



Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica

# 2

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020



Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta  
(Organizadores)

# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica

# 2

**Atena**  
Editora

Ano 2020

**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 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, 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  
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> 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. 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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. 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  
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. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
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. 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 Albornoz – 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:** Luiza Alves 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)**

A639 A aplicação do conhecimento científico na engenharia mecânica 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

ISBN 978-65-5706-376-7

DOI 10.22533/at.ed.767201109

1. Automação industrial. 2. Engenharia mecânica – Pesquisa – Brasil. 3. Produtividade industrial. 4. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João.

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

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

contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A Engenharia Mecânica pode ser definida como o ramo da engenharia que aplica os princípios de física e ciência dos materiais para a concepção, análise, fabricação e manutenção de sistemas mecânicos. Nos dias atuais a busca pela redução de custos, aliado a qualidade final dos produtos é um marco na sobrevivência das empresas. Nesta obra é conciliada duas atividades essenciais a um engenheiro mecânico: Projetos e Simulação.

A área de projetos, simulação bem como o desenvolvimento de novo materiais vem ganhando amplo destaque, pois através de simulações pode-se otimizar os projetos realizados, reduzindo o tempo de execução, a utilização de materiais e os custos finais.

Outra área de grande importância é o estudo das naturezas térmicas, pois devido a mudanças significativas no meio ambiente, gradientes cada vez maiores de amplitude térmica vêm sendo registrados. Estes afetem diretamente a processos, previsões de para projetos e ainda aos custos finais de produtos.

Dessa forma, são apresentados trabalhos teóricos e resultados práticos de diferentes formas de aplicação e abordagens nos projetos dentro da grande área das engenharias. Trabalhos envolvendo simulações devido a inserção de novos softwares dedicados a áreas específicas, auxiliando o projetista em suas funções. Sabe-los utilizar de uma maneira eficaz e eficiente é um dos desafios dos novos engenheiros.

Neste livro são apresentados vários trabalhos, alguns com resultados práticos, sobre simulações em vários campos da engenharia industrial, elementos de maquinas e projetos de bancadas práticas.

Um compendio de temas e abordagens que constituem a base de conhecimento de profissionais que se dedicam a projetar e fabricar sistemas mecânicos e industriais.

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

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann  
João Dallamuta

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **AVALIAÇÃO DA APLICABILIDADE DE EQUAÇÃO TEÓRICA NA PREDIÇÃO DE RUGOSIDADE DO AÇO ABNT 1045 SUBMETIDO AO PROCESSO DE RETIFICAÇÃO**

Mayara Fernanda Pereira

Bruno Souza Abrão

Rosemar Batista da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.7672011091**

### **CAPÍTULO 2..... 8**

#### **AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE SUPERFICIAL DO AÇO N2711 APÓS RETIFICAÇÃO COM REBOLO DE ÓXIDO DE ALUMÍNIO**

Henrique Butzlaff Hübner

Rosemar Batista da Silva

Marcus Antônio Viana Duarte

Eduardo Carlos Bianchi

**DOI 10.22533/at.ed.7672011092**

### **CAPÍTULO 3..... 15**

#### **AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE DO INCONEL 718 APÓS RETIFICAÇÃO COM REBOLOS DE DIFERENTES ABRASIVOS CONVENCIONAIS**

Rodrigo de Souza Ruzzi

Raphael Lima de Paiva

Otávio de Souza Ruzzi

Rosemar Batista da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.7672011093**

### **CAPÍTULO 4..... 22**

#### **AVALIAÇÃO DA RUGOSIDADE GERADA PELO PROCESSO DE JATEAMENTO EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO BOCAL À PEÇA**

Henrique Butzlaff Hübner

Antonio Favero Filho

Freddy Alejandro Portillo Morales

Mayara Fernanda Pereira

Rosemar Batista da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.7672011094**

### **CAPÍTULO 5..... 31**

#### **ENSAIO BALÍSTICO DE LAMINADOS DE AÇO PARA FUTURA APLICAÇÃO EM BLINDAGEM ADD-ON ESPAÇADA**

João Pedro Inácio Varela

Ednaldo Gomes da Rocha Júnior

Wanderley Ferreira de Amorim Júnior

**DOI 10.22533/at.ed.7672011095**

### **CAPÍTULO 6..... 47**

#### **CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE FILMES HÍBRIDOS BIODEGRADÁVEIS**

**COMPOSTOS POR FÉCULA DE BATATA (FB), GELATINA BOVINA (GB) E QUITOSANA (QT)**

Francielle Cristine Pereira Gonçalves  
Kristy Emanuel Silva Fontes  
Elano Costa Silva  
Arthur Domingos Mesquita De Moraes  
Dyana Alves De Oliveira  
Théo Martins De Alencar Paiva  
Ricardo Alan Da Silva Vieira  
Manoel Quirino da Silva Júnior  
Francisco Leonardo Gomes de Menezes

**DOI 10.22533/at.ed.7672011096**

**CAPÍTULO 7..... 60**

**REFLECTIVITY BEHAVIOR IN X-BAND OF MICROWAVE ABSORBERS BASED ON CU SUBSTITUTED NIZN SPINEL NANOCRYSTALLINE FERRITE**

Valdirene Aparecida da Silva  
Evandro Luis Nohara  
Mirabel Cerqueira Rezende

**DOI 10.22533/at.ed.7672011097**

**CAPÍTULO 8..... 71**

**DESENVOLVIMENTO DE PRÓTESE PERSONALIZADA DA ATM ATRAVÉS DA GERAÇÃO DE IMAGEM 3D BIOMECÂNICA A PARTIR DE TOMOGRAFIA**

Rafael Ferreira Gregolin  
Cecília Amélia de Carvalho Zavaglia  
Ruís Camargo Tokimatsu  
João Antônio Pereira  
Bruna Beatriz de Paiva

**DOI 10.22533/at.ed.7672011098**

**CAPÍTULO 9..... 81**

**PROJETO ROBUSTO DE CIRCUITO *SHUNT* RESSONANTE PARA ATENUAÇÃO PASSIVA DE VIBRAÇÕES EM VIGA COMPÓSITA**

Lorrane Pereira Ribeiro  
Antônio Marcos Gonçalves de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.7672011099**

**CAPÍTULO 10..... 93**

**ESTUDO COMPARATIVO DE DESEMPENHO ENTRE GLP E GNV EM GERADOR À COMBUSTÃO**

Paulo Roberto Hahn  
Jorge Luis Plácido de Borba  
Marco Antônio Frölich  
Moisés de Mattos Dias  
Elienai Josias Brum Dutra  
Monir Göethel Borba  
Patrice Monteiro de Aquim

Eduardo Luis Schneider  
José Lesina Cezar  
Lirio Schaeffer

**DOI 10.22533/at.ed.76720110910**

**CAPÍTULO 11 ..... 104**

**MODELAGEM DE ESCOAMENTOS GÁS-LÍQUIDO INTERMITENTES: CORRELAÇÕES PARA O COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR**

Lucas Avosani  
Luiz Eduardo Melo Lima

**DOI 10.22533/at.ed.76720110911**

**CAPÍTULO 12..... 117**

**RADIAÇÃO TÉRMICA EM SUPERFÍCIES SELETIVAS**

Gustavo César Pamplona de Sousa  
Raimundo Nonato Calazans Duarte  
Wanderley Ferreira de Amorim Júnior  
Kelly Cristiane Gomes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.76720110912**

**CAPÍTULO 13..... 128**

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE CONTROLE ÓTIMO UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS**

Arthur Henrique Iasbeck  
Fran Sérgio Lobato

**DOI 10.22533/at.ed.76720110913**

**CAPÍTULO 14..... 139**

**CONSTRUÇÃO DO TEODOLITO CASEIRO:UMA ALTERNATIVA BARATA E EFICIENTE**

Ronis Cley Fontes da Silva  
Lourivan Carneiro de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.76720110914**

**CAPÍTULO 15..... 151**

**ANÁLISE DA POTÊNCIA ELÉTRICA NA RETIFICAÇÃO DO AÇO ENDURECIDO SAE 52100 EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE CORTE**

Raphael Lima de Paiva  
Rodrigo de Souza Ruzzi  
Otávio de Souza Ruzzi  
Rosemar Batista da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.76720110915**

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 159**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 160**

## AVALIAÇÃO DA INTEGRIDADE SUPERFICIAL DO AÇO N2711 APÓS RETIFICAÇÃO COM REBOLO DE ÓXIDO DE ALUMÍNIO

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 04/06/2020

### Henrique Butzlaff Hübner

Universidade Federal de Uberlândia (UFU),  
Escola de Engenharia Mecânica  
Uberlândia – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/5457572364051527>

### Rosemar Batista da Silva

Universidade Federal de Uberlândia (UFU),  
Escola de Engenharia Mecânica  
Uberlândia – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/8157858526322556>

### Marcus Antônio Viana Duarte

Universidade Federal de Uberlândia (UFU),  
Escola de Engenharia Mecânica  
Uberlândia – Minas Gerais  
<http://lattes.cnpq.br/9030389274220180>

### Eduardo Carlos Bianchi

Universidade Estadual Paulista Júlio de  
Mesquita Filho (UNESP), Faculdade de  
Engenharia de Bauru  
Bauru – São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/1099152007574921>

**RESUMO:** A retificação é um processo de usinagem por abrasão empregado principalmente quando se deseja baixos valores de rugosidade e tolerâncias dimensionais estreitas para os componentes fabricados. Entretanto, possui como desvantagem consumir uma grande quantidade de energia por unidade de material removido. Essa energia é quase inteiramente direcionada para a

peça em virtude das propriedades refratárias dos rebolos convencionais, das baixas profundidades de corte e das pequenas dimensões dos cavacos gerados. Como consequência, as peças produzidas por esse processo estão susceptíveis à danos térmicos, tais como oxidação, trincas, e alterações de microdureza, os quais, por sua vez, prejudicam o desempenho em serviço das peças fabricadas. Uma vez que a compreensão da influência dos parâmetros de entrada é essencial para evitar que uma grande quantidade de calor seja gerada e, conseqüentemente, se tenha danos térmicos, esse trabalho teve como objetivo investigar a influência de dois valores de velocidade da peça (6,8 e 10 m/min) e dois valores de penetração de trabalho (10  $\mu\text{m}$  e 30  $\mu\text{m}$ ) na integridade superficial do aço N2711. Os resultados experimentais mostraram que para a penetração de trabalho de 10  $\mu\text{m}$  não houve dano térmico à superfície retificada, enquanto que para a penetração de trabalho de 30  $\mu\text{m}$  houve oxidação e queda na microdureza da superfície retificada.

**PALAVRAS-CHAVE:** Retificação, penetração de trabalho, aço N2711, integridade da superfície.

### EVALUATION OF THE N2711 STEEL SURFACE INTEGRITY AFTER GRINDING WITH ALUMINUM OXIDE GRINDING WHEEL

**ABSTRACT:** Grinding is an abrasion machining process used mainly when low surface roughness values and narrow dimensional tolerances are desired for the manufactured components. However, it has the disadvantage of consuming a large amount of energy per unit of material

removed. This energy is almost entirely directed towards the workpiece due to the refractory properties of conventional wheels, the low depth of cut values, and the small dimensions of the generated chips. As a consequence, the components produced by this process are susceptible to thermal damage, such as oxidation, cracks, and microhardness changes, which, in turn, impair the in-service performance of the manufactured components. Since the understanding of the influence of the input parameters is essential to prevent a large amount of heat from being generated and, consequently, the thermal damage occurrence, this work aimed to investigate the influence of two worktable speed values (6, 8 and 10 m / min) and two radial depth of cut values (10  $\mu\text{m}$  and 30  $\mu\text{m}$ ) in the surface integrity of N2711 steel. The experimental results showed that for the radial depth of cut of 10  $\mu\text{m}$  there was no thermal damage to the ground surface, while for the radial depth of cut of 30  $\mu\text{m}$  there was surface oxidation and microhardness drop to the ground surface.

**KEYWORDS:** Grinding, radial depth of cut, N2711 steel, surface integrity.

## 1 | INTRODUÇÃO

A rugosidade  $R_a$  é um dos principais parâmetros para avaliar a qualidade de um componente, uma vez que a resistência à fadiga, à corrosão e à fluência, como também o aspecto estético dos componentes manufaturados estão atrelados a este parâmetro. HUANG e CHEN (2003) relatam ainda que ela é uma variável de saída bastante utilizada como critério de rejeição de um lote de peças e de parada para troca de ferramenta, portanto de grande importância para indústria metal mecânica.

Há vários processos de fabricação por usinagem que podem ser empregados quando se almeja obter produtos com um bom grau de acabamento. Dentre eles citam-se o torneamento e o fresamento. Entretanto, quando se deseja produzir peças com baixas rugosidades ( $R_a < 1,6 \mu\text{m}$ ) aliadas a tolerâncias dimensionais estreitas (qualidade de trabalho IT6 a IT3), uma opção é empregar o processo de retificação (MALKIN, 2008).

A retificação é classificada como um processo de usinagem mecânica, no qual a remoção de material é feita através do contato de uma ferramenta abrasiva (rebolo) com a peça (MALKIN, 2008). Mas, assim como todos os processos de usinagem, ela também apresenta desafios e desvantagens. Uma desvantagem é o fato de utilizar grande quantidade de energia para remover pouco volume de material da peça (devido às pequenas dimensões das partículas abrasivas do rebolo que limitam os valores de penetração de trabalho) e, portanto, caracteriza-se este processo como de baixa eficiência. Esta energia é, em sua maior parte, dissipada em forma de calor e, dependendo do tipo de abrasivo do rebolo, cerca de 80% pode ser direcionada para a peça. Isto faz com que vários materiais metálicos fabricados por esse processo estejam suscetíveis a danos térmicos, tais como a formação de óxidos, trincas superficiais, o revenimento excessivo e a formação de estruturas martensíticas não revenidas (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Conforme MARCHI (2015), a formação de estruturas martensíticas não revenidas

é geralmente acompanhada de uma tendência de aumento de dureza superficial, e ocorre quando a temperatura crítica ( $\sim 720$  °C) é ultrapassada na zona de contato da peça com o rebolo. Quando a temperatura crítica não é atingida na zona de contato da peça com o rebolo, normalmente há uma queda de dureza superficial devido ao revenimento excessivo.

Nesse contexto, este trabalho avalia a influência dos parâmetros de entrada, penetração de trabalho ( $a_p$ ) e velocidade da peça ( $v_w$ ), nas rugosidades e na ocorrência de danos térmicos em superfícies obtidas pelo processo de retificação plana. O material utilizado para estudo foi o aço N2711 (dureza  $\sim 400$  HV), o qual é bastante comum na fabricação de moldes e matrizes e considerado muito suscetível a ocorrência de danos térmicos.

A seguir, na Seção 2, serão detalhados os materiais e métodos que foram empregados. Na Seção 3 será apresentado os resultados obtidos e, por fim, as principais conclusões deste trabalho serão apresentadas na seção 4.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para determinar a influencia dos parâmetros de entrada na integridade superficial do aço N2711, foram utilizadas amostras com as seguintes dimensões: 60 mm de comprimento por 14 mm de largura e por 15 mm de altura. No total, foram realizados quatro ensaios, usando-se dois valores de penetrações de trabalho ( $10 \mu\text{m}$  e  $30 \mu\text{m}$ ) e dois valores de velocidade da peça (6,8 m/min e 10 m/min).

Os ensaios de retificação foram realizados em uma retificadora plana tangencial Mello, modelo P36, com potência de 3 HP e com 2400 rpm. O rebolo utilizado foi de óxido de alumínio (especificação AA46K8V). Utilizou-se o fluido semissintético Vasco 7000, na proporção de 1 parte de óleo para 15 partes de água, que foi aplicado de forma abundante na região de corte por meio de um bocal do tipo bico de pato à uma vazão de 11 l/min. Antes de cada ensaio, o rebolo foi condicionado usando um dressador do tipo *fliesen*. Adotou-se um grau de recobrimento igual a 6, indicado para operações de acabamento, conforme MALKIN (2008).

Para a avaliação do parâmetro de saída rugosidade, foi empregado um rugosímetro Mitutoyo, modelo SJ-201, com *cut-off* de 0,8 mm e comprimento de avaliação de 4 mm. Foram realizadas 5 medições de rugosidade para cada superfície usinada, todas no sentido perpendicular ao sentido de avanço do rebolo, e igualmente espaçadas ao longo do comprimento da peça.

A avaliação da ocorrência ou não de danos térmicos foi feita por meio da análise do aspecto visual da superfície. Esta análise permite principalmente observar se houve ou não formação de óxidos. Foi também realizada a análise das superfícies usinadas por meio de imagens obtidas com um microscópio eletrônico de varredura (MEV) no sentido de se observar a textura da superfície e se houve a presença de trincas. A medição da

microdureza da superfície retificada também foi feita por ser uma técnica que fornece indícios da ocorrência de revenimento excessivo ou de formação de estruturas martensíticas, provenientes do processo de retificação. A medição de microdureza foi realizada em um microdurômetro Mitutoyo HM - *Hardness Testing Machine*, com aplicação de carga de 980,7 mN por 15 segundos. Foram obtidas 15 medições para cada superfície retificada, conforme sequência apresentada na Fig. 1. Para as medidas próximas as bordas, foi mantida a distância de 1 mm. Posteriormente, foram plotados mapas de distribuição de valores de microdureza usando o software Matlab.

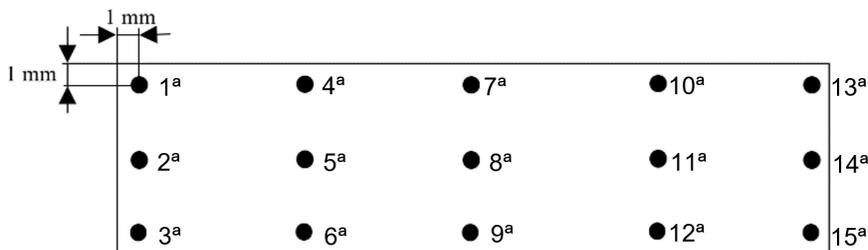


Figura 1. Pontos e sequência de medição de microdureza da superfície das amostras após a retificação.

### 3 I RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos das medições de rugosidade estão apresentados na Tabela 1. De maneira geral, pode-se observar que, apesar de as faixas dos parâmetros de corte serem amplas, os valores de rugosidade Ra obtidos foram muito próximos uns dos outros, com exceção para a condição considerada mais severa (Ensaio 4) em que foi registrado o maior valor,  $Ra = 0,75 \mu m$ . Em geral o aumento da penetração de trabalho ( $a_e$ ) resultou em deterioração do acabamento. Contudo, todos os valores de Ra são considerados satisfatórios, pois, segundo DINIZ *et al.* (2010), a faixa de valores de Ra aceitável para o processo de retificação é de 0,2 a  $1,6 \mu m$ . Já para o parâmetro Rt, a média máxima dos valores medidos foi de  $10,35 \mu m$ .

Ensaio:	$a_e$ ( $\mu m$ ):	$v_w$ (m/min):	Média Aritmética (Ra - $\mu m$ ):	Desvio Padrão (Ra - $\mu m$ ):	Média Aritmética (Rt - $\mu m$ ):	Desvio Padrão (Rt - $\mu m$ ):
1	10	6,8	0,51	0,20	5,90	4,03
2	10	10	0,45	0,09	7,63	3,44
3	30	6,8	0,53	0,07	10,35	2,28
4	30	10	0,75	0,10	9,19	2,22

Tabela 1: Resultados de rugosidade (Ra e Rt) do aço N2711 após a retificação

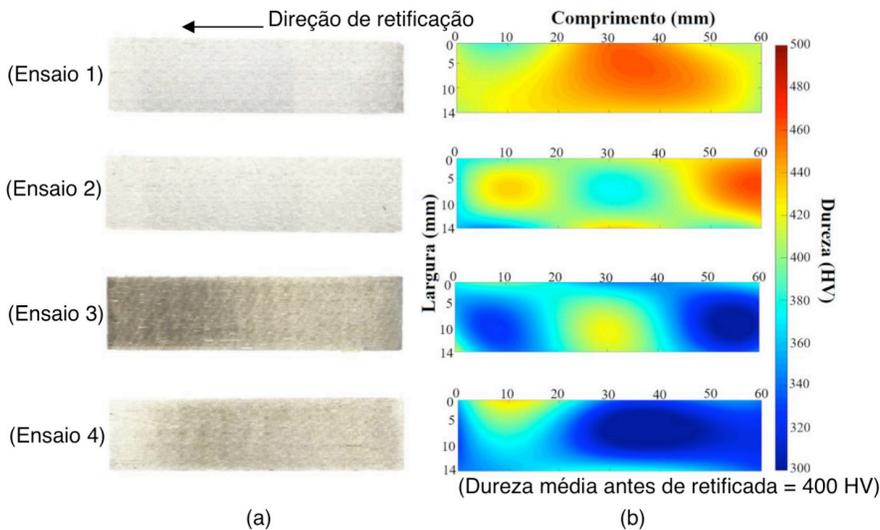


Figura 2: a) Imagens das superfícies retificadas, b) Mapas de distribuição de valores de microdureza

Da Figura 2a (imagens das superfícies retificada), é possível observar que para o menor valor de  $a_e = 10 \mu\text{m}$  (ensaios 1 e 2), não houve formação de óxido na superfície do material usinado, diferentemente do ocorrido para aquelas superfícies usinadas com o maior valor,  $a_e = 30 \mu\text{m}$  (ensaios 3 e 4), onde houve a ocorrência deste problema. No entanto, vale ressaltar que nestes ensaios não foi realizado o movimento de retorno do rebolo sobre a peça (*spark out*), o que poderia ter contribuído para a remoção da camada de óxido das superfícies retificadas.

Observando os mapas de distribuição de valores de microdureza das superfícies retificadas (Figura 2 b), constata-se que para os casos em que foram empregadas a menor penetração de trabalho (ensaios 1 e 2), esta variável de saída se manteve praticamente inalterada, em torno de 400 HV. Para os casos em que se empregou a maior penetração de trabalho (ensaios 3 e 4), houve uma queda da dureza superficial, podendo-se observar regiões em que a dureza obtida foi em torno de 300 HV, ou seja, bem inferior ao valor de referência (núcleo da amostra medido antes da usinagem  $\sim 400$  HV), de forma que se pode inferir que houve revenimento da superfície durante a retificação. Constata-se ainda, que quando se varia a velocidade da peça e mantem-se a penetração de trabalho constante, como por exemplo, comparando o ensaio 1 com o ensaio 2, praticamente não há diferenças entre as durezas medidas.

Na Figura 3a-d são mostradas as imagens das superfícies usinadas nas diferentes condições de corte que foram obtidas com o auxílio do MEV. Nota-se ao empregar o menor  $a_e = 10 \mu\text{m}$ , ensaios 1 e 2, a textura apresenta melhor aspecto que aquelas que foram

usinadas com o maior  $a_p = 30 \mu\text{m}$ , ensaios 3 e 4, e que as marcas deixadas pelos grãos abrasivos nelas estão mais definidas e com menor evidência de deformação plástica na superfície. No entanto, para todas as imagens obtidas não se observa a presença de trincas superficiais.

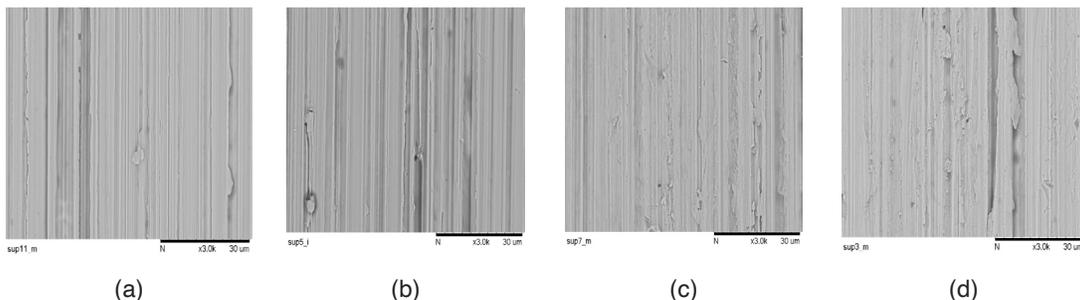


Figura 3: Imagens das superfícies do Aço N2711 após a retificação: a) Ensaio 1, b) Ensaio 2, c) Ensaio 3 e d) Ensaio 4

## 4 | CONCLUSÕES

Os valores de rugosidade  $R_a$  foram compatíveis com o processo de retificação sendo que o maior valor,  $R_a = 0,75 \mu\text{m}$ , foi obtido após a usinagem na condição mais severa. Em termos de danos térmicos, houve a formação de óxido acompanhado de queda da dureza superficial quando se empregou a maior penetração de trabalho ( $a_e = 30 \mu\text{m}$ ), entretanto, com a ausência de trincas na superfície do material retificado. Com base na medição da dureza superficial, a usinagem com a maior penetração de trabalho resultou em um possível revenimento da superfície retificada.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à FAPEMIG e ao Prog. de Pós Grad. em Eng. Mec. da UFU; à Blaser Swisslube pelo fluido de corte. Um dos autores agradece ao CNPq, pelo apoio por meio de bolsa de Produtividade em Pesquisa, processo no. 311337/2016-3, e à CAPES pelo apoio financeiro via bolsa de pós-doutorado - PNPD, na FEB-UNESP-BAURU (2016-2017).

## DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

## REFERÊNCIAS

DINIZ, A.E., MARCONDES, F.C., COPPINI, L.L. **Tecnologia da Usinagem dos Materiais**. 7ª ed., São Paulo: Art. Liber, 2010, 268p.

HUANG, B., CHEN, J. C. **An in-process neural network-based surface roughness prediction system using a dynamometer in end milling operations**. The Int. Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol. 21, 2003, pp. 339-347.

MALKIN, S., **Grinding Technology: theory and applications of machining with abrasives**. 2.ed., Industrial Press, New York, 2008, 372 p.

MARCHI, M., BAPTISTA, F.G., AGUIAR, P.R., BIANCHI, E.C. **Grinding process monitoring based on electromechanical impedance measurements**. Measurement Science and Technology, v. 26, no. 4, 2015, 9 p.

OLIVEIRA, D.J., GUERMANDI, L.G., PEREIRA, M.G., BIANCHI, E.C., DINIZ, A.E., AGUIAR, P.R. **Aprimoramento das condições de lubri-refrigeração na retificação de aços endurecidos**. 6º COBEF, Caxias do Sul, RS, Brasil, 2011.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acabamento 2, 3, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 22, 25, 28, 75, 151, 152

Aço Carbono 22, 25

Aço N2711 8, 13

Algoritmos 128, 129, 131

Aplicações Matemáticas 128

Atmosfera de Corte 19, 151, 152, 154, 155, 156, 157

### B

Biodegradável 49, 52

Biomodelos 71, 73

Blindagem 31, 32, 33, 34, 35, 36, 42, 45, 46

### C

Caracterização Mecânica 47, 48

Carbeto de Silício 15, 16, 17, 18, 19, 20

Circuitos Shunt Piezelétricos 81

Coefficiente Convectivo 104, 106, 110

Coletor Solar 117, 126

Controle Ótimo 91, 128, 129, 130, 135, 138

Controle Passivo 81, 82, 86, 91

Correlações 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114

### D

Distância de Aplicação 22, 24, 25, 29

### E

Elementos Finitos 71, 74, 76, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 92

Embalagens 48, 52, 96

Energia Renovável 94, 101

Escoamento Multifásico 104

### G

Gás Liquefeito de Petróleo 94, 96, 102, 103

Gás Natural Veicular 94, 95, 97

Grupo Motor-Gerador 93, 94, 95, 98, 99, 100, 102

## **I**

Imagem Médica 71

Inconel 718 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Integridade da Superfície 8

## **J**

Jateamento 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30

## **L**

Laminados de Aço 31, 32, 36, 39

## **M**

Materiais Absorvedores 60, 61, 70

Material Compósito 81, 82, 85, 86

Modelagem 71, 72, 76, 79, 81, 82, 83, 84, 86, 92, 104, 138, 141, 143

Modelo Teórico 1, 2

Módulos Balísticos 31

## **N**

Nanopartículas 61

## **P**

Padrão Intermitente 104, 105, 107, 108

Penetração de Trabalho 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Potência Elétrica 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Propagação de Incertezas 81

Próteses 71, 73

## **R**

Radiação Térmica 117, 118, 119, 122, 123, 126

Refletividade 60, 61, 122, 123, 124, 126

Retificação 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 28, 29, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Rugosidade 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 25, 27, 28, 29, 30, 151

## **S**

Superfícies Seletivas 117, 118, 127

## **T**

Teodolito 139, 140, 141, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150

Transferência de Calor 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 115, 118, 126, 127

## **V**

Velocidade da Peça 2, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 17, 18, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

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

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

 @atenaeditora

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

# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica

# 2

 **Atena**  
Editora

Ano 2020

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica

# 2

 **Atena**  
Editora  
Ano 2020