

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de
Caráter Multidisciplinar

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
(Organizadores)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

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

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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

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

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^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 Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
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. 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^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. 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
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Engenharias: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia: metodologias e práticas de caráter multidisciplinar / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-560-0
DOI 10.22533/at.ed.600200511

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

CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

Aos autores, agradecemos pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura!

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

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

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

DOI 10.22533/at.ed.6002005111

CAPÍTULO 2..... 13

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

Walkiria Kohmoto Nishimurota
Marco Stipkovic Filho

DOI 10.22533/at.ed.6002005112

CAPÍTULO 3..... 23

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

Ronan Geraldo Moreira

DOI 10.22533/at.ed.6002005113

CAPÍTULO 4..... 29

CONCEITOS BÁSICOS DE MICROUSINAGEM: UMA REVISÃO

Ainá Winnie Carlos Riomar
Esther Samila Santana Barbosa
Lucas Winterfeld Benini

DOI 10.22533/at.ed.6002005114

CAPÍTULO 5..... 46

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

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

DOI 10.22533/at.ed.6002005115

CAPÍTULO 6..... 59

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

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

DOI 10.22533/at.ed.6002005116

CAPÍTULO 7..... 67

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

Natanael Pinho da Silva Alves

Ronan Geraldo Moreira

DOI 10.22533/at.ed.6002005117

CAPÍTULO 8..... 79

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

Tássila Saionara Gomes Galdino

Pâmela Bento Cipriano

Andréa de Vasconcelos Ferraz

DOI 10.22533/at.ed.6002005118

CAPÍTULO 9..... 93

DESENVOLVIMENTO DE PLACAS DE CELERON

Karla Hikari Akutagawa

Caroline da Silva Neves

Celia Kimie Matsuda

Nabi Assad Filho

DOI 10.22533/at.ed.6002005119

CAPÍTULO 10..... 99

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

Normanda Lino de Freitas

Talita Kênya Oliveira Costa

Joelda Dantas

Elvia Leal

Julyanne Rodrigues de Medeiros Pontes

Pollyana Caetano Ribeiro Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.60020051110

CAPÍTULO 11 113

SIMULAÇÃO DE ESPECTROMETRIA DE MASSA DE ÍONS SECUNDÁRIOS

Gabriel dos Santos Onzi

Igor Alencar Vellame

DOI 10.22533/at.ed.60020051111

CAPÍTULO 12..... 117

ANÁLISE DE UM MOTOR 3 CILINDROS SOBREALIMENTADO

Bruno Barreto Irmão

Alexsander Velasco Cardoso

Gustavo Simão Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.60020051112

CAPÍTULO 13..... 131

PROTÓTIPO DE UMA ESTEIRA AUTOMATIZADA PARA ÂMBITO INDUSTRIAL

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

DOI 10.22533/at.ed.60020051113

CAPÍTULO 14..... 134

DETERMINAÇÃO DE RITMO CARDÍACO A PARTIR DE SINAIS DE FOTOPLETISMOGRAFIA

Lucas Fernandes Alves dos Anjos
Sergio Okida

DOI 10.22533/at.ed.60020051114

CAPÍTULO 15..... 140

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

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

DOI 10.22533/at.ed.60020051115

CAPÍTULO 16..... 150

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

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

DOI 10.22533/at.ed.60020051116

CAPÍTULO 17..... 160

DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS EDUCACIONAIS: ATIVIDADE PRÁTICA DE VAZÕES EM ORIFÍCIOS

Thais Esmério Pimentel
Henrique da Silva Pizzo

DOI 10.22533/at.ed.60020051117

CAPÍTULO 18..... 172

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

Elaine Garrido Vazquez

Renata Gonçalves Faisca

Joyce Dias da Costa

DOI 10.22533/at.ed.60020051118

CAPÍTULO 19..... 183

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

Alexandre Candido Soares

Yara Daniel Ribeiro

Sara Daniel Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.60020051119

CAPÍTULO 20..... 189

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

Yara Daniel Ribeiro

Alexandre Candido Soares

Sara Daniel Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.60020051120

CAPÍTULO 21..... 198

ESTUDO CINÉTICO DA LIXIVIAÇÃO DE COBRE UTILIZANDO ÁCIDO NITRÍCO

Alexandre Candido Soares

Yara Daniel Ribeiro

Sara Daniel Ribeiro

DOI 10.22533/at.ed.60020051121

SOBRE OS ORGANIZADORES 209

ÍNDICE REMISSIVO..... 210

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

Data de aceite: 01/11/2020

Data de submissão: 26/10/2020

Yara Daniel Ribeiro

Universidade Federal do Espírito Santo
Alegre – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/6619922564101297>

Alexandre Candido Soares

Universidade Federal do Espírito Santo
Alegre – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/5768088781427355>

Sara Daniel Ribeiro

Universidade Federal do Espírito Santo
Alegre – Espírito Santo
<http://lattes.cnpq.br/9069893392409430>

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo a análise da sinterização e densificação de ligas de Nb-Ni-Fe-Si. Para realizar esta pesquisa foram utilizadas cinco composições de níquel e nióbio metálico, as quais foram misturadas em um moinho de jarros por 2 horas, variando o teor de Ni entre 0, 10, 20, 30 e 100% em peso. Todas as amostras foram sinterizadas via Sinterização por Plasma Pulsado (SPS) com pressão uniaxial de 30 MPa e temperaturas de 1000 °C, 1100 °C, 1200 °C e 1300 °C. O resultado do ensaio de densificação demonstrou que a sinterização foi efetiva para a maioria das composições e temperaturas. As amostras 10% Ni, sinterizada em 1300 °C, e as de 20 e 30% Ni sinterizadas nas temperaturas de 1100 e 1200 °C apresentaram densificação superior a 92%, estando de acordo

com os valores encontrados na literatura. A pior densidade relativa foi encontrada para a amostra de 100% nióbio metálico, fabricada em 1200 °C, atingido apenas 70% da densidade teórica. A curva registrada pelo SPS nesta temperatura confirma os resultados encontrados no ensaio de densificação, apresentando maior redução volumétrica para a amostra de 20% Ni, e redução desprezível para a amostra que é composta somente por Fe-Nb. Os dados obtidos demonstram que a SPS foi eficiente para a preparação das amostras, atingindo baixa quantidade de poros.

PALAVRAS-CHAVE: Metalurgia do pó, nióbio, densidade.

ANALYSIS OF SINTERIZATION AND DENSIFICATION OF ALLOY Nb-Ni-Fe-Si THROUGH SPARK PLASMA SINTERING (SPS)

ABSTRACT: This work aims to analyze the sintering and densification of Nb-Ni-Fe-Si alloys. To carry out this research five compositions of nickel and metallic niobium were used, which were mixed in a jar mill for 2 hours, varying the Ni content between 0, 10, 20, 30 and 100% by weight. All samples were sintered via Pulsed Plasma Sintering (SPS) with uniaxial pressure of 30 MPa and temperatures of 1000 °C, 1100 °C, 1200 °C and 1300 °C. The result of the densification test demonstrated that sintering was effective for most compositions and temperatures. Samples 10% Ni, sintered at 1300 °C, and those of 20 and 30% Ni sintered at temperatures of 1100 and 1200 °C showed densification greater than 92%, in accordance with the values found in the literature. The worst relative density was found

for the 100% metallic niobium sample, manufactured at 1200 ° C, reaching only 70% of the theoretical density. The curve recorded by SPS at this temperature confirms the results found in the densification test, showing a greater volumetric reduction for the sample of 20% Ni, and a negligible reduction for the sample that is composed only of Fe-Nb. The data obtained show that the SPS was efficient for the preparation of the samples, reaching a low amount of pores.

KEYWORDS: Powder metallurgy, niobium, density.

1 | INTRODUÇÃO

Com o intuito de acompanhar o acelerado desenvolvimento tecnológico mundial e as crescentes exigências impostas aos desempenhos dos materiais utilizados na engenharia, percebe-se nos últimos anos um grande empenho dos pesquisadores para desenvolver novos materiais. Os estudos que estão sendo realizados têm como finalidade tanto elevar o desempenho dos já conhecidos, quanto desenvolver novos para diversas aplicações. Isso acarreta maior conhecimento da relação entre composição química, estrutura e microestrutura, além de aperfeiçoamento dos processos de fabricação, melhorando o desenvolvimento do material para a aplicação desejada (PARUCKER; KLEIN, 2014).

Diante desse contexto, cresce a busca por equipamentos para aplicações em ambientes extremos com alta oxidação e temperatura. As ligas a base de Ni são os materiais dominantes em motores aeronáuticos e turbinas, por conta de suas propriedades mecânicas e estabilidade estrutural em temperaturas altas, até aproximadamente 1200°C (CUI et al., 2020; KAKEHI et al., 2020) Al-rich oxide particles were observed around the δ phase which is detrimental to creep life and ductility. The adding of Y to SLM superalloy formed Y oxide (yttria. Porém, a necessidade de elevar a eficiência energética desses equipamentos gera um aumento na temperatura de trabalho, e isso faz com que se intensifique a busca por materiais que sejam capazes de suportar temperaturas cada vez mais elevadas, limitando a aplicação das ligas de Ni (GAO et al., 2020).

Com isso, devido ao notável desempenho em elevadas temperaturas, os metais refratários, como por exemplo, Nb, W, Ta têm recebido grande atenção (ZHU et al., 2019). Entre eles, as ligas à base de Nióbio possuem alto potencial para substituir as ligas de Níquel, isso ocorre devido as suas excelentes características, como elevados pontos de fusão e baixas densidades, além do fato de manterem boas propriedades em temperaturas superiores às suportadas pelas ligas de Ni (SHI et al., 2020; SUN et al., 2020) . Com isso, são adequadas para aplicações nucleares, espaciais e aeronáuticas (NICO; MONTEIRO; GRAÇA, 2016).

Diferentes elementos de liga podem ser adicionados nas ligas à base de nióbio com o intuito de alcançar as propriedades desejadas, como por exemplo, o W, Ti, Ni, Zr, Si e C (SILVA et al., 2012). A adição do Ni nessas ligas é benéfica por gerar o fortalecimento da liga por meio de precipitações do intermetálico NbNi₃, o qual também pode gerar aumento na dureza do material (NAFFAKH MOOSAVY et al., 2013; ZHAO et al., 2008). Já o ferro

foi utilizado com o intuito de ocasionar melhoras nas propriedades da liga, e pelo fato de reduzir a difusão e solubilidade do oxigênio no Nb, sendo então benéfico para aumentar a resistência a oxidação (Senkov, 2020). Por fim, o Si é o principal elemento para resistência a oxidação das ligas de Nb, permitindo que essas sejam aplicadas em ambientes agressivos (XIONG et al., 2019).

É importante ressaltar que o processo de produção também tem alta influência no material final, por isso as ligas de Nb já foram produzidas por fusão a arco (AFONSO et al., 2020) 15, 20, 30, 40, 45, 52 and 57 wt %, por formação a laser (SHI et al., 2020), solidificação direcional (FANG; GUO; QIAO, 2020) e sinterização por plasma pulsado (HOU et al., 2020). Ao comparar a sinterização por plasma pulsado (SPS) com técnicas de sinterização convencionais tem-se como vantagens temperaturas de sinterização comparativamente mais baixas e tempo de sinterização relativamente curtos. Esse método permite obter peças com boas propriedades mecânicas, densificação elevada, crescimento limitado de grãos e perda mínima de material durante a sinterização, consolidando-se como uma técnica promissora com grande potencial (KIANI KHOUZANI; BAHRAMI; YAZDAN MEHR, 2019).

Portanto, este trabalho pretende analisar a eficiência da sinterização e a densificação de uma liga composta por Nb-Ni-Fe-Si fabricada por SPS, variando o teor de níquel em cada composição e a temperatura de sinterização.

2 | METODOLOGIA

Para determinar a composição da liga que resultará na melhor densificação, foram realizadas misturas com diferentes concentrações de “nióbio metálico” e níquel. A tabela 1 apresenta a composição química de todas as misturas que foram realizadas.

Material	Porcentagem em massa (%)				
	0	10	20	30	100
Níquel	0	10	20	30	100
Nióbio Metálico	100	90	80	70	0

Tabela 1: Composição das amostras para a sinterização.

O pó de “Nióbio Metálico” foi fornecido pela Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM), e possui a composição apresentada na tabela 2.

Elemento	Nb	Fe	Si	C	S	Ta	P	Al
% por peso	65,5	28,9	2,4	0,12	0,01	0,11	0,12	0,6

Tabela 2: Composição do pó de nióbio metálico fornecido pela CBMM.

Com o objetivo de atingir a granulometria desejada, inferior a 0,044 milímetros, o nióbio metálico foi submetido a 10 horas de moagem. Já o níquel utilizado possuía tamanho de partículas adequados para a etapa de sinterização. Após a adequação dos materiais de origem na granulometria desejada foram pesadas as quantidades de pós necessárias para cada composição, e então todas seguiram para o moinho por 2 horas com intuito de garantir homogeneidade da mistura obtida.

Ao término do processo de moagem as amostras foram sinterizadas pela técnica sinterização por plasma pulsado. O equipamento utilizado é da marca FUJI, modelo SPS-211-LX pertencente ao Laboratório de Materiais Avançados (LAMAV) da UENF. Para isso o material foi depositado em uma matriz de grafite que seguiu para a máquina de SPS. Durante o processo de sinterização todas as misturas foram submetidas a pressão uniaxial de 30MPa e a diferentes temperaturas, sendo 1000 °C, 1100 °C, 1200 °C e 1300 °C.

Os corpos de prova sinterizados passaram pelo teste de Arquimedes, com o objetivo de analisar a densificação de cada material obtido. Para isso primeiramente foi necessário determinar a massa seca das amostras (m_s , g); em seguida montar o aparato para determinação da massa imersa; com isso, aferir a massa imersa (m_i , g), e por fim, determinar a massa úmida (m_u , g) de todos os corpos de prova. Vale ressaltar que a temperatura da água foi medida em todas as etapas para definir sua densidade (d_{H_2O}). Com todos os dados obtidos, utilizou-se a equação (1) para realizar o calculo da densidade das amostras (d_c , g/cm³).

$$d_c = \frac{m_s}{m_u - m_i} \times d_{H_2O} \quad (1)$$

A densidade teórica (d_t) foi determinada de acordo com a regra das misturas pela equação (2).

$$d_t = \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{\frac{m_1}{d_1} + \frac{m_2}{d_2} + \dots + \frac{m_n}{d_n}} \quad (2)$$

Onde:

m_n : massa dos componentes da mistura (g);

d_n : densidade dos componentes da mistura (g/cm³);

n: elemento que compõe a amostra.

A densificação ($d_{\%}$) é a razão entre a densidade aparente do material e sua densidade teórica, a qual foi obtida pela equação (3).

$$d_{\%} = \frac{d_c}{d_t} \quad (3)$$

O cálculo da densificação foi realizado para todos os corpos de prova sinterizados.

3 | RESULTADOS

Na Figura 1 está sendo apresentado o gráfico que relaciona a temperatura de sinterização e a densificação para cada composição das amostras.

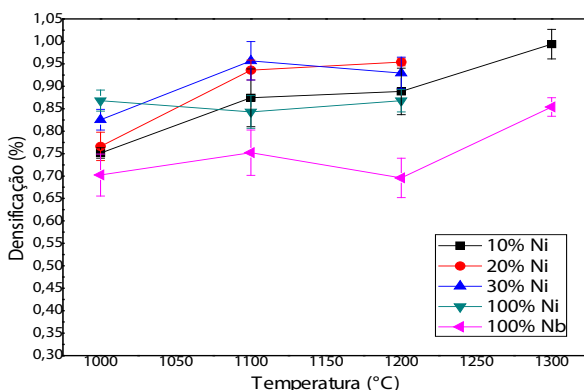


Figura 1: Densificação dos corpos de prova Nb-Ni-Fe.

Fonte: autor.

Ao analisar a Figura 1 é possível perceber que para a temperatura de 1300 °C foram realizadas apenas a sinterização das amostras de 100% Fe-Nb e 10% Ni, pelo fato de ter ocorrido escoamento de material durante a sinterização nas outras amostras. Este acontecimento pode ser explicado pela formação de grande quantidade de fase líquida formada, principalmente para a amostra 100% Ni, uma vez que está muito próximo ao ponto de fusão desse elemento (1455 °C). Deve-se levar em conta o fato da temperatura ser medida na parte externa do molde, o que pode levar a um erro de instrumentação, isto é, na mistura à temperatura pode estar superior em relação ao ponto de medição, então, mesmo com uma diferença entre o ponto de fusão e a temperatura de sinterização, pode ter sido gerado líquido.

Ainda para a temperatura de 1300 °C é notório que a amostra contendo 10% de Ni teve a melhor densificação. Este resultado já era o esperado, uma vez que há níquel na liga e estar sendo submetido à alta temperatura, é viabilizada a formação de fase líquida, diminuindo assim a porosidade e aumentando a densificação. Ao analisar a densificação das amostras de 20% e 30% Ni na temperatura de 1200°C percebe-se, estatisticamente, que para o parâmetro analisado os resultados foram equivalentes.

Ao analisar a densificação das amostras de 20% e 30% Ni na temperatura de 1200 °C percebe-se, estatisticamente, que para o parâmetro analisado os resultados foram equivalentes. Além disso, é possível notar que, nessa temperatura, ambas obtiveram

densificação maior que as de composição 10% Ni, 100 % níquel e nióbio metálico. Já para as temperaturas de 1100 e 1000 °C a amostra composta somente por Nb resultou no pior grau de densificação, e as demais não diferiram estatisticamente.

No trabalho de Xiong (2019) a SPS foi utilizada para fabricar ligas de fibras de carbono curtas reforçadas por Nb/Nb₅Si₃, e o método de Arquimedes também foi utilizado para avaliar a densificação dos corpos de prova. Como resultado obteve-se densidade de 98,35% para as amostras sinterizadas a 1450°C, menor temperatura utilizada no estudo. Já a densidade relativa dos compósitos fabricados a 1500 e 1550°C se aproximaram mais 99% da densidade teórica. Assim para se obter esses compósitos com densidade elevada, a temperatura de sinterização deve atingir no mínimo a 1500 °C (XIONG et al., 2019). Outro estudo utilizou a técnica sinterização por plasma pulsado para a preparação de ligas com composição Ni-50%Fe, e as temperaturas de sinterização aplicadas foram 900, 1000 e 1100 °C. Observou-se que todos os corpos de prova sinterizados possuíram altas densidades relativas (> 97,8%), e além disso, destaca-se que as densidades das amostras aumentam com acréscimo da temperatura de sinterização. Foi possível então concluir que a temperatura é um importante parâmetro da técnica SPS, sendo responsável pela homogeneização da microestrutura e induzindo processos de difusão entre as partículas do pó (MAKENA et al., 2017).

Ao comparar os resultados obtidos com os encontrados na literatura, nota-se que está de acordo que as amostras com menor grau de densificação, em cada composição, tenham sido produzidas, em quase todos os casos, na menor temperatura utilizada. Além disso, as densidades relativas atingidas nas amostras de 10, 20 e 30% de níquel nas temperaturas 1100, 1200 e 1300°C estão de acordo com as obtidas pela técnica de sinterização por plasma pulsado nos trabalhos citados, produzindo materiais com alto grau de densificação.

Para fazer a análise da influência da temperatura no processo de sinterização tem-se uma ferramenta importante, as curvas registradas pelo equipamento SPS. Foi escolhido apresentar esta ferramenta para a temperatura que apresentou maior diferença entre o melhor e o pior resultado para o parâmetro em análise. Com isso, a Figura 12 apresenta as curvas de sinterização das amostras que apresentaram o maior e o menor grau de densificação em 1200 °C.

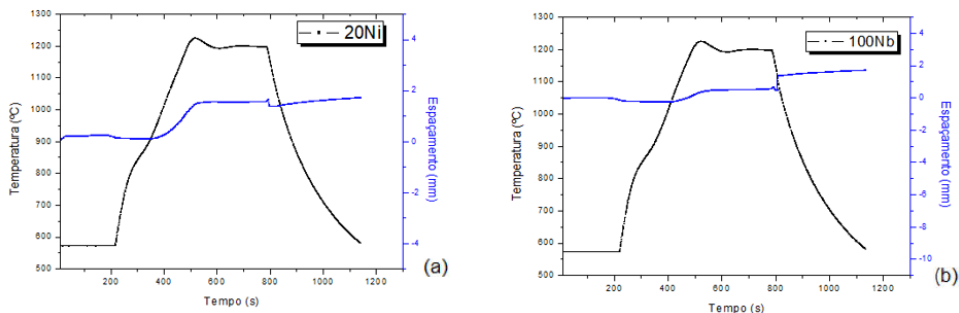


Figura 2: Gráfico da curva de sinterização em 1200 °C para a amostra com composição (a) 20% Ni e (b) 100% Fe-Nb.

Fonte: autor.

Vale destacar que o deslocamento vertical da curva de espaçamento indica a movimentação dos pistões durante o processo de sinterização. Subidas indicam aproximação entre os pistões, e consequentemente, redução de volume da amostra. Já descidas na curva indicam expansão do compactado.

Ao analisar a Figura 2, é notório que houve uma maior redução de volume na curva de espaçamento para a amostra de 20% Ni, este fato justifica sua alta densificação, que alcançou um valor de 95,5%. Em contrapartida, é possível observar que a curva para a amostra composta por apenas nióbio metálico apresenta uma redução de volume interior não expressiva, estando de acordo com o baixo grau de densificação obtido, atingindo apenas 70% da densidade teórica.

Além disso, também é evidente que o início do processo de sinterização para a amostra contendo apenas ferro-nióbio ocorreu a aproximadamente 1050 °C e para a composição de 20% Ni ocorreu a 900 °C, sendo estes pontos onde nota-se redução no volume da amostra através da presença de aclave na curva de espaçamento. Tal fato demonstra a importância do níquel no desenvolvimento da sinterização.

Ao realizar uma análise dos resultados obtidos, nota-se que o objetivo produzir corpos de prova com densidades elevadas foi alcançado. Como melhores valores atingidos tem-se a densificação de 99% na amostra com composição de 10% Ni, sinterizada na temperatura de 1300 °C, e densificação superior a 92% nos corpos de prova com 20 e 30% de níquel obtidas em 1100 e 1200°C.

Por fim, como os resultados alcançados estão muito próximo daquilo que se encontra na literatura, logo se acredita que a sinterização por plasma pulsado foi eficiente para efetuar a sinterização das amostras.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que a técnica de sinterização por plasma pulsado demonstrou sucesso na sinterização de ligas Nb-Ni-Fe-Si, pois foram alcançadas boas densificações em temperaturas relativamente baixas. Quando sinterizadas em 1100, 1200 e 1300°C as ligas alcançaram densidade relativa acima dos 95%, considerando o erro. Os componentes que apresentaram os melhores resultados foram os compostos de Ni 10%, Ni 20% e Ni 30%, entretanto, o compósito de níquel 10% se mostrou mais efetivo, pois teve aumento de densidade, mais linear, de acordo com o aumento da temperatura. Através da curva de sinterização pode-se perceber para as amostras analisadas que o processo de densificação começa a ocorrer em temperaturas próximas a 1050°C para a amostra que contém somente Nb e a 900°C para a amostra com 20% de Ni.

REFERÊNCIAS

AFONSO, Conrado R. M.; MARTINEZ-OROZCO, Katherine; AMIGÓ, Vicente; DELLA ROVERE, Carlos A.; SPINELLI, José E.; KIMINAMI, Claudio S. **Characterization, corrosion resistance and hardness of rapidly solidified Ni–Nb alloys**. *Journal of Alloys and Compounds*, [S. l.], v. 829, 2020. DOI: 10.1016/j.jallcom.2020.154529.

CUI, Fuhui; WANG, Gang; YU, Dawei; GAN, Xiangdong; TIAN, Qinghua; GUO, Xueyi. **Towards “zero waste” extraction of nickel from scrap nickel-based superalloy using magnesium**. *Journal of Cleaner Production*, [S. l.], v. 262, p. 121275, 2020. b. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.121275. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121275>

FANG, Xin; GUO, Xiping; QIAO, Yanqiang. **Effect of Ti addition on microstructure and crystalline orientations of directionally solidified Nb–Si based alloys**. *Intermetallics*, [S. l.], v. 122, n. January, p. 106798, 2020. DOI: 10.1016/j.intermet.2020.106798. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.intermet.2020.106798>.

GAO, Qiuzhi; JIANG, Yujiao; LIU, Ziyun; ZHANG, Hailian; JIANG, Chenchen; ZHANG, Xin; LI, Huijun. **Effects of alloying elements on microstructure and mechanical properties of Co–Ni–Al–Ti superalloy**. *Materials Science and Engineering A*, [S. l.], v. 779, n. October 2019, p. 139139, 2020. DOI: 10.1016/j.msea.2020.139139. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2020.139139>

HOU, Qingyan; LI, Meifeng; SHAO, Wei; ZHOU, Chungen. **Oxidation and interdiffusion behavior of Mo-Si-B coating on Nb-Si based alloy prepared by spark plasma sintering**. *Corrosion Science*, [S. l.], v. 169, n. November 2019, p. 108638, 2020. DOI: 10.1016/j.corsci.2020.108638. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.corsci.2020.108638>.

KAKEHI, Koji; BANOTH, Santhosh; KUO, Yen Ling; HAYASHI, Shigenari. **Effect of yttrium addition on creep properties of a Ni-base superalloy built up by selective laser melting**. *Scripta Materialia*, [S. l.], v. 183, p. 71–74, 2020. DOI: 10.1016/j.scriptamat.2020.03.014

KIANI KHOUZANI, M.; BAHRAMI, A.; YAZDAN MEHR, M. **Spark plasma sintering of Stellite®-6 superalloy**. *Journal of Alloys and Compounds*, v. 782, p. 461–468, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.12.186>.

MAKENA, Moraka Isaac *et al.* Effect of sintering parameters on densification, corrosion and wear behaviour of Ni-50Fe alloy prepared by spark plasma sintering. *Journal of Alloys and Compounds*, v. 699, p. 1166–1179, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jallcom.2016.12.368>>.

NAFFAKH MOOSAVY, Homam; ABOUTALEBI, Mohammad Reza; SEYEDEIN, Seyed Hossein; MAPELLI, Carlo. Microstructural, mechanical and weldability assessments of the dissimilar welds between γ' - And γ'' -strengthened nickel-base superalloys. *Materials Characterization*, [S. l.], v. 82, p. 41–49, 2013. DOI: 10.1016/j.matchar.2013.04.018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matchar.2013.04.018>.

NICO, C.; MONTEIRO, T.; GRAÇA, M. P. F. **Niobium oxides and niobates physical properties: Review and prospects.** *Progress in Materials Science*, [S. l.], v. 80, p. 1–37, 2016. DOI: 10.1016/j.pmatsci.2016.02.001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmatsci.2016.02.001>

PARUCKER, M L; KLEIN, A N. Desenvolvimento de ligas sinterizadas de níquel para aplicações como matriz de materiais compósitos. v. 1, p. 16–21, 2014.

SENKOV, O. N.; RAO, S. I.; BUTLER, T. M.; DABOIKU, T. I.; CHAPUT, K. J. **Effect of Fe additions on the microstructure and properties of Nb-Mo-Ti alloys.** *International Journal of Refractory Metals and Hard Materials*, [S. l.], v. 89, n. February, p. 105221, 2020. b. DOI: 10.1016/j.ijrmhm.2020.105221. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijrmhm.2020.105221>

SHI, Zhiwu; LIU, Jinlai; WEI, Hua; ZHANG, Hongyu; SUN, Xiaofeng; ZHENG, Qi. **Investigation on the microstructure and mechanical behaviors of a laser formed Nb-Ti-Al alloy.** *Materials Characterization*, [S. l.], v. 162, n. November 2019, p. 110193, 2020. a. DOI: 10.1016/j.matchar.2020.110193. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2020.110193>

SILVA, Cleiton Carvalho *et al.* Aspectos metalúrgicos de revestimentos dissimilares com a superliga a base de níquel Inconel 625. *Soldagem e Inspecao*, v. 17, n. 3, p. 251–263, 2012.

SUN, Le; FU, Qian Gang; SUN, Jia; ZHANG, Guang peng. **Comparison investigation of hot corrosion exposed to Na₂SO₄ salt and oxidation of MoSi₂-based coating on Nb alloy at 1000 °C.** *Surface and Coatings Technology*, [S. l.], v. 385, n. January, p. 125388, 2020. a. DOI: 10.1016/j.surfcoat.2020.125388. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2020.125388>.

XIONG, Bowen *et al.* Effects of sintering temperature on interface and mechanical properties of short carbon fiber reinforced Nb/Nb 5 Si 3 composites fabricated by spark plasma sintering. *Intermetallics*, v. 108, n. February, p. 66–71, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.intermet.2019.02.012>>.

ZHAO, K.; LOU, L. H.; MA, Y. H.; HU, Z. Q. **Effect of minor niobium addition on microstructure of a nickel-base directionally solidified superalloy.** *Materials Science and Engineering A*, [S. l.], v. 476, n. 1–2, p. 372–377, 2008. DOI: 10.1016/j.msea.2007.06.041

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aços 23, 24, 51

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

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

B

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

C

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

CAD 1, 2, 3, 15, 126

Catálise 99, 103

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

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

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

Combustão Interna 101, 117, 118, 119, 130

Comportamento Superficial 13, 14, 20, 22

Compósito 13, 196

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

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

D

Desincorporador 79, 80, 82, 86

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

Duto 46

E

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

Estampagem 1, 2, 12, 62

F

Fluidodinâmica 117, 120, 130

Fotopletismografia 134, 135

Fricção 59, 60, 66

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

G

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

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

I

Impregnação de Metal 99

Ishikawa 1, 2, 3, 6

L

Linha de Transmissão 140, 143

M

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

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

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

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

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

O

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

P

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

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

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

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

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

Processamento de Sinais 134, 135

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

R

Radiofrequência 140

Renshape 13, 14, 15, 22

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

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

Resina Fenólica 93, 94, 96

Resistencia 191

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

Ritmo Cardíaco 134, 135, 136, 137, 138

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

S

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

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

T

Termofixo 93, 94

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

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

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

V

Vazão 160, 163, 164, 168, 169, 171

Vergalhão 1, 2, 3, 8

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

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de Caráter Multidisciplinar

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

ENGENHARIAS:

Metodologias e Práticas de Caráter Multidisciplinar

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 