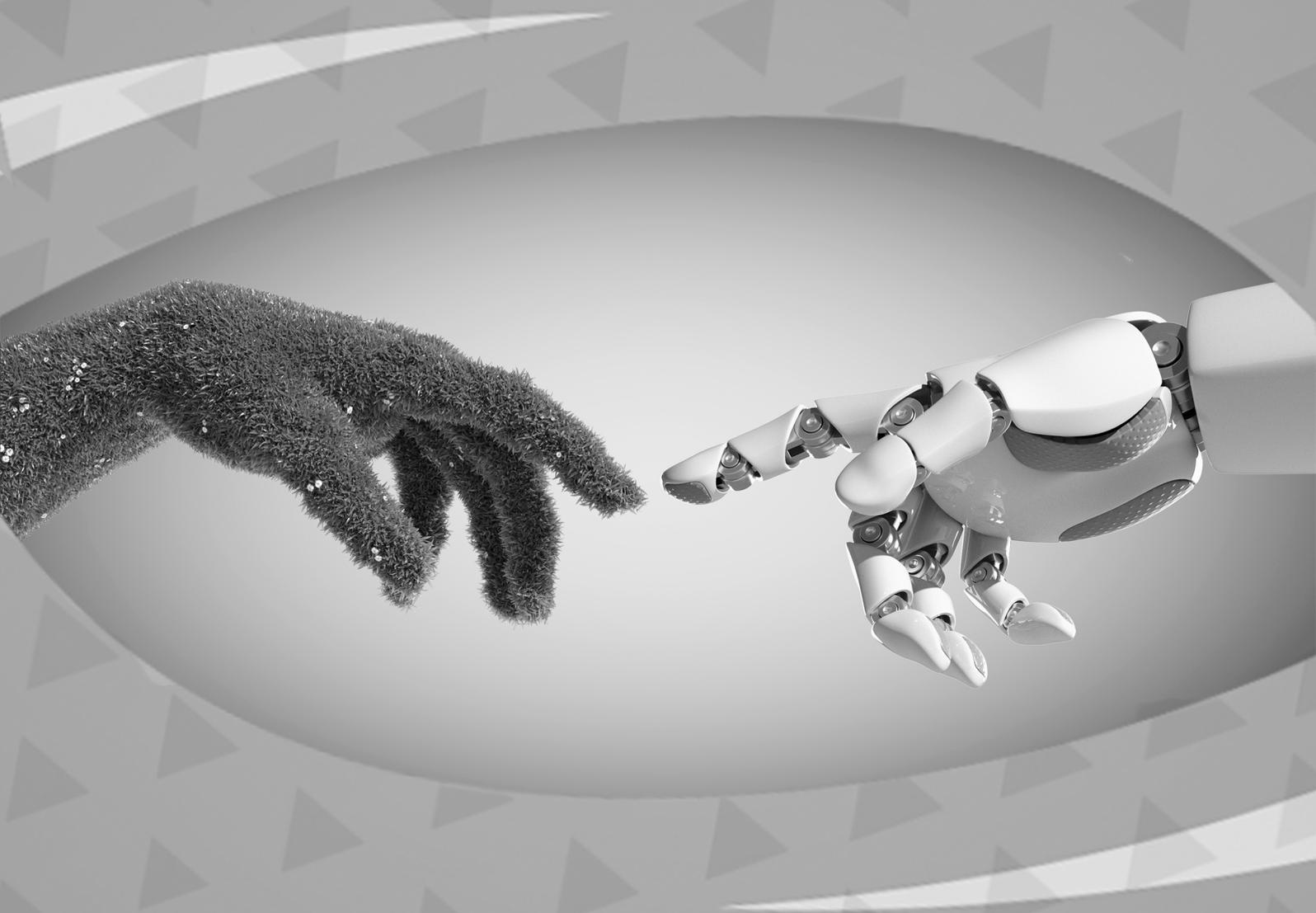


**Franciele Braga Machado Tullio  
Leonardo Tullio  
(Organizadores)**



# **As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 5**

**Franciele Braga Machado Tullio  
Leonardo Tullio  
(Organizadores)**



# **As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 5**

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:** Lorena Prestes

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



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

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

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

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

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 – 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  
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. 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  
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  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 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. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. 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. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E57	<p>As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente 5 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Leonardo Tullio. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-087-2            DOI 10.22533/at.ed.872200806</p> <p>1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Tullio, Leonardo.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente 5” contempla vinte e um capítulos em que os autores abordam as mais recentes pesquisas e inovações aplicadas nas mais diversas áreas da engenharia.

Pesquisas na área de engenharia elétrica trazem informações sobre transmissão, geração de energia, bem como, pesquisas visando a sustentabilidade e eficiência energética.

São apresentados trabalhos referentes a robótica, demonstrando estudos sobre ferramentas que visam a construção de equipamentos que auxiliam as pessoas a executar determinadas atividades de forma autônoma.

O estudo sobre materiais e seu comportamento auxiliam na compreensão sobre suas propriedades, o que permite a utilização em diversas áreas.

Estudos sobre urbanização, influência do vento na estrutura de edificações, conforto térmico e saneamento também são objetos desta obra.

Esperamos que esta obra promova ao leitor o desejo de desenvolver ainda mais pesquisas, auxiliando na constante transformação tecnológica que a sociedade vem sofrendo, visando a melhoria da qualidade do meio ambiente e economia. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio  
Leonardo Tullio

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A EXPERIENCIA DA CHESF NA REPOTENCIAÇÃO DAS UNIDADES GERADORAS DA HIDRELÉTRICA PAULO AFONSO II	
Emmanuel Moura Reis Santos Edson Guedes da Costa Luiz Antônio Magnata	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8722008061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
AVALIAÇÃO DO MODELO DE EXPANSÃO DA TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA ADOTADO NO BRASIL DESAFIOS E OPORTUNIDADES DE APRIMORAMENTO	
João Carlos de Oliveira Mello Evelina Maria de Almeida Neves Dalton Oliveira Camponês do Brasil Eduardo Nery Thais Prandini	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8722008062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
MEDIÇÕES DE CAMPO ELÉTRICO EM INSTALAÇÕES DE CORRENTE CONTÍNUA – DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE MEDIÇÃO PARA ATENDIMENTO AOS LIMITES DEFINIDOS PELA ANEEL	
Athanasio Mpalantinos Neto Carlos Ruy Nunez Barbosa Luís Adriano de Melo Cabral Domingues Paulo Roberto Gonçalves de Oliveira Rafael Monteiro da Cruz Silva Júlio César A. de Aguiar	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8722008063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>35</b>
AVALIAÇÃO MULTICRITÉRIO NO VIÉS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DOS PLANOS ENERGÉTICOS REFERENCIAIS DO SETOR ELÉTRICO DAS NAÇÕES	
Flavio Minoru Maruyama Andre Luiz Veiga Gimenes Luiz Claudio Ribeiro Galvão Miguel Edgar Morales Udaeta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8722008064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
CONSTRUÇÃO DE TURBINA DE TESLA E VALIDAÇÃO DE MODELO TEÓRICO	
Lucas Vinicius Capistrano de Souza Leonardo Haerter dos Santos Jader Flores Schmidt Moises da Silva Pereira Agnaldo Rosso	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8722008065</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 64**

DIMINUIÇÃO DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO COM A SUBSTITUIÇÃO DE BATERIAS POR SUPERCAPACITORES

Lourival Lippmann Junior  
Rafael Wagner  
Carlos Ademar Purim  
Francisco José Rocha de Santana

**DOI 10.22533/at.ed.8722008066**

**CAPÍTULO 7 ..... 75**

O FUTURO DAS TÉRMICAS NA MATRIZ BRASILEIRA – PRÁTICAS E FUNDAMENTOS

João Carlos de Oliveira Mello  
Thaís Melega Prandini  
Marcelo Ajzen  
Xisto Viera Filho  
Edmundo Pochman da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.8722008067**

**CAPÍTULO 8 ..... 88**

UMA VISÃO DE MERCADO NA GESTÃO DE RISCOS DE CONSUMIDORES ELETROINTENSIVOS - MELHORES PRÁTICAS

João Carlos de Oliveira Mello  
Camila Câmara Lourenço  
Rodrigo Viana  
Rogério Catarinacho  
Nicolas Jardin Jr

**DOI 10.22533/at.ed.8722008068**

**CAPÍTULO 9 ..... 101**

CONTROLE SIMPLES E ROBUSTO PARA MANIPULADORES ROBÓTICOS ATRAVÉS DO MOVEIT

Kaike Wesley Reis  
Rebeca Tourinho Lima  
Marco Antonio dos Reis

**DOI 10.22533/at.ed.8722008069**

**CAPÍTULO 10 ..... 109**

DOOGIE MOUSE: UMA PLATAFORMA OPEN SOURCE PARA APLICAÇÃO DE ALGORITMOS INICIAIS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM ROBÓTICA MÓVEL

Caio Alves Amaral  
Mateus dos Santos Meneses  
Marco Antonio dos Reis

**DOI 10.22533/at.ed.87220080610**

**CAPÍTULO 11 ..... 118**

SEISMIC IMAGING USING FPGA APPLIED FOR REVERSE TIME MIGRATION

Joaquim Ranyere Santana de Oliveira  
João Carlos Nunes Bittencourt  
Deusdete Miranda Matos Junior  
Anderson Amorim do Nascimento  
Laue Rami Souza Costa de Jesus  
Georgina Gonzalez Rojas  
Rodrigo Carvalho Tutu  
Wagner Luiz Alves de Oliveira  
Silvano Moreira Junior

**DOI 10.22533/at.ed.87220080611**

**CAPÍTULO 12 ..... 127**

LOCALIZAÇÃO DE ROBÔS MÓVEIS EM AMBIENTE INTERNOS USANDO MARCOS FIDUCIAIS

Gabriel da Silva Santos  
Etevaldo Andrade Cardoso Neto  
Marco Antonio dos Reis

**DOI 10.22533/at.ed.87220080612**

**CAPÍTULO 13 ..... 136**

AValiação DE NANOPARTÍCULAS DE AMIDO COMO ADITIVO A LUBRIFICANTES

Matheus Gonçalves Leão de Oliveira  
Pollyana Grazielle Luz da Rocha  
Paulo Vitor França Lemos  
Denilson de Jesus Assis  
Adelson Ribeiro de Almeida Júnior  
Jania Betânia Alves da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.87220080613**

**CAPÍTULO 14 ..... 146**

UTILIZAÇÃO DE COATINGS DE QUITOSANA NA CONSERVAÇÃO DE TOMATES (*Solanum lycopersicum*)

Luciano Pighinelli  
Anderson Rockenbach  
Pamela Persson  
Renata Cardoso Pospichil

**DOI 10.22533/at.ed.87220080614**

**CAPÍTULO 15 ..... 156**

ANÁLISE METALOGRAFICA DA MICROESTRUTURA E MICRODUREZA DO AÇO AISI 1050 USADO NA HASTE DE DIREÇÃO DE UMA MÁQUINA AGRÍCOLA DA SÉRIE 8R

Vagner dos Anjos Costa  
Fábio Santos de Oliveira  
Sílvio Leonardo Valença  
Gabriela Oliveira Valença  
Paulo Henrique de Souza Viana  
João Vítor Chaves Cordeiro

**DOI 10.22533/at.ed.87220080615**

<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>165</b>
EFICIÊNCIA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES EM UMA INDÚSTRIA DE GALVANOPLASTIA NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE-CE	
<a href="#">Petronio Silva de Oliveira</a> <a href="#">José Laécio de Moraes</a> <a href="#">Francisco Evanildo Simão da Silva</a> <a href="#">Francisco Thiciano Rodrigues de Assis</a> <a href="#">Edyeleen Mascarenhas de Lima</a> <a href="#">Anderson Lima dos Santos</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080616</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>176</b>
ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO LUCAIA, SALVADOR-BA	
<a href="#">José Orlando Oliveira Moura Júnior</a> <a href="#">Nicole Caroline B. Santos Xavier</a> <a href="#">Thayna Santana de Lima</a> <a href="#">Alexandre Boleira Lopo</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080617</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>182</b>
QUALIDADES DO URBANO	
<a href="#">Franklin Soldati</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080618</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>199</b>
ANÁLISE QUALITATIVA E QUANTITATIVA DE CONFORTO TÉRMICO E DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM UNIDADE DE SAÚDE	
<a href="#">Gabriela Regina Rosa Galiassi</a> <a href="#">Ana Clara Alves Justi</a> <a href="#">Gabriel Henrique Justi</a> <a href="#">Maribel Valverde Ramirez</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080619</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>215</b>
ANÁLISE DE VIBRAÇÕES INDUZIDAS PELO VENTO EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS	
<a href="#">Neilton dos Santos Seguins Costa</a> <a href="#">Vilson Souza Pereira</a> <a href="#">Dalmo Inácio Galdez Costa</a> <a href="#">Paulo César de Oliveira Queiroz</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080620</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>226</b>
TRANSPORTE DE CROMO (CR <sup>+3</sup> ) E NÍQUEL (NI <sup>+2</sup> ) EM CAMADA DE SOLO COMPACTADA	
<a href="#">Leonardo Ramos da Silveira</a> <a href="#">Newton Moreira de Souza</a> <a href="#">André Luis Brasil Cavalcante</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.87220080621</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>241</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>242</b>

## ANÁLISE METALOGRAFICA DA MICROESTRUTURA E MICRODUREZA DO AÇO AISI 1050 USADO NA HASTE DE DIREÇÃO DE UMA MÁQUINA AGRÍCOLA DA SÉRIE 8R

Data de aceite: 02/06/2020  
Data de submissão: 02/02/2020

### **Vagner dos Anjos Costa**

Universidade Federal de Sergipe – UFS  
Aracaju – Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/4412571965028358>

### **Fábio Santos de Oliveira**

Universidade Federal de Sergipe  
Aracaju – Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/8074611486281695>

### **Sílvio Leonardo Valença**

Centro Universitário Estácio de Sergipe  
Aracaju- Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/6962455172100547>

### **Gabriela Oliveira Valença**

Universidade Federal de Sergipe - UFS  
Aracaju- Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/6957150348405072>

### **Paulo Henrique de Souza Viana**

Centro Universitário Estácio de Sergipe  
Aracaju – Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/9107993268855855>

### **João Vítor Chaves Cordeiro**

Centro Universitário Estácio de Sergipe  
Aracaju –Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/2764075917854348>

realizar uma análise metalográfica para caracterização da microestrutura do aço AISI 1050, muito usado na fabricação da haste de direção de máquinas agrícolas. A pesquisa foi realizada de forma quantitativa através da análise com dados mensuráveis por meio de instrumentos em laboratório. As amostras foram preparadas através dos procedimentos da norma da ASTM seguindo o padrão de lixamento e polimento, com o objetivo de remover todos os riscos e imperfeições na superfície, tornando-a plana. Em seguida, a superfície para análise do corpo de prova foi atacada com solução de Nital 2% (ácido nítrico 2% diluído em álcool etílico). Foi aplicada neste trabalho a técnica de microscopia óptica, utilizando-se a iluminação em campo claro. Por fim, com o uso dos fundamentos da análise metalográfica, pode-se observar que o aço AISI 1050 apresenta uma microestrutura composta por ferrita e perlita, características de um aço pro-eutetóide. Além disso a haste apresentou uma dureza de 218 HV após a realização do ensaio de microdureza.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metalografia. Tratamento térmico. Microscopia óptica.

**RESUMO:** Este trabalho tem como objetivo

# MATALOGRAPHIC ANALYSIS OF THE MICROSTRUCTURE AND MICRODURE OF AISI 1050 STANDARD STEEL USED IN THE STEERING ROD OF N 8R SERIES AGRICULTURAL MACHINE

**ABSTRACT:** This work aims to perform a metallographic analysis to characterize the microstructure of AISI 1050 steel, widely used in the manufacture of the steering rod of agricultural machinery. The research was carried out in a quantitative way through the analysis with measurable data through instruments in laboratory. The samples were prepared using the procedures of the ASTM standard following the standard of sanding and polishing, in order to remove all scratches and imperfections on the surface, making it flat. Then, the surface for analysis of the specimen was attacked with a 2% Nital solution (2% nitric acid diluted in ethyl alcohol). In this work, the optical microscopy technique was applied, using bright field illumination. Finally, using the fundamentals of metallographic analysis, it can be seen that AISI 1050 steel has a microstructure composed of ferrite and perlite, which are characteristic of pro-eutetoid steel. In addition, the rod had a hardness of 218 HV after performing the microhardness test.

**KEYWORDS:** Metallography. Heat treatment. Optics microscopy.

## 1 | INTRODUÇÃO

O estudo sobre os aços tem sido bastante aprofundado ao longo dos anos devido principalmente a diversidade de utilização nos diversos ramos da engenharia, e, estudar a sua microestrutura é importante para entender como as propriedades mecânicas dessas ligas variam à medida que se modifica algum constituinte interno. Visualizar a textura do material nos possibilita evidenciar a granulação de que o material é formado, e conseqüentemente enfatizar conclusões em relação a sua utilização na indústria. Com isso, consegue-se por exemplo, prever a necessidade de se realizar tratamentos térmicos que possibilitem a utilização da liga no ambiente escolhido.

Este trabalho tem como proposta, caracterizar a microestrutura do aço AISI 1050, muito utilizado na fabricação de hastes para a direção de tratores agrícolas, através de análises e ensaios que foram realizados nas amostras retiradas da barra de direção.

Durante a pesquisa foi possível obtermos informações importantes na determinação de características e propriedades do material, as quais se tornaram relevantes para determinar qual o aço utilizado é ideal para este tipo de serviço.

O estudo da microestrutura dos aços é realizado devido a ampla aplicação destes materiais em diversos equipamentos mecânicos, pois conhecer somente as propriedades mecânicas de um determinado aço, não é o suficiente para garantir que o mesmo irá desempenhar suas funções normalmente, sem falar de outros fatores que também influenciam no desempenho destas ligas. Componentes mecânicos podem fraturar e falhar devido aos movimentos severos durante os trabalhos executados, e na maioria das vezes, saber qual a tensão de escoamento ou ruptura do material não é o suficiente para termos garantias do perfeito funcionamento do mecanismo.

Para garantir que um aço funcione sem falhar, além do ensaio de tração temos os ensaios

de impacto, fadiga, dureza e metalográfico. A metalografia tem se destacado nos laboratórios como uma técnica que analisa a microestrutura dos aços, e como essas microestruturas influenciam diretamente no perfeito funcionamento dos materiais e na resistência mecânica.

Helilton Moraes (2013, p. 2) destaca que a metalografia é uma importante ferramenta para o conhecimento destas transformações. O conhecimento da microestrutura assim como seus microconstituintes, é de extrema importância para prever o comportamento do material em determinadas aplicações, garantindo assim o seu desempenho.

A indústria automobilística moderna se preocupa muito com a utilização de aços que possuam boa resistência mecânica, para que garanta o perfeito funcionamento dos seus equipamentos sem causar prejuízos e paradas desnecessárias.

A utilização destes materiais está ligada a sua característica de suportar a oxidação e corrosão nos ambientes mais variados. Existem diversos tipos de aços que se enquadram nestas características, os quais podem ter elementos de ligas diferentes que buscam uma microestrutura ou propriedade específica, porém para serviços severos como os realizados por tratores agrícolas, selecionam-se aços que tenham não somente boa resistência a oxidação e corrosão, mas que possuam alta resistência ao desgaste e suportem vários impactos devidos aos trabalhos bruscos realizado em terrenos agrícolas bastante irregulares.

Callister (2012, p.129) ressalta que em tais situações, é necessário se conhecer as características dos materiais e projetar o membro a partir do qual ele é feito de maneira que qualquer deformação não seja excessiva e não cause fratura. Assim é necessário se conhecer a natureza da carga aplicada e a sua duração, as condições ambientais e condições de trabalho em que o componente está sendo submetido.

. Esta pesquisa trata-se de um estudo de caso realizado em uma haste de direção utilizada em tratores agrícolas, cedida pela empresa Jonh Deere Br fornecedora de máquinas e tratores para a agricultura, com filial localizada em Nossa Senhora do Socorro no estado de Sergipe; e os ensaios foram realizados no laboratório de Microestruturas e Propriedades Mecânicas (LAMP) da Universidade Federal de Sergipe (UFS). A finalidade deste trabalho é caracterizar a microestrutura do aço estudado e verificar o tipo de tratamento térmico utilizado na haste.

Trata-se de um estudo de caso importante em função do excesso de manutenção que existe nestes componentes e por implicar na parada destas máquinas, ocasionando perdas na produção e aumento do custo de manutenção. Para enfatizar isso, focamos na microestrutura do aço, visto que, esta influencia diretamente na dureza e nas propriedades gerais do aço como: ductilidade, tenacidade, resistência ao desgaste e resistência a tração.

Através do estudo da microestrutura percebemos que se trata de um aço constituído de ferrita que se forma antes da temperatura de austenitização (fase pro- eutetóide) caracterizada por ser dúctil e menos resistente quando comparada com outras microestruturas e, além disso existe presença de perlita o que confere ao aço uma boa resistência à tração.

Chiaverini (2012, p.121) ressalta que os aços possuem um ponto eutetóide a 727 °C cujo teor de carbono é de 0,77 %, onde este ponto é de fundamental importância quando se trata no estudo dos seus constituintes internos, uma vez que através deles podemos

classificar os aços.

## 2 | OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Identificar a microestrutura e microdureza presente no aço AISI 1050.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar os constituintes microestruturais presentes na haste de direção;
- Verificar quantitativamente a dureza existente.

## 3 | REFERENCIAL TEÓRICO

O Conhecimento da microestrutura de um aço é de fundamental importância para o profissional da engenharia, visto que através dela, os engenheiros podem escolher a liga mais apropriada que será utilizada em suas aplicações de acordo com as necessidades do projeto.

Para Ângelo Fernando Padilha (1997, p.343) “os materiais têm desempenhado um papel importante na história da humanidade. Nas últimas décadas foi possível estabelecer relações quantitativas entre suas composições, microestruturas e suas propriedades”.

No mundo contemporâneo as empresas privam sempre pela redução de custos, e por materiais que lhe tragam garantia de que o trabalho será executado da melhor forma possível e com bastante rentabilidade procurando sempre alinhar produção e segurança, no entanto, para que isso seja possível, as indústrias investem em artefatos que assegurem que os equipamentos utilizados atendam às necessidades do trabalho executado. É natural que após longos ciclos de utilização, os materiais falhem por fadiga, mas em muitos casos é possível prever quantas horas de uso um determinado material solicitado pode sofrer desgaste

Através do estudo sobre esta microestrutura formada, muitos defeitos podem ser evitados além de se produzir materiais que garantam a qualidade necessária para a realização das suas funções na indústria.

### 3.1 Metalografia

Metalografia é o estudo da morfologia e estrutura dos metais. Para a realização da análise, o plano de interesse da amostra é cortado, lixado, polido e atacado com reagente químico, de modo a revelar as interfaces entre os diferentes constituintes que compõe o metal.

Segundo a NBR 15454 a metalografia trabalha com o registro e a constituição de estrutura dos metais e ligas, produtos e compósitos metálicos com o objetivo de relacionar

com as propriedades e os processos de fabricação.

A revelação destes constituintes internos é de fundamental importância porque eles irão influenciar diretamente nas propriedades mecânicas dos aços como: o limite de resistência ao escoamento, ductilidade, tenacidade, elasticidade e plasticidade. Conhecer como o aço se comporta na temperatura ambiente é fundamental para que possamos saber dentre os tipos quais são frágeis, quais são dúcteis, quais devemos utilizar a alta temperatura ou a baixa temperatura e sobre tudo podemos informar ao usuário, até que temperatura a liga pode ser utilizada sem mudar a sua estrutura interna, pois quando mudamos a estrutura interna dos materiais alteramos as suas propriedades mecânicas e conseqüentemente o seu desempenho.

Além disso, é interessante ressaltar que através da metalografia é possível identificar o tipo de tratamento térmico mais adequado para o tipo de solicitação mecânica, outrora o conhecimento dos tratamentos térmicos envolvidos num processo de fabricação as quais as ligas foram submetidas, é essencial para melhorar o desempenho do componente e reduzir riscos de falhas que ocorrem em determinadas estruturas e conseqüentemente ter noções sobre a qualidade técnica do produto.

Callister (2012, p.186) ressalta que “os engenheiros de materiais e metalúrgicos, por outro lado, estão preocupados com a produção e fabricação de materiais para atender às exigências em serviço previstas por essas análises de tensão.

Ainda segundo Callister (2012, p.192) esta análise de tensão “envolve necessariamente o entendimento das relações entre a microestrutura (isto é, as características internas) dos materiais e suas propriedades mecânicas”.

Com o intuito de entender sobre o papel desta microestrutura ressaltada por Callister, a metalografia, hoje, é muito utilizada nos grandes laboratórios, pois, é uma técnica que ajuda a resolver muitos problemas que antes eram de difícil solução, esta técnica contribui para que a indústria possa prever se o seu equipamento irá funcionar com segurança, além de dar garantias aos profissionais que o equipamento projetado estar adequado.

Em síntese, podemos dizer que a metalografia fornece dados como a peça foi feita, o tratamento térmico utilizado, assim como a natureza do material empregado.

### **3.2 Características do aço 1050**

O aço 1050 é um aço de médio teor de carbono que apresenta boas propriedades mecânicas, alto limite de resistência mecânica e tenacidade, e se destaca por ser de fácil usinagem e de boa soldabilidade quando laminado a quente ou normalizado. Entre as finalidades do aço 1050, envolvem aplicações de eixos, peças forjadas, engrenagens comuns, engrenagens e componentes estruturais de máquinas. Seu teor de carbono encontra-se em torno de 0,5 %, além disso possui outros elementos importantes na sua estrutura como o Silício, Manganês, Fósforo, Enxofre que faz com que o mesmo tenha um excelente desempenho quando usado.

Segue abaixo a composição química deste aço Tabela 1, avaliado nas amostras realizadas no Laboratório de Microestruturas e de Propriedades Mecânicas (LAMP) da

Elementos	C	Si	Mn	P	S
Amostra	0.52	0.29	0.88	0.011	0.027
AISI 1050	0,45-0,50	0,15-0,50	0,60-0,90	0 - 0,04	0 - 0,05

Tabela 1- Composição química do aço 1050

Fonte: próprio autor (2019)

#### 4 | METODOLOGIA

As análises foram feitas utilizando o aço 1050, liga metálica não magnética, composto de ferro, carbono, silício e manganês. A análise microestrutural foi realizada em plano longitudinal à laminação da liga conforme figura 1 a seguir. A amostra metalográfica foi preparada de acordo com procedimento padrão de lixamento sendo utilizada as lixas de 200, 320, 400, 600, 800 e 1200 e a seguir foi polida em disco rotativo com o auxílio de álcool, depois foi atacada com reativo de Nital 2 % (ácido nítrico 2 % diluído em álcool etílico) por aproximadamente 4 segundos. As imagens da superfície do material foram obtidas através de microscópio óptico (Leica DM2500M) acoplado ao software no computador (Figura 2). Foram realizados ensaios de microdureza (microdurômetro Future Tech FM 800, figura 2) na amostra metalográfica. As medições de microdureza Vickers foram realizadas através de 10 impressões com carga de 1 kgf, partindo da superfície do tarugo e seguindo em direção ao núcleo.



Figura 1-Amostras do aço 1050

Fonte: Próprio autor (2019).

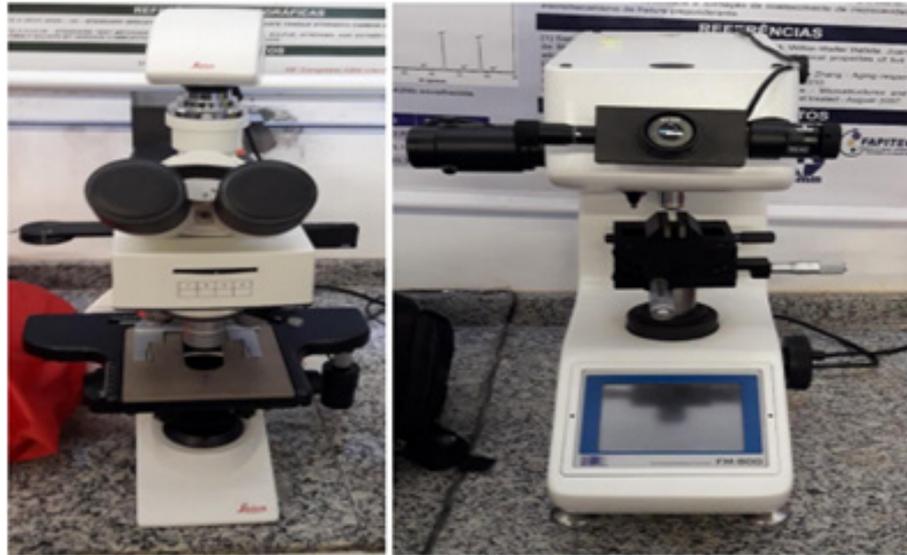


Figura 2- Instrumentos de análise

Fonte: Próprio autor (2019).

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A micrografia obtida para a amostra não submetida a nenhum esforço mecânico, apresentou grãos uniformes com superfícies claras e escuras característicos da ferrita pró-eutetóide (parte clara da figura 3) e colônias de perlita (parte escura da figura 3). A microestrutura apresenta alinhamento devido a laminação da matéria prima. Poucas inclusões de sulfeto de manganês são verificadas. A microdureza encontrada foi de 218 HV1, (desvio padrão de 4,8 HV1) figura 4.

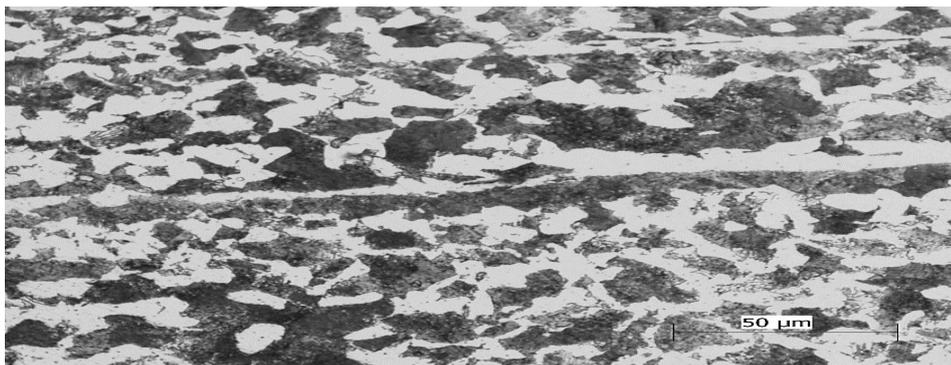


Figura 3- Aço pro-eutetóide.

Fonte: próprio autor (2019).



Figura 4- Microestrutura com identificação do aço 1050 (60 x)

Fonte: Próprio autor (2019)

A morfologia dos grãos de ferrita e das colônias de perlita caracteriza-se por ter o aspecto poligonal e no caso da perlita por se apresentar alongado (figura3).

De acordo com a dureza encontrada nos ensaios, permite concluir que o tratamento térmico utilizado foi o de normalização, aquecido numa temperatura entre 790 a 900 C° para um aço, cujo teor de carbono é de 0,50 % de acordo com a normas da ASTM e ABNT.

## 6 | CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir por meio da caracterização da microestrutura do aço 1050, que seus contornos de grão são bem delineados e homogêneos. Após o ataque químico foi perceptível uma nitidez, e um contraste satisfatório para análise dos resultados obtidos na amostra atacada com o reagente químico Nital 2 % e com ampliação 1000x; o que nos permitiu evidenciar as principais fases presentes na microestrutura caracterizando pela predominância com coloração branca e escuras característicos da ferrita e perlita proeutetóide (figura 3). Com isso, a microestrutura se formou acima do ponto eutetóide (0,76 % e 727 °C), isto é, seus teores se constituíram na faixa acima de 0,76 % e temperatura acima de 727 °C. Além disso, através do ensaio de dureza, percebemos que se trata de um aço duro e que, portanto, possui uma boa resistência a tração, propriedade fundamental em função do tipo de trabalho, a qual esta liga é submetida.

## REFERÊNCIAS

CHIAVERINI, V. **Aços e ferros fundidos**, 7ª edição, São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais – ABM, 2012.

CALLISTER, Willan D.1940- **Ciências e engenharia dos materiais: uma introdução**. 8ª edição -Rio de janeiro: LTC, 2012.

MORAES REGO LIMA FILHO, Helilton. **Análise de ataques químicos para revelação de microestruturas de soldas dissimilares de aços inoxidáveis Austeníticos e ferríticos.** Trabalho de conclusão de curso. Ceará- 2013.

FERNANDO PADILHA, Ângelo. **Materiais de Engenharia. microestrutura e propriedades.** Curitiba- PR: HEMUS: 1997

## ÍNDICE REMISSIVO

### B

Biopolímeros 137, 146, 147

### C

Coatings 146, 147, 148, 149, 150, 152, 153, 154, 155

Coeficiente de atrito 136, 137, 141, 144

Cogeração 50, 51, 90

Competitividade 77, 78, 81, 85, 86, 88, 94, 99

Computação verde 119

### D

Desenvolvimento sustentável 35, 36, 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 168

Desperdício 146, 147, 167

### E

Efluente líquido 165, 174

Energia 9, 1, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 24, 35, 38, 39, 49, 50, 51, 52, 58, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 80, 84, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 97, 98, 99, 114, 119, 167, 217, 230, 231

Expansão da geração 15, 18, 75, 76, 85

### F

FPGA 12, 118, 119, 121, 123, 124, 125, 126

### G

Galvanoplastia 165, 166, 167, 168, 175

Geração 9, 1, 10, 11, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 49, 50, 51, 60, 62, 69, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 167, 168, 184, 188

Gerador 1, 2, 5, 6, 9, 10, 47, 58, 76

### H

Hidrelétrica 1, 10, 79

### I

Inteligência artificial 109, 110, 113

### L

Leilões de transmissão 11, 15, 16, 17, 19, 21

Localização 12, 17, 30, 85, 87, 113, 127, 128, 127, 128, 133, 134, 171, 178, 202

### M

Manipulador-H 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108

Manutenção 6, 8, 10, 12, 21, 41, 51, 64, 65, 66, 67, 70, 71, 76, 152, 158, 167, 185, 188, 189, 192  
Marcos fiduciais 127, 128, 129, 134  
Melhores práticas 77, 88, 89, 91, 100  
Mercado Livre 88, 99, 100  
Metalografia 156, 158, 159, 160  
Micromouse 109, 110, 111, 113, 166, 117  
Microscopia óptica 156  
Migração Sísmica 119  
Movelt 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108

## **N**

Nanolubrificante 136, 139, 141  
Nanopartículas de amido 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144

## **O**

Open source 109, 110, 129  
Oportunidades 11, 13, 75, 88, 90, 95, 97, 134, 187

## **P**

PIR 35, 36, 37, 46, 47, 48  
Planejamento energético 35, 36, 38, 44, 46, 47, 48  
Project Finance 11

## **Q**

Qitosana 146, 147, 148, 149, 150, 152

## **R**

Rendimento 49, 50, 52, 53, 58, 60, 61  
Repotenciação 1, 3, 8, 9, 10  
Risco 4, 15, 51, 67, 76, 79, 86, 87, 88, 89, 92, 93, 95, 97, 99, 228  
Robótica 9, 101, 102, 103, 107, 109, 110, 111, 112, 117, 127, 128, 135  
Robótica móvel 110, 109, 128  
ROS 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 117, 129  
RTM 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125

## **S**

Setor elétrico 11, 13, 15, 22, 24, 29, 35, 36, 41, 45, 47, 75, 76, 77, 85, 98, 99  
Simulação 17, 25, 34, 93, 94, 95, 96, 104, 109, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 127, 129, 130, 132, 216, 226  
Smart Grid 64, 70  
Supercapacitor 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74  
Supercomputação 119  
Sustentabilidade 9, 64, 99

## T

Taxa de desgaste 136, 139, 143, 144

Térmicas 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 96, 209, 214

Tratamento 38, 128, 158, 156, 160, 163, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 180, 229

Turbina de Tesla 49, 50, 51, 52, 60, 62

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**