

# 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. 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/Secconal 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 Andreza 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](http://www.atenaeditora.com.br)

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



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

# CAPÍTULO 1

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

Data de aceite: 04/01/2021

Data de submissão: 30/04/2020

### Matheus Assumpção Ventura

Universidade do Grande Rio “Professor José de Souza Herdy” – Unigranrio  
Duque de Caxias – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/6399286173357988>

### Lorrana Marchon Silva das Neves

Universidade do Grande Rio “Professor José de Souza Herdy” – Unigranrio  
Duque de Caxias – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/2905362406991451>

### Marlon Demaur Cozine Silva

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Rio de Janeiro – Rio de Janeiro  
<http://lattes.cnpq.br/4140405085049596>

**RESUMO:** Vários materiais que são usados no cotidiano do ser humano estão sujeitos a sofrer corrosão, principalmente as ligas metálicas e os metais. A corrosão é um processo espontâneo que pode ser definida, num conceito geral, como a degradação do material que está inserido em algum ambiente, sendo esse ambiente químico, eletroquímico ou associado ou não a esforços mecânicos. Desde a descoberta até os dias de hoje, vem se estudando formas para aumentar a resistência dos materiais, evitar a ação corrosiva nos mesmos e modos de tratamento anticorrosivo. O objetivo central desse projeto é o estudo da ação corrosiva de aço carbono em três diferentes meios corrosivos, água do mar, água destilada e solução de ácido clorídrico, a

análise para saber os tipos de corrosão ocorridos em cada um dos materiais e o tratamento da corrosão através da eletrólise.

**PALAVRAS-CHAVE:** Corrosão; eletrólise; aço carbono.

### THE STUDY OF CARBON STEEL CORROSION IN DIFFERENT MEANS AND ELECTROLYSIS TREATMENT

**ABSTRACT:** Many materials that are used in the daily life of human beings are subject to corrosion, mainly metal alloys and metals. Corrosion is a spontaneous process that can be defined, in a general concept, as the degradation of the material that is inserted in some environment, whether this environment is chemical, electrochemical or associated or not with mechanical efforts. Since the discovery to the present day, many ways have been studied to increase the resistance of materials, prevent corrosive action on them and ways of anticorrosive treatment. The central objective of this project is the study of the corrosive action of carbon steel in three different corrosive means, sea water, distilled water and hydrochloric acid solution, and the analysis to know the types of corrosion that have occurred in each of the materials and the treatment of corrosion through electrolysis.

**KEYWORDS:** Corrosion; carbon steel; electrolysis.

## 1 | INTRODUÇÃO

A tecnologia nos permite diariamente fazer simulações, projetar equipamentos,

estudar outras formas de tecnologia entre outros, porém sabe-se que toda matéria tem sua limitação.

A corrosão sempre foi um caso de grande importância de estudos em vários campos da ciência, pois a partir desses estudos pode-se identificar e procurar meios para que a ação corrosiva seja mínima e que não venha a prejudicar a durabilidade dos equipamentos, máquinas, estruturas e evitar consequências de natureza econômica, tais como, substituição do equipamento, a paralisação ocasionada pela ação corrosiva, perda da eficiência de equipamentos e a contaminação ou até a perda de produtos. Uma forma de se minimizar a ação corrosiva é o estudo dos meios corrosivos em que o material em questão está inserido e, também, no projeto de fabricação do material. Vários setores industriais podem ser prejudicados por causa da corrosão, como por exemplo, a indústria petroquímica, naval, de construção civil, química e entre várias outras atividades (GENTIL, 2012).

Dependendo do meio onde está ocorrendo à corrosão, um tipo específico será predominante no material, como por exemplo, o aço carbono em meio ácido pode vir sofrer corrosão de vários tipos, entre as mais comuns pode-se destacar a corrosão uniforme, alveolar e por pites. A corrosão uniforme acontece em toda superfície, fazendo com que tenha perda de espessura ou desgaste ao longo do material. A corrosão alveolar produz no material escavações que pode-se assemelhar com alvéolos e apresentam um fundo arredondado com profundidade menor que seu diâmetro. Já a corrosão por pites, são cavidades que tem o fundo angular e podem ser um pouco difíceis de identificar por serem muito pequenos (GENTIL, 2012) (JAMBO & FÓFANO, 2008).

É de conhecimento geral a existência de vários tipos de corrosão em diferentes meios e, também, a existência de vários métodos para o tratamento do material em questão, um desses tratamentos é a eletrólise. A eletrólise é um método de tratamento do material que consiste numa reação de oxirredução provocada pela passagem da corrente elétrica (USBERCO & SALVADOR, 2013).

Este trabalho tem como seu objetivo analisar os tipos de corrosão ocorridas em aço carbono em três distintos meios: água do mar, solução de ácido clorídrico e água destilada, avaliar a massa final e por fim tratar, por eletrólise, a amostra com maior perda de massa.

## 2 | METODOLOGIA

Foram utilizadas 12 amostras de aço carbono, onde cada amostra foi devidamente medida, pesada, lavada e limpa, até que não restasse nenhum resíduo que pudesse interferir no experimento.

As amostras foram divididas em três grupos, onde cada grupo continha quatro amostras, nos meios: água do mar, solução ácida de ácido clorídrico e água destilada. Os materiais foram imersos em recipientes e foram vedados por filme plástico, para não terem influência do ar e devidamente numerado para o controle da análise.

Os recipientes foram guardados no laboratório de engenharia química da universidade Unigranrio e a cada 15 dias fora feito a retirada de uma amostra de cada meio. Após a retirada de todas as amostras, foi utilizada a última amostra retirada da solução ácida para o tratamento por eletrólise.

## 2.1 Material Utilizado

O material utilizado para esse experimento foi o aço carbono que é um produto siderúrgico obtido por via líquida através da fusão do ferro como componente básico e acrescentado o carbono com um teor em até 2 % resultando em uma liga Ferro-Carbono. Há mais alguns materiais nessa liga, como: manganês, níquel, volfrâmio, fósforo, cromo, enxofre entre outros elementos e alguns resíduos do processo de fabricação (CHIAVERINI, 1982). Suas medidas e o ambiente onde foram imersos podem ser observados na Tabela 1.

Amostras	Tamanho (mm)	Ambiente
1	155 x 8,1 x 4,1	Solução ácida
2	161 x 8,1 x 4,1	Solução ácida
3	159 x 8,1 x 4,1	Solução ácida
4	155 x 8,1 x 4,1	Solução ácida
5	157 x 8,1 x 4,1	Água destilada
6	159 x 8,2 x 4,2	Água destilada
7	161 x 8,1 x 4,2	Água destilada
8	159 x 8,1 x 4,2	Água destilada
9	160 x 8,0 x 4,1	Água do mar
10	159 x 8,1 x 4,1	Água do mar
11	161 x 8,1 x 4,1	Água do mar
12	159 x 8,1 x 4,2	Água do mar

Tabela 1 – Medidas e os ambientes em que as amostras foram imersas.

Fonte: Medidas realizadas em laboratório (Universidade do Grande Rio – Unigranrio) pelos autores

## 2.2 Meios Utilizados

A água do mar foi coletada na praia da Barra da Tijuca, RJ (Latitude: 23°00'42,62"; Longitude: 43°21'54,78"), a água destilada foi obtida no laboratório de engenharia química da Universidade do Grande Rio, RJ, e a solução ácida foi preparada no laboratório da mesma, utilizando 1 litro de água para 100 ml de ácido clorídrico.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após 15 dias do início do experimento, foram retiradas uma amostra de cada meio e levadas, diretamente, a estufa para a realização da secagem. Optou-se por não lavá-las após a retirada dos meios, a fim de preservar as condições de teste. A secagem foi feita a uma temperatura de 80°C, durante 10 minutos, para que não restasse nenhuma gotícula dos meios. Após a secagem, foram realizados os procedimentos de análise, pesagem e medição. O mesmo foi feito com as amostras nos outros dias até a retirada da última amostra. Na Tabela 2 são expostos os resultados iniciais e finais de cada amostra e suas perdas de massa nos diferentes meios.

Meios	Peso Inicial (g)	Peso Final (g)	Perda de massa (g)
Água do Mar	37,461	37,426	0,035
Água do Mar	35,587	35,529	0,058
Água do Mar	36,194	36,130	0,064
Água do Mar	35,687	35,575	0,112
Água destilada	36,316	35,890	0,426
Água destilada	37,106	36,376	0,730
Água destilada	37,763	36,957	0,806
Água destilada	36,643	35,652	0,991
Solução ácida	35,923	31,364	4,296
Solução ácida	36,424	32,110	4,314
Solução ácida	37,061	32,276	4,785
Solução ácida	36,218	30,954	5,264

Tabela 2 – Comparação da pesagem inicial e final com sua respectiva perda de massa nos diferentes meios.

Fonte: Pesagens realizadas em laboratório (Universidade do Grande Rio – Unigranrio) pelos autores

Os Gráficos 1, 2 e 3 são baseados na Tabela 1. Foi feito em barras, com intuito de uma melhor visualização, comparando os números de dias com as respectivas perdas de massa.

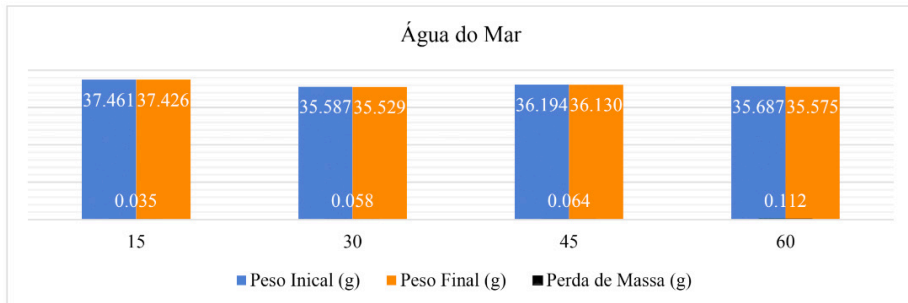


Gráfico 1 – Comparação da pesagem inicial e final com sua perda de peso em água do mar.

Fonte: Elaborado pelos autores

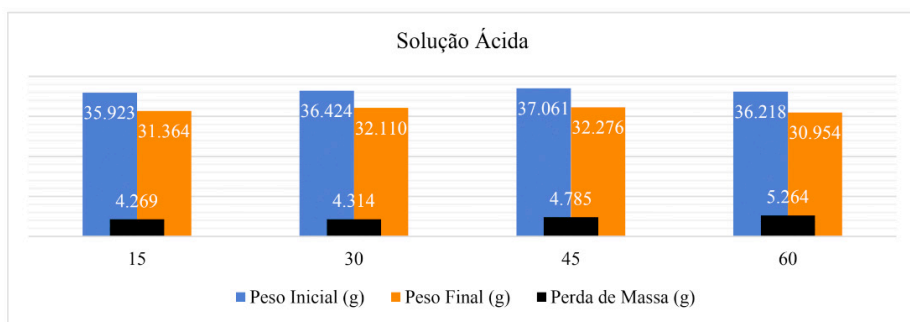


Gráfico 2 – Comparação da pesagem inicial e final com sua perda de peso numa solução ácida.

Fonte: Elaborado pelos autores

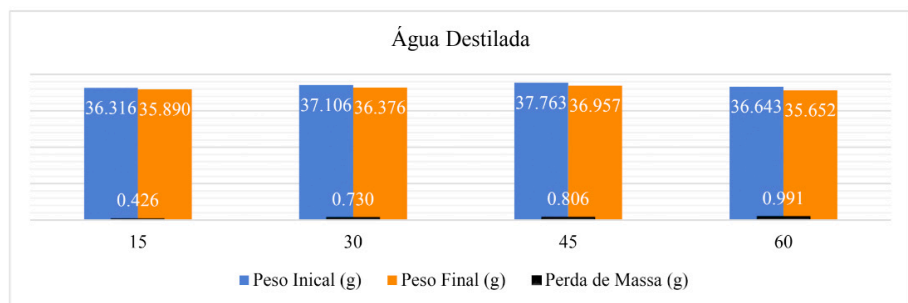


Gráfico 3 – Comparação da pesagem inicial e final com sua perda de peso em água destilada.

Fonte: Elaborado pelos autores

Como visto no Gráfico 2, a maior perda de massa do aço carbono foi na solução ácida. Isto acontece, pois o ácido clorídrico, em grandes concentrações, torna-se agressivo demais para os metais. O pH e a temperatura da água também são grandes fatores para



causar a severa corrosão no aço carbono (PELLICCIONE *et al*, 2012).

Já no Gráfico 3, que representa a água destilada, pode-se notar uma perda bem maior de massa do que no Gráfico 1, que representa a água do mar. De acordo com a literatura, a água do mar deveria apresentar uma ação corrosiva muito maior do que a água destilada, pois a ação corrosiva da água do mar é inicialmente determinada pela sua salinidade, porém não só o sal determina a ação corrosiva da água do mar, pois a mesma é muito complexa, pois é constituída por uma gama de materiais, como: soluções de sais, gases, matéria orgânica entre outros. Já a água destilada se obtém a partir do processo de destilação, onde irá proporcionar uma separação de uma quantidade de sais minerais presentes na água comum (GENTIL, 2012) (PELLICCIONE *et al*, 2012).

Comparando os resultados obtidos com a literatura, algumas hipóteses foram levantadas a fim de explicar o porquê à água do mar corroeu menos que a água destilada:

- A água do mar de onde foi tirada poderia conter contaminantes que causaram mudanças em seu aspecto corrosivo;
- A água destilada poderia não estar totalmente pura, como se deveria ser;
- A oscilação de temperatura no ambiente (laboratório) pode ter influenciado na ação corrosiva devido aos aparelhos de ar condicionado.

Após as análises de perda de massa, fora feito um ensaio visual a fim de identificar, a olho nu, os tipos de corrosão ocorridas nas amostras. Na Figura 1 foi identificado vários tipos de corrosão, sendo elas a corrosão uniforme, alveolar e por pites.



Figura 1: Corrosão em meio ácido.

Fonte: Elaborado pelos autores

Nas Figuras 2 e 3 houveram os mesmos tipos de corrosão que houveram na Figura 1, entretanto com menos severidade.



Figura 2: Corrosão em meio ácido.

Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 3: Corrosão em água destilada

Fonte: Elaborado pelos autores.

Numa segunda etapa do experimento, utilizou-se a última amostra retirada do meio ácido para o tratamento por eletrólise, pois foi a que mais sofreu com a ação corrosiva, mudando bastante do seu aspecto inicial.

Em um recipiente de vidro, adicionou-se 600ml de água e 200g de cloreto de sódio. Utilizou-se uma fonte de 8,5V e conectou-se em suas extremidades, com auxílio de garras tipo jacaré, sendo o metal de sacrifício, com peso de 54,128g, conectado na parte positivo e a amostra a ser tratada, na parte negativa. Foi deixado em processo durante duas horas e meia.

Notou-se que assim que a fonte fora plugada numa corrente elétrica, a amostra começou a borbulhar e soltar gases tóxicos e, após uns instantes, também notou-se que à água teve uma mudança de cor ao longo do tempo em que a fonte esteve plugada à corrente elétrica.

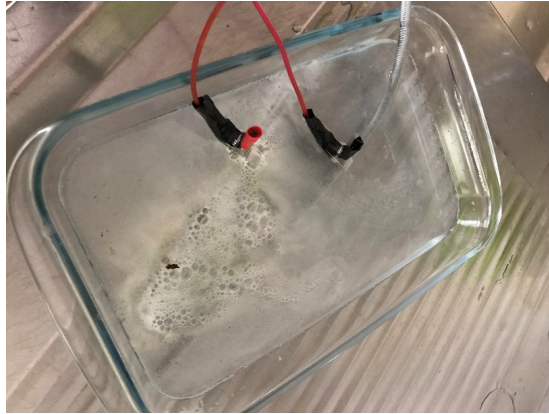


Figura 4 – Equipamento para o tratamento por eletrólise.

Fonte: Elaborado pelos autores

Após duas horas e meia, a amostra foi retirada, lavada até a retirada total dos resíduos e viu-se uma grande diferença entre o aspecto inicial e final. Na Figura 5, é exposto o resultado do experimento e na Figura 6 é exposto ao como ficou o metal de sacrifício após o tratamento.



Figura 5 – Resultado da ação corrosiva da solução ácida e o tratamento por eletrólise.

Fonte: Elaborado pelos autores



Figura 6 – Resultado do antes e depois do metal de sacrifício.

Fonte: Elaborado pelos autores

Este tratamento é eficaz, sendo notório que houve mudanças no aspecto da superfície da amostra, mesmo estando bem danificada.

## REFERÊNCIAS

Chiaverini, V. (1982). Aços e Ferros Fundidos. São Paulo: ABM–Associação Brasileira de Metais.

Gentil, V. (2012). **Corrosão**. 6ª edição. Rio de Janeiro: LTC.

Jambo, H. C., & Fófano, S. (2008). **Corrosão: Fundamentos, monitoração e controle**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna.

Marcolino, J. P., Gomes, T., Barbosa, G., & Lucas, M. (2016). **ANÁLISE DE SISTEMAS DE CORROSÃO EM DIFERENTES MEIOS**.

Pelliccione, A. d., Luiz Rezende Galvão, J., Mello, L. A., & Rezende Galvão, J. L. (2012). **Análise de Falhas em Equipamentos de Processo: mecanismos de danos e casos práticos**. Rio de Janeiro: Editora Interciência.

Usberco, J., & Salvador, E. (2013). **Química: Volume Único**. São Paulo: Saraiva.

## 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  
Eletrofiiação 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](http://www.atenaeditora.com.br) 

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

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

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

# Impactos das Tecnologias na Engenharia de Materiais e Metalúrgica 2

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

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

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

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