

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2



Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2



Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
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
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
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
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
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. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
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 Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian 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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta

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

R436 Resultados das pesquisas e inovações na área das engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-456-6

DOI 10.22533/at.ed.566200510

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. 2. Inovações tecnológicas. 3. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João.

CDD 624

Elaborado por Maurício Amormino Júnior | CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A engenharia de materiais e os conceitos ambientais, vem cada vez mais ganhando espaço nos estudos das grandes empresas e de pesquisadores. Esse aumento no interesse se dá principalmente pela escassez de matérias primas, a necessidade de novos materiais que possuam melhores características físicas e químicas e a necessidade de reaproveitamento dos resíduos em geral. Assim em um cenário cada vez mais competitivo, desenvolver novas maneiras de melhoria nos processos industriais, bem como para o próprio dia a dia da população é uma das buscas constantes das áreas de engenharia.

Nesse livro conceitos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e aproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Ainda traz assuntos voltados ao desenvolvimento de materiais, buscando melhorias no processo e no produto final, sendo uma busca constante a redução e reutilização dos resíduos.

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.

Aos autores, agradecemos pela con iança e espírito de parceria.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

RESÍDUOS SÓLIDOS NO IFSP – CAMPUS SÃO CARLOS

Adriana Antunes Lopes

José Henrique de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.5662005101

CAPÍTULO 2..... 8

OPORTUNIDADES DA VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA COLHEITA, PROCESSAMENTO E TORREFAÇÃO DO GRÃO DE CAFÉ NO BRASIL

Mauro Donizeti Berni

Paulo Cesar Manduca

DOI 10.22533/at.ed.5662005102

CAPÍTULO 3..... 22

ANÁLISE DA VIABILIDADE DO REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ADVINDOS DA MINERAÇÃO DE COBRE E OURO PARA FABRICAÇÃO DE BLOCOS DE TERRA COMPACTADA

Jéssica Azevedo Coelho

Aline Rodrigues da Silva Lira

Aryágilla Phaôla Ferreira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.5662005103

CAPÍTULO 4..... 34

CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA E QUANTITATIVA DOS RESÍDUOS GERADOS EM UM SHOPPING CENTER EM BALNEÁRIO CAMBORIÚ (SC)

Bruna Emanuele Napoli Simioni

Rafaela Picoletto

DOI 10.22533/at.ed.5662005104

CAPÍTULO 5..... 42

DIMENSIONAMENTO DE BIODIGESTOR ANAERÓBIO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS

Tatiane Akemi Ramalho Yamashita

Isabel Cristina de Barros Trannin

Teófilo Miguel de Souza

DOI 10.22533/at.ed.5662005105

CAPÍTULO 6..... 56

ESTUDO DO CONFORTO ACÚSTICO EM AMBIENTE ESCOLAR

Otávio Akira Sakai

Grasielle Cristina dos Santos Lembi Gorla

Rodrigo de Oliveira

Gustavo Silva Veloso de Menezes

Joyce Ronquim Wedekind

DOI 10.22533/at.ed.5662005106

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 7 | 66 |
| ANÁLISE TÉRMICA E ACÚSTICA DE PLACAS DE VEDAÇÃO EM COMPÓSITO CIMENTO-MADEIRA | |
| Bruna de Oliveira Criado | |
| Fernando Sérgio Okimoto | |
| DOI 10.22533/at.ed.5662005107 | |
| CAPÍTULO 8 | 80 |
| COMPARATIVE ANALYSIS OF A TRANSIENT HEAT FLOW AND THERMAL STRESSES BY ANALYTICAL AND NUMERICAL METHODS | |
| Gisele Vilela Almeida | |
| Nailde de Amorim Coelho | |
| Nasser Samir Alkmim | |
| DOI 10.22533/at.ed.5662005108 | |
| CAPÍTULO 9 | 93 |
| PRODUÇÃO DE NANOFIBRAS POLIMÉRICAS ELETROFIADAS PARA MATERIAIS INTELIGENTES | |
| Giovana Miti Aibara Paschoal | |
| Bruno Henrique de Santana Gois | |
| André Antunes da Silva | |
| Pedro Leonardo Silva | |
| Wilson Silva do Nascimento | |
| Jessyka Carolina Bittencourt | |
| Beatriz Marques Carvalho | |
| Roger Clive Hiorns | |
| Clarissa de Almeida Olivati | |
| Deuber Lincon da Silva Agostini | |
| DOI 10.22533/at.ed.5662005109 | |
| CAPÍTULO 10 | 102 |
| PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE TRANSISTORES DE FILME FINO DE ÓXIDOS METÁLICOS PROCESSADOS POR SOLUÇÃO | |
| João Mendes | |
| João Paulo Braga | |
| Giovani Gozzi | |
| Lucas Fugikawa-Santos | |
| DOI 10.22533/at.ed.56620051010 | |
| CAPÍTULO 11 | 120 |
| SISTEMA DE MEDIÇÃO PARA CALIBRAÇÃO DE INSTRUMENTOS ATÉ 9 MN | |
| Frank Omena de Moura | |
| Carlos Alberto Fabricio Junior | |
| DOI 10.22533/at.ed.56620051011 | |
| CAPÍTULO 12 | 124 |
| ANÁLISE DO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE JUNTAS SOLDADAS | |

APLICANDO A TÉCNICA DE CORRELAÇÃO DIGITAL DE IMAGENS

Ycaro Jorge Maia da Costa
José Máspoli Ferreira Pereira
Rodrigo Nogueira de Codes

DOI 10.22533/at.ed.56620051012

CAPÍTULO 13..... 137

CARACTERIZAÇÃO METALOGRÁFICA DE AÇOS MULTIFÁSICOS

Rafael Morel Martins
Bárbara Silva Sales Guimarães

DOI 10.22533/at.ed.56620051013

CAPÍTULO 14..... 148

APLICAÇÃO DA SINERGIA ENTRE CORANTE SINTÉTICO N719 E NATURAIS DO GÊNERO *OENOCARPUS* EM CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTES

Rafael Becker Maciel
Everson do Prado Banczek
Guilherme José Turcatel Alves
Paulo Rogério Pinto Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.56620051014

CAPÍTULO 15..... 154

PRODUÇÃO DE LIPASES FÚNGICAS DE *Penicillium sumatrense* POR FERMENTAÇÃO EM ESTADO SÓLIDO UTILIZANDO SEMENTE DE BARU (*Dipteryx alata*)

Tayrine Mainko Hoblos Pozzobon
Aline Danielly Awadallak
Pedro Oswaldo Morell
Gustavo de Castilho Baldus
Leonardo Pedranjo Silva
Ruana Barbosa Benitez
Edson Antônio da Silva
Marcia Regina Fagundes-Klen
Francisco de Assis Marques
Maria Luiza Fernandes Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.56620051015

CAPÍTULO 16..... 166

PRODUÇÃO DE MANGANÊS PEROXIDASE A PARTIR DO *CERIPORIOPSIS SUBVERMISPORA*

Gabriela Mundim Maciel
Sandra de Cássia Dias

DOI 10.22533/at.ed.56620051016

CAPÍTULO 17..... 177

EXTRATO DE CASCAS DO *Allium sativum* L. COMO ANTIOXIDANTE PARA

BIODIESEL DE CANOLA

Débora Yumi Pelegrini
Nayara Lais Boschen
Cynthia Beatriz Furstenberger
Everson do Prado Banczek
Marilei de Fatima Oliveira
Paulo Rogério Pinto Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.56620051017

CAPÍTULO 18..... 188

USO DA TERRA DE MUCUGÊ E IBICOARA-BA MEDIANTE AVANÇO DA AGRICULTURA COM SENSORIAMENTO REMOTO

Luana Nascimento da Silva
Vanessa Santos da Palma
Luana da Silva Guedes
Everton Luiz Polkeing

DOI 10.22533/at.ed.56620051018

CAPÍTULO 19..... 193

DESAFIOS NA IMPLANTAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPFs) EM AGROINDÚSTRIAS FAMILIARES

Rosângela Oliveira Soares
Fátima Regina Zan
Manuel Luís Tibério
Artur Fernando Arede Correia Cristovão
Paulino Varela Tavares
Dieter Rugard Siedenberg

DOI 10.22533/at.ed.56620051019

CAPÍTULO 20..... 205

O RECORTE DA TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA AGRIBIOTECNOLÓGICA NO BRASIL E NO MUNDO NOS ÚLTIMOS 30 ANOS

Djeimella Ferreira de Souza
Anna Flavia Moreira Martins de Almeida Pereira
Rubén Dario Sinisterra Millán

DOI 10.22533/at.ed.56620051020

CAPÍTULO 21..... 218

AJUSTE DE EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS A PARTIR DO DIÂMETRO DO TOCO E DAP PARA A ESPÉCIE DE CEDRO AMAZONENSE (*Cedrelinga catenaeformis*)

Carla Alessandra dos Santos
Murielli Garcia Caetano
Pedro Paulo Gomes de Oliveira
Vinícius Augusto Morais
Jociane Rosseto de Oliveira Silva
Ivan Cleiton de Oliveira Silva

DOI 10.22533/at.ed.56620051021

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 22 | 225 |
| ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NO PROCESSO CONSTRUTIVO EM ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCO CERÂMICO | |
| Anderson Pereira Cardoso | |
| Mágna Lima da Cruz | |
| Weverton Gabriel do Nascimento Mendonça | |
| Ana Paula de Santana Bomfim | |
| DOI 10.22533/at.ed.56620051022 | |
| CAPÍTULO 23 | 234 |
| ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA: EMPRESA BAJA ESPINHAÇO | |
| Rafaela Ribeiro Reis | |
| Juliani Ramos Belício | |
| Marcelino Serretti Leonel | |
| Antonio Genilton Sant´Anna | |
| DOI 10.22533/at.ed.56620051023 | |
| CAPÍTULO 24 | 248 |
| GUIDEAPP: FERRAMENTA DE AUXÍLIO À MOBILIDADE DE DEFICIENTES VISUAIS | |
| Brenno Duarte de Lima | |
| Hugo Silva Nascimento | |
| Jacó Alves Graça | |
| Jonathan Costa Matos | |
| Natan Silva Ferreira | |
| Joab Bezerra de Almeida | |
| DOI 10.22533/at.ed.56620051024 | |
| CAPÍTULO 25 | 257 |
| O TRANSPORTE COLETIVO E A OPÇÃO SOB DEMANDA: O ESTUDO DE CASO DE GOIÂNIA | |
| Mauro Cesar Loyola Branco | |
| Giovani Manso Ávila | |
| DOI 10.22533/at.ed.56620051025 | |
| CAPÍTULO 26 | 269 |
| UMA INVESTIGAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE DISPOSITIVOS DA ENGENHARIA DE TRÁFEGO NO SISTEMA VIÁRIO: INTERVENÇÃO NA RUA PADRE AGOSTINHO | |
| Marcia de Andrade Pereira Bernardinis | |
| Luziane Machado Pavelski | |
| Bruna Marcelli Claudino Buher Kureke | |
| Alana Tamara Gonçalves Molinari | |
| DOI 10.22533/at.ed.56620051026 | |
| CAPÍTULO 27 | 276 |
| A PARTICIPAÇÃO DA MULHER NOS CURSOS DE ENGENHARIA DA UFERSA: | |

UM ESTUDO DE CASO NO CAMPUS MOSSORÓ

Camila Gabrielly Fernandes de Souza

Maria Aridenise Macena Fontenelle

DOI 10.22533/at.ed.56620051027

CAPÍTULO 28..... 292

**INVESTIGATION OF THE MILLING EFFICIENCY OF THE X22CrMoV12-1 STEEL
WITH VC AFTER 80 AND 100 HOURS**

Roberta Alves Gomes Matos

Bruna Horta Bastos Kuffner

Gilbert Silva

DOI 10.22533/at.ed.56620051028

SOBRE OS ORGANIZADORES 298

ÍNDICE REMISSIVO..... 299

CARACTERIZAÇÃO METALOGRÁFICA DE AÇOS MULTIFÁSICOS

Data de aceite: 01/10/2020

Data de submissão: 05/09/2020

Rafael Morel Martins

Universidade Federal de Santa Catarina
Florianópolis – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/1213729543071825>

Bárbara Silva Sales Guimarães

Universidade Federal de São Carlos
São Carlos – São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1385572129488434>

RESUMO: Os aços avançados de alta resistência (AHSS), são baseados em microestrutura multifásica que proporcionam aos materiais a combinação de uma elevada resistência mecânica com alta ductilidade, onde os constituintes microestruturais proporcionam qualidades essenciais para as novas aplicações na indústria automotiva. A caracterização microestrutural de um aço multifásico consiste na utilização de técnicas de contraste, obtidas a partir de ataques químicos, que possibilitam a classificação dos diferentes constituintes presentes no material. Entretanto, uma infinidade de reagentes e combinações podem ser utilizados, onde cada reagente poderá criar ou não contrastes preferenciais em um determinado componente da microestrutura do material. O presente artigo apresenta uma revisão sobre os tipos de ataques químicos para a caracterização dos aços multifásicos.

PALAVRAS-CHAVE: AHSS, caracterização,

ataques químicos, microestrutura.

METALLOGRAPHIC CHARACTERIZATION OF MULTIPHASE STEELS

ABSTRACT: Advanced high strength steels (AHSS) are based on multiphase microstructure that provide materials with a combination of high mechanical strength with high ductility, where microstructural constituents provide essential qualities for new applications in the automotive industry. The microstructural characterization of a multiphase steel consists of the use of contrast techniques, obtained from chemical etching technical, which enable the classification of the different constituents present in the material. However, a multitude of reagents and combinations can be used, where each reagent may or may not create preferred contrasts in a given component of the material's microstructure. This article presents a review of the types of chemical etching technical for the characterization of multiphase steels.

KEYWORDS: AHSS, characterization, etching technique, microstructure.

1 | INTRODUÇÃO

Por quase um século, os aços de baixo carbono se apresentavam como a principal matéria prima utilizada pela indústria automotiva uma vez que os critérios da época consistiam na máxima conformabilidade e elevada reparabilidade (FONSTEIN, 2015).

Em função de crise do petróleo, em 1975, a indústria automotiva buscou por soluções que

permitissem a redução das altas espessuras dos materiais utilizados nas carrocerias dos automóveis, em troca de maiores níveis de resistência dos materiais. Neste contexto, o aço HSLA (aço de alta resistência e baixa liga) constituiu o primeiro aço de alta resistência moldável a frio para aplicação automotiva, cuja microestrutura mais refinada e a capacidade de endurecimento por precipitação proporcionaram um material com maior resistência mecânica, apresentando um elevado potencial na redução de peso para aplicações automotivas. As propriedades mecânicas dos aços HSLA apresentavam limite de escoamento acima de 280/300 MPa e uma resistência à tração de cerca de 450 MPa (FONSTEIN, 2015).

No início da década de 90, a indústria siderúrgica observou uma necessidade em desenvolver e debater assuntos voltados a produção e testes de desenvolvimento de novos aços. Um dos principais contribuintes para este processo foi à concepção da nova família de aços chamada de Aços Avançados de Alta Resistência (AHSS - *Advanced High Strength Steels*), cuja propriedades derivam de seu arranjo microestrutural multifásico complexo e, portanto, possibilitando a combinação de elevada resistência mecânica com elevada ductilidade que implica em um limite de escoamento acima de 280/300 MPa e uma resistência à tração acima de 590/600 MPa (KEELER; KIMCHI, 2017; FONSTEIN, 2015).

O início da aplicação do AHSS moderno na indústria automotiva ocorreu a partir de 1995, com a comercialização de aços DP (*Dual-Phase*) como produtos laminado a frio. Com requisitos automotivos cada vez mais restritos a fim de atender solicitações específicas de segurança, acarretaram o desenvolvimento de novas microestruturas especiais de aços AHSS permitindo a obtenção dos aços TRIP (*Transformation Induced Plasticity*), CP (*Complex Phase*), e aços martensíticos (MS).

Os desenvolvimentos dos aços multifásicos permitiram aos engenheiros projetistas uma variedade de graus de aço a serem incorporados em projetos dos carros modernos, isto é, a possibilidade em se utilizar materiais com características diferentes em aplicações específicas baseados na relação entre resistência e ductilidade.

Assim, os projetos passaram a considerar a utilização de materiais com níveis de resistência mais elevados em peças estruturais, por exemplo, AHSS, e por outro lado, a utilização de aços convencionais com propriedades adaptadas para peças expostas, de acordo com sua posição, conforme apresentado na Figura 1.

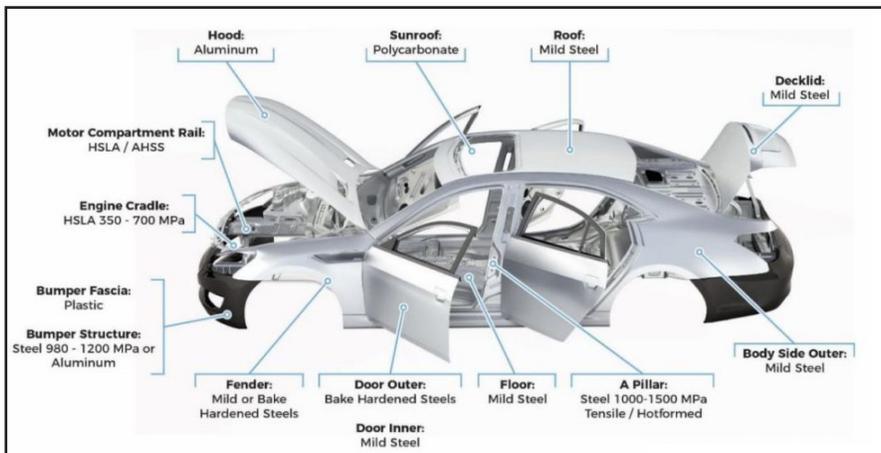


Figura 1 – As peças estruturais e expostas são apresentadas de forma a observar as posições dos diferentes classes de materiais utilizados pela indústria automotiva onde temos: aços doces (Mild Steel), aços Bake Hardness (BH), aços de alta resistência (HSS), aços avançados de alta resistência (AHSS) e Alumínio (Al)

Fonte: Smith et al. (2017)

Observa-se que, em geral, as principais classes de materiais utilizados nos projetos de automóveis são: aços doces (*Mild Steel*), aços de alta resistência (HSS), e os aços AHSS. A incorporação dos aços de alta resistência (HSS e AHSS), no período de quatro gerações de modelos quase duplicou, reduzindo o espaço dos aços convencionais utilizados por sua elevada capacidade de estampagem.

2 | AÇOS DUAL-PHASE (DP)

Entre os aços AHSS, os aços DP são os mais utilizados pelas montadoras devido à sua excelente combinação entre resistência e ductilidade, ao mesmo tempo em que apresenta relativa facilidade de fabricação. Sua microestrutura bifásica é caracterizada por ilhas de martensita dispersas em uma matriz ferrítica, proporcionando ao aço níveis de resistência à tração superior aos aços convencionais e, ainda, apresentam uma maior taxa de encruamento inicial e melhor capacidade de deformação quando comparado aos aços HSLA. Portanto, esses aços são destinados a peças com necessidades de absorção de energia durante choque ou colisões, como compartimentos do motor e peças estruturais (LESCH; KWIATON; KLOSE, 2017; RANA; SINGH, 2016).

Os aços DP podem ser produzidos por tratamento térmico intercrítico com técnicas de recozimento contínuo ou recozimento em caixa, onde a microestrutura gerada é composta por uma matriz dúctil ferrítica (α) com ilhas de uma fase dura

martensítica (M). O comportamento mecânico é significativamente determinado pelos constituintes presentes na microestrutura em termos de tipo, morfologia, fração volumétrica e distribuição espacial dos constituintes presentes.

Caracterizados por apresentarem uma microestrutura formada por uma fase martensítica dispersa em uma matriz ferrítica, conforme apresentado na Figura 2 (a) e esquematizado na Figura 2 (b). Para a maioria dos aços DP processados industrialmente, observa-se uma microestrutura mais complexa com a presença de pequenas frações volumétricas de bainita e perlita, que são toleradas devido a não alterarem significativamente as propriedades mecânicas desde que ocorra a formação de uma quantidade suficiente de martensita de baixa temperatura. Ainda, pode haver a presença de austenita retida (2 a 9%) na microestrutura oriunda do processo de transformação incompleta da austenita em martensita, de acordo com a composição química (PUSHKAREVA, 2009).

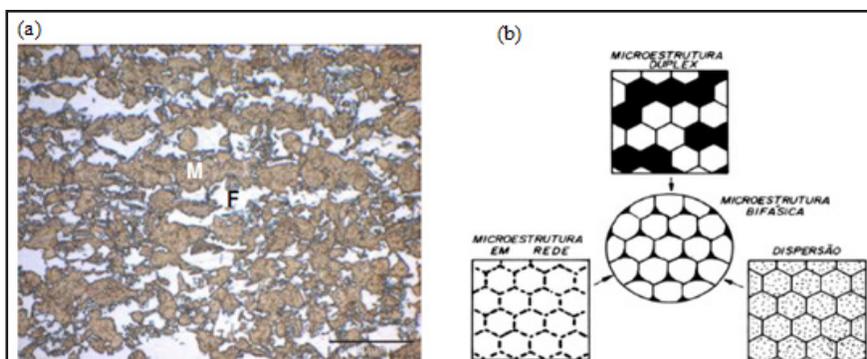


Figura 2 — (a) Microestrutura de um aço DP a partir de um microscópio óptico (MO). Em (b) observa-se a representação esquemática da topologia da microestrutura bifásica, formado a partir da fusão de três morfologias básicas presentes em microestruturas com duas fases: duplex, dispersão e em rede

Fonte: Pushkareva (2009) e Oliveira (2013)

Os constituintes presentes nas microestruturas dos aços DP estão diretamente correlacionados com o tipo de processamento do material, no qual se observa a influência de fatores como: a temperatura e o tempo do tratamento térmico intercrítico, a taxa de resfriamento aplicado e a microestrutura inicial (DIAS, 2013).

A ferrita consiste em uma fase comum aos aços com baixo teor de carbono, caracterizada por ser uma fase dúctil e tenaz. Nos aços DP, a adição de elementos de liga e o aumento da taxa de resfriamento após processo de recozimento contínuo proporcionam a fase ferrítica à função de isolar a segunda fase dura formada, garantindo a ductilidade e a conformabilidade do material.

A martensita consiste em um importante componente na microestrutura dos aços DP, no qual sua formação é resultado do processo de transformação austenítica a altas taxas de resfriamento. Consiste em uma fase metaestável com uma elevada saturação de carbono, apresentando a mesma composição química de sua fase original, e possui uma estrutura TCC (tetragonal de corpo centrado) originária da transformação da estrutura CFC (cúbica de face centra) presente na austenita.

O teor de carbono da austenita difere os tipos de martensita formados durante o resfriamento rápido, etapa em que os cristais são arranjados em uma das principais morfologias em formato de agulhas ou placas. A Figura 3 correlaciona à fração volumétrica de martensita em formato de ripas em ligas de Fe-C, em função do teor de carbono na fase de austenita original.

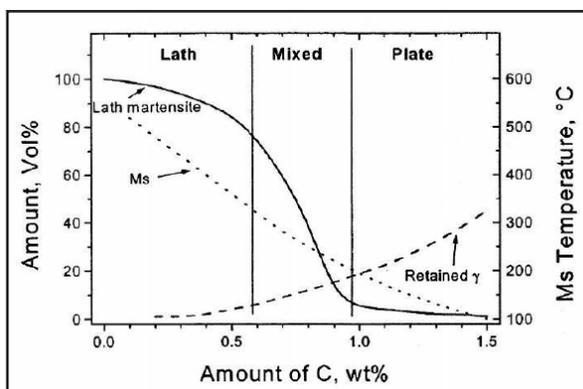


Figura 3 – Efeito do teor de C na porcentagem relativa de martensita em formatos de ripas e placas, observando-se o efeito da temperatura M_s e porcentagem de volume de austenita retida em ligas de Fe-C

Fonte: Pushkareva (2009)

A bainita consiste em um produto da decomposição eutetóide, com complexa formação e com uma gama de variedades possíveis de serem formadas, podendo apresentar características intermediárias entre a fase ferrítica e a martensítica (DIAS, 2013). A formação da bainita ocorre em uma faixa de temperatura entre 523 a 823 K (250 a 550 °C), com o limite inferior de transformação determinado pelo início da transformação martensítica, conforme observado na Figura 4.

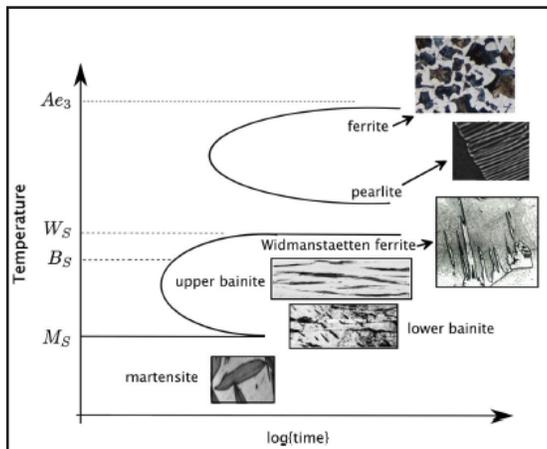


Figura 4 – Ilustração das variedades microestruturais que podem ser geradas durante a transformação isotérmica da austenita

Fonte: Bhadeshia e Honeycombe (2017)

3 | CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL

A metalografia consiste em um ramo da metalurgia física que examina o material sob o ponto de vista de sua estrutura e constituintes, buscando correlacionar às propriedades físicas do material ao seu comportamento quando submetido a trabalho. A análise metalográfica pode ser realizada de forma macroscópica e microscopicamente, em que, frequentemente, uma seção superficial do material é preparada, polida e atacada com variadas técnicas de investigação.

Segundo Vander Voort (2004), todas as técnicas de análise envolvem a reflexão de alguma forma de radiação sobre a superfície da seção; no qual uma imagem é formada a partir da reflexão da radiação sobre a superfície permitindo discernir variações na estrutura ou composição do cristal sobre a superfície.

A metalografia microscópica consiste em uma análise capaz de observar a natureza, a quantidade, a distribuição e forma de constituintes presente, a textura e as inclusões (COLPAERT, 2018). Em geral, a metalografia microscópica utiliza-se de ataques químicos (corrosivos ou coloridos) a fim de possibilitar a capacidade da superfície do material em refletir a luz para diferentes direções, oriundos de desvios que podem ser causados por desnível, por deposição de camada ou por orientação dos cristais.

Ataques químicos corrosivos, realizados com reagente Nital ou Picral, permitem visualizar uma microestrutura em um contraste preto e branco – dependente da composição química, da orientação cristalográfica e dos defeitos

presentes no retículo cristalino do aço analisado.

Seu mecanismo para os aços multifásicos consiste na identificação de fases ricas e pobres em carbono, como austenita e ferrita. As fases ricas em carbono atuam como ânodo no eletrólito durante o ataque químico e o teor de carbono presente na fase indica sua resistência à remoção durante o ataque químico. Já as fases pobres atuam como cátodo no eletrólito e apresentam forte influência na remoção química de acordo com a orientação do cristal, em que a remoção da superfície de um cristal com orientação [111] é removida duas vezes mais rápido que uma superfície com orientação [100] (REISINGER et al., 2017). Portanto, a ordem de corrosão para as fases durante o ataque químico dependerá de sua resistência ao processo corrosivo – conforme observado na Figura 5.



Figura 5 – Modelo de ataque corrosivo para aços multifásicos

Fonte: Adaptado de Reisinger et al. (2017)

Esse método se caracteriza por apresentar um bom contraste entre a matriz ferrítica e a martensita, identificando-se a presença de elementos de segunda fase como a bainita que assumem a mesma tonalidade da martensita (devido ao processo de corrosão). Porém, a caracterização microestrutural de aços multifásicos a partir de ataques químicos convencionais (como Nital) não proporcionam o contraste necessário para uma diferenciação positiva entre a martensita e outros constituintes. Isso ocorre devido aos equipamentos de imagens eletrônicas não proporcionarem um contraste necessário capaz de diferenciar a martensita de outros constituintes, levando-os a assumirem a mesma tonalidade que os contornos de grãos, conforme observado na Figura 6.

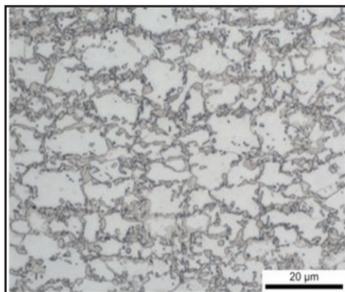


Figura 6 – Microestrutura para um aço AHSS após ataque químico com reagente Nital 4%, via microscópio ótico (MO)

Fonte: Autor

Já os ataques químicos coloridos (*tint etching*) consistem em métodos de ampla utilização para aços multifásicos devido a sua agilidade e facilidade na distinção das diferentes fases presentes na microestrutura. Seu método consiste na deposição de filme ou película fina de óxido, sulfeto, molibdato, cromato ou selênio elementar em uma superfície polida a partir da reação química entre o reagente de ataque com o substrato (FUKUGAUCHI, 2010; REISINGER et al., 2017).

As fases presentes na estrutura atuam como ânodo ou cátodo; e os diferentes reagentes corrosivos podem formar na superfície um filme ou película fina catódica ou anódica, como mostrado na Figura 7.

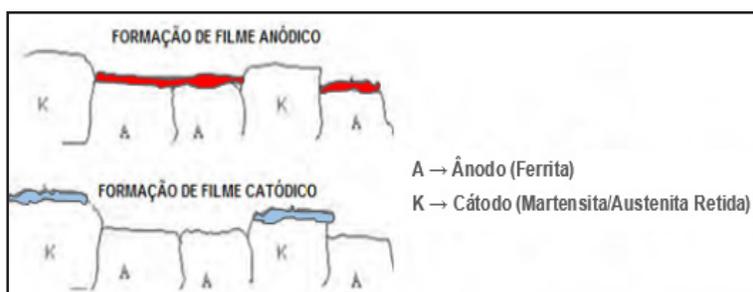


Figura 7 – Modelo de ataque catódico e anódico em um aço multifásico envolvendo depósito de reagente corrosivo sobre a superfície

Fonte: Adaptado de Fukugauchi (2010)

Em estudo realizado por Fukugauchi (2010), observou-se que as soluções reativas quimicamente causam erosão quando em contato com superfícies metálicas, sendo retardada pela polarização. Ainda, se o reagente corrosivo escolhido proporcionar um produto de reação diferente da superfície metálica, torna-

se possível a formação de depósitos sobre a superfície dos diferentes componentes da estrutura – conforme observado na Figura 7.

Em escala microscópica, os ataques coloridos mais utilizados consistem naqueles que depositam um pequeno filme de sulfeto sobre a superfície da amostra. A análise realizada com o reagente LePera permite apresentar a martensita e austenita retida na coloração branca e a em tons azulados – conforme apresentado na Figura 8.

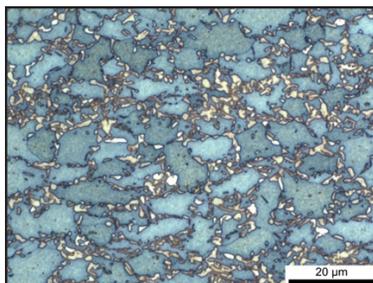


Figura 8 – Microestrutura via microscópio óptico para um aço DP após ataque químico com reagente LePera, via microscópio óptico (MO)

Fonte: Autor

Outro reagente importante para os aços multifásicos consiste no Klemm. Sua importância consiste na capacidade de apresentar a quantidade isolada da austenita presente na amostra analisada. A caracterização dos constituintes presentes na microestrutura permite observar uma matriz ferrítica na cor azul, a martensita na cor marrom e a austenita em cor branca – conforme apresentado na Figura 9.

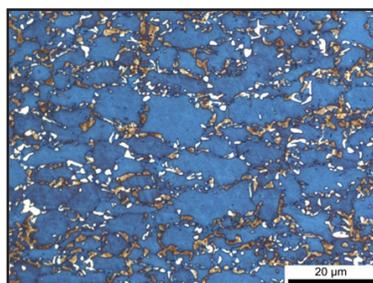


Figura 9 – Microestrutura via microscópio óptico para um aço DP após ataque químico colorido com reagente Klemm

Fonte: Autor

4 | CONCLUSÕES

Para os aços multifásicos (AHSS), os ataques químicos apresentam uma grande gama de reagentes que permitem a caracterização e quantificação de quase todos os constituintes microestruturais. A quantificação dos elementos constituintes do aço requer um processo de adaptação de acordo com cada constituinte a ser analisado, em que o mesmo pode ter maior ou menor afinidade ao ataque químico utilizado. Ainda, observou-se que os ataques químicos coloridos permitem aos aços multifásicos uma melhor e mais eficaz caracterização dos constituintes de sua microestrutura.

REFERÊNCIAS

BHADESHIA, Harshad; HONEYCOMBE, Robert. **STEELS: Microstructure and Properties**. 4. ed. Oxford: Butterworth-heinemann, 2017. 461 p.

COLPAERT, Hubertus. **Metallography of Steels - Interpretation of Structure and the Effects of Processing**. 4. ed. Asm International, 2018. 699 p.

DIAS, Alexandre Nogueira Ottoboni. **AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE UM AÇO BIFÁSICO COM DIFERENTES MICROESTRUTURAS**. 2013. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências em Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2013.

FONSTEIN, Nina. **Advanced High Strength Sheet Steels: Physical Metallurgy, Design, Processing, and Properties**. Switzerland: Springer International Publishing, 2015.

FUKUGAUCHI, Cristina Sayuri. **METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO METALGRÁFICA DE UM AÇO TRIP POR MICROSCOPIA ÓPTICA**. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2010.

KEELER, Stuart; KIMCHI, Menachem. **Advanced high-strength steels application guidelines V5. WorldAutoSteel**, 2017.

LEPERA, F. Improved etching technique for the determination of percent martensite in high-strength dual-phase steels. **Metallography**, v. 12, n. 3, p. 263–268, 1979.

LESCH, Christian; KWIATON, Norbert; KLOSE, Frank B. Advanced high strength steels (AHSS) for automotive applications– tailored properties by smart microstructural adjustments. **steel research international**, v. 88, n. 10, p. 1700210, 2017.

OLIVEIRA, Fernando Coelho de. **ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DOS CICLOS TÉRMICOS DE DIFERENTES PROJETOS DE FORNOS DE RECOZIMENTO CONTÍNUO NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DE AÇOS BIFÁSICOS GALVANIZADOS**. 2013. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica, Materiais e de Minas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

PUSHKAREVA, Irina. **Evolution microstructurale d'un acier Dual Phase.**: Optimisation de la résistance à l'endommagement. 2009. 195 f. Tese (Doutorado) - Curso de Science Et Ingénierie Des Matériaux, Ecole Doctorale Energie, Mécanique Et Matériaux, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, 2009.

RANA, Radhakanta; SINGH, Shiv Brat. **Automotive steels: design, metallurgy, processing and applications.** Woodhead Publishing, 2016.

REISINGER, S. et al. Differentiation of grain orientation with corrosive and colour etching on a granular bainitic steel. **Micron**, [s.l.], v. 99, p.67-73, ago. 2017.

SMITH, B. et al. Technology Roadmaps: Intelligent Mobility Technology, Materials and Manufacturing Processes, and Light Duty Vehicle Propulsion. **the center for automotive research, Ann Arbor, Michigan**, 2017.

VANDER VOORT, George Frederic. **ASM Handbook: Metallography and Microstructures.** 9. ed. Asm International, 2004.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção de água 22, 27, 29, 31, 32
Acessibilidade 193, 248, 249, 253, 254, 255, 256
Aço inoxidável AISI 304 124
Agroindústrias familiares 193, 197, 199, 201
Agronegócio 203, 205, 206, 207, 208, 210, 211, 212, 215, 216, 217
AHSS 137, 138, 139, 144, 146
Alimentos 19, 42, 53, 156, 165, 168, 193, 194, 195, 197, 198, 200, 201, 202, 203, 204, 206, 208
Alvenaria estrutural 225, 226, 227, 228, 229, 231, 232, 233
Amazônia 218, 219, 224
Análise de deformação 124
Aplicativo 252, 253, 257, 262, 263, 264, 268
Ataques químicos 137, 142, 143, 144, 146

B

Bacaba 148, 149
Baja 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 242, 245, 246, 247
Barragem 23, 92, 188, 189, 190, 191, 192
Biocombustível 177, 178
Bioenergia 10, 11, 149, 168
Biomassa 10, 11, 15, 16, 19, 21, 42, 45, 69
Biotecnologia 19, 186, 205, 206, 207, 209, 210, 211, 215, 216
Bloco ecológico 22, 26

C

Café 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 46, 278
Calibração 120, 122, 123
Caracterização 2, 24, 27, 28, 29, 34, 36, 37, 38, 78, 102, 104, 113, 115, 116, 123, 135, 137, 142, 143, 145, 146, 152, 153, 174, 185, 189, 227, 272, 298
Células solares 94, 96, 148, 149, 150, 151, 152, 153
Coleta seletiva 1, 2, 3, 4, 5, 6, 50, 54
Comportamento mecânico 124, 125, 126, 140
Conforto 26, 56, 59, 64, 77, 78, 257, 259, 264, 269, 274

Correlação digital de imagens 12, 124, 126, 127, 128, 132, 135

CSSC 148, 150, 151, 152, 153

D

Deficiência visual 248, 249, 250, 252, 254, 255

Diâmetro da cepa 218, 224

E

Eletrofiação 93, 94, 97, 98, 100

Energia renovável 10, 42

Engenharia 20, 21, 25, 41, 42, 44, 46, 54, 55, 80, 94, 95, 125, 146, 156, 175, 192, 224, 225, 232, 234, 235, 238, 240, 245, 246, 254, 269, 270, 271, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 298

Ensino superior 234, 235, 248, 249, 252, 254, 276, 281, 283

Enzimas ligninolíticas 166, 167, 168, 173

Estabilidade oxidativa 177, 181

Estacionamento 269, 270, 271, 272, 273, 274

Extrato natural 177

F

Fiscalização 218, 219, 223, 224, 225, 232

Fluxo de caixa 234, 236, 237, 243, 244, 246

Fonte de energia 8, 10, 11, 44, 149

Força 23, 98, 120, 121, 122, 123, 132, 278, 285, 286

Fungos 19, 156, 166, 167, 168, 169, 173, 180

G

Gestão 3, 23, 33, 34, 35, 40, 41, 42, 53, 192, 202, 203, 204, 208, 217, 227, 236, 243, 279, 298

Gestão de resíduos 41, 42

I

Irrigação 188, 189, 190, 192

L

Laboratórios de informática 56, 59, 60, 61, 62, 63

Largura de faixa 269

Lipases 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 164

M

Madeira 16, 22, 66, 67, 68, 69, 70, 78, 79, 166, 167, 175, 224
Manifestações patológicas 225, 227, 228, 232
Método das diferenças finitas 80, 92
Método dos elementos finitos 80
Microestrutura 124, 126, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 144, 145, 146
Mineração 22, 23, 24, 25, 32, 33
Miniônibus 257, 262, 263, 264
Mitigação ambiental 8
Mobilidade 102, 108, 110, 116, 117, 235, 248, 249, 253, 254, 257, 262, 264, 265, 267, 268, 270, 271, 274, 275
Mulheres 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291

O

Óleo de baru 155, 165
Óxidos metálicos 102, 103, 104, 113, 117

P

Paratransit 257
Patauá 148
Patentes 205, 206, 207, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215
Placas cimentícias 66
Planejamento experimental 155, 158, 159, 160, 166, 169, 170, 171, 172
Plano de negócio 235, 236, 242, 243, 245, 247
Processamento 8, 9, 10, 13, 14, 20, 21, 25, 67, 68, 93, 97, 98, 102, 103, 104, 111, 117, 126, 127, 130, 140, 156, 195, 197, 206, 240, 292
Produção de Taninos 8

R

Rastreabilidade 120, 123
Resíduo 14, 16, 17, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 40, 47, 151, 152, 157, 177, 179, 180, 181, 183, 184, 185
Resistência à compressão 22, 27, 29, 31
Ruído 56, 57, 58, 59, 64, 65

S

Salas de aula 3, 56, 59, 60, 61, 62, 63, 288

Saneamento 41, 42, 54, 55, 278
Segurança alimentar 193, 197, 202, 203, 205, 209, 215
Semicondutores 95, 102, 104, 150
Sensores 94, 95, 98, 103
Shopping Center 34, 35, 36, 41
Sistema de medição 120, 121, 122, 123
Smart materials 93, 94, 96, 100
Soldagem MIG 124
Sustentabilidade 1, 2, 9, 11, 42, 66, 153, 216, 237, 265, 267, 271

T

Tecnologias 10, 16, 18, 64, 66, 205, 211, 214, 215, 216, 248, 255, 264, 278, 279
Temperatura 13, 18, 25, 52, 67, 69, 70, 71, 74, 75, 77, 80, 94, 95, 97, 102, 111, 112, 114, 115, 117, 128, 140, 141, 158, 159, 166, 168, 173, 174, 177, 178, 180, 220, 228, 232, 240
Tensões térmicas 80, 128
Termomecânicos 80, 92
Transistores 102, 104, 105, 108, 111, 116, 117
Transporte coletivo sob demanda 257, 258, 259, 262, 264, 266
Tratamento de efluente 166

V

Vegetação 188, 189, 190, 221
Veículos off-road 235, 236, 237, 238
Velocidade 69, 130, 166, 173, 240, 269, 270, 273, 274
Viabilidade econômica 234, 236, 245, 246

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Resultados das Pesquisas e Inovações na Área das Engenharias 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 