

Impactos das Tecnologias na Engenharia de Materiais e Metalúrgica 2

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

Impactos das Tecnologias na Engenharia de Materiais e Metalúrgica 2

Henrique Ajuz Holzmann
(Organizador)

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

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – 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 Internazionale 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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Dr. Adailson 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
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 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. Lilian 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
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
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
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
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Henrique Ajuz Holzmann

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I34 Impactos das tecnologias na engenharia de materiais e metalúrgica 2 / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-731-4

DOI 10.22533/at.ed.314211901

1. Metalurgia. 2. Engenharia de Materiais e Metalúrgica. 3. Tecnologias. I. Holzmann, Henrique Ajuz (Organizador). II. Título.

CDD 669

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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

No atual cenário mundial, onde se exige cada vez mais competitividade empresarial, buscar a redução de custos aliadas e a melhoria de qualidade é quase que uma exigência para se manter ativo no mercado. Desta forma a multidisciplinaridade é quase que obrigatória aos profissionais das áreas de engenharia, transitando entre conceito e prática, 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. Apresenta temas relacionados a área de engenharia mecânica e materiais, dando um viés onde se faz necessária a melhoria contínua em processos, projetos e na gestão geral no setor fabril.

Destaca-se a apresentação das áreas da engenharia de materiais com o desenvolvimento e melhoria de produtos já existentes ou de novos produtos. De abordagem objetiva e prática 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, agradeço pela confiança e espírito de parceria.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDO DA CORROSÃO DE AÇO CARBONO EM DIFERENTES MEIOS E O TRATAMENTO POR ELETRÓLISE

Matheus Assumpção Ventura
Lorrana Marchon Silva das Neves
Marlon Demaur Cozine Silva

DOI 10.22533/at.ed.3142119011

CAPÍTULO 2..... 10

CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS TÉRMICAS DE SOLIDIFICAÇÃO COM DUREZA E MICROESTRUTURA DO LATÃO $\alpha + \beta$ CU- 42% ZN

Paulo Kazuto Suyama Junior
Givanildo Alves dos Santos
Francisco Yastami Nakamoto
Márcio Rodrigues da Silva
Vinicius Torres dos Santos
Antonio Tadeu Rogerio Franco
Maurício Silva Nascimento
Antonio Augusto Couto

DOI 10.22533/at.ed.3142119012

CAPÍTULO 3..... 19

ANÁLISE DE LIGAS DE COBRE E A INFLUÊNCIA DA INSERÇÃO DE NIÓBIO: UMA REVISÃO

Anderson do Bomfim Gonzaga
Eduardo Palmeira da Silva
Rogério Teram
Maurício Silva Nascimento
Vinicius Torres dos Santos
Márcio Rodrigues da Silva
Antonio Augusto Couto
Givanildo Alves dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.3142119013

CAPÍTULO 4..... 27

FABRICAÇÃO DE REVESTIMENTO SUPER-HIDROFÓBICO EM LIGA DE ALUMÍNIO 5052 E AVALIAÇÃO DA PROPRIEDADE DE AUTOLIMPEZA

Wagner Daniel Oliveira de Araújo
Rafael Gleymir Casanova da Silva
Maria Isabel Collasius Malta
Magda Rosângela Santos Vieira
Severino Leopoldino Urtiga Filho

DOI 10.22533/at.ed.3142119014

CAPÍTULO 5..... 37

COMPORTAMENTO MECÂNICO EM TRAÇÃO E IMPACTO DE COMPÓSITOS DE

MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIBRAS DE TIMBÓ-AÇU

José Maria Braga Pinto
Douglas Santos Silva
Roberto Tetsuo Fujiyama

DOI 10.22533/at.ed.3142119015

CAPÍTULO 6..... 49

ROADMAP PROPOSAL: PCB AND NANOFIBERS AS STRATEGY FOR INCREASING PROCESS INTENSIFICATION

Ana Neilde Rodrigues da Silva
Neemias de Macedo Ferreira
Maria Lúcia Pereira da Silva

DOI 10.22533/at.ed.3142119016

CAPÍTULO 7..... 62

CERÂMICA COM ADIÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO: AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO MECÂNICO APÓS FORMAÇÃO DE EFLORESCÊNCIA

Thayane Pereira da Silva
Elias Fagury Neto
Adriano Alves Rabelo

DOI 10.22533/at.ed.3142119017

CAPÍTULO 8..... 71

SÍNTESE DE CERÂMICAS BIFÁSICAS DE FOSFATOS DE CÁLCIO PELO MÉTODO PECHINI

Geysivana Késsya Garcia Carvalho
José Rosa de Souza Farias
Veruska do Nascimento Simões
Aluska do Nascimento Simões Braga

DOI 10.22533/at.ed.3142119018

CAPÍTULO 9..... 82

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DO ALUMINATO DE ESTRÔNCIO DOPADO COM TÉRPIO ATRAVÉS DO MÉTODO DE POLIMERIZAÇÃO POR EMULSÃO REVERSA E A INFLUÊNCIA DO PH NO POLIMORFISMO

Talyta Silva Prado
Paulo Neilson Marques dos Anjos

DOI 10.22533/at.ed.3142119019

CAPÍTULO 10..... 97

ESTUDO DA ÁREA SUPERFICIAL DA PALIGORSKITA: REVISÃO

Gilsiane Costa Spíndola
Érico Rodrigues Gomes
Gilvan Moreira da Paz
Jaciel Cleison Pereira dos Santos
Herivelton de Araujo Rodrigues

DOI 10.22533/at.ed.31421190110

CAPÍTULO 11	107
USO DE PÓ DE ROCHAS SILICÁTICAS COMO FONTE DE NUTRIENTES PARA SOLOS DA AGRICULTURA: REVISÃO	
Vanessa Ribeiro Castro	
Leandro Josuel da Costa Santos	
Érico Rodrigues Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.31421190111	
CAPÍTULO 12	119
A INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA NO RENDIMENTO EM MÓDULOS FOTOVOLTAICOS COMERCIAIS – REVISÃO	
Gustavo Neves Margarido	
Federico Bernardino Morante Trigoso	
Carlos Frajuca	
DOI 10.22533/at.ed.31421190112	
CAPÍTULO 13	122
BIOMATERIAIS COMO PRECURSORES DE CARBONOS POROSOS ATIVADOS PARA APLICAÇÃO EM SUPERCAPACITORES – REVISÃO	
Alexandre da Silva Sales	
Érico Rodrigues Gomes	
Gilvan Moreira da Paz	
DOI 10.22533/at.ed.31421190113	
CAPÍTULO 14	135
TRANSISTOR DE FILME FINO ORGÂNICO <i>BOTTOM GATE – BOTTOM CONTACT</i> PARA ANÁLISE DE QUALIDADE DA ÁGUA	
José Enrique Eirez Izquierdo	
Marco Roberto Cavallari	
Dennis Cabrera García	
Loren Mora Pastrana	
Marcelo Goncalves Honnicke	
Fernando Josepetti Fonseca	
DOI 10.22533/at.ed.31421190114	
SOBRE O ORGANIZADOR	148
ÍNDICE REMISSIVO	149

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DE LIGAS DE COBRE E A INFLUÊNCIA DA INSERÇÃO DE NÍÓBIO: UMA REVISÃO

Data de aceite: 04/01/2021

Anderson do Bomfim Gonzaga

Instituto Federal de São Paulo
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/5983955649037735>

Eduardo Palmeira da Silva

Instituto Federal de São Paulo
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/7382773322716590>

Rogério Teram

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo – IFSP
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/4022090335939212>

Maurício Silva Nascimento

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo – IFSP
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/0654610769101785>

Vinícius Torres dos Santos

Termomecânica São Paulo S.A. – TM
Centro Educacional da Fundação Salvador
Arena – CEFSA
São Bernardo do Campo – SP
<http://lattes.cnpq.br/5999855342195422>

Márcio Rodrigues da Silva

Termomecânica São Paulo S.A. – TM
Centro Educacional da Fundação Salvador
Arena – CEFSA
São Bernardo do Campo – SP
<http://lattes.cnpq.br/8275374225297308>

Antonio Augusto Couto

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
IPEN
Universidade Presbiteriana Mackenzie – UPM
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/2893737202813850>

Givanildo Alves dos Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo – IFSP
São Paulo – SP
<http://lattes.cnpq.br/0046237693009702>

RESUMO: O presente trabalho tem como finalidade desenvolver uma revisão bibliográfica sobre a influência de processos de fabricação que envolvem cobre com a inserção de nióbio na microestrutura e propriedades resultantes. Foram utilizadas literaturas específicas na busca por material bibliográfico para esta revisão como: artigos, capítulos de livros, Springerlink, Google Scholar, trabalhos de conclusão de curso e livros. Foram obtidas as seguintes conclusões: (1) o nióbio pode ser utilizado como refinador de grão do cobre; e (2) a porcentagem de nióbio adicionada a liga de cobre deve ser mínima, pois altas quantidades produzem um material poroso e de qualidades mecânicas baixas, no caso da metalurgia do pó.

PALAVRAS-CHAVE: Cobre, Nióbio, Processo de fabricação, Microestrutura, Propriedades.

ANALYSIS OF COPPER ALLOYS AND THE INFLUENCE OF NIOBIUM INSERT: A REVIEW

ABSTRACT: The present work aims to develop a literature review on the influence of manufacturing processes that involve copper with the insertion of niobium in the microstructure and resulting properties. Specific literature was used in the search for bibliographic material for this review, such as articles, book chapters, Springerlink, Google Scholar, end of course works and books. The following conclusions were obtained: (1) niobium can be used as a copper grain refiner; and (2) the percentage of niobium added to the copper alloy must be minimal, as high amounts produce a porous material with low mechanical qualities, in the case of powder metallurgy.

KEYWORDS: Copper, Niobium, Manufacturing process, Microstructure, Properties.

1 | INTRODUÇÃO

O cobre é um metal com coloração vermelho-marron, ponto de fusão de 1.083 °C, massa específica de 8,9 g/cm³ (20 °C) e sua resistividade elétrica é de 1,7 x 10⁻⁶ Ω.cm (20 °C). No entanto, esta característica, faz dele o segundo melhor condutor elétrico, perdendo apenas para a prata, que possui resistividade igual a 1,5 x Ω.cm. O cobre é, provavelmente, o material mais antigo descoberto e trabalhado pelo homem. Segundo RODRIGUES et al. (2012), há mais de sete mil anos que o ser humano iniciou a utilização do cobre. Sua descoberta e empregabilidade possibilitou um grande desenvolvimento para as civilizações mais antigas. Descobertas antigas de objetos de cobre, revelam a importância e qualidade das propriedades mecânicas que ele possui, tais como: resiliência, resistência à corrosão, fácil manipulação, ductilidade e condutibilidade elétrica. Esta última tem sido o fator da alta utilização do cobre nas indústrias elétricas e radiotécnicas, além desse material de engenharia possuir uma grande utilização na condição de comercialmente puro. As ligas de cobre são muito utilizadas com os outros metais, isto é, os latões e os bronzes, por exemplo. (KUTCHER, 1989)

O cobre é encontrado na natureza junto aos minerais calcocita, calcopirita, malaquita e na formação da turquesa que é um minério raro e muito conhecido. As mineradoras costumam extrair o cobre utilizando duas técnicas que são: hidrometalúrgico e pirometalúrgico, em que ambas usam alta temperatura para obter o metal.

As ligas de cobre são importantes para as indústrias petrolífera, aeronáutica, farmacêutica e automobilística, por possuírem excelentes qualidades mecânicas e altíssima resistência à corrosão. Entre as ligas de cobre são de especial importância os bronzes, pois são usados também em elementos estruturais presentes na construção civil como vergalhões (TERMOMECANICA, 2020). Os tipos mais comuns de bronze são formados a partir de uma liga de cobre e estanho. As ligas a base de cobre são tão importantes que começaram a ser trabalhadas e usadas desde a Pré-História, denominada como Idade do Bronze, que ocorreu entre 4.000 e 1.500 a.C. Isso culminou com o manejo e conhecimento

da sua manufatura. Os povos antigos utilizavam o bronze para: confecção de armas (espadas, capacetes, lanças, facões etc.); produção de sinos de igrejas; confecção de máscaras; confecção de estátuas; fabricação de joias. (DIAS, 2020)

Por serem muito importantes para diversos ramos industriais as ligas de cobre devem atender requisitos tecnológicos cada vez mais rígidos como propriedades mecânicas, elétricas, térmicas e de resistência à corrosão elevadas, além de custos mais baixos.

2 | METODOLOGIA

Foram utilizadas literaturas específicas na busca por material bibliográfico para esta revisão como: (1) Artigos; (2) Capítulos de livros; (3) Springerlink; (4) Google Scholar; (5) Trabalhos de conclusão de curso; e (6) Livros. A lista seletiva dos trabalhos compilados sob a influência da adição de nióbio no cobre na sua microestrutura e propriedades mecânicas é mostrada nas Referências.

3 | A INFLUÊNCIA DA ADIÇÃO DE NIÓBIO AO COBRE

Esta pesquisa busca mostrar possibilidades tecnológicas de se trabalhar com a inserção do nióbio nas ligas de cobre. Devido a trabalhos e estudos já realizados, sabe-se que o processo de manufatura utilizado definirá as características do produto final, tais como resistência mecânica. (Nascimento et al., 2017; Nascimento et al., 2018; Nascimento et al., 2019; Santos et al., 2017)

O nióbio, na tabela periódica, é o elemento de número 41 dos elementos químicos, possui massa específica de $8,57 \text{ g/cm}^3$ e seu ponto de fusão é $2.468 \text{ }^\circ\text{C}$. Este metal é encontrado no estado sólido e é associado ao Tântalo por possuir afinidade geoquímica. No entanto, é encontrado, na natureza, mais de 90 tipos de Nióbio e Tântalo. A Columbita-tantalita e o pirocloro, que para efeito de simplificação utiliza-se a terminologia química (Nb_2O_5) são as principais fontes de nióbio no Brasil e no mundo.

O cobre em combinação com o nióbio mostrou-se refinador do grão, o que se evidencia pela menor magnetização da liga de cobre com nióbio (RIBEIRO, 2018). Vale ressaltar que o nióbio também possui efeito refinador de grão quando adicionado a ligas de alumínio (ROBERT, 1983; DE MATTOS et al., 2020).

O nióbio apresenta boa combinação com o ferro alfa e com o alumínio o que o torna promissor para o desenvolvimento de ligas que contenham estes elementos em sua composição (PRYMAK, 2010; DE MATTOS et al., 2020). Em liga de ferro e alumínio tem como efeito também a redução da temperatura *liquidus* (PRIMAK, 2010). Em processos de moagem de bronze-alumínio aquelas que apresentaram em sua composição o incremento de nióbio tiveram seus grãos reduzidos para uma escala nanométrica (DIAS, 2017).

Em processo de usinagem não convencional, especificamente o de eletroerosão, o nióbio pode atuar como material redutor de corrente em ligas de cobre. Isso foi verificado

a partir do aumento da intensidade da corrente e manutenção dos tempos de descargas, o que resultou em superfícies usinadas de baixa rugosidade (WURZEL, 2015).

Em processo de moagem de cobre e nióbio, o aumento desse tempo de moagem de 31 h para 54 h produz grãos de nióbio mais refinados que os de cobre. No entanto, o resultado dessa liga não é muito promissor quando a porcentagem em massa de nióbio é de 40% e a de carboneto de nióbio de 10%, pois após sinterizados em forno a temperatura de 900°C é produzida uma liga porosa (de densificação menor), pois o cobre e nióbio apresentam baixa molhabilidade (HUSSAIN, 2008). Na figura 1 são mostradas microestruturas de cobre e carboneto de nióbio, com diferentes tempos de moagem.

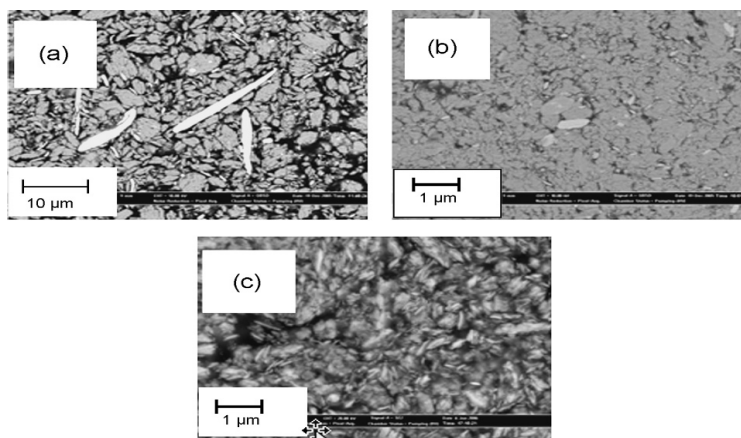


Fig. 1. Micrografias de pó de Cu – Nb – C com tempo de moagem de (a) 31 h, (b) 41 h e (c) 54 h em diferentes ampliações.

Quando submetidos à corrosão por plasma o Si e Nb comportam-se de forma semelhantes, depositando a mesma quantidade de C em sua superfície (XAVIER, 1990).

A indústria siderúrgica tem pesquisado uma alternativa que aumente a resistência mecânica do aço para fabricação moderna de materiais projetados para ferramentas. O nióbio, o titânio e o vanádio são alguns dos elementos utilizados na fabricação dos aços microligados, que possui uma alta afinidade com o carbono. O nióbio possui maior resistência mecânica que o vanádio e o titânio; utilizado nas ligas de alta resistência, confere uma qualidade melhor ao produto. Este metal pode ser aplicado na construção de oleodutos e gasodutos e plataformas para exploração de petróleo em águas profundas para exploração de petróleo e construção naval.

O nióbio também é usado tanto nos setores siderúrgicos, quanto nos setores não metalúrgicos, conferindo alta resistência mecânica aos materiais. Isso justifica sua aplicação na fabricação de aços microligados, aços inoxidáveis, aços ferramenta e recentemente, esse metal está sendo aplicado, no ferro fundido. Exemplo, em anéis de segmento e

camisas de cilindros nos motores automotivos; na indústria de mineração do cimento, os corpos moedores e máquinas de jateamento são compostos por ferro fundido a base de nióbio e, também é utilizado em discos de freios de caminhões. Em todos estes casos, o nióbio é adicionado, dando origem a carbonetos adequados para uso em situações severas de desgaste e abrasão. (JÚNIOR, 2012)

No processo de metalurgia do pó, que se baseia na compactação e sinterização de pós, já existe a viabilidade da manufatura de compósitos de cobre com o nióbio, principalmente de cobre com carbonetos de nióbio. O processo de solidificação de cobre com o nióbio é um desafio tecnológico em função das grandes diferenças de pontos de fusão entre o cobre (1.083 °C) e o nióbio (2.468 °C), em que porcentagens em massa pequenas de nióbio adicionadas ao cobre, como 2, 3 ou 5%, já elevariam consideravelmente a temperatura *liquidus* das respectivas ligas metálicas, conforme diagrama parcial do sistema cobre-nióbio (figura 2).

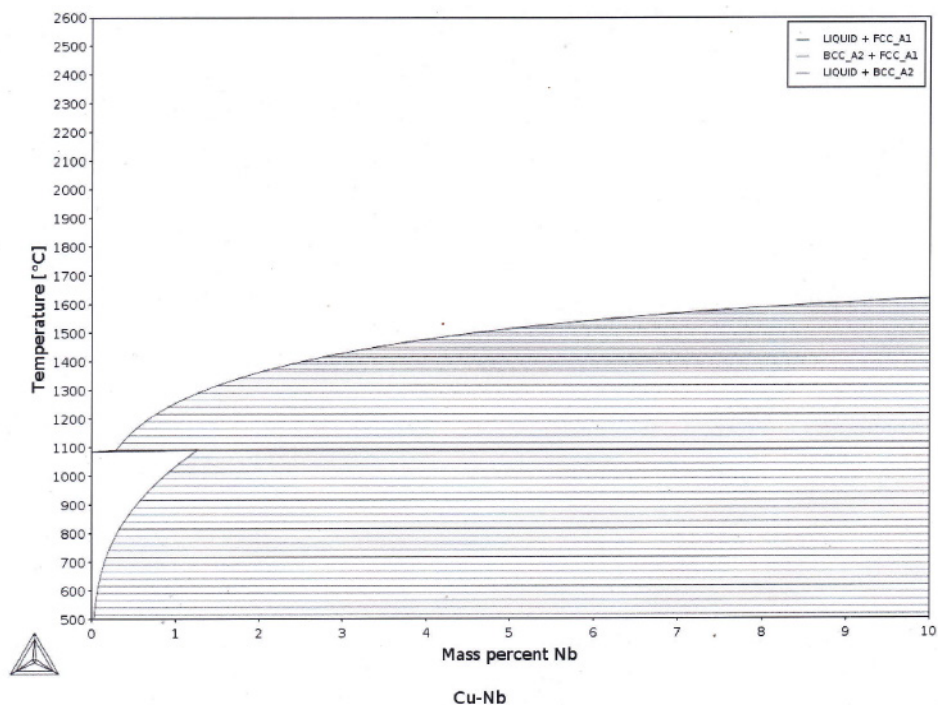


Fig. 2. Diagrama de equilíbrio de fases parcial do sistema cobre-nióbio (Thermo-Calc).

* O software Thermo-Calc é uma propriedade exclusiva de copyright da *STT Foundation* (*Foundation of Computational Thermodynamics, Stockholm, Sweden*).

4 | CONCLUSÃO

Em termo de microestrutura, a literatura mostra que: (1) o nióbio pode ser utilizado como refinador de grão do cobre; e (2) a porcentagem adicionada a liga de cobre deve ser mínima, pois altas quantidades produzem um material poroso e de qualidades mecânicas baixas, no caso da metalurgia do pó. Em relação à pesquisa sobre a solidificação de cobre e nióbio, trata-se de um desafio tecnológico, em função das grandes diferenças de pontos de fusão dos dois metais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio fornecido pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela Termomecânica São Paulo S.A. e pela Companhia Nacional de Metalurgia e Mineração (CBMM).

REFERÊNCIAS

ARENHARDT, Sandro Luís et al. Estudo do comportamento do alumínio (Al) com adição de 1% cobre (Cu) obtido pela metalurgia do pó convencional. **Ciência & Engenharia**, v. 24, n. 1, p. 99-104, 1983.

ASKELAND, Donald R. et al. **A ciência e engenharia de materiais**. Editora: Springer – 2003.

BARBOSA, Cássio. História do Cobre. **Universidade Federal do Rio de Janeiro**, p. 21, 2012.

BUDINSKI, K. G.; HANDBOOK, ASM Metals. **Friction, Lubrication, and Wear Technology**. In: ASM Handbook. ASM Int. USA, 1992. p. 47.

CALISTER JR, W. D. **Ciência e Engenharia dos Materiais: Uma Introdução**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora SA (LTC), 2002. 589p.

CHIAVERINI, Vicente. **Tecnologia Mecânica**. 2ª ed. – São Paulo. McGraw-Hill, 1986.

CAMPOS JR, A. A. de. **Parâmetros térmicos de solidificação, microestrutura e propriedades em tração de liga ternária Al-Sn-Cu**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.

DOS SANTOS, Rezende Gomes. **Transformações de fases em materiais metálicos**. Fundação de Desenvolvimento da Unicamp-Funcamp (UNICAMP), 2017.

DA ROCHA, Otávio Fernandes Lima; SIQUEIRA, Cláudio Alves; GARCIA, Amauri. **Análise teórica-experimental dos espaçamentos celulares na solidificação unidirecional da liga Sn% 1Pb**. Anais do CBECIMAT/2000 (CDROM), Águas de São Pedro-SP, p. 31301-31312, 2000.

DE SOUZA, Gustavo Duarte et al. Prata: **Breve histórico, propriedades e aplicações**. Educação química, v. 24, n. 1, p. 14-16, 2013. 54.

FALLEIROS, Ivan GS; CAMPOS, Marcos F. de. Nucleação da recristalização. **Textura e relações de orientação: deformação, recristalização, crescimento de grão**. Ed: AP TSCHIPTSCHIN et al. Escola Politécnica da USP, p. 39-48, 2001.

GARCIA, Amauri. Influência das variáveis térmicas de solidificação na formação da microestrutura e da microestrutura e correlação com propriedades decorrentes. **Revista Projeções**, v. 23, p. 13-32, 2005.

HUSSAIN, Z. et al. **Síntese de pó compósito de cobre-carboneto de nióbio por processamento in situ**. Journal of Alloys and Compounds , v. 464, n. 1-2, pág. 185-189, 2008.

JÚNIOR, Rui Fernandes P. Nióbio. **Economia Mineral do Brasil. Departamento Nacional de Produção Mineral. DNPM**, p. 129-147, 2009.

DE MATTOS, M.V.R. et al. (2020) **A influência do nióbio na microestrutura e propriedades mecânicas do alumínio**: Uma revisão, p. 14-20. Livro: Engenharia na prática: importância teórica e tecnológica, vol 1. Atena Editora. <https://doi.org/10.22533/at.ed.0882024082>

NASCIMENTO, M. S. *et al.* An Experimental Study of the Solidification Thermal Parameters Influence upon Microstructure and Mechanical Properties of Al-Si-Cu Alloys. **Materials Research**, São Carlos, v. 21, n. 5, e20170864, 2018. <https://doi.org/10.1590/1980-5373-mr-2017-0864>.

NASCIMENTO, M. S.; SANTOS, G. A.; TERAM, R.; SANTOS, V. T.; SILVA, M. R.; COUTO, A. A. Effects of Thermal Variables of Solidification on the Microstructure, Hardness, and Microhardness of Cu-Al-Ni-Fe Alloys. **Materials**, 2019, 12 (8), 1267. <https://doi.org/10.3390/ma12081267>.

PRYMAK, O., & Stein, F. (2010). - **Solidificação e equilíbrio de fases de alta temperatura na parte rica em Fe-Al do sistema Fe-Al-Nb**. Intermetallics , 18 (7), 1322-1326.

RIBEIRO, V. A. D. S., Mendonça, C. D. S. P., Oliveira, A. F., Rubinger, R. M., & Silva, S. A. M. (2018). **Investigation of the microstructure and the magnetic properties of the of copper and niobium ferrite/microestrutura, propriedades magnéticas e dielétricas da ferrita de cobre e nióbio**. Tecnologia em Metalurgia, Materiais e Mineração, 15(2), 115.

ROBERT, M.H. **Refino de estruturas de alumínio pela adição de nióbio, zircônio e titânio via sais halogêneos, e implicações nas suas propriedades mecânicas e elétricas**. Tese de Doutorado - Unicamp. [Campinas] 1983.

WURZEL, C. A. (2015). **Estudo para a fabricação de eletrodos por metalurgia do pó e desenvolvimento de parâmetros de eletroerosão com ligas de cobre-nióbio**.

SANTOS, G. A. **Tecnologia dos materiais metálicos: propriedades, estruturas e processos de obtenção**. São Paulo: Editora Érica, 2015.

SANTOS, G. A.; GOULART, P. R.; COUTO, A. A.; GARCIA, A. Primary Dendrite Arm Spacing Effects upon Mechanical Properties of an Al 3wt%Cu 1wt%Li Alloy. In: Andreas Ochsner; Holm Altenbach. (Org.). **Advanced Structured Materials**. 1 ed. Singapore: Springer Singapore, v. 33, p. 215-229, 2017. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1602-8_19

SANTOS, V. T. **Correlação entre as variáveis térmicas de solidificação, microestrutura, microdureza e dureza da liga bronze alumínio níquel – CuAl10Ni5Fe5**. 2017. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Engenharia Mecânica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2017.

TERAM, R. *et al.* Influência das variáveis térmicas de solidificação na microestrutura e dureza da liga Cu-14Al-5Ni-5Fe. *In*: 10º Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 2019, São Carlos. **Anais eletrônicos**... Disponível em <<https://doi.org/10.26678/ABCM.COBEP2019.COF2019-0542>>. Acesso em 07 maio 2020.

TERAM, R. *et al.* (2020) INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO DENDRÍTICO SECUNDÁRIO NA DUREZA DA LIGA CU-14AL-5NI-5FE OBTIDA POR SOLIDIFICAÇÃO UNIDIRECIONAL, p. 199-210. Livro: Engenharia na prática: importância teórica e tecnológica, vol 1. Atena Editora. <https://doi.org/10.22533/at.ed.08820240819>

XAVIER, W. J. L. *et al.* **Obtenção de óxidos de nióbio sobre silício e sua corrosão por plasma**. (Publicação FEE), 1990.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Aço carbono 1, 2, 3, 5, 6
Aluminatos 82, 84, 90, 91, 92, 93, 94, 95
Ângulo de contato 27, 28, 32, 33
Ângulo de deslizamento 27, 28, 33
Autolimpeza 27, 28, 29, 33, 34

B

Biocerâmicas 71, 74
Biomateriais 71, 72, 73, 122, 125, 130, 131

C

Carbono poroso 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129
Cobre 11, 12, 13, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 119, 121, 125
Compósitos poliméricos 37, 38, 39, 40, 44, 47
Corrosão 1, 2, 6, 7, 9, 11, 20, 21, 22, 26, 28, 125, 138, 148
Cultivo 116

D

Descorantes 104
Dureza 10, 11, 13, 15, 16, 17, 26, 66

E

Eletrodo 122, 123, 124, 127, 137
Eletrofição 49
Estrôncio 82, 83, 84, 85, 87, 89, 90, 91, 94, 95

F

Fertilizantes 107, 108, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117
Fibras de timbó-açu 37, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47

I

Intensificação de processos 49

L

Latão 10, 11, 12, 13, 18
Liga de alumínio 27, 28, 29, 31, 32, 34

Luminescência 82, 83, 95

M

Microestrutura 10, 11, 12, 13, 17, 18, 19, 21, 24, 25, 26, 67, 68

Morfologia 28, 29, 30, 31, 32, 34, 47, 74, 92, 98, 136

N

Nióbio 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26

O

OTFT 136, 137, 138

P

Paligorskita 97, 98, 101, 102, 103

PBTTT-C14 136, 138, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

PCI 49

Pechini 71, 72, 74, 79, 80, 84

Pó de despoejamento 62, 63, 64, 69, 70

Porosidade 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 100, 123

Processo de fabricação 3, 19

Propriedades 11, 13, 18, 19, 20, 21, 24, 25, 28, 29, 37, 38, 39, 43, 62, 63, 64, 66, 68, 69, 71, 73, 79, 84, 89, 95, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 107, 109, 112, 113, 117, 124, 130, 146

R

Remineralizantes 107

Roadmap 49, 51, 52, 53, 54, 59, 60, 61

Rochas 73, 107, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116

S

Sensores 135, 136, 137, 139, 140, 145

Silicatos 96, 98

Síntese 25, 71, 74, 77, 79, 80, 81, 82, 84, 87, 89, 94, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 105, 122, 125, 126, 127, 128, 129, 131

Solidificação 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 23, 24, 25, 26, 109

Sorção 97, 98

Supercapacitores 122, 123, 124, 131

Super-hidrofobicidade 27, 28, 29, 32, 33, 34


T


Terraços 136, 140, 141, 145


Terras-raras 82, 83

Impactos das Tecnologias na Engenharia de Materiais e Metalúrgica 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Impactos das Tecnologias na Engenharia de Materiais e Metalúrgica 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 