

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 Salvador
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

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

Poliiana 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>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	260
ÍNDICE REMISSIVO.....	261

ADEQUAÇÃO DE TRELIÇA EM AÇO FRENTE A UMA NOVA FINALIDADE

Data de aceite: 02/08/2021

Gustavo de Oliveira Daumas

Instituto Tecnológico da Aeronáutica, Brasil

José Geraldo de Araújo Silva

Engenheiro Civil, Metalcon, Brasil

Lucas Teixeira Araújo

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Antônio Maria Claret de Gouveia

Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil

Hisashi Inoue

Universidade Federal de São João Del Rei,
Brasil

André Luiz Candian

Engenheiro Civil, Faculdade Única, Brasil

RESUMO: Durante a existência de uma edificação/estrutura é normal que, devido a alterações normativas e/ou necessidades de produção e de utilização, que a mesma seja modificada para atender aos esforços oriundos das novas cargas. Isto não quer dizer que ocorreria erro de projeto, fabricação ou montagem, mas sim que a estrutura esteja apenas sendo adequada a uma nova condição, sendo portanto necessária a realização de novo dimensionamento, elaboração de projeto de reforço e colocação dos novos elementos estruturais. Para os casos em que a necessidade de aumento de carga seja pequena, estando abaixo dos fatores normativos, é aceitável, dependendo da experiência e acurácia do calculista/fabricante que não sejam

feitos reforços, mas via de regra, esta não é a praxe. De uma maneira geral os responsáveis pelos processos de reforço/adequação estrutural devem ter expertise suficiente para discernir até a que ponto podem chegar sem colocar em risco a segurança estrutural, quer seja pela utilização ou pelo serviço. Este trabalho apresenta todo o processo de adequação de uma treliça metálica estaiada, utilizada como pipe rack, tendo dois balanços atirantados e um vão central, também atirantado, assemelhando-se à famosa ponte do Brooklin em Nova York. Após a ocorrência de um sinistro (queda de uma árvore durante uma ventania, que veio a colapsar a estrutura em seu vão central) optou-se por alterar a localização e tipologia estrutural do novo pipe rack (aproveitando parte da estrutura colapsada), passando o mesmo a ser em treliça isostática. Esta ação alterou sobremaneira os esforços atuantes na estrutura, sendo necessário propor diversos reforços e trocar algumas peças para que a treliça ficasse simétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Sinistro estrutural, Reforço estrutural, Treliça metálica, Treliça atirantada, Estrutura atirantada.

ABSTRACT: During the existence of a building/structure, it is normal that, due to regulatory changes and/or production and use needs, it is modified to meet the efforts arising from the new loads. This does not mean that there will be an error in the design, fabrication or assembly, but that the structure is just being adapted to a new condition, being therefore necessary to carry out a new dimensioning, elaboration of the reinforcement project and placement of new

structural elements. For cases where the need to increase the load is small, being below the normative factors, it is acceptable, depending on the experience and accuracy of the structural engineer/manufacturer, that no reinforcements are made, but as a rule, this is not the practice. In general, those responsible for structural reinforcement/adaptation processes must have sufficient expertise to discern how far they can go without jeopardizing structural safety, whether through use or service. This work presents the entire process of adapting a cable-stayed metallic truss, used as a pipe rack, having two trussed overhangs and a central span, also trussed, similar to the famous Brooklyn Bridge in New York. After the occurrence of an accident (a tree fell during a wind, which collapsed the structure in its central span), it was decided to change the location and structural typology of the new pipe rack (taking advantage of part of the collapsed structure), passing the even to be in isostatic truss. This action greatly changed the efforts acting on the structure, making it necessary to propose several reinforcements and change some parts so that the truss was symmetrical.

KEYWORDS: Structural damage, Structural reinforcement, Metal truss, Tensioned truss, Tensioned structure.

1 | INTRODUÇÃO

Por mais estranho que possa parecer, toda e qualquer estrutura, quer seja uma edificação simples, ponte ou cobertura metálica, deve ser tratada como um ser vivo, pois durante a “sua vida” ela sofre com as intempéries (sol, chuva e vento) e com as cargas de utilização, sendo necessária a realização de intervenções (corretivas ou não) visando a manutenção das características originais da estrutura, a fim de que ela possa continuar exercendo a função para qual fora projetada e construída.

Da concepção até a utilização, passando pela execução, alterações de finalidade, patologias ou *as built*, todas as fases merecem atenção para que nenhuma não conformidade e/ou desvio passem despercebidos, pois isto poderá gerar graves problemas no futuro.

Algo muito importante e que por vezes não é considerado é a localização de uma estrutura/edificação, ou seja, como está o entorno da futura obra, pois dependendo da condição, problemas poderão surgir, quer seja pelo deslizamento de encostas, enchentes ou afunilamento de vento.

A elaboração de um manual de uso da estrutura juntamente com um memorial descritivo é de suma importância para que, durante a existência da mesma, todas as intervenções que se façam necessárias sejam realizadas dentro de uma conceituação lógica e coerente, a fim de que não ocorram efeitos indesejados e/ou o que devia ser um reparo, torne-se um novo problema.

Na iminência da ocorrência de um problema ou mesmo quando este já estiver ocorrido, para que se obtenha uma melhor performance na intervenção é imperativo que esta seja realizada o quanto antes, pois quando se intervêm de imediato, as possibilidades de sucesso são enormes. As razões para tal é que neste caso tem-se mais tempo para procurar soluções; o problema pode ainda estar no início e as cobranças pela volta à

normalidade ainda não estão em nível estressante.

A estrutura inicial era constituída de uma treliça 3d, estaiada, utilizada para travessia de um rio, tendo tubulações de produto químico em sua parte inferior e superior (3 tubos em PEAD com diâmetro de 500mm). Os pilares para suporte dos tirantes eram em concreto armado.

As dimensões da estrutura são:

Comprimento total: 130 metros

Balanço à esquerda: 20m

Vão central: 90m

Balanço à direita: 20m

Altura: 3.50m

Largura: 3.00m

Modulação: 5.00m

Banzos: perfil dobrado a frio 250x75x6.3x25, em aço USI-SAC41 (de projeto)

Montantes e diagonais: perfil dobrado a frio 100x50x3.00x20, em aço USI-SAC41 (de projeto)

As Figuras 1 e 2 apresentam a vista lateral e o corte transversal da estrutura.

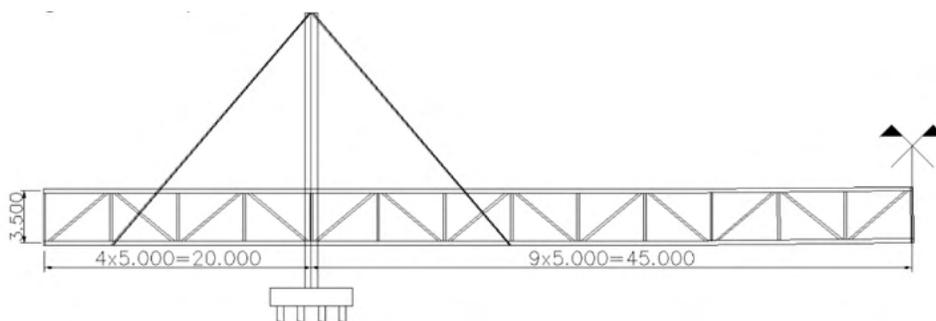


Figura 1 – Meia vista da estrutura existente.

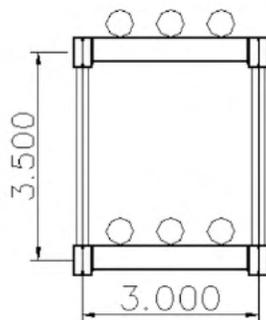


Figura 2 – Corte transversal da treliça.

2.1 APURAÇÃO DAS CAUSAS DO SINISTRO

As fortes chuvas seguidas de vento que ocorreram no interior de São Paulo no ano de 2019, fizeram com que a estrutura ruísse. Porém, as causas primárias do desabamento deveriam ser diagnosticadas, para que não mais se caísse no mesmo erro. Desta forma procurou-se investigar as causas, adotando a seguinte metodologia:

- Pesquisa documental, onde seriam estudados os projetos existentes e confrontados com a estrutura *in loco*.
- Pesquisa documental, visando encontrar as possíveis intervenções realizadas na estrutura, através de relatórios de manutenção e relatórios fotográficos
- Levantamentos de campo, observando as condições da estrutura e o entorno da mesma

2.1 Pesquisa documental

A pesquisa documental obteve grande êxito, pois foram encontrados todos os projetos estruturais relativos à obra (fundação e estrutura metálica), com uma boa qualidade de detalhes, onde todos os itens constantes na estrutura estavam presentes. Infelizmente não se pode dizer o mesmo acerca da opção estrutural adotada, pois esta não era a melhor para o ambiente onde se encontrava instalada a treliça (área industrial altamente agressiva).

Quanto à parte da documentação relativa às intervenções, nada fora fornecido e foi informado que desde a entrega da obra (há 20 anos) nada se faz, nem mesmo uma verificação do surgimento de algum possível ponto de corrosão e/ou alguma patologia de utilização.

2.2 Levantamentos de campo

Com as informações contidas nos projetos, mesmo com a estrutura sinistrada, pôde-se observar em campo as nuances e os detalhes estruturais, estando estes, em parte, de

acordo com o que fora proposto pelo projeto. Muitas das peças apresentavam avançado estado de corrosão, sendo que em alguns pontos, havia corrosão generalizada, ficando parte da peça cortada. Quanto ao entorno o mesmo estava alterado devido à queda de diversas árvores sobre a estrutura e à presença de voçorocas que deixaram a mostra as estacas de um dos lados da ponte.

Após as primeiras análises, pôde-se afirmar com certeza de que a ruína teve as seguintes causas:

- Ausência de manutenção na estrutura
- Ausência de manutenção no entorno da ponte
- Material utilizado não condizente com o especificado no projeto
- Erros de fabricação e montagem.



Figura 3 – Vista de parte da estrutura, com diversas regiões em avançado estado de corrosão.



Figura 4 – À esquerda detalhe de peça onde ocorreu corrosão na solda. Observa-se a baixa qualidade da solda e ausência de acabamento. À direita parafusos de ligação em avançado estado de corrosão.

3 I PROPOSTA DE REUTILIZAÇÃO ESTRUTURAL

Como boa parte das peças apresentava bom estado de conservação, foi proposto a utilização das peças como uma treliça isostática, alocada em um local onde o canal do rio tivesse menor largura e que as influências externas (árvores e agressividade ambiental) fosse de menor monta, de forma a impedir que um novo sinistro ocorresse. Optou-se pelo comprimento de 60m, como mostrado pela Figura 5.

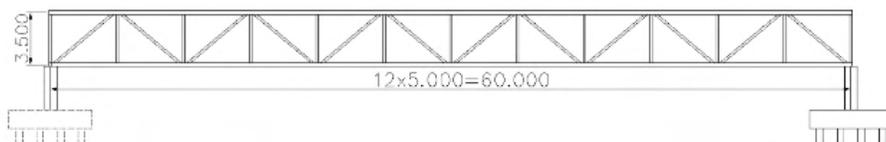


Figura 5 – Vista da nova estrutura, sem balanços, tirantes e com apenas o vão central.

De posse da necessidade da indústria (três tubos na parte superior e três tubos na parte inferior), das cargas de vento obtidas através da NBR 6123 (1) e de alguma carga para manutenção, partiu-se para o cálculo e detalhamento da nova estrutura. Para peças em perfis leves (dobrados a frio) utilizou-se a NBR14623 (2) e para os reforços em cantoneira e chapa grossa, NBR8800 (3).

Escolheram-se as melhores peças e através da engenharia reversa ficou patente a necessidade da colocação de reforços e, em alguns casos, troca das peças. Onde era necessária o aumento de área de aço, colocou-se uma chapa soldada na alma do perfil e onde poderia haver troca de sentido dos esforços, por segurança fora colocada uma nova diagonal, ficando assim o sistema composto por uma peça em “X”.



Figura 6 – À esquerda vista de um reforço em chapa grossa soldado à alma do perfil dobrado a frio. À direita, para diminuição do trabalho e aumento da segurança, foi colocado (próximo aos apoios) diagonais em “X”.

4 | CONCLUSÕES

Este estudo de caso permite afirmar que:

- Assim como os seres vivos, toda e qualquer edificação ou estrutura, deve ter a sua história registrada, pois em caso de algum acidente, se necessário realizar alguma intervenção, esta será mais fácil e mais econômica;
- As estruturas têm que ser projetadas e construídas considerando o entorno das mesmas, verificando o tipo de ambiente em que a mesma será inserida e se existe a possibilidade da ocorrência de algum sinistro, quer seja provocado ou oriundo das forças da natureza;
- A reutilização de uma estrutura é viável, desde que a estrutura existente seja analisada com muito critério e que a proposta de reutilização seja bem estudada e levada a cabo com equipe capacitada e experiente;
- Independente da condição, toda e qualquer estrutura necessita de manutenção periódica, pois imprevistos podem acontecer sem prévio aviso.
- A fiscalização participativa deve ser uma constante, quer seja na fase de projeto, fabricação e montagem da estrutura metálica, não cessando após a entrega da obra.

REFERÊNCIAS

[1] NBR 6123:1.988 – Cargas devidas ao vento em edificações. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1.988. Rio de Janeiro.

[2] NBR 14762:2.010 - Dimensionamento de estruturas de aço constituídas por perfis formados a frio

[3] NBR 8800:2.008 - Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, 2.008. Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1.988. Rio de Janeiro.

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
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  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
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 @atenaeditora
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

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