



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^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 DO INCONEL 718 APÓS RETIFICAÇÃO COM REBOLOS DE DIFERENTES ABRASIVOS CONVENCIONAIS

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 29/05/2020

Rodrigo de Souza Ruzzi

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade
de Engenharia Mecânica
Uberlândia – MG
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7535019791135891>

Raphael Lima de Paiva

Universidade Federal do Piauí, Curso de
Engenharia Mecânica
Teresina – PI
Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade
de Engenharia Mecânica
Uberlândia – MG
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9916802468235933>

Otávio de Souza Ruzzi

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade
de Engenharia Mecânica
Uberlândia – MG
Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4104254776715740>

Rosemar Batista da Silva

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

RESUMO: A retificação é um processo abrasivo geralmente aplicado como uma das últimas etapas de fabricação de um dado componente, pois pode conferir a este baixos valores de rugosidade e tolerâncias dimensionais estreitas. Dentre os diversos parâmetros de retificação, a correta seleção do tipo de grão abrasivo é fundamental para alcançar os níveis de acabamento desejados para a peça, sem comprometer sua integridade superficial, principalmente na retificação de materiais de baixa usinabilidade como é o caso da superliga de Níquel Inconel 718. Neste sentido, este trabalho tem como objetivo avaliar a rugosidade do Inconel 718 após retificação plana tangencial com diferentes tipos de abrasivos convencionais: óxido de alumínio (Al_2O_3) e carbeto de silício (SiC). As condições de corte também foram variadas em termos de penetração de trabalho (a_e), sendo testadas quatro (4) diferentes valores de a_e : $10 \mu m$, $20 \mu m$, $30 \mu m$ e $40 \mu m$. A rugosidade foi analisada através do parâmetro Ra. Os resultados mostraram que a rugosidade aumentou com a penetração de trabalho, independentemente do tipo de abrasivo utilizado. Além disso, foi observado que o uso do rebolo com abrasivos de carbeto de silício (SiC) contribuiu para reduzir os valores de rugosidade Ra em comparação com o rebolo de óxido de alumínio (Al_2O_3), independentemente da condição de corte (valores de penetração de trabalho).

PALAVRAS-CHAVE: Retificação, Inconel 718, Rugosidade, Óxido de Alumínio, Carbeto de Silício.

SURFACE ROUGHNESS EVALUATION OF INCONEL 718 AFTER GRINDING WITH DIFFERENT CONVENTIONAL ABRASIVES

ABSTRACT: Grinding is an abrasive process which is generally applied in the final stages of manufacturing of a given component, since it can provide to the component low values of surface finish and tight dimensional tolerances. Among the grinding parameters, the correct selection of abrasive grain type is crucial to achieve the desirable finishing to workpiece, with no drawbacks in its surface integrity, especially regarding the grinding of poor machinability materials like nickel-based superalloy Inconel 718. In this context, this work aims to evaluate surface roughness of Inconel 718 after grinding with different types of conventional abrasives: aluminum oxide (Al_2O_3) and silicon carbide (SiC). Cutting conditions were also varied in terms of radial depth of cut (ae): four (4) different values were tested: 10 μm , 20 μm , 30 μm and 40 μm . Surface finish was analyzed through Ra parameter. The results showed that surface roughness increased with radial depth of cut, irrespective to abrasive type tested. Furthermore, it was observed that the use of grinding wheel with silicon carbide (SiC) abrasive grains contributed to reduce Ra roughness values in comparison to grinding wheel with aluminum oxide (Al_2O_3), irrespective to cutting condition (radial depth of cut values).

KEYWORDS: Grinding, Inconel 718, Surface roughness, Aluminum oxide, Silicon carbide.

1 | INTRODUÇÃO

A retificação é um processo de usinagem por abrasão normalmente aplicado para conferir à uma dada superfície a combinação de um bom acabamento ($Ra < 1,6 \mu m$) com tolerâncias geométricas estreitas (IT06-IT03) (MACHADO et al., 2015). A ferramenta de corte conhecida como rebolo é composta de grãos abrasivos, poros e ligante, que geralmente trabalha em altas velocidades (≥ 30 m/s) e baixas profundidades de corte, e que exerce grande influência no acabamento da superfície usinada. O rebolo possui ainda como peculiaridades: os grãos abrasivos possuem elevada dureza, geometria não definida e são constituídos de várias arestas de corte. Eles são unidos por ligantes e são dispostos aleatoriamente no rebolo (MALKIN; GUO, 2008).

Visando atender às variadas exigências das operações de retificação, entre os rebolos convencionais destacam-se os rebolos de óxido de alumínio (Al_2O_3) e de carbetto de silício (SiC). O primeiro é considerado o mais empregado na indústria metal-mecânica e é relativamente resistente ao impacto, podendo ser empregado na retificação de materiais ferrosos, mesmo possuindo a menor dureza dentre todos os abrasivos (HASSUI, 2002). Já o rebolo de carbetto de silício é geralmente recomendado para a retificação de materiais não-ferrosos, com exceção dos ferros fundidos, e possui a mais alta friabilidade dentre os abrasivos convencionais. É o tipo de abrasivos mais empregado para a afiação de ferramentas de corte de metal duro.

A liga de níquel Inconel 718, que possui vasta aplicação na indústria aeroespacial, particularmente nas seções quentes de motores de turbina a gás, é um dos materiais que ainda é em grande parte retificada com abrasivos convencionais. Ela possui alta resistência

a corrosão, resistência ao calor e resistência à fadiga, e uma baixa condutividade térmica (10~11 W/mK) (LYNCH, 1990). Contudo, devida a estas peculiaridades é um material que é altamente suscetível a danos térmicos durante a retificação com abrasivos convencionais, como também pobre acabamento quando comparada a outros materiais que são retificados em condições de corte semelhantes.

Segundo Tso (1995) realizaram ensaios experimentais de retificação do Inconel 718 com diferentes tipos de rebolos (óxido de alumínio, carbetto de silício e nitreto cúbico de boro). Os autores observaram que a rugosidade aumentou com a diminuição da velocidade de corte e com o aumento na velocidade da peça. Em outro trabalho, Sinha et al. (2016) investigaram a retificação do Inconel 718 com rebolos de óxido de alumínio e de carbetto de silício, e constataram que uma maior rugosidade foi registrada nas peças em que foi observado queima na superfície retificada.

De acordo com De Oliveira (2017), em seu trabalho de retificação do Inconel 718 com rebolo de carbetto de silício (SiC), a autora obteve rugosidade (parâmetro Ra) de aproximadamente $0,31 \mu\text{m}$ com uma penetração de trabalho (a_p) igual a $20 \mu\text{m}$.

Liu et al. (2007) testaram diferentes tipos de abrasivos (Al_2O_3 , CBN e diamante) na retificação do Inconel 718, e observaram que o menor valor de rugosidade ($Ra \approx 0,85 \mu\text{m}$) foi obtido com o rebolo de óxido de alumínio para uma penetração de trabalho (a_p) de $50 \mu\text{m}$, seguido pelos rebolos de diamante ($Ra \approx 1,00 \mu\text{m}$) e CBN ($Ra \approx 1,10 \mu\text{m}$). No entanto, para a_p de $2000 \mu\text{m}$ o rebolo de diamante apresentou os melhores resultados de rugosidade (Ra), seguido pelos rebolos de CBN e Al_2O_3 , respectivamente.

Yao et al. (2013) investigaram a retificação do Inconel 718 com rebolos de CBN e de óxido de alumínio mono cristalino, e constaram que a rugosidade das superfícies retificadas, no geral, apresentou uma tendência de aumento com a penetração de trabalho, independentemente do tipo de rebolo testado. Eles relataram que a usinagem com rebolo de óxido de alumínio mono cristalino apresentou os melhores resultados de rugosidade.

Sinha et al. (2018) investigaram o acabamento do Inconel 718 após retificação com rebolo convencional de óxido de alumínio em diferentes condições de corte. Os autores observaram que os valores de rugosidade Ra diminuíram com o aumento da velocidade de corte (v_s) e aumentaram com o aumento da penetração de trabalho (a_p) e velocidade da mesa (v_w).

Neste contexto, e considerando a importância do tipo de abrasivo para o desempenho do processo de retificação, este trabalho tem como objetivo avaliar a rugosidade (parâmetro Ra) do Inconel 718 após retificação com rebolos de Al_2O_3 e SiC sob diferentes condições de corte ($10 \mu\text{m}$, $20 \mu\text{m}$, $30 \mu\text{m}$ e $40 \mu\text{m}$), utilizando a técnica convencional de lubri-refrigeração com fluido de corte sintético.

2 | METODOLOGIA

Os ensaios experimentais de retificação foram realizados em uma retificadora plana tangencial modelo P36, Mello, com potência de 2,24 kW e rotação do rebolo fixa igual a 2400 rpm. Dois rebolos foram utilizados neste trabalho: um com abrasivo de óxido de alumínio branco (Al_2O_3) e outro com carbetto de silício verde (SiC), ambos com mesma dureza (K), estrutura (6), tamanho de grão (60) e diâmetro externo (250 mm). A especificação dos rebolos utilizados é: AA60K6V e 39C60K6V para o rebolo de Al_2O_3 e SiC, respectivamente.

O material retificado foi a liga de níquel Inconel 718, no estado envelhecido, com dureza da matriz de aproximadamente 42 ± 2 HRC, e dimensões de 35 mm x 40 mm x 7 mm (comprimento x altura x largura).

Os parâmetros de corte utilizados nos ensaios de retificação foram: velocidade de corte (v_s) de 31 m/s, velocidade da peça (v_w) de 7,5 m/min, profundidade de corte (a_p) igual de 7 mm (largura da peça) e quatro (4) valores de penetração de trabalho (a_e): 10 μ m, 20 μ m, 30 μ m e 40 μ m. Cada ensaio experimental consistiu em um passe em cheio do rebolo sobre a peça com cada valor de penetração pré-selecionado e retorno com faiscamento (*spark-out*) de aproximadamente 0,3 segundos.

O rebolo foi dressado antes de cada ensaio experimental com um dressador de diamante do tipo ponta única, utilizando-se um grau de recobrimento do rebolo $U_d = 4$, que foi ajustado conforme parâmetros: largura efetiva do dressador, b_d , de 0,3 mm e velocidade de dressagem, v_{fd} , de 180 mm/min. Todos os ensaios experimentais foram realizados com fluido de corte aplicado pela técnica convencional (abundância) à vazão de 11 L/min, com o bocal ajustado de forma que o fluido tangenciasse o rebolo. O fluido de corte utilizado foi o sintético Grindex 10, da fabricante Blaser Swisslube, aplicado em uma diluição com água de 1:19 (concentração de 5%).

A variável de saída analisada neste trabalho foi a rugosidade da peça retificada, parâmetro Ra, medida ao final de cada ensaio com um rugosímetro portátil modelo SJ-201P, Mitutoyo, em 4 regiões distintas da superfície retificada, perpendicular à direção de avanço do rebolo. Os parâmetros utilizados para as medições de rugosidade foram: cut-off de 0,8 mm, comprimento de amostragem de 4,0 mm e filtro do tipo Gaussiano.

Na Tabela 1 é apresentado o resumo das condições de retificação utilizadas neste trabalho.

Rebolos	Al_2O_3 – AA60K6V – Ø 250 mm SiC – 39C60K6V – Ø 250 mm
Material da peça	Inconel 718 (42 ± 2 HRC) 35 mm x 40 mm x 7 mm
Velocidade de corte (v_s) – m/s	31
Velocidade da peça (v_w) – m/min	7,5

Penetração de trabalho (a_p) – μm	10, 20, 30 e 40
Atmosfera de corte	Convencional – vazão de 11 L/min
Fluido de corte	Sintético Grindex 10 – Diluição de 1:19
Condições de dressagem	$b_d = 0,3 \text{ mm}$, $v_{fd} = 180 \text{ mm/min}$, $U_d = 4$
Variável de saída	Rugosidade – Parâmetro Ra

Tabela 1: Resumo das condições de retificação

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 são mostrados os valores de rugosidade (parâmetro Ra), obtidos após a retificação plana tangencial do Inconel 718, em função da penetração de trabalho, para os rebolos de óxido de alumínio branco (Al_2O_3) e carbeto de silício verde (SiC).

Pode-se observar da Figura 1 que, independentemente do rebolo utilizado, os valores de rugosidade Ra aumentaram com a penetração de trabalho (a_p). Tal comportamento já era esperado e relatado pela teoria de retificação (KLOCKE, 2009). De acordo com Marinescu et al. (2007), ao aumentar a penetração de trabalho, maior será a penetração do grão abrasivo na superfície da peça, maior comprimento de contato do rebolo, o que também reflete no aumento da taxa de remoção de material e, conseqüentemente, na severidade do processo. Tendência similar também foi encontrada por Yao et al. (2013) ao retificar Inconel 718 com rebolos de CBN e óxido de alumínio mono cristalino, onde a rugosidade aumentou com a penetração de trabalho para ambos abrasivos.

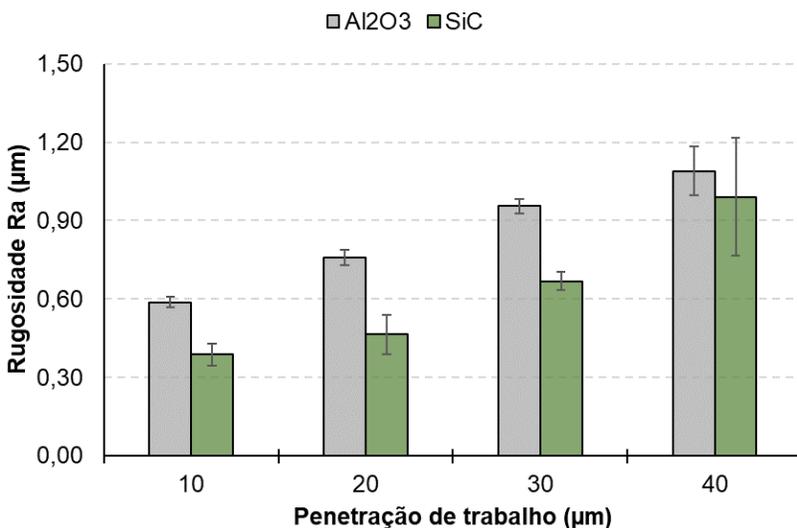


Figura 1: Rugosidade (Ra) em função da penetração de trabalho para os dois tipos de abrasivos utilizados.

Ainda da Figura 1, pode ser visto que a rugosidade obtida após a retificação com o rebolo de carbeto de silício foi menor que a obtida quando se utilizou o de óxido de alumínio, para todas as condições testadas. Confrontando os resultados apresentados por De Oliveira (2017) com os apresentados por Sinha et al. (2018), têm-se uma rugosidade (Ra) de aproximadamente 0,31 μm ao empregar o rebolo de SiC com a_e de 20 μm , enquanto para o Al_2O_3 e a_e de 20 μm foi registrado um valor de Ra de aproximadamente 0,45 μm . Assim, os resultados apresentados na Figura 1 estão de acordo com o esperado, embora para ambos tipos de rebolos foram encontrados valores maiores de Ra, a mesma tendência pôde ser observada.

4 | CONCLUSÕES

Após os ensaios experimentais no Inconel 718 com os rebolos de óxido de alumínio e de carbeto de silício, as seguintes conclusões puderam ser tiradas:

- A rugosidade Ra aumentou com a penetração de trabalho, independentemente do rebolo utilizado;
- Os valores de Ra obtidos para as peças retificadas com carbeto de silício foram em geral menores, para todas as condições analisadas, quando comparados com o rebolo de óxido de alumínio.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, CNPq (bolsa de doutorado processo nº 141472/2017-0) e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia. O autor Raphael Lima de Paiva agradece, ainda, à Universidade Federal do Piauí - UFPI, pela oportunidade de dar continuidade através de afastamento ao curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica (nível de doutorado) na Universidade Federal de Uberlândia. Rosemar Batista da Silva agradece, à FAU pelo Processo de Chamada Pública Nº 02/2018 e ao CNPq, via projeto n. 426018/2018-4 Chamada MCTIC/CNPq Nº 28/2018 – Universal, pelo apoio financeiro e que permitiram o desenvolvimento deste trabalho.

DIREITOS AUTORAIS

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

REFERÊNCIAS

DE OLIVEIRA, D., 2017. **Retificação de Inconel 718 com Multicamadas de Grafeno Dispersas em Fluido de Corte Aplicado via Técnica MQL**. Universidade Federal de Uberlândia - MG.

HASSUI, A., 2002. **Estudo da Vibração durante o Corte e Centelhamento na Retificação Cilíndrica de Mergulho**. Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

KLOCKE, F., 2009. **Manufacturing Processes 2**. RWTH edition. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-92259-9>

LIU, Q., CHEN, X., GINDY, N., 2007. Assessment of Al₂O₃ and superabrasive wheels in nickel-based alloy grinding. **Int. J. Adv. Manuf. Technol.** 33, 940–951. <https://doi.org/10.1007/s00170-006-0519-1>

LYNCH, C.T., 1990. **Practical Handbook of Material Science**. Second Pri. ed. CRC Press, Boca Raton, FL.

MACHADO, Á.R., ABRÃO, A.M., COELHO, R.T., SILVA, M.B. DA, 2015. **Teoria da Usinagem dos Materiais**. 3o ed. Blucher, São Paulo.

MALKIN, S., GUO, C., 2008. **Grinding Technology: Theory and Application of Machining with Abrasives**. Second Edi. ed. Industrial Press, New York, NY.

MARINESCU, I.D., HITCHINER, M., UHLMANN, E., ROWE, W.B., INASAKI, I., 2007. **Handbook of Machining with Grinding Wheels**. CRC Press.

SINHA, M.K., MADARKAR, R., GHOSH, S., PARUCHURI, V.R., 2018. Some investigations in grindability improvement of Inconel 718 under ecological grinding. **Proc. Inst. Mech. Eng. Part B J. Eng. Manuf.** 233, 727–744. <https://doi.org/10.1177/0954405417752513>

SINHA, M.K., SETTI, D., GHOSH, S., VENKATESWARA RAO, P., 2016. An investigation on surface burn during grinding of Inconel 718. **J. Manuf. Process.** 21, 124–133. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2015.12.004>

TSO, P.-L., 1995. Study on the grinding of Inconel 718. **J. Mater. Process. Tech.** 55, 421–426. [https://doi.org/10.1016/0924-0136\(95\)02026-8](https://doi.org/10.1016/0924-0136(95)02026-8)

YAO, C.F., JIN, Q.C., HUANG, X.C., WU, D.X., REN, J.X., ZHANG, D.H., 2013. Research on surface integrity of grinding Inconel718. **Int. J. Adv. Manuf. Technol.** 65, 1019–1030. <https://doi.org/10.1007/s00170-012-4236-7>

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

 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