

Atena  
Editora

Ano 2021



*Carlos Augusto Zilli  
(Organizador)*

*A visão sistêmica e integrada  
das **engenharias**  
e sua **integração com a sociedade***

---

**Atena**  
Editora

Ano 2021

*Carlos Augusto Zilli*  
(Organizador)

***A visão sistêmica e integrada  
das engenharias  
e sua integração com a sociedade***

---

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes editoriais**

Natalia Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da capa**

iStock

**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.

Open access publication by Atena Editora



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

Profª Drª Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

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. Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí  
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  
Prof. Dr. Humberto Costa – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. José Luis Montesillo-Cedillo – Universidad Autónoma del Estado de México  
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  
Prof. Dr. Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
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. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Rio de Janeiro  
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  
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
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. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
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  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª 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  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federac 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  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª 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. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
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  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
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 Miraniilde 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

A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua integração com a  
sociedade

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Flávia Roberta Barão  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Carlos Augusto Zilli.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

V822 A visão sistêmica e integrada das engenharias e sua  
integração com a sociedade / Organizador Carlos  
Augusto Zilli. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-404-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.044212508>

1. Engenharia. I. Zilli, Carlos Augusto (Organizador). II.  
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](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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

Esta obra, intitulada “A Visão Sistêmica e Integrada das Engenharias e sua Integração com a Sociedade”, em seu primeiro volume, apresenta 22 capítulos que abordam pesquisas relevantes que fazem emergir esta visão completa e abrangente típica das engenharias, revelando de que forma ela pode se integrar à sociedade para solucionar os desafios que surgem mundo afora, trazendo pesquisas relacionados à COVID, controle de segurança, saneamento básico, sismologia, interações socioespaciais, purificação de biogás, análise de vigas compósitas, pressão em estruturas, entre outros.

Desta forma, esta obra se mostra potencialmente disponível para contribuir com discussões e análises aprofundadas acerca de assuntos atuais e relevantes, servindo como base referencial para futuras investigações relacionadas às engenharias em suas mais diversas instâncias.

Deixo, aos autores dos capítulos, um agradecimento especial, e aos futuros leitores, anseio que esta obra sirva como fonte inspiradora e reflexiva.

Esta obra é indicada para os mais diversos leitores, tendo em vista que foi produzida por meio de linguagem fluída e abordagem prática, o que favorece a compreensão dos conceitos apresentados pelos mais diversos públicos, sendo indicada, em especial, aos amantes da área de engenharia.

Carlos Augusto Zilli

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

COVID-19 (SARS-COV-2): ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE TESTES DE DETECÇÃO DO CORONAVÍRUS EM HUMANOS

Paulo Cesar dos Santos Teixeira

Fábio dos Santos Teixeira

Carlos Alberto Machado da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125081>

### **CAPÍTULO 2..... 11**

DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÕES NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus urophylla* S.T. BLAKE

Carolina Rafaela Barroco Soares

Alaide de Oliveira Carvalho

Deborah Regina Alexandre

Jairo Rafael Machado Dias

Laysa Teles Vollbrecht

Micheli Leite Zanchetta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125082>

### **CAPÍTULO 3..... 18**

ESTUDO DA PRESSÃO EFETIVA EM COBERTURAS COM PLATIBANDA CONFORME A NBR 6123 – FORÇAS DEVIDAS AO VENTO EM EDIFICAÇÕES

Gean Henrique Sabino Freitas

Luiz Henrique Moreira de Carvalho

Nélison Ferreira Corrêa

Wilson Espindola Passos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125083>

### **CAPÍTULO 4..... 31**

METODOLOGIA PARA ENSINO DA CONCORRÊNCIA ENTRE PROCESSOS COM EMPREGO DE SEMÁFOROS EM SISTEMAS OPERACIONAIS PREEMPTIVOS

Marco Aurélio de Souza Birchal

Viviane Santos Birchal

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125084>

### **CAPÍTULO 5..... 41**

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO: INSTRUMENTO DE PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL

Luiz Roberto Santos Moraes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125085>

### **CAPÍTULO 6..... 58**

APLICAÇÃO COMPUTACIONAL PARA O PLANEJAMENTO DE FLUXO DE POTÊNCIA

## REATIVA

Polianna Schneider Durigon  
Carlos Roberto Mendonça da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125086>

## **CAPÍTULO 7..... 69**

### ANÁLISE DA ACELERAÇÃO LATERAL DE UM VEÍCULO EM UM SIMULADOR COM 9 GDL

Elyton Elias Prado Naves  
Jánes Landre Júnior  
José Tomich Bosco Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125087>

## **CAPÍTULO 8..... 79**

### ADEQUAÇÃO DE TRELIÇA EM AÇO FRENTE A UMA NOVA FINALIDADE

Gustavo de Oliveira Dumas  
José Geraldo de Araújo Silva  
Lucas Teixeira Araújo  
Antônio Maria Claret de Gouveia  
Hisashi Inoue  
André Luiz Candian

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125088>

## **CAPÍTULO 9..... 86**

### PURIFICAÇÃO DE BIOGÁS EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS NA REGIÃO DO MACIÇO DE BATURITÉ, CEARÁ, BRASIL

Juan Carlos Alvarado Alcócer  
Olienaide Ribeiro de Oliveira Pinto  
Ciro de Miranda Pinto

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.0442125089>

## **CAPÍTULO 10..... 100**

### ANÁLISE DE VIGAS COMPÓSITAS LAMINADAS DE TIMOSHENKO ATRAVÉS DO MÉTODO DE GREEN

Leonardo Fellipe Prado Leite  
Fabio Carlos da Rocha

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250810>

## **CAPÍTULO 11 ..... 114**

### ESTRATÉGIAS INOVADORAS PARA PESQUISAS DE EVAPORAÇÃO DE ÁGUA EM RESERVATÓRIOS SUPERFICIAIS NO NORDESTE BRASILEIRO

Bárbara Hillary de Almeida Pinto  
Cecília Roberta Barbosa da Silva  
Maria Eduarda Medeiros Monteiro  
Heloysa Helena Nunes de Oliveira  
Efrain Pantaleón Matamoros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250811>

**CAPÍTULO 12..... 124**

**AMBIÊNCIA E ENTORNO: INTERAÇÕES SOCIOESPACIAIS ENTRE IDOSOS MORADORES DE UM CONDOMÍNIO E A VIZINHANÇA**

Luzia Cristina Antoniossi Monteiro

Vania Aparecida Gurian Varoto

Lucas Bueno de Campos

Ingrid Bernardinelli

Gabriely Grezele

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250812>

**CAPÍTULO 13..... 136**

**METODOLOGIA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA ENCARGOS COMPLEMENTARES: EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL**

Guilherme Martins Pereira

Regina Maria Germânio

Tiago Silveira Gontijo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250813>

**CAPÍTULO 14..... 155**

**AVALIAÇÃO DE RISCOS E CONTROLE DE SEGURANÇA EM PEDREIRA**

Michael José Batista dos Santos

Suzi Cardoso de Carvalho

Irineu Antônio Schadach de Brum

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250814>

**CAPÍTULO 15..... 174**

**POTENCIAL INOVADOR DAS PESQUISAS DE SISMOLOGIA: ESTUDO DA APLICAÇÃO DA INTERFEROMETRIA SÍSMICA PARA IMAGEAMENTO 4D**

Julia Alanne Silvino dos Santos

Marcelo dos Santos Vieira

Lenise Souza Cardoso de Andrade

Heloysa Helena Nunes de Oliveira

Zulmara Virgínia de Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250815>

**CAPÍTULO 16..... 184**

**SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DO FOSFATO DE CÁLCIO MONETITA PELA ROTA ÚMIDA DE NEUTRALIZAÇÃO RATHJE – HAYEK E NEWSELY**

Nataly Cristiane de Campos Amador Garcias

Carlos Pérez Bergmann

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250816>

**CAPÍTULO 17..... 196**

**ESTUDOS DAS DESCARGAS ATMOSFÉRICAS EM LINHAS DE TRANSMISSÃO MONOFÁSICAS**

Emiliane Advincula Malheiros

Roberto Paulo Barbosa Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250817>

**CAPÍTULO 18.....203**

**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CALCINAÇÃO NA FASE DA HIDROXIAPATITA  
OBTIDA PELO MÉTODO SOL-GEL**

Marilza Aguiar

José Brant de Campos

Bruno Cavalcante Di Lello

Nataly Cristiane de Campos Amador Garcias

Vitor Ramos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250818>

**CAPÍTULO 19.....209**

**REDISTRIBUIÇÃO DA VAZÃO AR EM MINA SUBTERRÂNEA PARA AUMENTO DE  
HORAS DISPONÍVEIS EM OPERAÇÃO DE LAVRA**

Alisson Brasil

Renan Collantes Candia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250819>

**CAPÍTULO 20.....225**

**ANÁLISE DE SENSIBILIDADE DOS LIMITES DA CAVA FINAL ÓTIMA COM BASE NA  
VARIAÇÃO DO PREÇO DE MERCADO DA ROCHA FOSFÁTICA**

João Antônio da Silva Neto

Marcélio Prado Fontes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250820>

**CAPÍTULO 21.....238**

**USO DA TECNOLOGIA DE MANUFATURA ADITIVA NA INDÚSTRIA AEROESPACIAL:  
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA**

Allisson Régis dos Santos Maia

Maria Elizete Kunkel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250821>

**CAPÍTULO 22.....253**

**A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES NA MANUTENÇÃO**

Alexandre Fernandes Santos

Heraldo José Lopes de Souza

Marcia Cristina de Oliveira

Sariah Torno

Darlo Torno

Sandro Adriano Zandoná

Tiago Rodrigues Carvalho

Natalia Tinti Ramos

Eliandro Barbosa de Aguiar

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.04421250822>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>260</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>261</b>

## A IMPORTÂNCIA DOS INDICADORES NA MANUTENÇÃO

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 05/07/2021

### Alexandre Fernandes Santos

Universidade Beira Interior  
Covilhã, Portugal  
<https://orcid.org/0000-0001-5306-6968>

### Heraldo José Lopes de Souza

Fapro – Faculdade Profissional  
Curitiba - Paraná  
<https://orcid.org/0000-0002-8471-7804>

### Marcia Cristina de Oliveira

Faculdade Profissional  
Curitiba, Paraná

### Sariah Torno

FAPRO - Faculdade Profissional  
Curitiba, Paraná

### Darlo Torno

FAPRO - Faculdade Profissional  
Curitiba, Paraná

### Sandro Adriano Zandoná

FAPRO – Faculdade Profissional  
Curitiba, Paraná

### Tiago Rodrigues Carvalho

FAPRO – Faculdade Profissional  
Curitiba, Paraná

### Natalia Tinti Ramos

FAPRO – Faculdade Profissional  
Curitiba, Paraná

### Eliandro Barbosa de Aguiar

FAPRO – Faculdade Profissional  
Curitiba, Paraná

**RESUMO:** A manutenção é essencial em tempos de indústria 4.0, uma das revoluções deste conceito estão em criar indicadores de manutenção, esse capítulo de livro de engenharia trata da matemática da manutenção, como se mensurar confiabilidade com diagrama de blocos e como mensurar a disponibilidade, além de conceituar a taxa de falhas, confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade com alguns exemplos práticos em equipamentos de refrigeração de Datacenters.

**PALAVRAS-CHAVE:** Data Centers, Confiabilidade, Disponibilidade.

### THE IMPORTANCE OF INDICATORS IN MAINTENANCE

**ABSTRACT:** Maintenance is essential in times of industry 4.0, one of the revolutions of this concept is in creating maintenance indicators, this chapter of an engineering book deals with the mathematics of maintenance, how to measure reliability with a block diagram and how to measure availability, in addition to conceptualize the failure rate, reliability, maintainability and availability with some practical examples in data center cooling equipment.

**KEYWORDS:** Data Centers, Reliability, Availability.

### 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente fala-se muito sobre a importância singular da manutenção e/ou das boas práticas de manutenção nos sistema de climatização e refrigeração, no entanto, há

muitas falhas, principalmente quando se trata da mensuração dos dados destas falhas. Desde a etapa de projeto até o chão de fábrica existem erros, seja no superdimensionamento de redundância ou no subdimensionamento desta mesma redundância. O propósito deste artigo é explicar alguns conceitos da manutenção e como se mensura os resultados, como afirma Lord Kelvin: “Somente se conhece uma magnitude física quando se pode medir e expressar numericamente” (ATMOS, 2021). Entre os princípios a serem abordados encontram-se, (SINGH, 2014; MMTEC, 2021):

- **Confiabilidade:** é a probabilidade de que um item irá realizar a sua função pretendida sem “falhas” para um período de tempo determinado sob condições específicas, ou seja, em uma linguagem simplista, a confiabilidade é a qualidade no tempo. A fórmula mais usual para mensurar a confiabilidade é (Knezevic, 2018):

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Sendo:

R= Confiabilidade;

e= exponencial 2,71...;

$-\lambda$ = taxa de falhas em falhas/h:

t= tempo em horas.

Ou seja, enquanto menor a taxa de falhas no tempo, maior será a confiabilidade.

- **Mantenabilidade:** é a probabilidade de executar uma ação bem sucedida de reparo/restauração dentro de um intervalo de tempo. A manutenabilidade também pode ser definida como o grau de facilidade para se fazer a manutenção.

Esses dois princípios se entrelaçam, visto que não adianta ter um equipamento confiável, mas com manuais de difícil compreensão, além de espaços extremamente curtos para se fazer manutenção, ou seja, tem que associar a confiabilidade ao grau de facilidade para se fazer a manutenção. Um exemplo prático disso é uma casa de máquinas pequena.

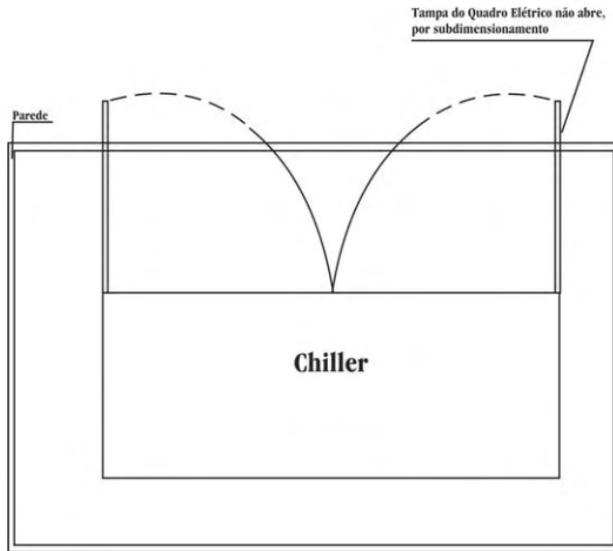


Figura 1 – Casa de máquinas.

- **Disponibilidade:** é a probabilidade do sistema estar operando corretamente quando requerido para o uso, também pode ser expressa numericamente por, (ALSGLOBAL, 2021):

$$D = \frac{TMF}{TMF + TMR}$$

Onde:

D = Disponibilidade;

TMF = Tempo médio entre falhas;

TMR = Tempo médio para reparo.

Assim como equipamentos também existe o conceito da confiabilidade humana, pois é uma ciência aplicada e de muita importância na indústria, que estuda os erros humanos e seus impactos sobre os indicadores de produção, segurança e qualidade, além de fixar estratégias para prevenir, minimizar ou até mesmo eliminar falhas, enganos, transgressões voluntárias e não voluntárias. Os erros na parte humana podem ser responsáveis por grandes partes dos acidentes ocorridos na indústria em geral, para melhorar a segurança e mitigar eventos não desejáveis, é importante que equipamentos, sistemas e operações além claro do ambiente de trabalho estejam compatíveis com as capacidades físicas, intelectuais e cognitivas dos colaboradores, e suas limitações (SILVA et al, 2017).

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Em momentos como de pandemia a facilidade de aquisição de peças locais passa a ser algo importante na tomada de decisão, segundo a Gazeta do povo de abril de 2021 a combinação do aumento de casos de Covid-19 com a falta de componentes levou ao fechamento de metade das 60 fábricas de montadoras no país nas últimas duas semanas e 65 mil funcionários ficaram em casa, o equivalente a 60% da mão de obra do setor, sem contar o pessoal que já estava em home-office (GAZETADOPOVO, 2021).

Ou seja, calcular simulações entre produção nacional ou importada passa a entrar num cálculo importante de disponibilidade, por exemplo:

### Situação hipotética A:

- Equipamento de ar condicionado importado para Climatizar um Datacenter com tempo médio entre falhas = 30.000h;
- Tempo médio para reparo (com importação da peça) = 2.880h (quatro meses);

$$\textit{Disponibilidade} = \frac{30.000}{30.000+2880} = \mathbf{0,9124}$$

### Situação hipotética B:

- Equipamento de ar condicionado nacional para climatizar um Datacenter com tempo médio entre falhas = 20.000h;
- Tempo médio para reparo = 48h (peça nacional disponível na loja).

$$\textit{Disponibilidade} = \frac{20.000}{20.000+48} = \mathbf{0,9976}$$

Ou seja, diversas vezes, os projetistas ignoram o item “disponibilidade”na hora da tomada de decisão para escolher qual é o melhor equipamento e/ou sistema.

A questão sobre o equipamento ser importado ou nacional, neste caso, é apenas hipotética, visto que alguns produtos importados tem uma logística tão avançada que conseguem elaborar a reposição mais rápido que os nacionais.

Ainda na etapa do projeto, as redundâncias quase nunca são analisadas numericamente, quando se trata de equipamentos, sistemas e/ou componentes em série, a confiabilidade é o produto das confiabilidades:

$$R_N = R_1 \cdot R_2 \cdot R_3 \cdot \dots \cdot R_s \cdot$$

Exemplo hipotético:

Contactoras e parte elétrica = 0,98;

Compressor = 0,98;

Condensador = 0,95;

Válvula de Expansão = 0,99;

Evaporador = 0,98.

$$R_N = 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,95 \cdot 0,99 \cdot 0,98 = 0.8580$$

Ou seja, 85,80% de confiabilidade, caso fosse colocado um condensador e um sistema elétrico em paralelo, sabendo que sistemas em paralelo a confiabilidade é:

$$R_S = (R_1 + R_2) \cdot (R_1 \cdot R_2)$$

Podemos dizer:

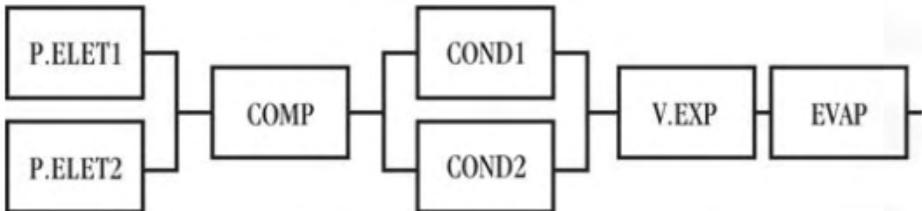


Figura 2 – Sistema de bloco.

Onde:

P.ELET = Contactoras e parte elétrica;

COMP = Compressores;

COND = Condensador;

V.EXP = Válvulas de Expansão;

EVAP = Evaporador.

$$R = R_{//P.ELET} \cdot R_{COMP} \cdot R_{//COND} \cdot R_{V.EXP} \cdot R_{EVAP}$$

$$R = 0,99 \cdot 0,98 \cdot ((0,95 + 0,95) - (0,95 \cdot 0,95)) \cdot 0,98 \cdot ((0,95 + 0,95) - (0,95 \cdot 0,95)) = 0,9460$$

Ou seja, a confiabilidade vai aumentar substancialmente, é um exemplo hipotético, mais que bem aplicado, pode auxiliar os fabricantes e os instaladores a desenvolverem sistemas mais confiáveis.

É claro que a dificuldade matemática se acentua radicalmente quando envolve redundâncias do tipo dois efetivos e um reserva, nesse caso os cálculos são muito mais complexos (integrais, somatório, combinações), para simplificar e mensurar rápido, existem softwares avançados em uma área como os da ReliaSoft (BlockSim) (RELIASOFT, 2021).

Para mensurar a confiabilidade é necessário inicialmente os dados de falha no

tempo (história) com o qual monta-se um histograma para fazer um gráfico PDF (Probability Density Function) e com esses dados podemos simular em software (weibbul ++ da ReliaSoft) (RELIASOFT, 2021), qual é o melhor tipo de função que adere a situação do produto, equipamento ou sistema, com esse estudo podemos determinar mensuravelmente dados de garantia, custos, tempo médio entre falhas e outros que deveriam ser essenciais nas tomadas de decisão.

Especificamente na refrigeração também existe o caso de comparar compressores herméticos e semi-herméticos e até mesmo abertos, visto que os herméticos não possuem a possibilidade de manutenção, foi elaborada uma simulação de 2402 equipamentos sendo metade herméticos e metade semi-herméticos, onde se constatou que o compressor hermético era mais vantajoso no primeiro ano de uso e no período restante o compressor semi-hermético devido a facilidade de manutenção se mostrou mais vantajoso, e em relação a disponibilidade foi maior nos compressores semi-herméticos, pelo menor tempo médio para reparo e maior tempo médio entre falhas.

### 3 | CONCLUSÕES

A qualidade da manutenção deve vir acompanhada de indicadores, especialmente nesse momento de indústria 4.0, e é claro que essa inovação na indústria deve vir acompanhada da manutenção 4.0, o que seria:

“Nos sistemas e ou equipamentos com manutenção 4.0 as atividades que antes eram feitas de forma periódica ou apenas com a falha e quebra dos equipamentos e ou sistema passarão a serem realizadas com a instrução do próprio sistema. Cada vez mais o software e inteligência artificial otimizarão a utilização do equipamento e ou sistema de forma a minimizar o tempo de parada e os prejuízos com trocas de equipamentos e ou peças. Ao usuário caberá apenas o monitoramento do sistema e ou equipamento e o foco no que realmente importa: o desenvolvimento de soluções inovadoras para seus produtos e ou serviços” (WELLELASER, 2021).

Ou seja, a matemática da manutenção e indicadores de taxa de falhas, confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade devem estar na pauta desde o início do projeto e não apenas após a operação de uma fábrica por exemplo.

Em inglês a manutenção se inicia com a palavra “*main*” que significa o principal e isso deve sempre estar pautado que a manutenção inteligente não é um custo e sim um dos principais pontos na pauta.

### REFERÊNCIAS

ALSGLOBAL. Calcular a disponibilidade de máquinas e equipamentos. Disponível em <https://www.alsglobal.com/pt-br/news/artigos/2020/08/como-calculer-a-disponibilidade-de-maquinas-e-equipamentos>. Acessada em 05/07/2021.

ATMOS. **Lord Kelvin quote**. Disponível em [https://atmos.uw.edu/~robwood/teaching/451/Lord\\_Kelvin\\_quote.pdf](https://atmos.uw.edu/~robwood/teaching/451/Lord_Kelvin_quote.pdf) Acessado em 05/07/2021.

GAZETADOPOVO. **Pandemia falta peças afeta metade das montadoras**. Disponível em <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/pandemia-falta-pecas-afeta-metade-montadoras/>. Acessado em 05/07/2021.

SILVA, Bruna Grazielly de Jesus; LISBOA, Ainã Pinheiro; SANTOS, Áurea Haíza Almeida; SANTANA, Kelyanne Santos; SILVA, Isabelly Pereira. **CONFIABILIDADE HUMANA: UMA ABORDAGEM ATUAL DO ERRO HUMANO**. IX SIMPROD – simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe. ISSN 2447-0635. Sergipe. 2017.

MMTEC. **MANTENABILIDADE NA MANUTENÇÃO CORRETIVA: COMO APLICAR?** Disponível em <http://www.mmtec.com.br/mantenabilidade-na-manutencao-corretiva-como-aplicar/#:~:text=O%20que%20significa%20mantenabilidade&text=%E2%80%9Ca%20capacidade%20de%20um%20item,mediante%20procedimentos%20e%20meios%20prescritos.%E2%80%9D>. Acessado em 05/07/2021.

KNEZEVIC, Jezdimir. **How reliable is reliability Function?** DOI 10.13140/RG.2.2.27471.12967. Mirce Academy, Exeter. Reino Unido. November 2018.

RELIASOFT. **Blocksim-system-reliability-availability-maintainability-ram-analysis-software**. Disponível em <https://www.reliasoft.com/products/blocksim-system-reliability-availability-maintainability-ram-analysis-software>. Acessado em 05/07/2021.

RELIASOFT. **Weibull life data analysis software**. Disponível em <https://www.reliasoft.com/products/weibull-life-data-analysis-software>. Acessado em 05/07/2021.

SINGH, Pankaj; YADAV, K. P.; SHRIVASTAVA, Abhishek. **A Preliminary study on reliability engineering and its evaluation**. Turkish Journal of Engineering, Science and Technology, 30/01/2014.

WELLELASER. **Manutenção 4.0, os aspectos da quarta revolução industrial sob a perspectiva da manutenção**. Disponível em <https://wellelaser.com/manutencao-4-0-os-aspectos-da-quarta-revolucao-industrial-sob-a-perspectiva-da-manutencao/>. Acessado em 05/07/2021.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**CARLOS AUGUSTO ZILLI** - Possui graduação em Engenharia Civil e Matemática pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL (2015 e 2005). É doutorando em Engenharia e Gestão do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (2021) e mestre em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (2020). Possui especialização em Avaliação de Imóveis e Perícias de Engenharia pelo Instituto de Pós-Graduação - FAPAN (2018), em Gestão de Obras e Projetos pela Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL (2017), e em Engenharia de Segurança do Trabalho pelo Centro Universitário de Capivari - FUCAP (2016). É docente no Instituto Federal de Educação de Santa Catarina (IFSC) - Campus São Carlos. Possui experiência na área de Matemática, com ênfase em Educação Matemática e em Engenharia de Avaliações e Perícias, com ênfase em Inferência Estatística. Tem interesse em temas relacionados à Ciência de Dados, Engenharia de Avaliações e Planta de Valores Genéricos.

## ÍNDICE REMISSIVO

9GDL 70

### A

Algoritmos 31, 35, 36, 58, 226, 237

Ambiência 124, 126, 127, 129, 132, 133, 134, 135

Análise de sensibilidade 153, 225, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236

### B

Biocombustível 86

Biodigestor 86, 88, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 98

Biomaterial 184, 185, 194

Bowtie 155, 162, 166, 168, 169, 172

### C

Casca de ovos de galinha 184

Cava final 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 236

Confiabilidade 147, 240, 247, 249, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259

Coronavírus 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10

Covid-19 1, 2, 4, 9, 10, 256

### D

Data centers 253

Descarga atmosférica e ATPDraw 196

Dinâmica 20, 22, 24, 25, 26, 35, 69, 70, 71, 72, 74, 120, 133

Disponibilidade 39, 88, 115, 116, 120, 212, 222, 223, 239, 246, 249, 253, 255, 256, 258

### E

Encargos complementares 136, 137, 151

Engenharia de custo 136, 140

Equipamentos de proteção individual-(EPI) 136, 141, 146, 151, 152

Escalonamento 31, 32, 33, 39

Essências florestais 11, 12

Evaporação 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

### F

FCA 69, 70, 71, 72

Filtração 86

Física do solo 11

## **G**

Gestão de processos 209

## **I**

Idoso 132, 134

Índice de qualidade de Dickson 11, 13, 14

Indústria aeroespacial 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Integrado e sustentável 41, 47, 55

## **L**

Laminados 100, 102

Linhas de transmissão 196, 197, 199, 201

## **M**

Manufatura aditiva 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 251

Melhoria continua 209

Metano 86, 89, 90, 91, 95

Método das funções de Green 100

Monetita 184, 185, 189, 190, 191, 192

Moradia adequada 124, 126, 127, 133, 135

Motion cueing 70, 72, 73, 75, 77

## **N**

Nordeste 23, 114, 115, 116, 121, 123, 172, 214, 215, 217, 218

## **O**

Orçamento de obra 136

Otimização 58, 59, 183, 209, 226, 230, 235

## **P**

Pandemia 1, 4, 9, 10, 256, 259

Pedreira 155, 156, 157, 159, 161, 162, 168, 169, 172

Planejamento de lavra 225, 228

Planejamento participativo 41, 46, 47, 55

Plano municipal de saneamento básico 41, 47, 49, 50, 52, 54, 55, 56

Platibandas 18, 20, 25, 26

Políticas públicas 41, 42, 43, 45, 46, 54, 57, 132

Potência reativa 58, 59, 63, 64, 67

Preço da rocha fosfática 225, 228, 229, 233

Pressão efetiva 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27

Processos 8, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 79, 87, 89, 92, 93, 121, 128, 141, 151, 163, 164, 175, 193, 204, 209, 211, 223, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 245, 246, 247, 248, 249

Projeto de cobertura 18

Prospecção 1, 3, 8, 116, 117, 174, 177, 178, 179, 182

## **Q**

Qualidade de mudas 11, 12, 15, 16

## **R**

Regiões críticas 31

Relações socioespaciais 124, 132, 133

Reservatórios superficiais 114, 116, 117, 119, 121, 122

Revisão sistemática da literatura 238, 240

Rota úmida 184, 187, 188

## **S**

Segurança de mina 155, 172

Semáforos 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39

Simulador 31, 36, 37, 38, 39, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 77

Síntese 134, 140, 184, 185, 186, 187, 194, 203, 204, 205, 206, 208

Sísmica 174, 175, 176, 177, 180, 181, 182, 183

Sistemas de potência 58

Substrato 11, 13, 14, 15, 88, 89

## **T**

Timoshenko 100, 101, 102, 103, 106, 107, 112, 113

## **V**

Ventilação de mina 209, 210, 213, 215, 222

Vigas 100, 101, 102, 103, 104, 106, 112

## **W**

WRAC 155, 156, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 172

**Atena**  
Editora

Ano 2021



-  [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)

***A visão sistêmica e integrada  
das engenharias  
e sua integração com a sociedade***

---

**Atena**  
Editora

Ano 2021



-  [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)

*A visão sistêmica e integrada  
das **engenharias**  
e sua **integração com a sociedade***

---