena Editora, 2020.

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

1. Engenharia de materiais – Pesquisa – Brasil. I. Holzmann,
 Henrique Ajuz.

CDD 620.11

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 *ELECTROSPINNING* 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

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

Data de aceite: 08/01/2020

Bruna Horta Bastos Kuffner

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Av. BPS, 1303, Bairro BPS, CEP 37500-903, Itajubá, MG, Brasil.

Gilbert Silva

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Av. BPS, 1303, Bairro BPS, CEP 37500-903, Itajubá, MG, Brasil.

Carlos Alberto Rodrigues

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Av. BPS, 1303, Bairro BPS, CEP 37500-903, Itajubá, MG, Brasil.

Geovani Rodrigues

Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI, Av. BPS, 1303, Bairro BPS, CEP 37500-903, Itajubá, MG, Brasil.

RESUMO: O AISI 52100 é usado na indústria como aço para ferramentas. Esses componentes geralmente falham devido à fadiga de contato, sendo a avaliação da resistência ao desgaste um dos parâmetros mais importantes para evitar falhas catastróficas. Rolamentos, componentes mais usados em AISI 52100, normalmente não possuem uma destinação após o final da sua vida útil, sendo a metalurgia do pó (MP) uma maneira para a reciclagem dos mesmos. Neste estudo, cavacos de aço AISI 52100 foram submetidos a

moagem de alta energia em duas composições: composição 1, moído puro, e composição 2, moído com adição de 3% de alumina. Após obtenção das amostras sinterizadas, a avaliação da dispersão da alumina na matriz do aço foi realizada por microscopia eletrônica de varredura no modo mapeamento, enquanto a avaliação da resistência ao desgaste, por ensaio de tribologia por perda de massa. Os resultados indicam que a adição de alumina no processo de moagem e sinterização do aço AISI 52100 melhora a densificação da matriz deste aço, o que resulta em maior resistência ao desgaste. Com isto, a reciclagem destes componentes via MP não mostra-se apenas viável, como também, uma alternativa para melhorar as condições de desgaste do material. **PALAVRAS-CHAVE:** Aço AISI 52100, Alumina, Resistência ao desgaste.

ABSTRACT: The AISI 52100 is used in industry as a tool steel. These components often fail due to contact fatigue, and wear resistance evaluation is one of the most important parameters for preventing catastrophic failure. Bearings, components most commonly used in AISI 52100, usually do not have a destination after the end of their useful life, being then the powder metallurgy (MP) a way to recycle them. In this study, AISI 52100 steel scraps were subjected to high energy milling in two

compositions: composition 1, milled pure, and composition 2, milled with addition of 3% of alumina. After obtaining the sintered samples, the evaluation of alumina dispersion in the steel matrix was performed by scanning electron microscopy in mapping mode, while the evaluation of wear resistance by mass loss tribology test. The results indicate that the addition of alumina in the milling and sintering process of AISI 52100 steel improves the matrix densification of this steel, which results in higher wear resistance. Thus, recycling these components via MP is not only viable, but also an alternative to improve the wear conditions of the material.

KEYWORDS: AISI 52100 steel, alumina, wear resistance.

1 | INTRODUÇÃO

Aços destinados para ferramentas, como o aço AISI 52100, normalmente devem resistir a vários esforços, como alta resistência ao impacto, fadiga, cisalhamento, compressão, tenacidade e dureza. Entre estas características, a resistência ao desgaste tem um papel imprescindível, visto que ferramentas são submetidas a repetidos ciclos não devem falhar de forma catastrófica (REIS *et al.*, 2019; HOSSEINI *et al.*, 2014).

O aço AISI 52100 é utilizado para diversos fins, principalmente em rolamentos. Sua alta porcentagem de carbono e cromo conferem as propriedades necessárias para que consiga resistir ao desgaste das peças. Entretanto, quando rolamentos atingem o final da sua vida útil, só podem ser reciclados por refusão ou metalurgia do pó. A refusão é considerada muito onerosa, enquanto a metalurgia do pó incide grande volume de poros na microestrutura do material, o que pode resultar em menores valores de propriedades mecânicas (PANDA *et al.*, 2019; VANJARI *et al.*, 2018).

Uma das maneiras de aumentar a resistência ao desgaste de aços AISI 52100 que serão produzidos via metalurgia do pó é através da adição de partículas cerâmicas no processo de moagem de alta energia. Esta adição aumenta não apenas a eficiência de moagem, como também, as propriedades mecânicas deste material após sinterização. Isto decorre não apenas da menor granulometria atingida pelo pó, como também, da melhoria no processo de difusão atômica do aço (SANTOS & COSTA, 2005; CARREÑO *et al.*, 2008).

A alumina ou óxido de alumínio é um material cerâmico muito versátil utilizado em diversos campos, que vão desde componentes industriais até biomateriais. Uma das suas propriedades mais conhecidas é sua altíssima dureza, que pode ser muito útil em processos de moagem de alta energia. Neste processo, a dureza da partícula frágil incide uma condição de tensão na superfície da partícula dúctil do aço, o que proporciona uma cominuição bem mais rápida do que por encruamento (SURYANARAYANA, 2001; TROMBINI *et al.*, 2011).

Desta forma, esta pesquisa visou melhorar as condições de moagem de alta energia do aço AISI 52100 através da adição de partículas de alumina. Com isto, espera-se melhoria na densificação da matriz após sinterização e conseqüentemente,

maior resistência ao desgaste.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Cavacos de aço AISI 52100 com 1 mm de espessura foram submetidos ao processo de moagem de alta energia em moinho planetário Noah Nuoya NQM 0,2 L por 30 horas, a 400 rpm e relação massa/esfera de 1:15, em atmosfera inerte de argônio. Durante o processo de moagem, 2 composições foram estudadas: Composição 1, com 100 % de aço AISI 52100, e composição 2, com aço AISI 52100 e 3% de adição de alumina. Após a obtenção dos pós, os mesmos foram moldados em pastilhas com 12 mm de diâmetro em prensa uniaxial com carga de 2 tf, sendo após, sinterizados por 1200 °C por 30 minutos em atmosfera inerte de argônio.

Para localizar a alumina no aço sinterizado, foi utilizado o teste de microscopia eletrônica de varredura em um microscópio Carl Zeiss modelo EVO MA 15 da UNIFEI no modo de mapeamento. Para a avaliação da resistência ao desgaste, as amostras foram submetidas ao teste de tribologia, que avalia a perda de massa do material aplicando uma carga de 2 kg sob uma lixa grana 100. O equipamento utilizado foi um tribômetro marca Phoenix Tribology modelo SA 800 da UNIPAMPA.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 indica a análise por mapeamento do aço AISI 52100 puro (Figura 1a) e com 3 % de adição de partículas de alumina (Figura 1b). Observa-se através da Figura 1a, a presença apenas dos elementos químicos constituintes deste aço (Fe, C, Cr, Si, Mn), o que comprova que não houve contaminações de outros componentes durante o processo de moagem de alta energia. Já na Figura 1b, é possível verificar além dos elementos constituintes do aço AISI 52100, a presença do elemento Al, pertencente à alumina.

É observado também a boa distribuição e homogeneidade da alumina, visto que partículas de alumínio são vistas ao longo de toda matriz sinterizada. Da mesma forma, nota-se tanto para Figura 1a quanto para 1b, que a sinterização ocorreu de forma eficiente, uma vez que a matriz encontra-se uniforme e densificada. Assim, constata-se que a adição de alumina não afeta o processo difusional deste aço.

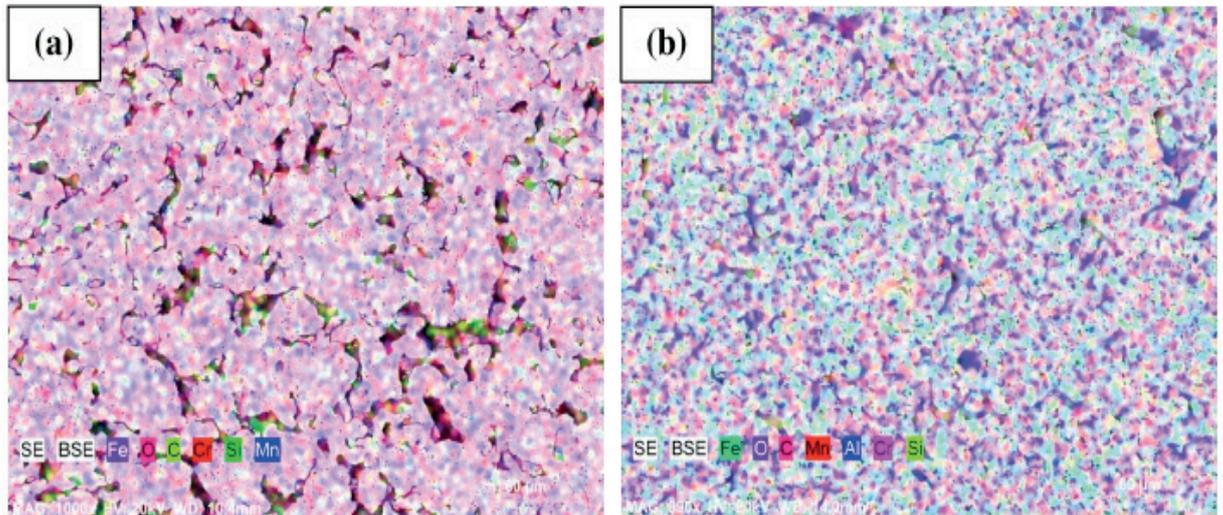


Figura 1 – Mapeamento das composições com aço AISI 52100 (a) Puro (b) 3% de alumina

A Tabela 1 mostra os valores obtidos no ensaio de resistência ao desgaste para as composições 1 e 2. Observa-se que o aço AISI 52100 com adição de alumina apresentou melhor resistência ao desgaste do que este aço sem esta adição. Uma perda de massa de em média 9,73% ocorreu na composição 1, enquanto que para composição 2, observou-se uma perda de 8,25%. Com isto, é possível comprovar que a adição de alumina aumenta a resistência ao desgaste das amostras, visto que houve uma perda de massa 15,21% inferior nestas durante o ensaio.

A melhoria na resistência ao desgaste das amostras com alumina é atribuída à alta resistência ao desgaste que a partícula deste material cerâmico possui, assim a maior compacidade da matriz do aço AISI 52100 sinterizado com esta adição. Com isto, não apenas é possível reciclar um material que não teria uma destinação adequada, mas como também, melhorar uma das principais propriedades desejada para este material.

Amostra	Perda de massa (%), Composição 1	Perda de massa (%), Composição 2
1	10,12	8,75
2	9,48	8,67
3	9,59	7,33
Média	9,73	8,25
Desvio padrão	0,34	0,80

Tabela 1 – Valores obtidos no ensaio de resistência ao desgaste para as composições 1 e 2

4 | CONCLUSÕES

Através deste estudo, foi possível averiguar que a boa dispersão das partículas de alumina na matriz do aço AISI 52100 sinterizado contribuiu significativamente para a melhoria da resistência ao desgaste do mesmo produzido por metalurgia do pó, visto que esta adição implica em maior densificação da matriz do material.

REFERÊNCIAS

- CARREÑO, N. L. V.; GARCIA, I. T. S.; SANTOS, L. P. S.; FABBRO, M. T.; KEYSON, D.; LEITE, E. R.; LONGO, E.; FAJARDO, H. V.; PROBST, L. F. D. Ceramic nanocomposites from the high-energy mechanical milling process. **Química Nova**, v. 31, p. 962–968, 2008.
- HOSSEINI, S.B.; BENO, T.; KLEMENT, U.; KAMINSKI, J.; RYTTBERG, K. Cutting temperatures during hard turning – Measurements and effects on white layer formation in AISI 52100. **Journal of Materials Processing Technology**, v. 214, p. 1293–1300, 2014.
- PANDA, A.; SAHOO, A. K.; KUMAR, R.; DAS, R. K. A review on machinability aspects for AISI 52100 bearing steel. **Materials Today: Proceedings**, v. xxx, p. xxxx-xxxx, 2019.
- REIS, B. C. M.; PEREIRA, N. F. S.; SANTOS, A. J.; CÂMARA, M. A.; FARIA, P. E.; RODRIGUES, P. C. M.; RUBIO, J. C. C. Influence of cutting tool material on the machinability of ABNT 4340 steel in turning. **Revista Matéria**, v. 24, p. 1–15, 2019.
- SANTOS, M. A. P.; COSTA, C. A.** Planetary milling of silicon carbide powders. **Cerâmica**, v. 51, p. 392–397, 2005.
- SURYANARAYANA, C. Mechanical alloying and milling. **Progress in Materials Science**, v. 46, p. 1–184, 2001.
- TROMBINI, V.; BRESSIANI, A. H. A.; PALLONE, E. M. J. A.; TOMASI, R. Optimization of the milling and drying processes of alumina/TiC powder obtained by reactive milling. **Cerâmica**, v. 57, p. 416–421, 2011.
- VANJARI, V.; SALVE, A.; CHINCHANIKAR, S. Prediction of effect of cutting parameter on fatigue life of AISI 52100 steel. **Materials Today: Proceedings**, v. 5, p. 922–928, 2018.

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

