

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

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 SOCIOESPAIAIS 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

CAPÍTULO 6

APLICAÇÃO COMPUTACIONAL PARA O PLANEJAMENTO DE FLUXO DE POTÊNCIA REATIVA

Data de aceite: 02/08/2021

Data de submissão: 28/06/2021

Poliana Schneider Durigon

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/
Centro de Engenharia e Ciências Exatas
Foz do Iguaçu, PR
<http://lattes.cnpq.br/3473135707687520>

Carlos Roberto Mendonça da Rocha

Universidade Estadual do Oeste do Paraná/
Centro de Engenharia e Ciências Exatas
Foz do Iguaçu, PR
<http://lattes.cnpq.br/4658529903411274>

RESUMO: A representação computacional para resolver um problema real não é uma tarefa simples, pois depende da habilidade de se interpretar o problema que se quer resolver, através do conhecimento, identificando os elementos que deverão ser representados e também a forma que estes elementos se relacionarão neste processo. Neste contexto, um estudo cuidadoso sobre o problema de planejamento de reativos foi realizado, com o objetivo de identificar os objetos reais do problema, para a modelagem computacional. O algoritmo foi implementado na linguagem computacional orientada algebricamente GAMS. Para a verificação do modelo foi utilizado um sistema teste de 9 barras. Através de simulações, foram obtidos resultados que mostraram a adequação do modelo em representar o problema, contribuindo para a determinação de

soluções factíveis para o problema.

PALAVRAS-CHAVE: Otimização, Algoritmos, Sistemas de Potência, Potência Reativa.

COMPUTATIONAL APPLICATION FOR REACTIVE POWER FLOW PLANNING

ABSTRACT: The computational representation to solve a real problem is not a simple task, as it depends on the ability to interpret the problem you want to solve, through knowledge, identifying the elements that should be represented and also the way these elements will relate in this process. In this context, a careful study of the reactive planning problem was carried out, with the objective of identifying the real objects of the problem, for the computational modeling. The algorithm was implemented in the algebraically oriented computational language GAMS. To verify the model, a 9-bar test system was used. Through simulations, results were obtained that showed the adequacy of the model in representing the problem, contributing to the determination of feasible solutions for the problem.

KEYWORDS: Optimization, Algorithms, Power Systems, Reactive Power.

1 | INTRODUÇÃO

A representação computacional para solucionar um problema real não é uma tarefa simples, pois depende da habilidade de se interpretar o problema que se quer resolver, através do conhecimento, identificando os elementos que deverão ser representados e também a forma que estes elementos se

relacionarão nesse processo.

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos com a realização de um estudo para a aplicação computacional de uma metodologia para identificar a melhor barra para conectar bancos de capacitores, assim como a capacidade ótima dos respectivos, para melhorar o perfil de tensão de sistemas de distribuição. Como ferramenta para determinar o estado da rede, foi usado o método de varredura.

O objetivo principal do estudo foi mostrar a importância da aplicação computacional para a solução de problemas reais que acontecem no escopo da engenharia elétrica. Neste contexto foi proposto um assunto específico para ser explorado dentro da área de Sistemas Elétricos de Potência, relacionado com o Planejamento de Fluxo de Potência Reativa (PFPR).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Um dos métodos que pode ser utilizado para a solução de problemas de fluxo de potência de reativos nas linhas é o método da sensibilidade simplificado. Esse método se mostra eficiente para sistemas grandes e complexos assim como para sistemas de menor porte, além disso, ele se mostra de simples compreensão e solução (SEIFI, 2011).

O método de sensibilidade simplificado só leva em conta o aspecto do perfil de tensão do sistema, tornando a função de otimização dependente apenas dessa função, não sendo mais uma função multiobjetivo, como é o caso do método da sensibilidade.

Essa função objetivo, que leva em conta apenas o perfil de tensão, consiste em minimizar o valor de P_{min} , da equação representada a seguir.

$$P_{min} = \sum_{i=1}^N (V_i - V_i^{set})^2 \quad (1)$$

Em (1), N representa o número de barras do sistema, V_i o módulo de tensão na barra i e V_i^{set} a tensão de referência da barra i .

Se todas as barras do sistema estivessem com $1,0 pu$, ou seja, exatamente com a tensão de referência, à função objetivo seria atribuída o valor zero. Portanto, a minimização do valor de P_{min} acarreta no melhoramento do perfil de tensão do sistema (SEIFI, 2011).

Para o perfil de tensão estar dentro dos padrões exigidos pela ANEEL, as concessionárias de energia elétrica tem que entregar ao consumidor uma tensão no máximo 5% acima ou 7% abaixo da tensão nominal da rede (ALVES, 2012).

Na Figura 1 está esquematizado a aplicação desse método através de um fluxograma.

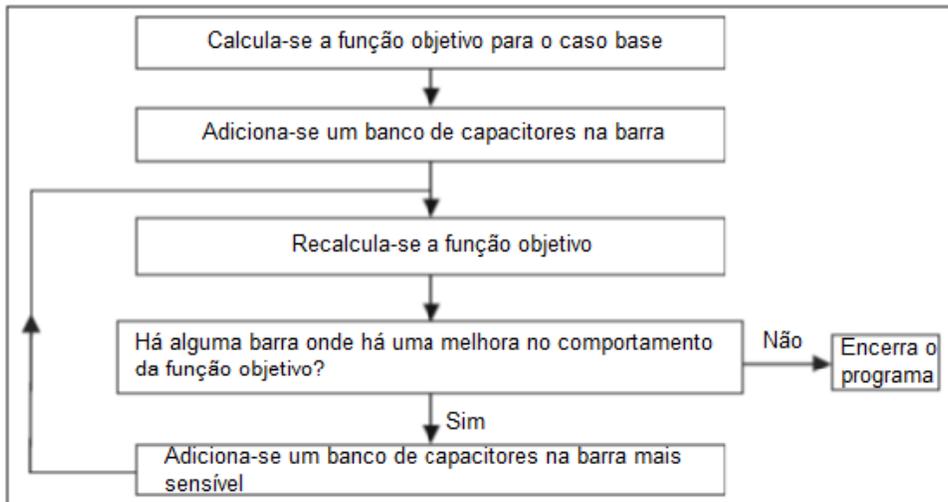


Figura 1 – Fluxograma do método de abordagem da sensibilidade.

Fonte: Adaptado de (SEIFI, 2011).

A abordagem desse método funciona de modo que o primeiro passo seja resolver o fluxo de potência, obtendo com a solução, o resultado da função objetivo para o caso base. Após este passo, é simulada a entrada de um banco de capacitores em cada barra do sistema, até que em algum desses casos a função objetivo calculada tenha resultados melhores que a do caso base, se isso for possível o processo continua, se não houver a melhora em relação ao caso base em nenhum dos casos, o processo é abortado. Se o processo continuar, com os novos resultados da função objetivo é possível verificar quais as barras mais frágeis do sistema e estabelecer a alocação de bancos de capacitores nas mesmas, e assim o processo se repete até que não haja mais nenhuma barra que melhore os resultados da função objetivo, ou até que todas as tensões estejam dentro dos padrões (SEIFI, 2011).

Existem outros dois critérios de parada na metodologia. O primeiro está relacionado com o número máximo de bancos de capacitores em cada barra do sistema. Sobre este aspecto, o número máximo considerado foi 5 bancos de capacitores por barra, que é um número usado tipicamente, e que geralmente está relacionado com as limitações físicas do local e a dificuldade da manutenção. O outro critério de parada considerado está relacionado ao perfil de tensão do sistema, então quando todas as barras do sistema estão acima de $0,93 pu$ o processo pode parar, pois o determinado já está dentro das obrigações mínimas de qualidade de energia elétrica exigida pela ANEEL.

A resolução da função objetivo se torna muito fácil após a solução do fluxo de potência, portanto uma das etapas mais difíceis para solucionar o problema foi estabelecer uma maneira simples e eficiente para obter os resultados necessários do fluxo de potência.

O método escolhido para resolver o problema de fluxo de potência, necessário para a solução do problema, foi o método de varredura ou Método *Backward Forward Sweep*. Esse método busca organizar o sistema em camadas, com a subestação fixada na camada 0 e assim seguindo a sequência da rede até chegar nos ramos mais distantes do sistema (SHIRMOHAMMADI, 1988).

O sistema de camadas está ilustrado na Figura 2, para a melhor compreensão de como é realizada essa organização em camadas. Ainda na figura encontra-se uma barra de referência que é a subestação, além de exemplificar alguns dados das barras 7 e 12, chamados respectivamente de L_1 e L_2 , as correntes associadas a essas barras são chamadas de I_{L_1} e I_{L_2} e a linha que conecta essas duas barras é chamada de L .

No método de varredura, após a organização do sistema em camadas, são numeradas as linhas de forma ordenada, da camada mais distante da subestação até chegar na camada 0. Com as camadas, os nós e as linhas definidas, o método pode começar o *loop* de resolução do fluxo de potência.

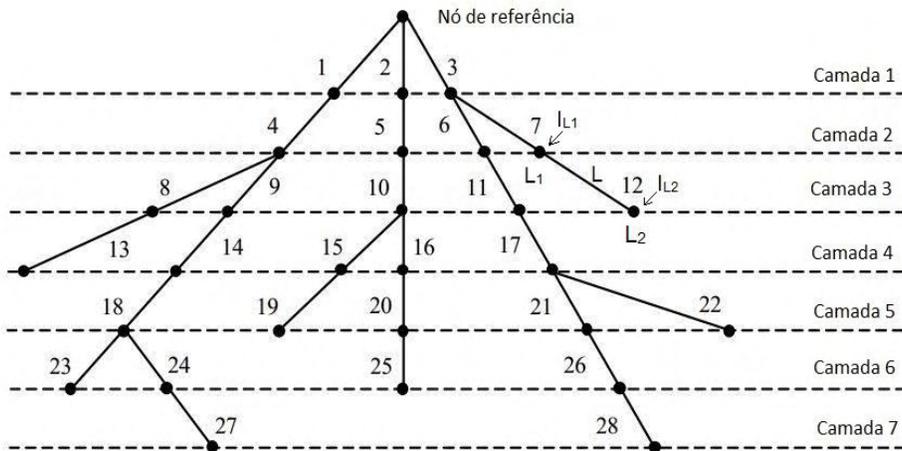


Figura 2 - Um exemplo de sistema organizado por camadas.

Fonte: Adaptado de (SHIRMOHAMMADI, 1988).

Para iniciar o processo iterativo para o cálculo do fluxo de potência, o valor de tensão da barra da subestação é informado inicialmente e é considerado que todas as outras barras do sistema têm esse mesmo valor de tensão. Nas iterações seguintes, essa tensão será a calculada anteriormente e não mais a tensão base do sistema. A seguir são apresentadas as etapas deste processo iterativo:

1. Cálculo das correntes nas barras:

$$I_i^{(k)} = \left(\frac{S_i}{V_i^{(k-1)}} \right)^* \quad i = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (2)$$

Na equação (2), $I_i^{(k)}$ representa a corrente na barra i na iteração k do processo, S_i é a potência injetada na barra i , $V_i^{(k-1)}$ é a tensão na barra na iteração anterior e n representa o número de barras de carga do sistema.

2. Cálculo das correntes nas linhas (Varredura *Backward*):

$$J_L^{(k)} = I_{L2}^{(k)} + \sum \text{correntes que saem do nó } L2 \quad L = r, r-1, \dots, 1. \quad (3)$$

Na equação (3), r é o número de linhas existentes no processo, $J_L^{(k)}$ é a corrente na linha L e $I_{L2}^{(k)}$ é a corrente injetada no nó $L2$.

Como pode ser observado na equação acima, é utilizada a Lei de Kirchhoff para as correntes na resolução dessa segunda etapa. Outra observação importante a ser feita é que os cálculos começam do ramo mais distante da subestação, por isso essa etapa é também chamada de *Backward*, que tem como tradução 'para trás'.

3. Cálculo das tensões nas barras (Varredura *Forward*):

$$V_{L2}^{(k)} = V_{L1}^{(k)} - Z_L * J_L^{(k)} \quad L = 1, 2, \dots, r \quad (4)$$

Na equação (4), $V_{L1}^{(k)}$ é a tensão atualizada na barra $L1$, Z_L é a impedância na linha L , $J_L^{(k)}$ é a corrente na linha L calculada no passo 2 e $V_{L2}^{(k)}$ é a tensão na barra $L2$.

Para esse terceiro passo é utilizada a Lei de Kirchhoff para as tensões, além disso, os cálculos das tensões começam a ser realizados da subestação e terminam nos ramos mais distantes do sistema, por isso essa etapa é chamada de *Forward*, que tem como tradução 'para frente'.

Os passos 1, 2 e 3 continuam sendo repetidos até que a convergência seja satisfeita ou que o número máximo de iterações seja atingido, o método de convergência utilizado é a diferença entre a potência estabelecida e a calculada na barra. Essa injeção de potência é calculada da seguinte forma:

$$S_i^{(k)} = V_i^{(k)} * I_i^{(k)*} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5)$$

Na equação (5), $I_i^{(k)*}$ é o valor conjugado de $I_i^{(k)}$.

Assim, o método de convergência do algoritmo pode ser calculado com as potências ativas e reativas na barra i :

$$\Delta P_i^{(k)} = \text{Re} \left[S_i^{(k)} - S_i \right] \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$\Delta Q_i^{(k)} = \text{Im} \left[S_i^{(k)} - S_i \right] \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

Quando os valores de convergência atingem a tolerância desejável, o método finaliza a busca pela solução. Em outras palavras, quando a equação (8) for obedecida, o processo encerra.

$$\Delta P_i^{(k)} \text{ e } \Delta Q_i^{(k)} \leq \text{tolerância} \quad (8)$$

Com o fluxo de potência resolvido, é possível resolver o problema com o método da sensibilidade simplificado apresentado. É possível determinar a quantidade de bancos de capacitores e em quais barras do sistema serão alocados, cumprindo o processo de alocação de bancos de capacitores para o planejamento de fluxo de potência reativa.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para verificar o desempenho do algoritmo foi considerado um sistema de 9 barras. A seguir são apresentadas as informações deste sistema teste.

O sistema teste possui 9 barras, sendo a barra 1 a subestação, que é ligada ao restante do sistema através da barra 2. Este sistema é ilustrado através da Figura 3.

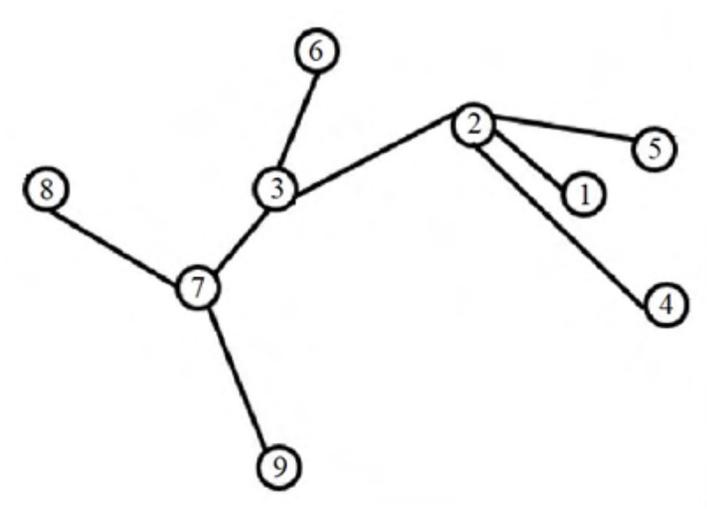


Figura 3 – Sistema teste de 9 barras.

Fonte: Próprio Autor.

Os dados das linhas do sistema teste, são ilustrados através da Tabela 1, que apresenta os tipos e a distância de cada linha do sistema.

Barra de	Barra para	Distância [km]	Tipo de linhas
1	2	0,56585	D
2	3	1,20319	C
2	4	1,63145	A
2	5	1,95238	A
3	6	2,28962	A
3	7	1,36091	B
7	8	1,79455	A
7	9	1,89994	A

Tabela 1 – Dados de distância e tipo de linhas do sistema.

Na Tabela 2, são apresentados os dados de cada tipo de linha, como resistência, impedância e capacidade de corrente.

Tipo de barra	Resistencia [Ohms/km]	Impedância [Ohms/km]	Capacidade [A]
A	0,2220	0,4020	429
B	0,1110	0,2010	858
C	0,0550	0,1005	1716
D	0,0370	0,0670	2574

Tabela 2 – Tipos de linha do sistema teste.

A subestação é considerada uma barra de geração, podendo entregar ao sistema 10 MVA. As potências ativas e reativas consumidas nas barras (carga) são apresentadas através da Tabela 3. Foi considerado que a tensão padrão do sistema é 7967,4337 V.

Barras	Potência Ativa (kW)	Potência Reativa (kVAr)
2	1313,00	551,45
3	3282,50	1076,66
4	1877,59	610,55
5	2770,43	905,97
6	2074,54	676,20
7	1588,73	518,64
8	2251,80	735,28
9	2087,67	689,33

Tabela 3 - Dados de potência nos barramentos do sistema de 9 barras.

O sistema apresentado, foi então implementado através do método da sensibilidade simplificado em GAMS (BROOKE, 1997). Esse programa exibe alguns resultados importantes impressos na tela e entre as variáveis impressas foi estabelecido: tensão mínima permitida e calculada, tensão máxima permitida e calculada e o valor de P_{min} calculado através da equação (1).

Na Tabela 4 são apresentados os valores de P_{min} , da tensão mínima e da tensão máxima calculada, da primeira iteração do programa. No contexto da solução, deve ser mencionado que a tensão mínima permitida é de 7409,714 V e a máxima de 8365,805 V.

Assim, nesta tabela é possível visualizar que a tensão máxima calculada está dentro dos padrões mas que a tensão mínima está abaixo da permitida pela ANEEL, além disso pode ser observado que os valores de P_{min} das demais iterações é menor do que no caso base. Com este resultado concluído, é possível procurar a barra mais sensível do sistema, ou seja, a barra com o menor valor de P_{min} , essa barra deve receber um banco de capacitor de 300 kVAr, assim, nessa 1ª iteração a barra que irá receber o banco é a barra 9.

Barras	Tensão Min. Calculada (V)	Tensão Max. Calculada (V)	P_{min} ($\cdot 10^3$)
Caso Base	7328,294	7967,434	1454,702
2	7329,869	7967,434	1445,301
3	7334,946	7967,434	1421,147
4	7329,891	7967,434	1434,672
5	7329,917	7967,434	1425,272
6	7335,118	7967,434	1387,205
7	7346,506	7967,434	1382,255
8	7349,888	7967,434	1344,570
9	7346,919	7967,434	1342,770

Tabela 4 - Dados obtidos na 1ª iteração do programa.

Após alocar o banco de capacitores na barra 9, é realizada uma nova iteração, pois os valores de tensão ainda não estão dentro dos valores padrões para o sistema. Os dados dessa 2ª iteração são apresentados através da Tabela 5.

Barras	Tensão Min. Calculada (V)	Tensão Max. Calculada (V)	P_{min} (*10 ³)
Caso Base	7346,919	7967,434	1342,770
2	7348,489	7967,434	1333,722
3	7353,545	7967,434	1310,689
4	7348,512	7967,434	1323,183
5	7348,537	7967,434	1313,810
6	7353,716	7967,434	1277,322
7	7365,024	7967,434	1274,149
8	7395,102	7967,434	1237,749
9	7365,226	7967,434	1239,072

Tabela 5 - Dados obtidos na 2ª iteração do programa.

De acordo com as informações da Tabela 5, o P_{min} com menor valor está na barra 8, portanto deve ser acrescentado um banco de capacitor nessa barra. Como a tensão ainda não se encontra dentro dos limites de qualidade da ANEEL, é necessário mais uma iteração. Outro fato importante que deve ser observado, é que o caso base da nova iteração sempre é o caso da barra mais sensível da iteração anterior.

Os dados da 3ª iteração podem ser observados através da Tabela 6, que apresenta a solução do presente problema. Essa foi a última iteração necessária para a busca da solução.

Barras	Tensão Min. Calculada (V)	Tensão Max. Calculada (V)	P_{min} (*10 ³)
Caso Base	7395,102	7967,434	1237,749
2	7396,661	7967,434	1229,045
3	7401,676	7967,434	1207,097
4	7396,683	7967,434	1218,593
5	7396,709	7967,434	1209,248
6	7401,845	7967,434	1174,300
7	7413,028	7967,434	1172,820
8	7417,902	7967,434	1140,401
9	7413,227	7967,434	1139,006

Tabela 6 - Dados obtidos na 3ª iteração do programa.

Como mostra a Tabela 6, o menor valor de P_{min} encontra-se na barra 9, e assim é acrescentado mais um banco de capacitores nessa barra. Porém, a tensão mínima calculada no sistema com essa situação é de 7413,227 V, sendo maior que a tensão mínima permitida no sistema, ou seja, todo o sistema já está dentro do padrão de qualidade de tensão exigido pela ANEEL, encerrando assim o processo iterativo. Assim, como resultado

final, três bancos de capacitores foram alocados no sistema, sendo dois bancos alocados na barra 9 e um na barra 8.

Foi obtido como resultado para o sistema com 9 barras, um fluxo de potência que esta ilustrado através da Figura 4, apresentado a seguir.

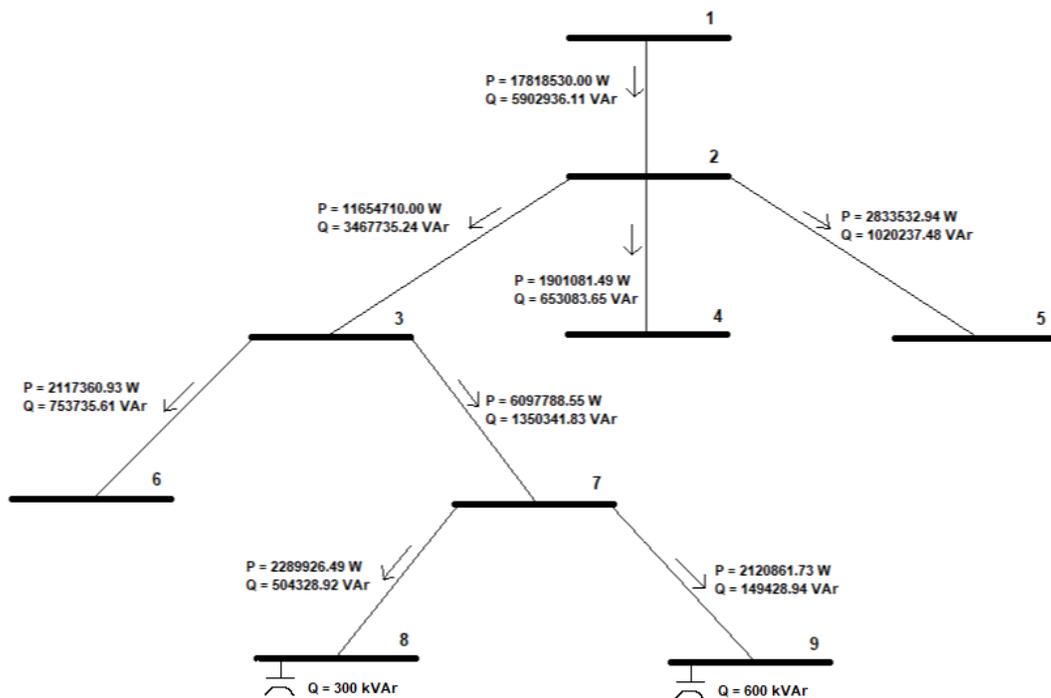


Figura 4 - Fluxos de potência ativa e reativa nas linhas do sistema de 9 barras.

Fonte: Próprio Autor.

4 | CONCLUSÃO

Neste trabalho foi apresentada uma modelagem matemática para a representação do problema de planejamento de fluxo de potência reativa. Foi usado o método da sensibilidade simplificada para definir os pontos ótimos para alocação de bancos de capacitores no sistema. Para a resolução do problema de fluxo de potência foi usado o método da varredura. A linguagem computacional empregada na implementação foi GAMS.

Com a resolução desse problema referente ao planejamento de fluxo de potência relativa, foi verificado a importância da aplicação computacional para a resolução de problemas na área de Engenharia Elétrica. Problemas reais (relacionados a esse) tendem a ser grandes e exigir um grande esforço para a resolução, sendo difícil realizá-lo de forma manual, pelo tempo enorme que levaria. A aplicação computacional torna possível muitos cálculos em um curto período, sendo uma ferramenta imprescindível para esses trabalhos.

REFERÊNCIAS

ALVES, Raiane Piacente. **Alocação Ótima de Reguladores de Tensão em Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica Radiais Usando uma Formulação Linear Inteira Mista**. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

BROOKE, A.; KENDRIK, D.; MEERAUS, A. **GAMS Sistema Geral de Modelagem Algébrica**. Rio de Janeiro: Edgar Blücher, 1997.

SEIFI, H., SEPASIAN, M. S. **Electric Power System Planning**. Londres: Editora Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2011.

SHIRMOHAMMADI, D., HONG, H. W., SENLYEN, A.; LUO, G. X. **A compensation-based power flow method for weakly meshed distribution and transmission networks**. IEEE Transactions on Power System, v. 3, n. 2, p. 753-762, 1988.

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

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