

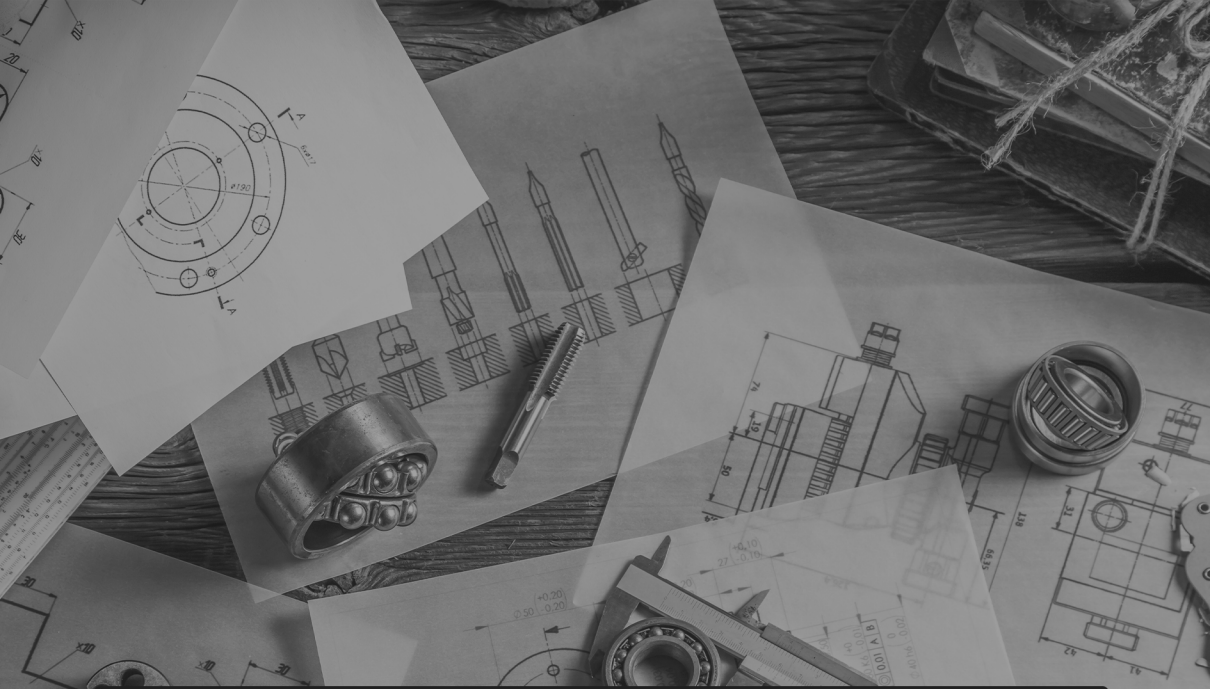


Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

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 Cremona

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^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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

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 Morais
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 RUGOSIDADE GERADA PELO PROCESSO DE JATEAMENTO EM DIFERENTES DISTÂNCIAS DO BOCAL À PEÇA

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 04/06/2020

Henrique Butzlaff Hübner

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

Antonio Favero Filho

Universidade Federal de Uberlândia, Escola de Engenharia Mecânica
Uberlândia – Minas Gerais
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8408584222138542>

Freddy Alejandro Portillo Morales

Universidade Federal de Uberlândia, Escola de Engenharia Mecânica
Uberlândia – Minas Gerais
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4884015499150640>

Mayara Fernanda Pereira

Universidade Federal de Uberlândia, Escola de Engenharia Mecânica
Uberlândia – Minas Gerais
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9571564835369283>

Rosemar Batista da Silva

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

RESUMO: Os processos de usinagem abrangem uma extensa gama de aplicações. Um dos processos que também merece atenção é o de jateamento. Ele é definido como um processo mecânico de usinagem não convencional que lança partículas em altíssimas velocidades (superiores a 20 m/s) contra a superfície de uma peça. Em geral emprega abrasivos ou ainda outros materiais como granalhas de ferro fundido, micro-esferas de vidro, escória de cobre, dentre outros. Dentre as principais aplicações do jateamento estão inclusas a limpeza de peças com camadas oxidadas, a remoção das impurezas das superfícies e também a preparação de superfícies que receberão revestimentos ou pinturas. A eficiência deste processo está relacionada com alguns parâmetros tais como, dimensão e velocidade da partícula, a pressão do ar comprimido e também a distância do bocal até a peça. Neste sentido, esse trabalho foi proposto com objetivo de avaliar a influência no acabamento em relação à distância do bocal até a superfície da peça. Foram utilizadas granalhas de ferro G40 como partículas para jateamento, as quais foram lançadas em três diferentes distâncias: 100 mm, 200 mm e 400 mm. O material usinado foi uma chapa de aço carbono ABNT 1045. Os resultados mostraram que o acabamento melhorou com o aumento da distância de aplicação do jato de granalha, e que nesta condição a rugosidade Ra foi 15,44 μm .

PALAVRAS-CHAVE: Jateamento, granalha de ferro G40, chapa de aço carbono, distância de aplicação, acabamento.

EVALUATION OF SURFACE ROUGHNESS GENERATED BY BLASTING PROCESS IN DIFFERENT DISTANCES FROM THE NOZZLE TO THE WORKPIECE

ABSTRACT: Machining processes cover a wide range of applications. One of the processes that also deserves attention is shot blasting. It is defined as an unconventional mechanical machining process that throws particles at very high speeds (greater than 20 m/s) against the surface of a workpiece. In general, it uses abrasives or other materials such as cast-iron shot, glass microspheres, copper slag, among others. Among the main applications of the blasting process are cleaning parts with oxidized layers, removing impurities from surfaces, and also preparing surfaces that will receive coatings or paints. The efficiency of this process is related to some parameters such as particle size and speed, the pressure of the compressed air, and also the distance from the nozzle to the workpiece. In this sense, this work was proposed with the objective of evaluating the influence on the surface finish in relation to the distance from the nozzle to the workpiece surface. G40 iron shot was used as blasting particles, which were launched at three different distances: 100 mm, 200 mm and 400 mm. The machined material was an ABNT 1045 carbon steel sheet. The results showed that the surface finish improved with the increase in the application distance of the shot blast and that in this condition the Ra surface roughness parameter was 15.44 μm .

KEYWORDS: Shot blasting, G40 iron shot, carbon steel plate, application distance, surface finishing.

1 | INTRODUÇÃO

O jateamento é um processo de usinagem que utiliza inúmeras partículas com pequenas dimensões que são lançadas a altas velocidades, superiores a 20 m/s, sobre uma superfície (BROCK; GROTEKLAES; MISCHKE, 2019). Por esta razão, é necessário que o usuário utilize sistemas de proteção contra as partículas que podem se ricochetear (retornar após a colisão) e contra a poeira que é gerada. Na Figura (1) é ilustrado o equipamento necessário para a realização dessa operação.

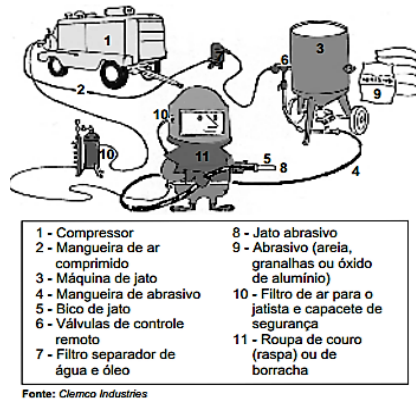


Figura 1: Equipamentos usados na operação de jateamento (ENGER, 2016).

Pelas suas características, o jateamento encontra inúmeras aplicações na indústria metal mecânica. Como exemplo, citam-se o desrebarbamento de peças produzidas por usinagem, a uniformização de superfícies antes do polimento, a indução de tensões de compressão na superfície de peças sujeitas a falha por fadiga, a limpeza de superfícies, preparação para pintura, dentre outras.

No que se refere a limpeza de superfícies, esta é a mais popular aplicação do jateamento e baseia-se no seguinte princípio: quando as partículas são lançadas, elas possuem elevada velocidade cinética. Ao impactarem contra a superfície, as partículas sofrem uma violenta desaceleração, transformando parte da energia cinética em calor, parte em energia de deformação ou de fratura, e parte em trabalho de limpeza, restando ainda uma parcela da energia cinética que não é transformada (parte das granalhas sofrem ricochete).

A eficiência da conversão de energia cinética em trabalho efetivo de limpeza depende de fatores relacionados ao ângulo de incidência do jato, à distância de aplicação do jato, às características da granalha utilizada, ao tipo da impureza a remover, etc. Destaca-se ainda que, quanto mais perpendicular for o jato em relação à superfície de trabalho, maior será a componente de energia disponível para o trabalho de quebra das impurezas aderidas à superfície da peça.

Para a aplicação de limpeza de superfícies, o material normalmente empregado para jateamento são as granalhas de ferro que podem ser esféricas ou angulares. No entanto, dependendo da aplicação pode ser empregado outros materiais incluindo esferas de vidro, óxido de alumínio, escória de cobre e materiais orgânicos como cascas de nozes e castanhas.

Para a preparação de superfícies metálicas por jateamento para pinturas industriais existem normas internacionais entre quais se destacam a ISO 8501-1 e NACE RM 0170. Os graus de intemperismo e de preparação da superfície do aço referidos neste manual,

estão reproduzidos na norma ISO 8501-1 através de padrões visuais. Os principais padrões analisados neste trabalho foram:

S.a 2: conhecido como Jateamento comercial, consiste na remoção da laminação óxidos e partículas estranhas.

S.a 2½: jateamento total ao metal branco. Elimina-se toda carepa de laminação, óxidos e outras partículas estranhas de modo que a superfície fique totalmente livre de resíduos visíveis. Após a limpeza, a superfície deverá apresentar coloração acinzentada.

S.a 3: Jateamento total ao metal branco. Elimina-se toda carepa de laminação, óxidos e outras partículas estranhas de modo que a superfície fique totalmente livre de resíduos visíveis. Após a limpeza, a superfície deverá apresentar cor cinza clara e uniforme.

Cabe destacar ainda que quando o objetivo é a preparação de superfícies para pinturas industriais, um parâmetro importante de se monitorar é o acabamento superficial obtido. Sabe-se que superfícies com rugosidade elevada exigem um maior consumo de tinta. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a rugosidade da superfície em função da distância de aplicação do jato. Assim, na seção 2 são descritos os materiais utilizados e a metodologia adotada, na seção 3 são apresentados os resultados e na seção 4 são apresentadas as conclusões.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O material das partículas utilizadas no jateamento foi a granalha de ferro G 40, conforme mostra a Fig. (2).



Figura 2: Granalha de Ferro G40.

Esta granalha possui dureza de 62 HRC e granulometria entre 0,42 mm e 0,84 mm. Sua composição química pode ser observada na Tab. (1).

O material da peça foi o aço carbono ABNT 1045 na forma de placa retangular com dimensões de 400 mm de comprimento x 300 mm largura x 3 mm de espessura,

completamente oxidada.

O fornecimento de ar necessário para o jateamento da granalha é realizado por um compressor da Metalplan AIRPOWER, modelo Total Pack Flex com potência de 50 hp, conforme Fig. (3).

Para fazer incidir a granalha de ferro na peça, usa-se um sistema de mistura da granalha de ferro com o ar, sendo então esta mistura direcionada por uma mangueira de 31,75 mm (1 ¼ ") para um bocal de 8 mm (5/16 "), este conjunto é mostrado na Fig. (4). Com este sistema, a pressão na saída do bocal situa-se entre 90 lbs e 100 lbs. O consumo de granalha de ferro é de 65 kg/m² que configura uma produtividade média de 12 m²/h (área da peça usinada em função do tempo).

Elemento	Percentual em Peso (%)	Desvio Máximo em Peso (%)
Carbono (C)	3,080	± 0,0400
Cobre (Cu)	0,300	± 0,1000
Cromo (Cr)	0,100	± 0,0100
Enxofre (S)	0,100	± 0,0300
Fósforo (P)	0,100	± 0,0100
Manganês (Mn)	0,300	± 0,0200
Níquel (Ni)	0,040	± 0,0100
Silício (Si)	1,500	± 0,1000
Molibdênio (Mo)	0,012	± 0,0060

Tabela 1: Composição química da granalha de ferro G40.

Todos os ensaios de jateamento foram realizados com umidade relativa do ar abaixo de 85%, conforme determinado por especificações do processo.

Foram testadas três distâncias do bocal à peça: 100 mm (denominada Região A), 200 mm que é a distância intermediária (denominada Região B) e 400 mm, a maior distância (denominada Região C).



Figura 3: Compressor Metalplan Airpower.



Figura 4: Conjunto de Mangueira (1 ¼ ") e Bico (5/16 ").

Após os ensaios de usinagem, cada uma das regiões usinadas foi avaliada com um rugosímetro da marca Mitutoyo, modelo SJ-201P. O aparelho possui resolução de $0,01 \mu\text{m}$, agulha de diamante com raio de ponta de $5 \mu\text{m}$ e capacidade da unidade de leitura da rugosidade R_a de $0,01\text{-}100 \mu\text{m}$. Para cada região foram realizadas 3 leituras dos parâmetros de rugosidade R_a e R_t com comprimento de amostragem (*cut-off*) de $2,5 \text{ mm}$ e comprimento de avaliação de $12,5 \text{ mm}$. Todas as medições foram realizadas à temperatura ambiente.

3 | RESULTADOS E DISSCUSÕES

Os resultados de rugosidade obtidos após os ensaios de jateamento com granalha de ferro G40 estão apresentados na Tab. (2) e de forma gráfica na Fig. (5) e Fig. (6).

Distância Ensaio	A (100 mm)		B (200 mm)		C (400 mm)	
	R _a	R _t	R _a	R _t	R _a	R _t
1	31,10	192,50	21,92	167,80	19,30	105,30
2	21,40	156,60	18,56	152,30	14,35	150,30
3			22,58	175,70	15,44	133,10

Tabela 2: Rugosidade (Ra e Rt) de aço ABNT 1045 em função da distância do bocal à peça.

Da Tabela (2), observa-se que para a região A foi possível coletar somente dois valores de rugosidade em razão da placa apresentar uma certa curvatura (convexidade) e dificultar o posicionamento do rugosímetro sobre a mesma. Observa-se ainda que os valores de Ra são bem elevados e bem superiores aqueles normalmente observados para processos de usinagem de abrasão, como a retificação de aços, por exemplo, em que o limite superior aceitável para Ra é $1,6 \mu\text{m}$.

Dos dados apresentados na Fig. (5) e Fig. (6), observa-se que ao distanciar o bocal da peça houve a diminuição nos valores de rugosidade. Isso é observado tanto para o parâmetro Ra quanto para o parâmetro Rt. Resultados similares também foram encontrados por GRUB e SILVA (2012). Os menores valores de rugosidades Ra e Rt foram $16,41 \mu\text{m}$ e $129,61 \mu\text{m}$, respectivamente, registrados após a usinagem com o bocal a 400 mm da peça, enquanto que os maiores valores de rugosidade Ra e Rt alcançados, $26,31 \mu\text{m}$ e $174,61 \mu\text{m}$, respectivamente, foram obtidos para menor distância do bocal à peça. Conforme TREVISAN *et al.* (1999), distâncias de jateamento inferiores a 100 mm não são recomendadas para aplicações em jateamento de superfícies, pois ocorre o rebotamento das partículas abrasivas as quais colidem durante a sua trajetória com novas partículas, reduzindo, desta maneira, a eficiência do processo. Por outro lado, conforme relatam os autores, com o aumento da distância, a velocidade das partículas diminui, e com isso também a energia cinética e, conseqüentemente, o impacto sobre a peça, contribuindo para uma melhoria do acabamento. Isto ocorre principalmente com partículas abrasivas menores. Contudo, haverá sempre uma distância máxima limite, além da qual as partículas não terão energia cinética suficiente para colidirem com a peça e remover material.

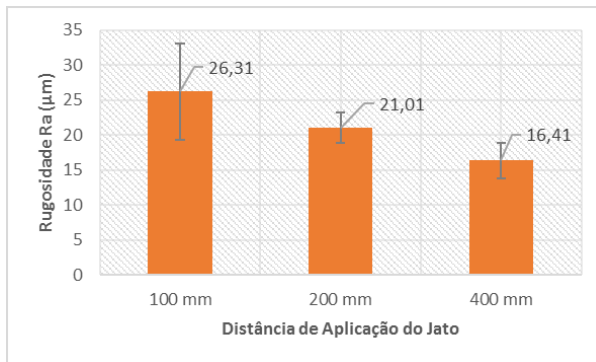


Figura 5: Rugosidade Ra das regiões usinadas com variação de distância de aplicação do jato.

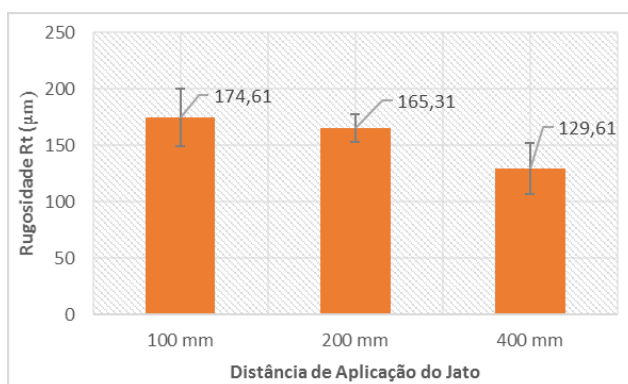


Figura 6: Rugosidade Rt das regiões usinadas com variação de distância de aplicação do jato.

4 | CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos as seguintes conclusões podem ser tiradas deste trabalho:

A rugosidade diminuiu com o aumento da distância do bocal de jateamento em relação à peça, e a menor rugosidade foi obtida para a distância igual a 400 mm;

Os maiores valores de rugosidade Ra e Rt foram de 26,31 μm e 174,61 μm , respectivamente, registrados após a usinagem com a distância igual 100 mm;

Os valores de rugosidade Ra obtidos na usinagem nas condições investigadas são bem superiores aqueles normalmente observados para processos de usinagem de abrasão, como a retificação de aços, por exemplo, em que o limite superior aceitável para Ra é 1,6 μm ;

O processo de jateamento é uma alternativa ao lixamento em condições que são necessárias usinar grandes áreas oxidadas ou quando o acesso com lixa é limitado, como foi o caso da placa empregada neste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa UBERJATO LTDA por ter cedido seu espaço físico e equipamentos para realização dos ensaios. Eles agradecem ainda ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia como também aos organizadores do POSMEC 2016 pela oportunidade de publicação deste trabalho.

DIREITOS AUTORAIS

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

REFERÊNCIAS

BROCK, T.; GROTEKLAES, M.; MISCHKE, P. **European Coatings Handbook**. [S.l.: s.n.], 2019.

ENGER, T. E. **The Use Of Personal Protective Equipment and The Regulations Affecting Safe Abrasive Blasting**. Disponível em: <http://www.clemcoindustries.com/safety_showitem.php?item_id=11112>. Acesso em: 11 de Nov. de 2016.

GRUB, A.M.; SILVA, R.B. **Estudo de caso na operação de jateamento de aço ABNT 1050**. In: Anais do XVI Colóquio de Usinagem, Viçosa – MG, Brasil, 2012.

ISO 8501-1. **Preparation of steel substrates before application of paints and related products**, 2007, 74 p.

TREVISAN, R.E.; PAES, M.T.P.; BUSCHINELLI, F.F.A.J.A. **Influência do abrasivo e da rugosidade superficial nas propriedades de revestimento de alumínio**. In: Anais do XV COBEM, Águas de Lindóia – SP, Brasil, 1999.

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
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica

2

 **Atena**
Editora
Ano 2020

 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 @atenaeditora
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Mecânica

2

 **Atena**
Editora
Ano 2020