

**Cleberton Correia Santos
(Organizador)**

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 3**

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 3

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Natália Sandrini
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 3 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 3)</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-642-3 DOI 10.22533/at.ed.423192309</p> <p>1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série.</p> <p style="text-align: right;">CDD 016.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 3º volume 37 capítulos relacionados temáticas de área multidisciplinar associadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES BIODEGRADÁVEIS REFORÇADOS COM FIBRAS DE CANA-DE-AÇÚCAR	
Paula Consoli Ireno Franco Mary Leiva Faria Ana Paula Bilck	
DOI 10.22533/at.ed.71619103091	
CAPÍTULO 2	10
ACESSIBILIDADE AO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE BIOLOGIA, MICROSCOPIA E ANÁLISES CLÍNICAS DA UEZO POR PESSOAS EM CADEIRA DE RODAS	
Tiago Alexandre Silva Nascimento Gabriella Oliveira Alves Moreira De Carvalho Thiago Manchester De Mello Fabio Da Silva De Azevedo Fortes	
DOI 10.22533/at.ed.71619103092	
CAPÍTULO 3	23
ANÁLISE DA ESTABILIDADE DAS ESCAVAÇÕES NO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA	
Marinésio Pinheiro de Lima Robson Ribeiro Lima Francisco Wilson Hollanda Vidal	
DOI 10.22533/at.ed.71619103093	
CAPÍTULO 4	33
ELABORAÇÃO DE MODELO COMPUTACIONAL PARA O ESTUDO DE VIBRAÇÕES LIVRES EM UMA PONTE DE CONCRETO ARMADO	
Arlindo Pires Lopes Esterfeny Guedes Pires Larissa Lázara Mesquita Cavalcante Matheus Pereira da Silva Mayk Oris Guerreiro Stefanny di Samuel da Costa Tiago de Souza Seixas	
DOI 10.22533/at.ed.71619103094	
CAPÍTULO 5	45
ANÁLISE SENSORIAL: TESTES DISCRIMINATIVOS, DESCRITIVOS E AFETIVOS	
Antônio das Graças Amaral Neto Elisa Norberto Ferreira Santos	
DOI 10.22533/at.ed.71619103095	
CAPÍTULO 6	57
APLICAÇÃO DE JOGOS E GAMIFICAÇÃO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DOS CONCEITOS BÁSICOS DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL	
José Ribamar Azevedo dos Santos João Roberto Ursino da Cruz Marcos Paulo Santos Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.71619103096	

CAPÍTULO 7	70
ASPECTOS ECONÔMICOS DA LAVRA INTEGRAL DO PEGMATITO ALTO DA SERRA BRANCA	
Marinésio Pinheiro de Lima	
Júlio Cezar de Souza	
Francisco Wilson Hollanda Vidal	
DOI 10.22533/at.ed.71619103097	
CAPÍTULO 8	78
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM RELAÇÃO A CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO INALÁVEL NA CIDADE DE CAMBORIÚ, SC	
Beatriz Faga	
Joeci Ricardo Godoi	
Viviane Furtado Velho	
Letícia Flohr	
DOI 10.22533/at.ed.71619103098	
CAPÍTULO 9	90
DESENVOLVENDO BIOMATERIAIS DE HIDROXIAPATITA RECOBERTA COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA (AgNPs) PARA APLICAÇÃO EM DEFEITOS CRÍTICOS ÓSSEOS	
Ingrid Russoni de Lima	
Gabrielle Cristine Lemos Duarte Freitas	
Elaine Cristina Lopes Pereira	
Lucas Furtado Loesh	
Fernanda A. Sampaio da Silva	
Heleno Souza da Silva	
Renata Antoum Simão	
José Adilson de Castro	
Gláucio Soares Fonseca	
DOI 10.22533/at.ed.71619103099	
CAPÍTULO 10	102
AVALIAÇÃO DO PRÉ-TRATAMENTO DO INOCULANTE E DA COMBINAÇÃO DE SUBSTRATOS SOBRE A PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO A PARTIR DE GLICEROL BRUTO, DEJETOS SUÍNOS E GLICOSE	
Fidel Alejandro Aguilar Aguilar	
Ronnie Von Dos Santos Veloso	
Luis Fernando Santis Espinosa	
Lilian de Araújo Pantoja	
Alexandre Soares dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.716191030910	
CAPÍTULO 11	114
CAPTURA DE CARBONO VOLÁTIL DO PROCESSO DE BIORREMEDIAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA	
Odete Gonçalves	
Paulo Fernando de Almeida	
Cristina Maria A. L. T. M. H. Quintella	
Ana Maria Álvares Tavares da Mata	
DOI 10.22533/at.ed.716191030911	

CAPÍTULO 12 129

CARBETO DE BORO (B₄C): REVISÃO acadêmica ACERCA DAS PROPRIEDADES E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

Eduardo Braga Costa Santos
Denise Dantas Muniz
Eliandro Pereira Teles
Danielle Guedes de Lima Cavalcante
Ricardo Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.716191030912

CAPÍTULO 13 141

CLIMATOLOGIA DA REGIÃO OESTE DO PARÁ - CENTRO DA AMAZÔNIA - E IMPACTO DOS TRÊS ÚLTIMOS EVENTOS DE SECAS SEVERAS NA TEMPERATURA DO AR E PRECIPITAÇÃO

Gabriel Brito Costa
Waldeir dos Santos Pereira
Mayara Barbosa Lima
Juliane da Silva Sampaio
Ana Caroline da Silva Macambira
Letícia Victória Santos Matias
Duany Thainara Corrêa da Silva
Natan Barbosa Almada
Rogério Favacho da Cruz
Jéssica Aline Godinho da Silva

DOI 10.22533/at.ed.716191030913

CAPÍTULO 14 153

DESIGN DE ENUNCIADOS COM O USO DE TECNOLOGIAS DIGITAIS SOB O ENFOQUE DA (RE) FORMULAÇÃO DE PROBLEMAS

Fabiane Fischer Figueiredo
Claudia Lisete Oliveira Groenwald

DOI 10.22533/at.ed.716191030914

CAPÍTULO 15 164

DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO TOTAL E BIOACESSÍVEL *in vitro* DE CÁLCIO EM DIFERENTES TIPOS DE LEITE POR FOTOMETRIA DE CHAMA

Ani Caroline Weber
Luiz Ricardo Mallmann Oliveira
Sabrina Grando Cordeiro
Eniz Conceição Oliveira
Eduardo Miranda Ethur
Lucélia Hoehne

DOI 10.22533/at.ed.716191030915

CAPÍTULO 16 175

ESPAÇO ARTE_ON: PLATAFORMA ON-LINE PARA EXPOSIÇÕES ARTÍSTICAS DOS DISCENTES DO ENSINO MÉDIO DO IFC-CAS

Leonardo Cristovam de Jesus
Lucas Pereira Elias
Marcos Henrique de Moraes Golinelli
Tereza Cristina Benevenuto Lautério

DOI 10.22533/at.ed.716191030916

CAPÍTULO 17 188

ESTRATÉGIAS FOCADAS NO ENSINO DE LÓGICA DE PROGRAMAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BRASILEIRA

Deborah Godoy Martins Corrêa
Tiago de Oliveira
Denise Stringhini

DOI 10.22533/at.ed.716191030917

CAPÍTULO 18 201

ESTUDO DA FRAÇÃO ÁCIDA DO ÓLEO DE COPAÍBA

Carlos Vinícius Machado Miranda
Railda Neyva Moreira Araújo Cabral
Luely Oliveira da Silva
Giselle Maria Skelding Pinheiro Guilhon
Marivaldo José Costa Corrêa
Eloisa Helena de Aguiar Andrade
Manoel Leão Lopes Junior
Lourivaldo Silva Santos

DOI 10.22533/at.ed.716191030918

CAPÍTULO 19 209

ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA DO REAPROVEITAMENTO DO ESTÉRIL DE ROCHAS ORNAMENTAIS COMO AGREGADOS PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

Weverton Pereira do Sacramento
Maria de Lourdes de Oliveira
Luana Leite Ferreira
Robson Wotikowski Guedes

DOI 10.22533/at.ed.716191030919

CAPÍTULO 20 218

EXPLORANDO CONCEITOS GEOMÉTRICOS NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Leila Pessôa Da Costa
Sandra Regina D'Antonio Verrengia

DOI 10.22533/at.ed.716191030920

CAPÍTULO 21 226

GESTÃO DE INFORMAÇÕES CLÍNICAS DE ANIMAIS DE GRANDE PORTE: UMA PROPOSTA DE SOLUÇÃO BASEADA EM COMUNIDADE DE PRÁTICA

Gersica Agripino Alencar
Rafael Santos Barbosa
Ricardo André Cavalcante de Souza

DOI 10.22533/at.ed.716191030921

CAPÍTULO 22 239

GRUPOS DE HOMOLOGIA SIMPLICIAL

Wendy Díaz Valdés
Lígia Laís Fêmina
Gisele Andrade Lemos
Jorge Vicente Barbosa Júnior

DOI 10.22533/at.ed.716191030922

CAPÍTULO 23 246

LAMINADOS DE MATRIZ POLIÉSTER REFORÇADOS COM FIOS DE JUTA NA FORMA DE TECIDO E ORIENTADOS A 0°, 45° E 90°

José Emílio Medeiros dos Santos
Douglas Santos Silva
Igor dos Santos Gomes
Maurício Maia Ribeiro
Roberto Tetsuo Fujiyama

DOI 10.22533/at.ed.716191030923

CAPÍTULO 24 263

MAGONIA PUBESCENS A.ST.-HIL: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Ana Mayra Pereira da Silva
Amanda Ribeiro Correa
Cárita Rodrigues de Aquino Arantes
Rosiane Alexandre Pena Guimarães
Monica Franco Nunes
Dielle Carmo de Carvalho Neres
Elisangela Clarete Camili
Carla Spiller

DOI 10.22533/at.ed.716191030924

CAPÍTULO 25 270

O CURSO DE PRÉ-CÁLCULO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO SUPERIOR

Erasmus Tales Fonseca
Leandro Teles Antunes dos Santos
Patrícia Milagre de Freitas
Dayane Andrade Queiroz

DOI 10.22533/at.ed.716191030925

CAPÍTULO 26 279

OS DESAFIOS DA EDUCAÇÃO EM REDE NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Dafne Fonseca Alarcon
Luziana Quadros da Rosa
Robson Santos da Silva
Felipe de Matos Müller
Márcio Vieira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.716191030926

CAPÍTULO 27 294

PRÁTICAS DE ENSINO DE MATEMÁTICA COM VISTAS À EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO DA TRANSVERSALIDADE

Daniana de Costa
Edilson Pontarolo

DOI 10.22533/at.ed.716191030927

CAPÍTULO 28 304

RESULTADOS PRELIMINARES DA UTILIZAÇÃO DO WRF NO INPE/EUSÉBIO - UM ESTUDO DE CASO

Vanessa de Almeida Dantas
Vicente de Paulo Silva
Adilson Gandu

DOI 10.22533/at.ed.716191030928

CAPÍTULO 29	313
A MODELAGEM MATEMÁTICA NA PRODUÇÃO DE MILHO INFLUENCIADO PELA SUCESSÃO DE CULTURAS E ADUBAÇÃO NITROGENADA	
Lilian Fátima Ancerowicz Rubia Diana Mantai	
DOI 10.22533/at.ed.716191030929	
CAPÍTULO 30	326
SISTEMA PARA PREVENÇÃO DE QUEDAS E PENSAMENTO DO PASSAGEIRO NA PORTA DO TRANSPORTE COLETIVO BASEADO NA PLATAFORMA ARDUINO	
Lucas Goiabeira Farias Francisco da Conceição Silva Wellington Luis Mineiro França	
DOI 10.22533/at.ed.716191030930	
CAPÍTULO 31	332
TEATRO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO DE FRAÇÕES	
Fabiana Gerusa Leindeker da Silva Jenifer Cassandra da Silva Oliveira Bruno Ferreira da Luz Tamires Bon Vieira	
DOI 10.22533/at.ed.716191030931	
CAPÍTULO 32	342
UM ESTUDO SOBRE O DESEMPENHO DE VIRTUALIZAÇÃO NOS HYPERVISORS VMWARE E KVM	
Lúcio Flávio de Jesus Silva Marco Antônio Castro Martins	
DOI 10.22533/at.ed.716191030932	
CAPÍTULO 33	349
CONTRIBUIÇÃO DO PIBID/QUÍMICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS (EJA): UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO MUNICÍPIO DE COARI-AMAZONAS	
Klenicy Kazumy de Lima Yamaguchi Cristiana Nunes Rodrigues Carlos Victor Lamarão Maria Aparecida Silva Furtado	
DOI 10.22533/at.ed.716191030933	
CAPÍTULO 34	358
OCORRÊNCIA DE PARALISIA FACIAL PERIFÉRICA E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NA CIDADE DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP: ANÁLISE DE CASOS ATENDIDOS EM UMA CLÍNICA/ESCOLA NO PERÍODO DE 2012 A 2014	
Marcos Barros de Souza Daiane de Oliveira Portella Miriam Rodrigues Silvestre Lúcia Martins Barbatto	
DOI 10.22533/at.ed.716191030934	

CAPÍTULO 35	368
APLICAÇÃO DE SISTEMAS LINEARES EM CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA	
Robson Cabral Severo	
Leonardo Vale de Araujo	
Rafael The Bonifácio de Andrade	
DOI 10.22533/at.ed.716191030935	
CAPÍTULO 36	378
DIAGNÓSTICO SOBRE OS CONDICIONANTES GEOLÓGICOS E AS FALHAS QUE OCASIONARAM OS DESABAMENTOS NA CICLOVIA TIM MAIA	
Vinicius da Silva Freitas	
Rafael Alves da Rocha	
Marcelo Augusto da Silva Cunha	
Bruno Matos de Faria	
DOI 10.22533/at.ed.716191030936	
CAPÍTULO 37	388
RECICLAGEM DE VIDRO DE PARA-BRISAS PARA PRODUÇÃO DE VITROCERÂMICA COM 15% DE ÓXIDO DE NIÓBIO	
Hiasmim Rohem Gualberto	
Iury Almeida Moraes	
Mônica Calixto de Andrade	
Edgard Poiate Junior	
Fernanda Arruda Nogueira Gomes da Silva	
Isis Andrea Venturini Pola Poiate	
DOI 10.22533/at.ed.716191030937	
SOBRE O ORGANIZADOR	401
ÍNDICE REMISSIVO	402

APLICAÇÃO DE SISTEMAS LINEARES EM CIRCUITOS ELÉTRICOS DE CORRENTE CONTÍNUA

Robson Cabral Severo

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal – RN

Leonardo Vale de Araujo

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte
João Câmara – RN

Rafael The Bonifácio de Andrade

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte
Ceará-Mirim – RN

RESUMO: Podemos definir um circuito elétrico como sendo um caminho fechado para a corrente elétrica. No começo do século XIX, o físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854) descobriu duas leis que determinam a resistência elétrica dos condutores. Para tanto, é necessário conhecer um pouco acerca das grandezas envolvidas tais como corrente, tensão, resistência e potência elétrica. Também vale ressaltar que a abordagem de sistemas lineares, muitas vezes, é feita de forma fechada sendo baseado apenas na resolução de equações lineares sem nenhuma aplicação. Problemas como a resolução de circuitos elétricos entre outros parecidos podem ser resolvidos, com a aplicação de equações lineares. O presente trabalho tem por objetivo mostrar como os sistemas lineares podem ser

aplicados na resolução de circuitos elétricos além de dar subsídios para melhorar sua abordagem pelos professores de matemática. Para tanto, serão aplicadas as chamadas Leis de Kirchhoff (lei dos nós e das malhas) para a obtenção de um sistema de linear, para que assim possamos chegar a um sistema de equações possível e determinado, sendo possível, assim, sua resolução.

PALAVRAS-CHAVE: circuitos; engenharia; sistemas.

APPLICATION OF LINEAR SYSTEMS IN CONTINUOUS CURRENT ELECTRIC CIRCUITS

ABSTRACT: We can define an electric circuit as being a closed path for the electric current. In the early nineteenth century, the German physicist Georg Simon Ohm (1787-1854) discovered two laws that determine the electrical resistance of conductors. For this, it is necessary to know a little about the quantities involved such as current, voltage, resistance and electrical power. It is also worth emphasizing that the approach of linear systems is often done in a closed way, being based only on the resolution of linear equations without any application. Problems such as the resolution of electric circuits among other similar ones can be solved, with the

application of linear equations. The present work aims to show how linear systems can be applied in the resolution of electric circuits besides giving subsidies to improve their approach by mathematics teachers. To do so, we will apply the so-called Laws of Kirchhoff (law of nodes and meshes) to obtain a linear system, so that we can arrive at a system of possible and determinate equations, thus being possible to solve them.

KEYWORDS: circuits; engineering; systems.

1 | INTRODUÇÃO

Frequentemente é possível observar situações em que se está interessado em encontrar uma aplicação de certo objeto matemático para ser aplicado, que não seja apenas dentro da própria matemática. Trata-se de uma necessidade de utilizar os conceitos matemáticos para entender certos fenômenos, fazer previsões, dentre outras necessidades.

Atualmente, é cada vez maior a busca por maneiras de mostrar que os conteúdos matemáticos estão presentes nas mais diversas situações do dia-a-dia, ou seja, que os assuntos estudados não se restringem somente à sala de aula. É uma área conhecida como Matemática Aplicada.

É extremamente comum que os estudantes de engenharia ou cursos relacionados em algum momento se deparem com situações de “resolver um circuito elétrico”. Na engenharia e ciências afins, tal expressão significa obter os valores das correntes e quedas de tensão em um circuito elétrico.

Vetores, espaços vetoriais, espaços vetoriais euclidianos, transformações lineares, operadores lineares, vetores próprios e valores próprios, formas quadráticas, matrizes, determinantes e sistemas de equações lineares são os objetos de estudo da álgebra linear (SANTOS; PRIMO, 2017). Vale ressaltar que apenas os três últimos serão tratados neste artigo.

Diante disso, este trabalho pretende mostrar uma aplicação da álgebra linear: os sistemas lineares. Estes constituem objetos de grande importância que auxiliam na resolução de circuitos elétricos de corrente contínua. Neste artigo não será tratado os circuitos em corrente alternada.

2 | MODELOS LINEARES

Em várias aplicações da engenharia são utilizados modelos para descrever características de um sistema. Dessa forma, é necessário diferenciar modelos lineares dos modelos não lineares. Um modelo é considerado linear quando atende aos princípios da superposição e da homogeneidade (DORF, 2012). Considere o sistema apresentado na Figura 1.

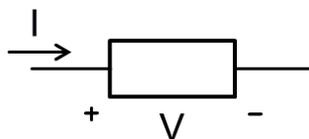


Figura 1 – Dispositivo com uma corrente I e uma tensão V em seus terminais.

Supondo inicialmente que uma corrente I_1 seja aplicada e produza em seus terminais uma tensão V_1 . Agora uma corrente I_2 flui pelo dispositivo gerando uma tensão V_2 . Para que o sistema atenda ao princípio da superposição é necessário que:

$$I_1 + I_2 \rightarrow V_1 + V_2 \quad (1)$$

É necessário também que, para que o componente seja considerado linear, atenda ao princípio da homogeneidade. Para tal, considerando o mesmo dispositivo da Figura 1, uma corrente $k.I$ aplicada deve produzir uma tensão de valor $k.V$ para que o princípio seja atendido.

$$k.I \rightarrow k.V \quad (2)$$

Portanto é possível concluir que os circuitos analisados, ao longo do trabalho, atendem ao princípio da superposição e da homogeneidade, sendo assim lineares.

3 | CIRCUITOS RESISTIVOS

Como mencionado na introdução, este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise dos circuitos de corrente contínua (C.C.), mais especificamente nos circuitos resistivos. Dessa forma, é necessário apresentar (inicialmente) alguns conceitos e leis para o entendimento e análise de tais circuitos.

a. Lei de Ohm

Em 1826, o físico alemão Georg Simon Ohm (1787-1854), determinou a relação tensão-corrente para o resistor, baseado em experimentos que foram publicados em 1827. O trabalho apresentado conseguiu afirmar que a diferença de potencial (tensão) nos terminais de um resistor é diretamente proporcional a corrente que passa por ele (SADIKU, 2013). Isto é:

em que a constante de proporcionalidade é conhecida como a resistência elétrica R . Logo, a expressão matemática que caracteriza essa lei é dada por:

$$v = R \cdot i \quad (4)$$

a unidade da resistência é dada em Ohm (Ω), a tensão é dada em Volt (V) e a corrente em Ampère (A). É importante destacar que a resistência elétrica é a propriedade física de um determinado resistor que representa a capacidade de se opor à passagem de corrente. Outro ponto a ser considerado é que existem resistores lineares (conhecidos como resistores Ôhmicos) e resistores não-lineares (resistores Não-Ôhmicos) como é possível visualizar nas curvas características apresentadas na Figura 2. A curva característica apresentada em (a) diz respeito a um resistor que obedece à primeira Lei de Ohm, enquanto em (b) isso não se aplica.

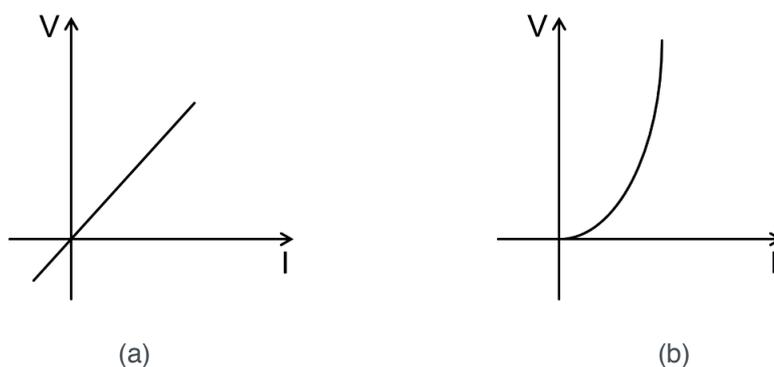


Figura 2 – Curva característica de um: (a) resistor linear; (b) resistor não-linear.

A Lei de Ohm é fundamental para análise de circuitos em corrente contínua, entretanto, ela sozinha não é suficiente para determinar as equações provenientes de circuitos com mais de uma malha. Para isso deve-se conhecer as Leis de Kirchhoff e aplicá-las para solucionar os circuitos desejados.

b. Leis de Kirchhoff

A primeira e segunda Lei de Kirchhoff foram apresentadas em 1847, pelo professor da Universidade de Berlim Gustav Robert Kirchhoff, estabelecendo uma relação entre a lei da conservação de carga e energia respectivamente. Antes de apresentar as leis é importante estabelecer três conceitos básicos para a análise de circuitos. O primeiro é o conceito de nó, que nada mais é do que um ponto do circuito que conecta dois ou mais dispositivos. Em seguida, a definição de ramo, que corresponde ao trecho do circuito que conecta dois nós. Por último, a malha ou laço é o trecho ou caminho fechado iniciando de um nó ou qualquer outro ponto do

circuito e terminando no mesmo ponto que começou.

Tendo esses conceitos esclarecidos é possível afirmar que, de acordo com Kirchhoff em sua primeira Lei (também conhecida como Lei dos Nós), a soma algébrica das correntes de todo nó de um circuito é sempre igual à zero. Logo é possível concluir que:

$$\sum_{n=1}^N I_n = 0 \quad (5)$$

, em que N é o número de ramos conectados ao nó analisado e I_n é a n -ésima corrente que chega ou sai do nó. Normalmente, considera-se (por convenção) que as correntes que chegam ao nó são positivas e as que saem negativas. Entretanto isso muda dependendo do autor. É possível afirmar também, por meio dessa Lei, que a soma das correntes que chegam ao nó é igual à soma das correntes que saem desse nó.

Já a segunda Lei de Kirchhoff (também conhecida como Lei das Malhas) diz que a soma algébrica das tensões ao longo de uma malha é sempre igual à zero. Desta forma

$$\sum_{m=1}^M V_m = 0 \quad (6)$$

, em que M é o número de tensões presentes ao longo da malha analisada e V_m é a m -ésima tensão. Conclui-se, por meio desta Lei, que a soma das elevações de tensão é igual à soma das quedas de tensão em uma malha.

4 | DESENVOLVIMENTO TEÓRICO

A necessidade de encontrar as grandezas elétricas em um circuito implicará na resolução de um sistema de equações lineares. Com isso, definimos a igualdade a seguir:

$$a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n = b \quad (1)$$

é uma Equação Linear, na qual x_1, x_2, \dots, x_n são as variáveis; a_1, a_2, \dots, a_n são os respectivos coeficientes das variáveis e b é chamado de termo independente.

Assim, um sistema linear com equações e variáveis, é um conjunto do tipo:

neste caso, trata-se da resolução de circuitos de corrente contínua.

A seguir, será apresentada a ferramenta conhecida como *Método da Eliminação de Gauss* o qual é utilizado para a resolução de sistemas lineares.

Considerando a matriz dos coeficientes, (4), o método de Gauss consiste em fazer convenientemente operações com as linhas da matriz afim de obter uma matriz triangular superior equivalente à matriz dada (SANTOS, 2016).

Para aplicar o método de Gauss, será necessário realizar seguintes operações elementares:

- Permutar duas linhas ou duas colunas;
- Multiplicar uma por uma constante não-nula;
- Adicionar um múltiplo de uma linha a outra linha.

Para triangularizar a matriz dos coeficientes pelo método de Gauss, segue-se os passos seguintes (SANTOS, 2016):

1. Eliminação da primeira coluna:

Supondo que $a_{11} \neq 0$ (pivô), eliminamos a incógnita x_1 das últimas $n - 1$ equações fazendo:

$$L_i \leftarrow L_i - \frac{a_{i1}}{a_{11}} \cdot L_1, \quad i = 2, \dots, n$$

onde L_i é a i -ésima linha do sistema de equações. Em se tratando dos coeficientes para cada $i = 2, \dots, n$ temos:

$$\begin{aligned} a_{ij}^2 &= a_{ij} - \frac{a_{i1}}{a_{11}} \cdot a_{1j}, & j = 2, \dots, n \\ b_i^2 &= b_i - \frac{a_{i1}}{a_{11}} \cdot b_1. \end{aligned}$$

onde o índice 2 indica o valor atualizado de a_{ij} e b_i neste passo. Com isso, o sistema ganha a seguinte configuração:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{22}^2x_2 + \dots + a_{2n}^2x_n = b_2^2 \\ \vdots \\ a_{n2}^n x_2 + \dots + a_{nn}^n x_n = b_n^n \end{cases}$$

2. Eliminação da segunda coluna:

Supondo $a_{22}^2 \neq 0$ (pivô), eliminamos a incógnita x_2 das últimas $n - 2$ equações fazendo:

$$L_i \leftarrow L_i - \frac{a_{i2}^2}{a_{22}^2} \cdot L_1, \quad i = 3, \dots, n$$

em se tratando dos coeficientes, para cada $i = 3, \dots, n$ temos:

$$a_{ij}^3 = a_{ij}^2 - \frac{a_{i2}^2}{a_{22}^2} \cdot a_{2j}^2, \quad j = 3, \dots, n$$

$$b_i^3 = b_i^2 - \frac{a_{i2}^2}{a_{22}^2} \cdot b_2^2.$$

onde o índice 3 indica o valor atualizado de a_{ij} e b_i neste passo. Com isso, o sistema ganha a seguinte configuração:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ \quad a_{22}^2x_2 + a_{23}^2x_3 + \dots + a_{2n}^2x_n = b_2^2 \\ \quad \quad a_{33}^3x_3 + \dots + a_{3n}^3x_n = b_3^3 \\ \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ \quad \quad \quad \quad a_{n3}^n x_n + \dots + a_{nn}^n x_n = b_n^n \end{array} \right.$$

3. Eliminação da k-ésima coluna:

Supondo agora $a_{kk}^k \neq 0$ (pivô), eliminamos a incógnita x_k das últimas $n - k$ equações fazendo:

$$L_i \leftarrow L_i - \frac{a_{ik}^k}{a_{kk}^k} \cdot L_k, \quad i = k + 1, \dots, n$$

em se tratando dos coeficientes, para cada $i = k + 1, \dots, n$ temos:

$$a_{ij}^{k+1} = a_{ij}^k - \frac{a_{ik}^k}{a_{kk}^k} \cdot a_{kj}^k, \quad j = k + 1, \dots, n$$

$$b_i^{k+1} = b_i^k - \frac{a_{ik}^k}{a_{kk}^k} \cdot b_k^k.$$

onde o índice 3 indica o valor atualizado de a_{ij} e b_i neste passo. Com isso, o sistema ganha a seguinte configuração:

$$\left\{ \begin{array}{l} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ \quad a_{22}^2x_2 + a_{23}^2x_3 + \dots + a_{2n}^2x_n = b_2^2 \\ \quad \quad a_{33}^3x_3 + \dots + a_{3n}^3x_n = b_3^3 \\ \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ \quad \quad \quad \quad a_{nn}^n x_n = b_n^n \end{array} \right.$$

No caso de um pivô ser nulo, deve-se obter um pivô não nulo intercambiando a posição com uma das linhas inferiores.

6 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para iniciar as discussões, vamos calcular as correntes no circuitos elétrico a seguir:

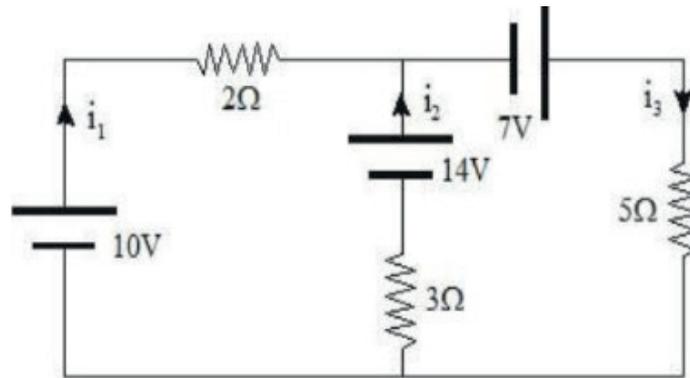


Figura 3 – Circuito elétrico.

Aplicando as leis de Kirchhoff, ficamos com o sistema a seguir (já simplificado):

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$2I_1 - 3I_2 = -4$$

$$3I_2 + 5I_3 = 21$$

Aplicando agora o método de eliminação de Gauss, eliminamos a primeira coluna da segunda equação:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$0I_1 - 5I_2 + 2I_3 = -4$$

$$3I_2 + 5I_3 = 21$$

A seguir, vamos eliminar a segunda coluna da terceira equação:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

$$0I_1 - 5I_2 + 2I_3 = -4$$

$$0I_1 + 0I_2 + \frac{31}{5}I_3 = \frac{93}{5}$$

Resolvendo a terceira equação e substituindo os resultados nas demais, encontra-se como resultados $I_2 = 1A$, $I_2 = 2A$ e $I_3 = 3A$.

Como pôde ser observado, este trabalho teve como objetivo abordar os modelos lineares utilizados para representar os dispositivos de um circuito elétrico. Após uma breve definição de circuitos, metodologia de resolução e exemplificação, esperamos que o leitor deste consiga aplicar a Álgebra Linear na resolução de circuitos elétricos de corrente contínua.

Com o dispositivo prático apresentado é possível, além de resolver problemas de diversos tipos inerentes ao tema, avançar muito mais, criando até mesmo algoritmos computacionais de resolução, utilizando-se de laços para eliminações de colunas e, conseqüentemente, variáveis.

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esperamos ter reforçado acerca da importância dos sistemas lineares e suas aplicações nos circuitos elétricos de corrente contínua, tanto para o campo da engenharia quanto nos mais variados campos das ciências, uma vez que esse assunto é muito importante para diversas áreas de várias engenharias e áreas afins.

REFERÊNCIAS

ALEXANDER, Charles K.; SADIKU, Matthew. **Fundamentos de Circuitos Elétricos**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013. 896 p.

BOLDRINI, José Luiz et al. **ÁLGEBRA LINEAR**. 3. ed. São Paulo: Harbra, 1980. 411 p. Departamento de Matemática da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

DORF, Richard C.; SVOBODA, James A. **INTRODUÇÃO AOS CIRCUITOS ELÉTRICOS**. 8. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 836 p.

IRWIN, J David. **Análise de Circuitos Em Engenharia**. 4. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 1999.

SANTOS, Linovaldo Coêlho dos. **Uma ferramenta computacional para o cálculo e treinamento do método de escalonamento de Gauss**. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Colegiado de Matemática, Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2016.

SANTOS, Wanderson Vieira Dias; PRIMO, Aislan Silva. APLICAÇÃO DA ÁLGEBRA LINEAR NA ENGENHARIA ELÉTRICA: ANÁLISE DE CIRCUITOS ELÉTRICOS EM CORRENTE CONTÍNUA. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, Aracaju, v. 4, n. 2, p.25-36, out. 2017. Anual.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBERTON CORREIA SANTOS- Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratamentos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acessibilidade 10, 11, 20, 21, 22, 186
Amazônia 141, 142, 143, 150, 207, 208, 246, 261
Amido de mandioca 1, 2, 3, 4, 9
Análise sensorial 45, 46, 56

B

Bioacessibilidade 164, 165, 166, 168, 172, 173
Biofilmes 4
Biomateriais 92
Biorremediação 114, 116, 117, 123, 125, 126, 128

C

Carbeto de boro 129, 130, 131, 132, 140
Carbono cristalizado 114

D

Dejetos de suínos 112

G

Gamificação 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 66, 67, 68, 69, 191, 194, 195
Geometria 34, 118, 134, 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225, 248, 259, 271, 390

H

Homologia simplicial 239

I

Inteligências múltiplas 188, 190, 191, 192, 193, 197, 198, 199, 200

M

Matrizes 2, 129, 136, 138, 139, 247, 369
Mineração 76, 80, 125, 197, 209, 211, 216, 217

N

Nanopartículas 90, 91, 92, 93, 95, 98, 99, 100, 114, 116, 123, 125, 126

O

Óleo de copaíba 201, 203, 204, 207

P

Paralisia facial 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367

Pegmatito 23, 24, 25, 31, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Pensamento computacional 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 68, 195

Q

Qualidade do ar 78, 79, 80, 81, 87, 88

R

Reciclagem 3, 52, 294, 297, 298, 300, 302, 388, 389, 399

Robótica 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 199, 279, 282, 284, 285, 287, 288, 289, 291

S

SAP 2000 33, 34, 40

Sistemas lineares 368, 369, 373, 374, 377

T

Tecnologias Digitais 153, 154, 155, 156, 157, 161, 162, 163, 195, 287

V

Variabilidade climática 142

W

Website 175, 176, 181, 183

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-642-3

