

# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

# ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de  
Caráter Multidisciplinar

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

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. 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. 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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
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  
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

## Engenharias: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Emely Guarez  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57    Engenharia: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar / 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 978-65-5706-560-0  
DOI 10.22533/at.ed.600200511

1. Engenharia. 2. Metodologias e Práticas. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Dallamuta, João (Organizador). III. Título.

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

Um dos grandes desafios enfrentados atualmente pelos engenheiros nos mais diversos ramos do conhecimento, é de saber ser multidisciplinar, aliando conceitos de diversas áreas. Hoje exige-se que os profissionais saibam transitar entres os conceitos e práticas, tendo um viés humano e técnico.

Neste sentido este livro traz capítulos ligados a teoria e prática em um caráter multidisciplinar, apresentando de maneira clara e lógica conceitos pertinentes aos profissionais das mais diversas áreas do saber.

Para isso o mesmo foi dividido em dois volumes, sendo que o volume 1 apresenta temas relacionados a área de engenharia mecânica, química e materiais, dando um viés onde se faz necessária a melhoria continua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril.

Já o volume 2 traz, temas correlacionados a engenharia civil e de minas, apresentando estudos sobre os solos e obtenção de minérios brutos, bem como o estudo de construções civis e suas patologias, estando diretamente ligadas ao impacto ambiental causado e ao reaproveitamento dos resíduos da construção.

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 confiança e espírito de parceria.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA DE DOBRA DE UM VERGALHÃO PARA A MELHORIA DE UM PROCESSO DE CONFORMAÇÃO MECÂNICA**

Efraim Ribas Linhares Bruno  
Thiago Monteiro Maquiné  
Perla Alves de Oliveira  
Marcia Cristina Gomes de Araújo Lima  
Suelem de Jesus Pessoa

**DOI 10.22533/at.ed.6002005111**

### **CAPÍTULO 2..... 13**

#### **ANÁLISE DO COMPORTAMENTO SUPERFICIAL NA MANUFATURA CNC DE MATERIAL LAMINADO EM PLACAS DE RENSHAPE 440**

Walkiria Kohmoto Nishimurota  
Marco Stipkovic Filho

**DOI 10.22533/at.ed.6002005112**

### **CAPÍTULO 3..... 23**

#### **A INFLUÊNCIA DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL NA ANÁLISE DE DUREZA E MICRODUREZA EM AÇO AO CARBONO FUNDIDO**

Ronan Geraldo Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.6002005113**

### **CAPÍTULO 4..... 29**

#### **CONCEITOS BÁSICOS DE MICROUSINAGEM: UMA REVISÃO**

Ainá Winnie Carlos Riomar  
Esther Samila Santana Barbosa  
Lucas Winterfeld Benini

**DOI 10.22533/at.ed.6002005114**

### **CAPÍTULO 5..... 46**

#### **ANÁLISE DE FALHA POR CORROSÃO EM REVESTIMENTO DE PRODUÇÃO DE UM CAMPO MADURO DO ESTADO DE SERGIPE**

André Vieira da Silva  
Wilson Linhares dos Santos  
Cochiran Pereira dos Santos  
Soraia Simões Sandes

**DOI 10.22533/at.ed.6002005115**

### **CAPÍTULO 6..... 59**

#### **MICRODUREZA NO PROCESSO DE SOLDAGEM POR FRICÇÃO LINEAR DA LIGA DE LATÃO BINÁRIO C260**

Lucas Freitas de Medeiros Pimentel  
Monique Valentim da Silva Frees  
Ariane Rebelato Silva dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.6002005116**

**CAPÍTULO 7..... 67**

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ALÍVIO DE TENSÃO EM COMPONENTES DE AÇO AAR M201 GRAU E RECUPERADOS POR SOLDAGEM**

Natanael Pinho da Silva Alves

Ronan Geraldo Moreira

**DOI 10.22533/at.ed.6002005117**

**CAPÍTULO 8..... 79**

**ESTUDO DA GERAÇÃO DE NOVOS MATERIAIS COMPÓSITOS A PARTIR DO GESSO E DO RESÍDUO DE GESSO COM ADITIVOS DESINCORPORADORES DE AR E SUPERPLASTIFICANTES**

Tássila Saionara Gomes Galdino

Pâmela Bento Cipriano

Andréa de Vasconcelos Ferraz

**DOI 10.22533/at.ed.6002005118**

**CAPÍTULO 9..... 93**

**DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CELERON**

Karla Hikari Akutagawa

Caroline da Silva Neves

Celia Kimie Matsuda

Nabi Assad Filho

**DOI 10.22533/at.ed.6002005119**

**CAPÍTULO 10..... 99**

**PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CATALISADORES METÁLICOS SUPORTADOS EM ALUMINA PARA OBTENÇÃO DE BODIESEL**

Normanda Lino de Freitas

Talita Kênya Oliveira Costa

Joelda Dantas

Elvia Leal

Julyanne Rodrigues de Medeiros Pontes

Pollyana Caetano Ribeiro Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.60020051110**

**CAPÍTULO 11 ..... 113**

**SIMULAÇÃO DE ESPECTROMETRIA DE MASSA DE ÍONS SECUNDÁRIOS**

Gabriel dos Santos Onzi

Igor Alencar Vellame

**DOI 10.22533/at.ed.60020051111**

**CAPÍTULO 12..... 117**

**ANÁLISE DE UM MOTOR 3 CILINDROS SOBREALIMENTADO**

Bruno Barreto Irmão

Alexsander Velasco Cardoso

Gustavo Simão Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.60020051112**

**CAPÍTULO 13..... 131**

**PROTÓTIPO DE UMA ESTEIRA AUTOMATIZADA PARA ÂMBITO INDUSTRIAL**

Mateus dos Santos Correia  
Déborah da Costa Sousa Carvalho  
Luiz Eduardo Borges de Lima  
Elton Santos Dias Sales

**DOI 10.22533/at.ed.60020051113**

**CAPÍTULO 14..... 134**

**DETERMINAÇÃO DE RITMO CARDÍACO A PARTIR DE SINAIS DE FOTOPLETISMOGRAFIA**

Lucas Fernandes Alves dos Anjos  
Sergio Okida

**DOI 10.22533/at.ed.60020051114**

**CAPÍTULO 15..... 140**

**MODELAGEM E SIMULAÇÃO ELETROMAGNÉTICA DE LTNLG (COAXIAL E DE FITA) PARA GERAÇÃO DE RF UTILIZANDO O CST STUDIO**

André Ferreira Teixeira  
Ana Flávia Guedes Greco  
José Osvaldo Rossi  
Joaquim José Barroso  
Fernanda Sayuri Yamasaki  
Elizete Gonçalves Lopes Rangel

**DOI 10.22533/at.ed.60020051115**

**CAPÍTULO 16..... 150**

**SIMULAÇÃO DE LINHAS DE TRANSMISSÃO NÃO LINEARES GIROMAGNÉTICAS UTILIZANDO MODELAGEM NUMÉRICA UNIDIMENSIONAL**

Ana Flávia Guedes Greco  
André Ferreira Teixeira  
José Osvaldo Rossi  
Joaquim José Barroso

**DOI 10.22533/at.ed.60020051116**

**CAPÍTULO 17..... 160**

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS EDUCACIONAIS: ATIVIDADE PRÁTICA DE VAZÕES EM ORIFÍCIOS**

Thais Esmério Pimentel  
Henrique da Silva Pizzo

**DOI 10.22533/at.ed.60020051117**

**CAPÍTULO 18..... 172**

**APLICAÇÃO TÉCNICAS E FERRAMENTAS DE PLANEJAMENTO, GESTÃO E CONTROLE, BASEADOS NO CONCEITO DA CONSTRUÇÃO ENXUTA**

Elaine Garrido Vazquez

Renata Gonçalves Faisca

Joyce Dias da Costa

**DOI 10.22533/at.ed.60020051118**

**CAPÍTULO 19..... 183**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E VOLUME DE ÁCIDOS NA LIXIVIAÇÃO DE CU E PB PRESENTES EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO**

Alexandre Candido Soares

Yara Daniel Ribeiro

Sara Daniel Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.60020051119**

**CAPÍTULO 20..... 189**

**ANÁLISE DA SINTERIZAÇÃO E DENSIFICAÇÃO DE LIGA Nb-Ni-Fe-Si VIA SINTERIZAÇÃO POR PLASMA PULSADO (SPS)**

Yara Daniel Ribeiro

Alexandre Candido Soares

Sara Daniel Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.60020051120**

**CAPÍTULO 21..... 198**

**ESTUDO CINÉTICO DA LIXIVIAÇÃO DE COBRE UTILIZANDO ÁCIDO NITRÍCO**

Alexandre Candido Soares

Yara Daniel Ribeiro

Sara Daniel Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.60020051121**

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 209**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 210**

## DETERMINAÇÃO DE RITMO CARDÍACO A PARTIR DE SINAIS DE FOTOPLETISMOGRAFIA

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 03/08/2020

**Lucas Fernandes Alves dos Anjos**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Ponta Grossa - Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/9477661617423890>

**Sergio Okida**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Ponta Grossa – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/0034802427042185>

**RESUMO:** A fotopletismografia (PPG) é uma técnica não invasiva que, a partir de seu sinal característico, possibilita a determinação da frequência cardíaca e do nível de saturação de oxigênio na hemoglobina. Consiste em medir a variação temporal do volume sanguíneo, que passa por uma determinada extremidade do corpo humano (dedo, lóbulo da orelha ou outros), utilizando métodos ópticos. Este trabalho tem por objetivo mostrar a aplicação de um método de processamento no sinal de PPG a fim de obter o ritmo cardíaco instantâneo. Para tanto, foi utilizado a placa de desenvolvimento **AFE4490SPO2EVM** da Texas Instruments para a aquisição do sinal e o software MATLAB para o desenvolvimento do algoritmo de determinação do ritmo cardíaco. O método utilizado obteve resultados consistentes com fácil implementação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fotopletismografia, Processamento de sinais, Ritmo cardíaco.

### HEARTH RATE DETERMINATION FROM PHOTOPLETHYSMOGRAPHY SIGNALS

**ABSTRACT:** Photoplethysmography (PPG) is a non-invasive technique that enables to gather heart rate data and oxygen saturation in hemoglobin from its characteristic signal. This technique consists of measuring the variation of the blood volume that passes through a body border (finger, lug or other) using optical methods. This paper aimed to apply a method of PPG signal processing to acquire heart rate. Therefore, it was utilized the development board AFE4490SPO2EVM from Texas Instruments to acquire the signal and MATLAB software for develop the algorithm to determinate heart rate. The utilized method had solid results with an easy implementation.

**KEYWORDS:** Photoplethysmography, Signal processing, Heart rate.

### 1 | INTRODUÇÃO

Com o avanço da medicina em paralelo com as novas tecnologias surge a possibilidade de se obter sinais fisiológicos de modo não invasivo, evitando assim infecções e possibilitando aquisições longas com menor desconforto ao paciente. Dentro deste contexto é possível obter sinais de variação do volume sanguíneo, ao longo do tempo, em extremidades do corpo humano (dedo, lóbulo de orelha ou outros) com o uso de métodos ópticos (LAULKAR et al., 2012). Basicamente, o princípio de funcionamento consiste em de

medir a quantidade de luz infravermelha absorvida ou refletida pelos capilares, em função da concentração de oxigênio no sangue. Este método é chamado de fotopletismografia (PPG, do inglês *photoplethysmography*), que consiste dos termos foto, que se refere à presença de luz, e pletismografia, que faz referência ao ato de medir a variação de volume sanguíneo em uma dada parte do corpo humano.

O sinal de PPG (Figura 1) pode ser utilizado para, entre outros, obter o ritmo cardíaco (RC) de pacientes através da medição dos intervalos de tempo entre picos de cada ciclo cardíaco. Para tanto, é necessário que o segundo pico, após a incisura dicrótica, presente no sinal não seja detectado de modo a comprometer a medição do RC (HLIMONENKO et al., 2003). Este tratamento pode ser aplicado por controle do método de detecção de picos, por comparações entre amplitudes baseadas na literatura médica, ou aplicando filtros e transformadas ao sinal a fim de detectar corretamente os picos do sinal de PPG e atenuar ou suprimir os picos secundários

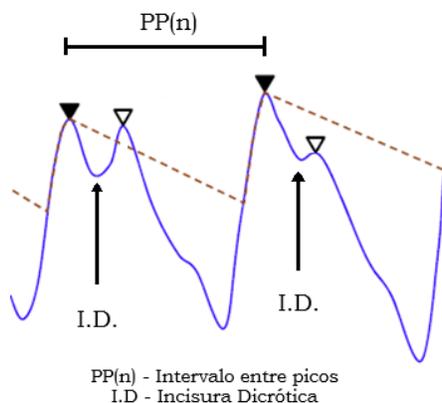


Figura 1 – Exemplo de sinal de fotopletismografia

Fonte: Modificado de SHIN et al. (2009)

Este trabalho tem por objetivo mostrar a aplicação de técnicas de processamento de sinais de PPG encontradas na literatura, a fim de fornecer os valores instantâneos do RC.

Para a aquisição do sinal de PPG foi utilizado a placa de desenvolvimento AFE4490SPO2EVM (TEXAS INSTRUMENTS, 2013), que possibilita a aplicação de filtros para remoção de ruído e flutuações da linha de base, além de regular alguns aspectos como taxa de amostragem, correntes e tensões dos sensores e LEDs. Os métodos *Slope Sum Function* (SSF) (JANG et al., 2014a) e *findpeaks* para a localização e demarcação dos picos do sinal são explorados.

Os resultados obtidos mostram que a utilização da técnica SSF permitiu a obtenção dos intervalos entre os batimentos cardíacos de maneira apropriada.

## 2 | DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Aquisição e condicionamento do sinal de ppg

A placa AFE4490SPO2EVM (Figura 2) que permite amplo controle dos parâmetros de aquisição, foi utilizada para obter os sinais de PPG dos autores. Possui canal de recepção com filtro antirruído digital passa-banda de 0,1 a 5 Hertz, além de sistema analógico de cancelamento de ruído ambiente e filtro *notch* de 60 Hz para reduzir a interferência da rede de energia (TEXAS INSTRUMENTS, 2013). Os sinais foram obtidos com uma taxa de amostragem de 500 amostras por segundo, gravadas em arquivo Excel.



Figura 2 – AFE4490SPO2EVM

Fonte: Texas Instruments (2014).

### 2.2 Função para soma das inclinações

Após a aquisição de um sinal de PPG, devidamente filtrado para remoção de ruídos, o MATLAB foi utilizado para a implementação do algoritmo de detecção dos picos do sinal de PPG e obter o ritmo cardíaco. Como o sinal de PPG possui uma segunda onda característica logo após a primeira, como mostra a Figura 1, para se evitar sua detecção incorreta foi aplicada a função de soma de inclinações (SSF). A fim de se obter o sinal SSF (Figura 3) onde o segundo pico é atenuado ou suprimido, possibilitando a localização correta dos picos de cada ciclo cardíaco através da aplicação de um limiar adaptativo.

A SSF funciona como uma janela, que no caso teve 64 amostras para uma frequência de amostragem de 500 Hz, que percorre o sinal de PPG comparando valores e mantendo as inclinações positivas e zerando as demais. É definida pela Eq. (1). (JANG et al., 2014b),

$$SSF_i = \sum_{k=i-w}^i \Delta u_k, \quad \Delta u_k = \begin{cases} \Delta x_k & \text{se } \Delta x_k > 0 \\ 0 & \text{se } \Delta x_k < 0 \end{cases} \quad \therefore 1 + w \leq i \leq N \quad (1)$$

onde  $w$  é o tamanho da janela,  $N$  o número total de amostras do sinal PPG e  $SSF$  é o sinal resultante do filtro.

É possível ver na Figura 3 o sinal PPG e o SSF possuem picos coincidentes, o que torna a medição dos intervalos entre picos válida, uma vez que a frequência não foi alterada.

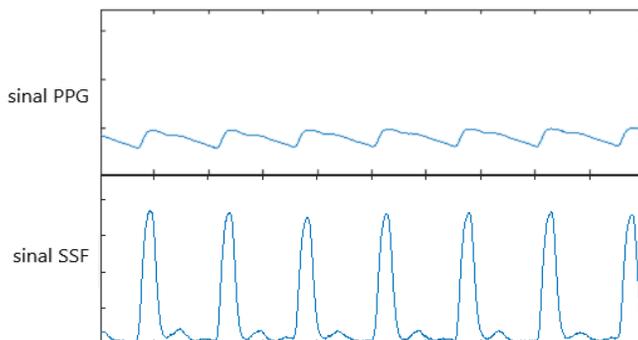


Figura 3 – Sinal PPG e Sinal SSF

Fonte: Autoria própria (2018).

### 2.3 Função para localizar picos

Para a localizar e medir os picos do sinal de SSF foi utilizada a função *findpeaks* do MATLAB. Esta função basicamente faz o comparativo ponto a ponto do sinal, comparando-o sempre com o ponto anterior e o próximo. Com auxílio deste comando a localização exata dos picos com base na amplitude máxima encontrada no sinal de SSF e um período refratário determinado para evitar a localização de mais de um ponto em um mesmo pico. No caso foi utilizado um limiar para localizar picos com amplitude de no mínimo 70% da amplitude máxima encontrada (JANG et al., 2014b) e intervalo mínimo de 0,1 segundos.

### 2.4 Geração do sinal de ritmo cardíaco instantâneo

Com os valores de pico e dos intervalos entre picos, obtemos o gráfico de ritmo cardíaco instantâneo através da Eq. (2). A partir do RC instantâneo é possível extrair valores médios, desvios, obter o espectro do sinal para a análise do sistema autônomo de controle do coração e outros.

$$RC(n) = \frac{60}{PP(n)} \quad (2)$$

onde  $RC(n)$  é o ritmo cardíaco instantâneo em BPM (batimentos por minuto) e  $PP(n)$  é o intervalo entre picos do sinal SSF em segundos.

### 3 | RESULTADOS

A partir dos sinais de SSF resultante e do filtro adaptativo foi possível localizar todos os picos do sinal corretamente como mostra a Figura 4. E a partir dos valores de intervalos encontrados e os RCs obter o gráfico de ritmo cardíaco como mostra a Figura 5.

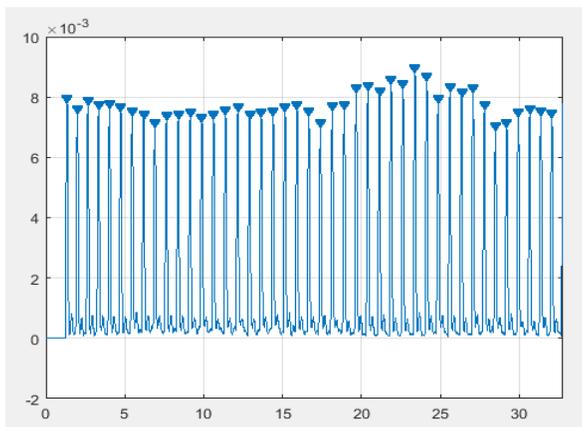


Figura 4 – Gráfico dos picos localizados

Fonte: Autoria própria (2018).

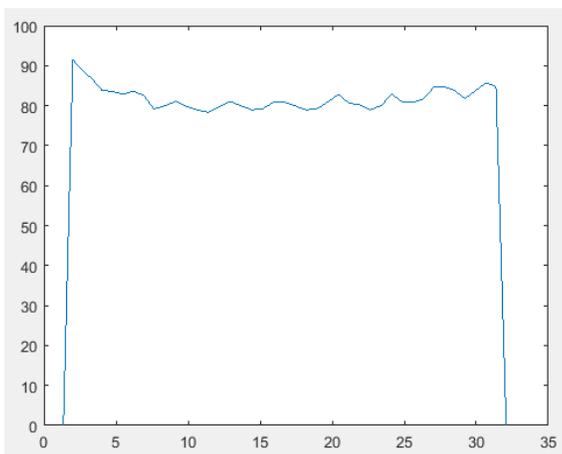


Figura 5 – Gráfico do ritmo cardíaco instantâneo

Fonte: Autoria própria (2018).

## 4 | CONCLUSÃO

É claro que os testes realizados ainda não são suficientes visto que foram coletados sinais de PPG apenas dos autores. Entretanto os resultados obtidos com o método SSF juntamente com o limiar adaptativo são consistentes e que possibilitam um estudo mais aprofundado sobre a aplicabilidade dos mesmos em outros sinais e sob mais condições.

## REFERÊNCIAS

HLIMONENKO, Irina; MEIGAS, Kalju; VAHISALU, Rein. **Waveform Analysis of Peripheral Pulse Wave Detection in Fingertip with Photoplethysmograph**. Measurement Science Review, Estonia, v. 3, n. 2, p.49-52, 2003.

JANG, Dae-geun et al. **A Robust Method for Pulse Peak Determination in a Digital Volume Pulse Waveform With a Wandering Baseline**. IEEE Transactions On Biomedical Circuits And Systems, [s.l.], v. 8, n. 5, p.729-737, out. 2014b. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). <http://dx.doi.org/10.1109/tbcas.2013.2295102>.

JANG, Dae-geun et al. **A Real-Time Pulse Peak Detection Algorithm for the Photoplethysmogram**. International Journal Of Electronics And Electrical Engineering, [s.l.], p.45-49, 2014a. EJournal Publishing. <http://dx.doi.org/10.12720/ijeee.2.1.45-49>.

LAULKAR, Rutuja; DAIMIWAL, Nivedita. **Applications of Finger Photoplethysmography**. International Journal Of Engineering Research And Applications (IJERA), Pune, v. 2, n. 1, p.877-880, fev. 2012.

SHIN, Hang Sik; LEE, Chungkeun; LEE, Myounggho. **Adaptive threshold method for the peak detection of photoplethysmographic waveform**. Computers In Biology And Medicine, [s.l.], v. 39, n. 12, p.1145-1152, dez. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.combiomed.2009.10.006>.

TEXAS INSTRUMENTS (Estados Unidos). **Datasheet: Integrated Analog Front-End for Pulse Oximeters AFE4490**. Estados Unidos: Texas Instruments, 2003.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aços 23, 24, 51

Alumina 24, 81, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 108, 109, 110, 111, 112

Aquecimento 40, 62, 67, 68, 69, 70, 71, 75, 77, 81, 100, 103

### B

Biodiesel 99, 100, 101, 102, 105, 109, 110, 111, 112

### C

C260 59, 60, 61, 62, 65, 66

CAD 1, 2, 3, 15, 126

Catálise 99, 103

Celeron 93, 94, 95, 96, 97, 98

Chapas 2, 11, 61, 66, 78, 93, 96, 97, 98

CNC 13, 14, 15, 16, 17, 20, 22, 31, 40, 45, 62

Combustão Interna 101, 117, 118, 119, 130

Comportamento Superficial 13, 14, 20, 22

Compósito 13, 196

Controle 4, 5, 9, 40, 41, 48, 49, 58, 66, 118, 131, 133, 135, 136, 137, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 182

Corrosão 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 68, 94, 101, 209

### D

Desincorporador 79, 80, 82, 86

Dureza 7, 8, 23, 24, 25, 26, 27, 59, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 82, 85, 90, 91, 190

Duto 46

### E

Enxuta 172, 173, 174, 176, 178, 181, 182

Estampagem 1, 2, 12, 62

### F

Fluidodinâmica 117, 120, 130

Fotopletismografia 134, 135

Fricção 59, 60, 66

FSW 59, 60, 61, 62, 63, 66

## **G**

Gesso 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Gestão 11, 50, 172, 174, 177, 182, 209

## **I**

Impregnação de Metal 99

Ishikawa 1, 2, 3, 6

## **L**

Linha de Transmissão 140, 143

## **M**

Manufatura 13, 20, 35, 41, 45, 174

Medição 19, 22, 23, 24, 43, 47, 70, 72, 116, 135, 137, 164, 193

Microusinagem 29, 30, 31, 34, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Modelagem 22, 130, 140, 143, 147, 150, 151

Motor 101, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 174

## **O**

Orifício 36, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 168, 169

## **P**

Parâmetros de Corte 13, 14, 16, 17, 19, 22, 30, 31, 34

PDCA 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181

Petróleo 46, 47, 48, 49, 51, 52, 55, 57, 58, 95, 100, 101, 110

Planejamento 3, 58, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 188, 209

Prática 50, 66, 160, 161, 164, 165, 170, 172, 179

Processamento de Sinais 134, 135

Propriedades 13, 14, 22, 29, 30, 37, 40, 43, 59, 61, 63, 65, 67, 68, 72, 73, 77, 87, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 103, 104, 111, 119, 190, 191

## **R**

Radiofrequência 140

Renshape 13, 14, 15, 22

Reservatório 160, 162, 164, 165, 166, 168

Resíduo 46, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 184, 199

Resina Fenólica 93, 94, 96

Resistencia 191

Revestimento 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 56, 57

Ritmo Cardíaco 134, 135, 136, 137, 138

Rugosidade 13, 14, 16, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 34, 36, 37, 38

## **S**

Simulações 38, 114, 140, 141, 142, 143, 147, 151

Soldagem 59, 60, 62, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 75, 76, 77, 78, 197, 209

## **T**

Termofixo 93, 94

Transesterificação 99, 101, 102, 103, 105, 109, 111

Tratamento Térmico 67, 68, 71, 74, 75, 77

Turbocompressor 117, 118, 120, 121, 129, 130

## **V**

Vazão 160, 163, 164, 168, 169, 171

Vergalhão 1, 2, 3, 8

Vibração 84, 94, 117, 119, 126, 127, 128

# ENGENHARIAS:

## Metodologias e Práticas de Caráter Multidisciplinar

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# ENGENHARIAS:

## Metodologias e Práticas de Caráter Multidisciplinar

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 