

TECNOLOGIAS, MÉTODOS E TEORIAS NA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2



ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

 **Atena**
Editora

Ano 2020

TECNOLOGIAS, MÉTODOS E TEORIAS NA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2



ERNANE ROSA MARTINS
(ORGANIZADOR)

 **Atena**
Editora

Ano 2020

Editora Chefe

Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremona

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant'Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
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
Prof^a Dr^a Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Prof^a Dr^a Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^a Dr^a Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Prof^a Dr^a Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^a Dr^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^a Dr^a Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Prof^a Dr^a Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^a Dr^a Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^a Dr^a Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^a Dr^a Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^a Dr^a Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^a Dr^a Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^a Dr^a Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a 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
Prof^a Dr^a Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^a 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 Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alessandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atílio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Prof^a Dr^a Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Prof^a Dr^a Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFRP
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^a Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Prof^a Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^a Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^a Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatiany Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvío Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Tecnologias, métodos e teorias na engenharia de computação 2

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Maiara Ferreira
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

T255	Tecnologias, métodos e teorias na engenharia de computação 2 / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-945-5 DOI 10.22533/at.ed.455211604 1. Engenharia de Computação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador). II. Título. CDD 621.39
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.

APRESENTAÇÃO

A Engenharia de Computação é a área que estuda as técnicas, métodos e ferramentas matemáticas, físicas e computacionais para o desenvolvimento de circuitos, dispositivos e sistemas. Assim, este segundo volume busca apresentar a matemática e a computação com foco no desenvolvimento de soluções de software e na solução de problemas de Engenharia.

Dentro deste contexto, esta obra apresenta diversos aspectos tecnológicos computacionais, tais como: um software que reúna informações científicas sobre vacinas e doenças imunopreveníveis de forma lúdica; um modelo preditivo com objetivo de identificar a correlação entre o valor predito e o preço de fechamento das ações listadas na bolsa de valores brasileira; ensino de programação para crianças; o algoritmo genético e o método da evolução diferencial; uma modelagem matemática para o cenário de um ciclo de desenvolvimento do Scrum; simulações computacionais; um sistema háptico sonoro para auxiliar a navegação e locomoção de deficientes visuais em ambientes fechados; uma solução ótima de despacho de geração de energia elétrica para 4 usinas térmicas, através de simulação no software MATLAB; uma rede neural perceptron multicamadas para previsão de séries temporais de nível de água de uma bacia hidrográfica; uma rede neural artificial (Multilayer Perceptron) para a classificação de perfis de passageiros no setor aéreo brasileiro; um modelo de aprendizado de máquina que combina diferentes técnicas de regressão; a complexidade na inteligência artificial dos mascotes virtuais.

Sendo assim, esta obra é composta por trabalhos pertinentes da área, que permitem aos leitores, analisar e discutir assuntos importantes. Por fim, agradecemos aos autores pelas significativas contribuições, e desejamos aos nossos leitores uma excelente leitura, repleta de reflexões significativas.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

VACINA.COM: A SOFTWARE FOR TEACHING AND PROFESSIONAL UPDATING ABOUT VACCINES AND IMMUNO-PREVENTABLE DISEASES

Paôla de Oliveira Souza
José Maria Parente de Oliveira
Letícia Helena Januário
Daniel Moraes dos Reis
Paula Luciana Gonçalves Pereira
André Almeida Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.4552116041

CAPÍTULO 2..... 13

UMA ANÁLISE DE VANTAJOSIDADE EM MODELOS DE PREVISÃO EM SÉRIES TEMPORAIS

Rafael Diniz Toscano de Lima
Sérgio Murilo Maciel Fernandes
Sidney Marlon Lopes de Lima
Ricardo Paranhos Pinheiro
Sthéfano Henrique Mendes Tavares Silva

DOI 10.22533/at.ed.4552116042

CAPÍTULO 3..... 24

SENTECH: UM COMBINADOR DE ANÁLISE TÉCNICA E DE SENTIMENTO PARA O MERCADO DE AÇÕES

Isabela Nunes Caetano
Érica Ferreira de Souza
Giovani Volnei Meinerz

DOI 10.22533/at.ed.4552116043

CAPÍTULO 4..... 34

PROGRAMAÇÃO DE JOGOS COM SCRATCH PARA AUXÍLIO À ALFABETIZAÇÃO DE CRIANÇAS

Rute Vitorino Oliveira
Jemima Vitorino de Oliveira
Luciene Cavalcanti Rodrigues
Ana Paula Garrido de Queiroga

DOI 10.22533/at.ed.4552116044

CAPÍTULO 5..... 46

OTIMIZAÇÃO GEOMÉTRICA DAS PÁS DE UMA TURBINA EÓLICA DE EIXO HORIZONTAL

Rafael Romão da Silva Melo

DOI 10.22533/at.ed.4552116045

CAPÍTULO 6..... 59

OTIMIZAÇÃO DO SPRINT BACKLOG COM O PROBLEMA DA MOCHILA 0/1

Michel Willian Alves
Elisa de Fátima Andrade Soares
Thalia Katiane Sampaio Gurgel
José Weliton de Vasconcelos Filho
Dario José Aloise

DOI 10.22533/at.ed.4552116046

CAPÍTULO 7..... 68

MODELOS EPIDÊMICOS: PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DA COVID-19

Vinícius R. da Silva
Felipe Y. Hatanaka
Olavo H. Menin

DOI 10.22533/at.ed.4552116047

CAPÍTULO 8..... 78

GUIDE2BLIND: SISTEMA HÁPTICO-SONORO DE ORIENTAÇÃO PARA DEFICIENTES VISUAIS EM AMBIENTES FECHADOS - FASE 2

Lucas Rafael da Silva Martins
Mikael Tolotti da Silva
Bernardo Moreira
Diego Afonso da Silva Lima
Carlos Francisco Soares de Souza
Luis Gustavo Fernandes dos Santos
Carlos Arthur Carvalho Sarmanho Junior

DOI 10.22533/at.ed.4552116048

CAPÍTULO 9..... 96

DESPACHO DE GERAÇÃO ÓTIMA ATRAVÉS DO MÉTODO DOS PONTOS INTERIORES VERSÃO PRIMAL-DUAL

Jean Ferguson Pimentel
João Vitor Gerevini Kasper
Juliana Almansa Malagoli
Thelma Solange Piazza Fernandes

DOI 10.22533/at.ed.4552116049

CAPÍTULO 10..... 105

COMBINING RAINFALL AND WATER LEVEL DATA FOR MULTISTEP HIGH TEMPORAL RESOLUTION EMPIRICAL HYDROLOGICAL FORECASTING

Cintia Pereira de Freitas
Michael Macedo Diniz
Glauston Roberto Teixeira de Lima
Marcos Gonçalves Quiles
Stephan Stephany
Leonardo Bacelar Lima Santos

DOI 10.22533/at.ed.45521160410

CAPÍTULO 11	118
CLASSIFICAÇÃO DE PASSAGEIROS DOMÉSTICOS DE LINHAS AÉREAS UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS DO TIPO MLP	
Sidnei Gouveia Junior	
Narciso Ferreira dos Santos Neto	
Nilton Alves Maia	
DOI 10.22533/at.ed.45521160411	
CAPÍTULO 12	129
APRENDIZADO CONJUNTO APLICADO NA PREDIÇÃO DO MERCADO DE AÇÕES BRASILEIRO	
Alvaro Pedroso Queiroz	
Giovani Volnei Meinerz	
Érica Ferreira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.45521160412	
CAPÍTULO 13	138
INFORMATIZAÇÃO DE PROCESSOS GERENCIAIS EM UM SETOR DE ASSISTÊNCIA ESTUDANTIL: ESTUDO DE CASO NO IFMG – CAMPUS BAMBUÍ	
Eduardo Cardoso Melo	
Gabriel da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.45521160413	
CAPÍTULO 14	151
A SIMULAÇÃO DE EMOÇÕES EM JOGOS DIGITAIS	
Pedro Henrique Senkiio Cardoso	
DOI 10.22533/at.ed.45521160414	
SOBRE O ORGANIZADOR	158
ÍNDICE REMISSIVO	159

MODELOS EPIDÊMICOS: PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DA COVID-19

Data de aceite: 01/04/2021

Vinícius R. da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1594733261630907>

Felipe Y. Hatanaka

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1405611803125319>

Olavo H. Menin

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia de São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2068400601317329>

RESUMO: A pandemia do novo coronavírus (SARS-CoV-2) tem incentivado diversos grupos de pesquisa a desenvolver modelos epidêmicos capazes de auxiliar na tomada de decisões de combate à doença. Esse contexto, apesar de dramático, pode ser uma oportunidade para o ensino significativo de matemática. Apresentamos aqui os resultados preliminares de dois projetos de Iniciação Científica (IC) integrados que abordam modelagem matemática de epidemias. Um dos projetos focou em modelos compartimentais do tipo SIR (suscetível-infectado-recuperado) enquanto o outro em modelos em rede. Especificamente nesse trabalho, buscamos mostrar como o isolamento social pode ser modelado em ambas abordagens e discutir como essa estratégia de combate

influencia no desenvolvimento da epidemia. A partir dos resultados obtidos com simulações computacionais, pode-se verificar que o pico da epidemia é atrasado e que quantidade de infectados no momento do pico diminui com o aumento do isolamento social.

PALAVRAS - CHAVE: epidemiologia, modelos compartimentais, redes randômicas, simulações computacionais.

EPIDEMIC MODELS: UNDERGRADUATE RESEARCH PROJECT IN THE CONTEXT OF COVID-19

ABSTRACT: The pandemic of the new coronavirus (SARS-CoV-2) has encouraged several research groups to develop epidemic models capable of assisting in decision-making to combat the disease. This context, while dramatic, can be an opportunity for meaningful teaching of mathematics. We present here the preliminary results of two integrated undergraduate research projects that address mathematical epidemic modeling. One project focused on SIR (susceptible-infected-recovered) compartmental models while the other on network models. Specifically in this work, we seek to show how social isolation can be modeled in both approaches and to discuss how this strategy influences the evolution of the epidemic. From the results obtained with computer simulations, it can be seen that the peak of the epidemic is delayed and that the number of infected at the time of the peak decreases with increasing social isolation.

KEYWORDS: epidemiology, compartmental models, random networks, computational

simulations.

1 | INTRODUÇÃO

A história tem sido marcada por grandes pandemias. A conquista do México pelos espanhóis, por exemplo, foi decisivamente facilitada pela dizimação de grande parte dos povos nativos causada pela varíola, trazida inadvertidamente da Europa pelos colonizadores. Já no início do século 19, as baixas causadas pela febre amarela nas tropas francesas no Haiti levaram Napoleão a vender o território da Louisiana para o recém criado Estados Unidos, impulsionando a expansão americana até o pacífico. Os meses finais da Primeira Grande Guerra, por sua vez, foram dramaticamente marcados pela pandemia de influenza, que matou mais de 50 milhões de pessoas entre 1918 e 1919. Já a partir das últimas décadas do século passado, o vírus HIV-AIDS, tornou-se uma das grandes ameaças à saúde pública, ceifando mais de 30 milhões de vidas (OLDSTONE, 2010; QUAMMEN, 2013).

Com o primeiro caso registrado no final de dezembro de 2019, na cidade chinesa de Whan (WU et al., 2020), a atual pandemia do novo coronavírus (SARS-CoV-2) atingiu, em ano, mais de 88 milhões de pessoas e deixou quase 2 milhões de mortos em todos os continentes (WHO, 2021). Considerando a não existência de vacinas, o combate à pandemia foi feito principalmente por meio de intervenções não farmacêuticas tais como isolamento de casos, fechamento de escolas e universidades, proibição de eventos e fechamento de locais que possam gerar aglomerações e até quarentena forçada e completo distanciamento social. Modelos matemáticos têm sido aplicados para avaliar tais estratégias de combate e auxiliar as autoridades de saúde nas tomadas de decisão (FERGUSON et al., 2020; FLAXMAN et al., 2020; KRAEMER et al., 2020).

Nesse sentido, o atual contexto, apesar de dramático, pode ser uma oportunidade para o ensino de matemática, conectando-a ao mundo real (DUNN; MARSHMAN, 2020). Mais especificamente durante a graduação, o processo de ensino-aprendizagem de disciplinas como cálculo e probabilidade/estatística pode tornar-se mais significativo quando problemas da vida cotidiana são abordados, especialmente se inseridos como eixos articuladores entre diferentes conteúdos (BOYCE; DIPRIMA, 2018; MORETTIN, 2010). Tal afirmação evidencia-se ainda mais em projetos de Iniciação Científica (IC). De fato, quando realizados de forma adequada, tais projetos colaboram para melhorar a auto-estima do aluno orientando, desenvolver suas habilidades práticas, refinar seu pensamento científico entre outros ganhos (PETRELLA; JUNG, 2008; MORAES; FAVA, 2000).

Apresentamos aqui os resultados preliminares de dois projetos de Iniciação Científica (IC) integrados que abordam modelagem matemática de epidemias. Um dos projetos focou em modelos compartimentais do tipo SIR (suscetível-infectado-recuperado) enquanto o outro em modelos em rede. Especificamente nesse trabalho, buscamos mostrar

como o isolamento social pode ser modelado em ambas abordagens e discutir como essa estratégia de combate influencia no desenvolvimento da epidemia. Os projetos tiveram início em março de 2020 e está sendo executado de forma remota. Foram realizadas revisões bibliográficas sobre equações diferenciais, probabilidade e modelos epidêmicos, reuniões semanais e apresentação de seminários. Também foram desenvolvidos e implementados algoritmos e realizadas simulações computacionais. Além de resultados científicos, o projeto pretende fortalecer a integração entre ensino e pesquisa, tão fundamental para uma formação acadêmica sólida do estudante.

2 | MODELOS EPIDÊMICOS E SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS

Nesta seção, descrevemos os modelos desenvolvidos e apresentados nesse trabalho. Primeiramente, discutimos o modelo compartimental SIR com isolamento social e, em seguida, um modelo baseado em rede randômica. Ambos foram desenvolvidos a partir das referências (KEELING; ROHANI, 2008; BARABÁSI; PÓSFAL, 2016; CHAPRA; CANALE, 2008).

2.1 Modelo compartimental SIR com isolamento social

O modelo compartimental que apresentamos aqui é baseado no clássico modelo SIR (KERMACK; MCKENDRICK, 1927), no qual a população é dividida em três compartimentos, suscetíveis (S), infecciosos (I) e recuperados (R). Sendo S , I e R as frações da população em cada compartimento, com $S+I+R = 1$, a transição de indivíduos do compartimento de suscetíveis para o de infecciosos acontece de acordo com duas taxas, $(1 - \alpha)\beta_1SI$ e $\alpha\beta_2SI$, com $\beta_1 > \beta_2$, sendo $\alpha \in [0,1]$ a fração de suscetíveis em isolamento social. Já a taxa de transição do compartimento de infecciosos para o de recuperados é dada por γI , sendo γ o inverso do período infeccioso. O modelo, que não considere demografia, pode ser representado como mostra a Fig. (1).

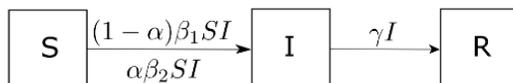


Figura 1: Diagrama do modelo compartimental SIR com isolamento social definido pelo parâmetro α .

Com isso, o modelo é descrito pelo sistema de equações diferenciais

$$\frac{dS}{dt} = -(1 - \alpha)\beta_1 SI - \alpha\beta_2 SI, \quad (1)$$

$$\frac{dI}{dt} = (1 - \alpha)\beta_1 SI + \alpha\beta_2 SI - \gamma I, \quad (2)$$

$$\frac{dR}{dt} = \gamma I. \quad (3)$$

Tanto a taxa de recuperação, γ , quanto as taxas de transmissão, β_1 e β_2 , podem ser estimadas a partir de dados epidemiológicos. A primeira, como mencionado, corresponde ao inverso do período infeccioso, que pode ser obtido a partir de dados clínicos. Já para estimar as duas últimas, podemos utilizar os dados de incidência da doença nos estágios iniciais da epidemia. Para isso, considera-se que nesse período não há indivíduos em isolamento e que praticamente toda população está no compartimento de suscetíveis, ou seja, $S \approx 1$. Aplicando essas condições na Eq. (2), obtém-se a equação diferencial $dI/dt = (\beta_1 - \gamma)I$, cuja solução é , sendo I_0 a fração inicial de infectados. Aplicando logaritmo em ambos os lados dessa solução, obtemos

$$\ln I(t) = \ln I_0 + (\beta_1 - \gamma)t. \quad (4)$$

Com isso, concluímos que nos estágios iniciais da epidemia o logaritmo da incidência varia linearmente como o tempo com coeficiente angular dado por $\beta_1 - \gamma$.

O modelo dado pelas Eqs. (1 - 3) foi implementado no software MATLAB e resolvido numericamente utilizando o método de Runge-Kutta discreto de quarta ordem com passo adaptável. As simulações foram realizadas considerando-se fixos os parâmetros mostrados na Tabela 1. A taxa de recuperação γ foi estimada considerando-se um período infeccioso de 5 dias e a taxa de transmissão β_1 foi estimada a partir do ajuste de dados de incidência iniciais de três países, Brasil, EUA e Reino Unido e considerando a Eq. (4), como mostra a Fig. (2). Já a fração de isolamento assumiu os valores $\alpha = 0,0$, $\alpha = 0,2$, $\alpha = 0,4$ e $\alpha = 0,6$ e os resultados são mostrados na Fig. (3). Na Fig. (3-a) temos as frações S , I e R em função do tempo para $\alpha = 0$, e na Fig. (3-b) temos a incidência I em função do tempo para vários valores de α . Já a Fig. (3-c) mostra o número de casos acumulados para vários valores de α .

Símbolos	Descrição	Estimativa de valores
β_1	taxa de infecção da população fora do isolamento	0,5 [dia ⁻¹]
β_2	taxa de infecção da população em isolamento	0,1 [dia ⁻¹]
γ	Inverso do período infeccioso	0,2 [dia ⁻¹]

Tabela 1: Parâmetros fixo do modelo compartimental. As escolhas foram arbitrárias e a razão β_1/β_2 supõe uma redução de cinco vezes a taxa de contato.

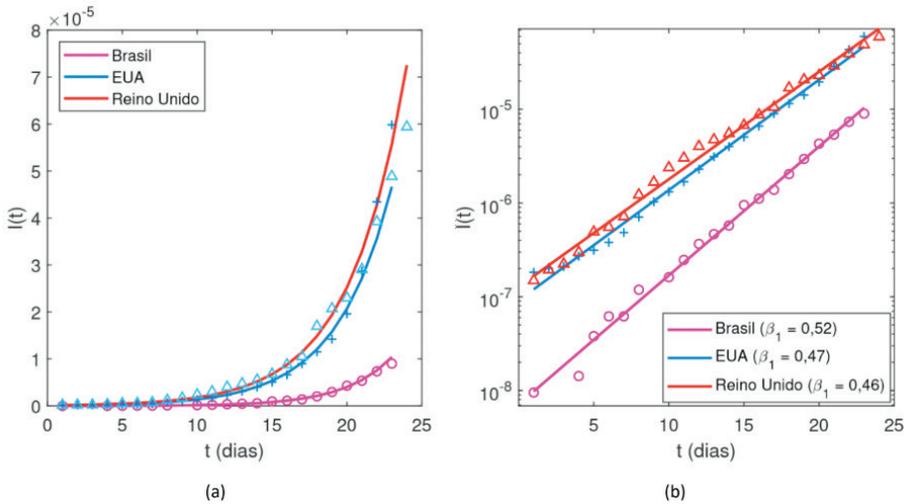


Figura 2: Incidência nos estágios iniciais da epidemia em três países, Brasil, EUA e Reino Unido em escala (a) linear e (b) logarítmica com seus respectivos valores estimados para β_1 , considerando $\gamma = 0,2 \text{ dia}^{-1}$.

2.2 Modelo baseado em redes randômicas

Uma rede pode ser representada por um grafo $G = (V, E)$ de N nós, V_1, V_2, \dots, V_{N_p} que podem estar conectados entre si por L links, E_1, E_2, \dots, E_L . Matematicamente, uma rede pode ser descrita por meio de uma matriz de adjacência \mathbf{A} , cujos elementos assumem os valores $a_{ij} = 1$, caso haja um link entre os nós i e j , e $a_{ij} = 0$, caso não haja link entre os nós. Em redes não direcionadas, a matriz de adjacência sempre será simétrica uma vez que o link de i para j sempre existirá de j para i , como representado na Fig. (4).

Para o modelo de redes randômicas mais usual, modelo $G(N, p)$, define-se um número fixo de nós, N , e uma probabilidade, p , para cada par de nós da rede possuir um link (serem conectados). Desse modo, o número médio esperado de links por nó (grau médio) é dado por

$$\langle k \rangle = p(N - 1) \quad (5)$$

O modelo epidêmico SIR em redes considera que a cada tempo discreto $t = 0, 1, 2, 3, \dots$, cada nó i da rede possa assumir um dos três estados, $w_i = 0$, $w_i = 1$ e $w_i = 2$, caso seja suscetível (S), infectado (I) ou recuperado (R), respectivamente. Inicialmente, considera-se apenas um nó infectado dentre todos os outros suscetíveis e, com o passar do tempo, a epidemia se propaga na rede, como mostra a Fig (5).

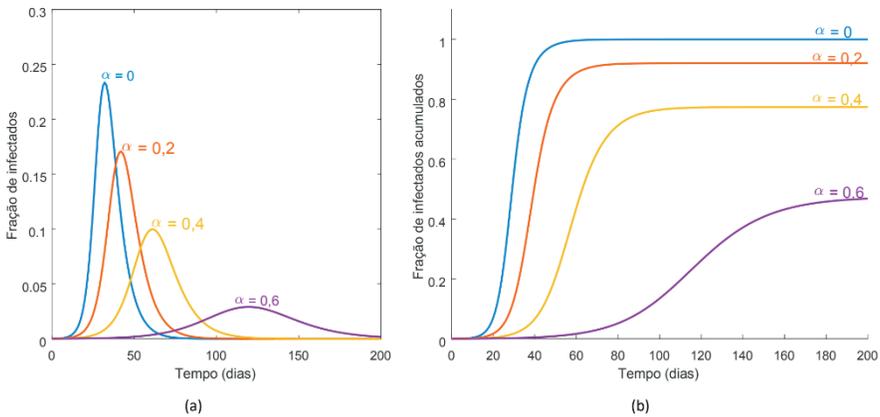


Figura 3: Resultado obtidos com o modelo compartimental para diferentes valores de α , mostrando a evolução da fração de infectados (a) em cada instante de tempo e (b) acumulados

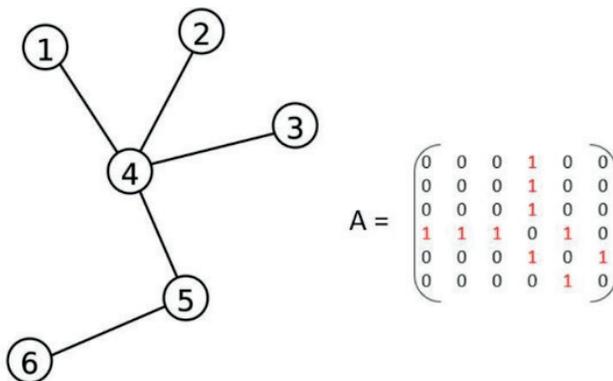


Figura 4: Rede com $N = 6$ nós e $L = 5$ links e sua matriz de adjacência

Nós suscetíveis só podem se infectar se estiverem conectados a um ou mais nó infectados com probabilidade

$$p^{(i)}(S \rightarrow I) = (1 - \beta)^{n_i} \tag{6}$$

onde β é a probabilidade de um nó suscetível ser infectado por um vizinho infeccioso e n_i é o número de vizinhos infecciosos do nó i , como representado na Fig. (6). Já pacientes infectados, possuem uma probabilidade γ (inverso do período infeccioso) de se recuperarem, tornando-se permanentemente imunes à doença.

Para a realização das simulações, foi desenvolvido um algoritmo utilizando o software MATLAB. Inicialmente, o algoritmo gera o grafo de uma rede randômica e, em seguida, é realizada a propagação

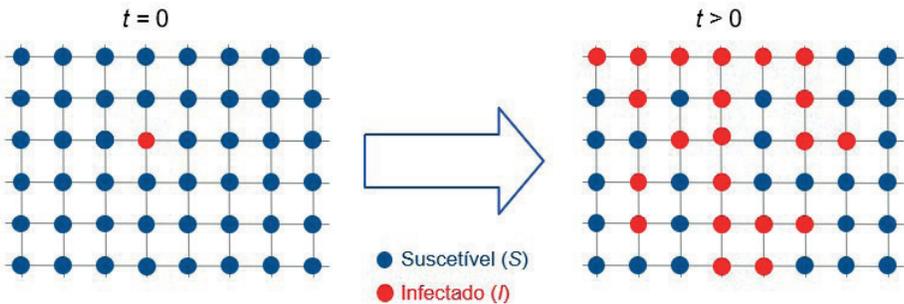


Figura 5: Status de indivíduos de uma rede regular quadrada na situação (a) inicial ($t = 0$) e (b) no decorrer da epidemia ($t > 0$).

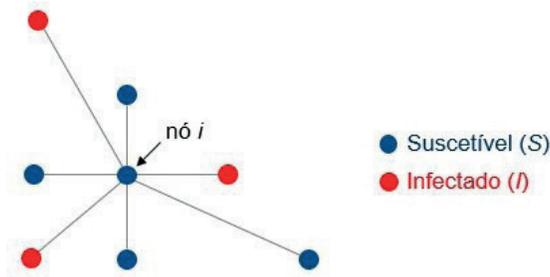


Figura 6: Vizinhos (suscetíveis e infectados) de um nó qualquer i .

epidêmica. As simulações foram realizadas adotando-se $\beta = 0,5$, $\gamma = 0,2$ e $N = 10^4$ fixos e diferentes valores de grau médio $\langle k \rangle$, tornando os nós mais ou menos conectados (simulando maior ou menor isolamento social). Como exemplo, uma rede randômica com $N = 100$ e $\langle k \rangle = 19,8$ é apresentada na Fig. (7). Com os resultados obtidos, foi possível estudar o comportamento da epidemia com diferentes taxas de isolamento, seu pico, evolução temporal e término, como mostra a Fig. (8).

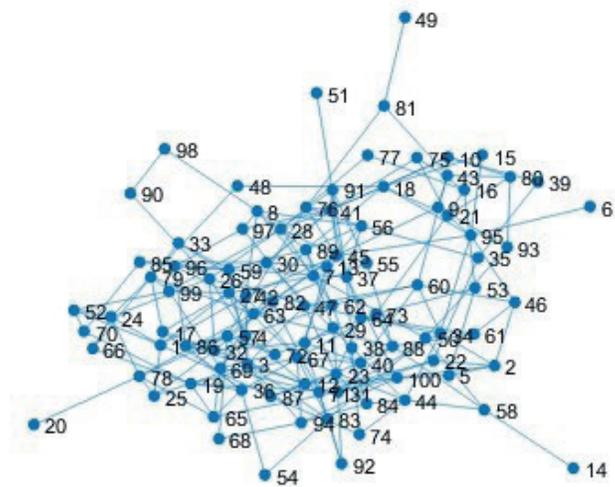


Figura 7: Grafo de uma rede randômica com $N = 100$ e $\langle k \rangle \approx 4,6$.

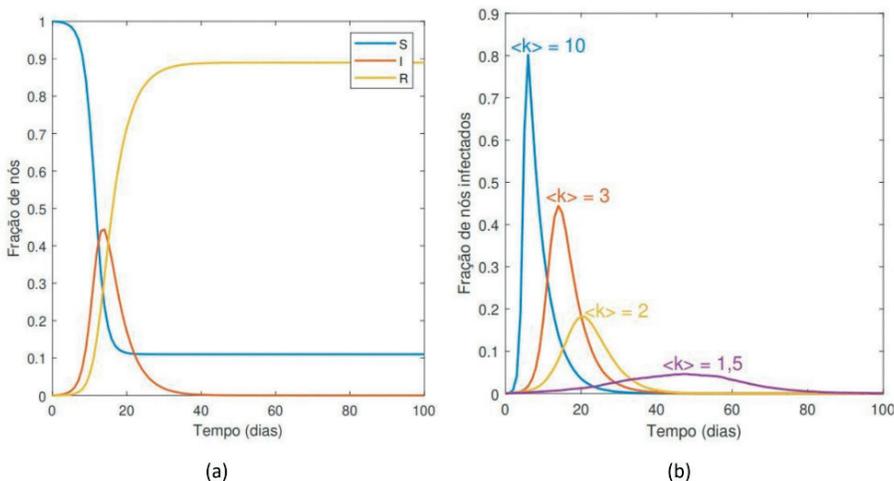


Figura 8: Resultados obtidos com o modelo em rede mostrando a evolução da fração de (a) suscetíveis, infectados e recuperados, com $\langle k \rangle = 3$, e (b) de infectados para diferentes valores de $\langle k \rangle$.

3 | CONCLUSÕES

Apresentamos os resultados preliminares de dois projetos de Iniciação Científica integrados que abordam modelagem matemática de epidemias. Buscamos mostrar a importância do isolamento social no combate a uma epidemia por meio de simulações computacionais baseadas em dois tipos de modelos, compartimental do tipo SIR e em rede. Os resultados mostram que o pico da epidemia é atrasado e que quantidade de infectados no momento do pico diminui com o aumento do isolamento social. Por fim, apesar do pouco tempo de execução dos projetos os alunos mostraram-se motivados e obtiveram progressos significantes e sua aprendizagem acadêmica.

REFERÊNCIAS

BARABÁSI, A.-L.; PÓSFAL, M. **Network Science**. Cambridge: Cambridge University Press, 2016.

BOYCE, W. E.; DIPRIMA, R. C. **Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.

CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. **Métodos numéricos para engenharia**. Porto Alegre: McGraw-Hill, 2008.

DUNN, P. K.; MARSHMAN, M. F. **Teaching mathematical modelling: a framework to support teachers choice of resources**. *Teaching Mathematics and its Applications*, v. 39, p. 127–144, 2020.

FERGUSON, N. M. et al. **Impact of non-pharmaceutical interventions (npis) to reduce covid-19 mortality and healthcare demand**. *Imperial College London*, 2020.

FLAXMAN, S. et al. **Estimating the number of infections and the impact of non-pharmaceutical interventions on covid-19 in 11 european countries**. *Imperial College London*, 2020.

KEELING, M. J.; ROHANI, P. **Modeling Infectious Diseases in Humans and Animals**. Princeton: Princeton University Press, 2008.

KERMACK, W. O.; MCKENDRICK, A. G. **Contributions to the mathematical theory of epidemics**. *Proceedings of the Royal Society*, v. 115A, p. 700–721, 1927.

KRAEMER, M. U. G. et al. **The effect of human mobility and control measures on the COVID-19 epidemic in China**. *Science*, v. 369, p. 493–497, 2020.

MORAES, F. F. de; FAVA, M. **A iniciação científica: muitas vantagens e poucos riscos**. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, p. 73–77, 2000.

MORETTIN, L. G. **Estatística básica: probabilidade e inferência**. [S.l.: s.n.], 2010.

OLDSTONE, M. B. A. **Viruses, Plagues and History**. New York: Oxford University Press, 2010.

PETRELLA, J. K.; JUNG, A. P. **Undergraduate research: importance, benefits and challenges.** *International Journal of Exercise Science*, v. 1, p. 91–95, 2008.

QUAMMEN, D. *Spillover: Animal infectious and the next human pandemic.* New York: W. W. Norton & Company Inc., 2013.

WHO. **Weekly Operational Update on COVID-19 (24 November 2020).** 2021.

WU, F. et al. **A new coronavirus associated with human respiratory disease in China.** *Nature*, v. 579, p. 265–269, 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alfabetização 6, 34, 35, 36, 37, 38, 44, 45

Algoritmo Genético 5, 18, 46, 47, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57

Algoritmos 17, 19, 70, 130, 132, 151

Android 4, 79, 82, 87, 88, 89, 94

Aprendizado do computador 129

Aprendizagem 34, 35, 36, 38, 45, 69, 76, 124, 127

C

Classificação 5, 8, 18, 24, 118, 120, 125, 126, 127

Computador 24, 80, 129

Correlação 5, 24, 25, 30, 31, 32, 80

D

Dados 2, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 34, 46, 47, 51, 53, 56, 63, 71, 80, 81, 83, 87, 88, 91, 92, 93, 94, 105, 106, 118, 119, 120, 121, 122, 125, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 136, 138, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 158

E

Educação 1, 35, 36, 37, 45, 68, 81, 105, 158

Evolução Diferencial 5, 46, 47, 50, 52, 54, 55, 56, 57

F

Framework 1, 2, 5, 59, 60, 61, 76, 92, 143

G

Gamificação 36, 38

H

Hardware 19, 20

I

Inteligência Artificial 5, 24, 151

J

Jogo 34, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 154

L

Linguagem de programação 35, 36, 89, 91, 131

M

Machine Learning 21, 25, 107, 108, 116, 129, 130, 132, 134, 137

Método dos Pontos Interiores 7, 96

Método Numéricos 96

Modelagem 5, 13, 15, 16, 18, 20, 21, 26, 27, 29, 30, 57, 59, 66, 68, 69, 76, 94, 118

Modelo 5, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 33, 46, 47, 48, 57, 59, 60, 63, 64, 66, 70, 71, 72, 73, 75, 94, 120, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 136, 143, 148, 152, 153, 154, 156

Modelos Compartimentais 68, 69

N

Network 23, 33, 68, 76, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 115, 116, 117, 118, 128

O

Otimização 6, 7, 18, 19, 46, 47, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 59, 64, 96, 97, 98, 99, 101, 103, 140

P

Perceptron 5, 105, 107, 110, 118, 120, 127, 128

Previsão 5, 6, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 24, 33, 105, 106, 119, 129, 130, 131, 133, 134, 135, 136

Primal-Dual 7, 96, 97, 98, 101, 103

Programação 5, 6, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 63, 84, 89, 91, 119, 123, 131, 158

R

Rede Neural Artificial 5, 106, 118, 120, 123, 124

Redes Randômicas 68, 72

Regressão Linear 16, 20, 130

S

Scratch 6, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45

Scrum 5, 59, 60, 61, 66, 67, 138, 141

Simulações Computacionais 5, 68, 70, 76

Sistemas Elétricos de Potência 96, 103

Softwares 38, 60, 63, 139, 148

Sprint 7, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 143, 144

Substituição Sensorial 79, 80, 81, 82, 83, 84, 95

T

Tecnologia 35, 59, 62, 68, 79, 80, 82, 95, 105, 127, 139, 141, 144, 149, 150, 158

Tecnologias Assistivas 80, 81

Twitter 21, 24, 25, 26, 27, 33

TECNOLOGIAS, MÉTODOS E TEORIAS NA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Atena
Editora

Ano 2020

TECNOLOGIAS, MÉTODOS E TEORIAS NA ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

 **Atena**
Editora

Ano 2020