



Conteúdo Conceitual e Aspectos Práticos da Ciência da Computação

Ernane Rosa Martins
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020



Conteúdo Conceitual e Aspectos Práticos da Ciência da Computação

Ernane Rosa Martins
(Organizador)

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª 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

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de 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
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 Internazionele 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
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. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
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. 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 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 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 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 Federaci 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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
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 Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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. 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
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 Miranilde 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. Adailson 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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza 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. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliariari – 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. 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
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª 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
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – 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
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
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. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

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

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Conteúdo conceitual e aspectos práticos da ciência da computação

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Ernane Rosa Martins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C761 Conteúdo conceitual e aspectos práticos da ciência da computação / Organizador Ernane Rosa Martins. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-601-0

DOI 10.22533/at.ed.010201412

1. Computação. I. Martins, Ernane Rosa (Organizador).
II. Título.

CDD 004

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.

APRESENTAÇÃO

A Ciência da Computação, traz inúmeros benefícios para a sociedade moderna, tais como: a criação de empregos, o desenvolvimento de novos equipamentos, o ganho de produtividade nas empresas e o acesso à informação. Os estudos realizados nesta área são aplicados em diversas outras áreas do conhecimento, proporcionando a resolução de diferentes problemas da sociedade, trazendo avanços significativos para a vida de inúmeras pessoas, fazendo com que cada vez mais estes profissionais sejam valorizados, requisitados e prestigiados no mercado de trabalho.

As empresas enxergam atualmente a necessidade cada vez maior de profissionais bem qualificados nesta área, a fim de que possam promover cada vez mais inovação, desenvolvimento e eficiência junto as empresas. Os estudos desta área focam no estudo de técnicas, metodologias e instrumentos computacionais, visando principalmente automatizar os processos e desenvolver soluções com o uso de processamento de dados. Desta forma, este livro, vem possibilitar conhecer os elementos principais desta ciência por meio do contato com alguns dos conceitos fundamentais desta área, apresentados por meio dos resultados relevantes alcançados nos trabalhos presentes nesta obra.

Dentro deste contexto, este livro aborda diversos assuntos importantes para os profissionais e estudantes desta área, tais como: a orientação dos alunos na busca e utilização de ferramentas computacionais e tipográficas de qualidade; aplicação de uma heurística baseada em Algoritmos Genéticos; uma análise qualitativa dos principais programas computacionais utilizados em fotogrametria computadorizada; os antipadrões de restrição de autorização em serviços Web orquestrados com BPEL4People; um sistema de atendimento automatizado, que inclui chat, chatbots e gerenciamento de atendentes; o sistema PSI, um prontuário online destinado a psicólogos; a Formação de Grupos de Alto Desempenho (FGAD) em Aprendizagem Colaborativa Baseada em Projetos (CPBL) usando Metodologias ágeis; a integração do método dos elementos finitos (Finite Element Method) - FEM associado a um Algoritmo Genético (GA) combinado com Lógica Nebulosa (Fuzzy) para o desenvolvimento de um filtro óptico destinado a sistemas DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing); o desenvolvimento de ferramenta de código aberto para uso em atividades de eletrônica durante o distanciamento social; um modelo de Algoritmo Genético para otimizar os parâmetros do COCOMO Básico; discussões sobre como e por que estudar automação hoje em dia; um processo de recomendação utilizando análise de sentimento sobre scripts de filmes e agrupando filmes de sentimentos similares; um modelo de previsão, com a utilização das

ferramentas de Redes Neurais Artificiais, para estimar o volume de uma usina hidrelétrica; o desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica (SIG); um mapeamento sistemático da produção do conhecimento científico e tecnológico; a utilização de um jogo sério que pode auxiliar os profissionais de educação a identificar alunos com maior probabilidade de sofrerem de discalculia; e uma revisão da literatura quanto a utilização de aplicativos em síndromes coronarianas agudas.

Assim, os trabalhos apresentados nesta obra exemplificam a abrangência e importância da área de Ciência da Computação na atualidade, permitindo aos nossos leitores analisar e discutir os resultados encontrados. A cada autor, os mais sinceros agradecimentos, por contribuir com esta importante obra, e aos leitores, desejo uma excelente leitura, repleta de boas e relevantes reflexões.

Ernane Rosa Martins

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AJUSTES PARA ESCREVER MONOGRAFIAS DE ACORDO COM A ABNT USANDO O LATEX

Rafael Santos da Costa
Lindomar Miranda Ribeiro
Thiago Rafael da Silva Moura

DOI 10.22533/at.ed.0102014121

CAPÍTULO 2..... 12

ANÁLISE TÉRMICA DO PROCESSO DE SOLDAGEM TIG EM UM DUTO EM OPERAÇÃO ATRAVÉS DO MÉTODO NUMÉRICO DE VOLUMES FINITOS

Theo Martins de Alencar Paiva
Jakson Gomes de Oliveira Junior
Francisco Edson Nogueira Fraga

DOI 10.22533/at.ed.0102014122

CAPÍTULO 3..... 21

APLICAÇÃO DE ALGORITMO GENÉTICO NA OTIMIZAÇÃO DINÂMICA DO ESPAÇO EM VEÍCULO URBANO DE CARGA

Bruno Siqueira da Silva
Leandro da Silva Camargo
Marilton Sanchotene de Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.0102014123

CAPÍTULO 4..... 40

AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE SOFTWARES UTILIZADOS EM FOTOGRAMETRIA COMPUTADORIZADA

Rodrigo Luis Ferreira da Silva
Cassius Cley Dias Xabregas

DOI 10.22533/at.ed.0102014124

CAPÍTULO 5..... 53

BPEL4PEOPLE ANTI-PATTERNS: DISCOVERING AUTHORIZATION CONSTRAINT ANTI-PATTERNS IN WEB SERVICES

Henrique Jorge Amorim Holanda
Carla Katarina de Monteiro Marques
Francisca Aparecida Prado Pinto
Giovanni Cordeiro Barroso

DOI 10.22533/at.ed.0102014125

CAPÍTULO 6..... 70

CICLOS DE VIDA DE PESQUISA COM BASE NA CIÊNCIA ABERTA

Larissa Mariany Freiburger Pereira
Roberto Carlos dos Santos Pacheco

DOI 10.22533/at.ed.0102014126

CAPÍTULO 7..... 80

DESENVOLVIMENTO DE ATENDIMENTO AUTOMATIZADO PARA AUXÍLIO NA GESTÃO DE PERMANÊNCIA DOS CURSOS EAD DA UNIUBE

Mateus de Sousa Valente
Rayanne Oliveira de Moura
Maurício de Souza Campos
José Roberto de Almeida
André Luis Silva de Paula

DOI 10.22533/at.ed.0102014127

CAPÍTULO 8..... 88

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA PSI: UM PRONTUÁRIO ONLINE PARA PSICÓLOGOS

Raphael Ramos da Silva
Júlia de Almeida Ferreira Braga
Evelyn Mayara Paixao do Nascimento
Leydson Fernandes da Silva
Diego Silveira Costa Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.0102014128

CAPÍTULO 9..... 97

ENTENDENDO E CONCEITUALIZANDO A FORMAÇÃO DE GRUPOS DE ALTO DESEMPENHO NA APRENDIZAGEM COLABORATIVA BASEADA EM PROJETOS E METODOLOGIA ÁGEIS

Carla Fabiana Gomes de Souza

DOI 10.22533/at.ed.0102014129

CAPÍTULO 10..... 111

FILTROS ÓPTICOS OTIMIZADOS POR ALGORITMOS GENÉTICOS ASSOCIADOS À LÓGICA NEBULOSA

Wilton Moreira Ferraz Junior
Carlos Henrique da Silva Santos
Marcos Sérgio Gonçalves

DOI 10.22533/at.ed.01020141210

CAPÍTULO 11..... 125

FROM SYSTEMS ENGINEERING TO SYSTEM DYNAMICS: A PRELIMINARY EXPLORATION OF SYSML USAGE IN SYSTEM DYNAMIC CONTEXT

Eduardo Ferreira Franco
Joaquim Rocha dos Santos
Hamilton Carvalho
Kechi Hiramã

DOI 10.22533/at.ed.01020141211

CAPÍTULO 12..... 140

INTRODUÇÃO DO PENSAMENTO COMPUTACIONAL NO ENSINO FUNDAMENTAL II COMO FATOR MOTIVACIONAL PARA O INGRESSO NA ÁREA

DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Jhonatas Israel da Costa Laurentino

Tatiane Alves dos Santos

Paulo Henrique de Azevedo Dantas

Flavius da Luz e Gorgônio

Amarildo Jeele Ferreira de Lucena

DOI 10.22533/at.ed.01020141212

CAPÍTULO 13..... 151

LABHOME: DESENVOLVIMENTO DE OSCILOSCÓPIO DE CÓDIGO ABERTO COM MÓDULO IOT PARA LABORATÓRIO RESIDENCIAL

Victor Takashi Hayashi

Fabio Hirotsugu Hayashi

DOI 10.22533/at.ed.01020141213

CAPÍTULO 14..... 164

OS IMPACTOS CAUSADOS NAS CRIANÇAS E ADOLESCENTES NA ERA DA INFORMAÇÃO

Jonatas Bernardes de Oliveira

Lauenia Princia Ferreira da Costa

Lucas Henrique de Castro Oliveira

Rhaellen Lorena de Jesus Gonçalves

José Roberto de Almeida

DOI 10.22533/at.ed.01020141214

CAPÍTULO 15..... 171

OTIMIZAÇÃO DO COCOMO BÁSICO UTILIZANDO ALGORITMO GENÉTICO PARA ESTIMATIVA DE ESFORÇO NO DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE

Arielson Altino de Souza

Marco Antônio Pereira Araújo

Márcia Cristina Valle Zanetti

DOI 10.22533/at.ed.01020141215

CAPÍTULO 16..... 192

PORQUE FORMAR ENGENHEIROS OBSOLETOS - UM CASO DE ESTUDO

Cesar da Costa

DOI 10.22533/at.ed.01020141216

CAPÍTULO 17..... 197

PREDIÇÃO PARA RECOMENDAÇÃO DE FILMES COM BASE NO AGRUPAMENTO PELO CONTEÚDO DO SCRIPT

Henrique Matheus Ferreira da Silva

Rafael Silva Pereira

DOI 10.22533/at.ed.01020141217

CAPÍTULO 18..... 206

PROXMOX: UMA PROPOSTA PARA VIABILIZAÇÃO DE LABORATÓRIO VIRTUAL PARA O CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM REDES DE COMPUTADORES

NO IFRO *CAMPUS* PORTO VELHO ZONA NORTE

Tiago Ramos Rodrigues

Jhordano Malacarne Bravim

DOI 10.22533/at.ed.01020141218

CAPÍTULO 19..... 221

REDES NEURAIS ARTIFICIAIS: MODELAGEM COMPUTACIONAL DA PREVISÃO DE VOLUME DE UMA USINA HIDRELÉTRICA

Bárbara Raquel Mendonça Rezende

Eliane da Silva Christo

Fernando Tadeu Pereira de Medeiros

DOI 10.22533/at.ed.01020141219

CAPÍTULO 20..... 233

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA PARA MAPEAMENTO DE ESCOLAS: UM EXEMPLO NO LITORAL NORTE DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Ricardo de Sampaio Dagnino

Eliseu José Weber

Douglas Wesley Pires Sarmiento

Pablo Guilherme Silveira

DOI 10.22533/at.ed.01020141220

CAPÍTULO 21..... 249

SISTEMAS DE RECOMENDAÇÃO: UMA VISÃO GERAL

Maria Inês Vasconcellos Furtado

José Cláudio Garcia Damaso

Lúcio Pereira de Andrade

DOI 10.22533/at.ed.01020141221

CAPÍTULO 22..... 264

TECNOLOGIAS ASSISTIVAS DE ORIENTAÇÃO E MOBILIDADE PARA PCDV: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA BRASILEIRA

Sidney José Rodrigues Lima

Leonardo Alves de Sousa

Francisca Cynthia Moreira da Silva

Lucas Ferreira Mendes

DOI 10.22533/at.ed.01020141222

CAPÍTULO 23..... 279

TECNOLOGIAS DE PONTA: UMA PROSPECÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO CONTEXTO DA IMPRESSÃO 4D

Wanderson de Vasconcelos Rodrigues da Silva

Renata Silva-Mann

Mayllon Veras da Silva

Matheus dos Santos Araújo Mendes

Harlykson Soares Magalhães

DOI 10.22533/at.ed.01020141223

CAPÍTULO 24.....	291
UMA PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DE UM JOGO SÉRIO NO AUXÍLIO AO DIAGNÓSTICO DA DISCALCULIA VERBAL E PRACTOGNÓSTICA	
Arthur Costa Gorgônio	
André Felipe Gonçalves Macedo de Medeiros	
Rodrigo Valença Cavalcante Frade	
Karlíane Medeiros Ovidio Vale	
Flavius da Luz e Gorgônio	
DOI 10.22533/at.ed.01020141224	
CAPÍTULO 25.....	297
“UTILIZAÇÃO DE APLICATIVOS (APPS) NO CENÁRIO DE SÍNDROME CORONARIANAS AGUDAS: UMA REVISÃO DA LITERATURA”	
Mauro Guimarães Albuquerque	
Juan Carlos Montano Pedroso	
José da Conceição Carvalho Júnior	
Matheus Rangel Marques	
Rayane Sales Roza	
Lydia Masako Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.01020141225	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	306
ÍNDICE REMISSIVO.....	307

APLICAÇÃO DE ALGORITMO GENÉTICO NA OTIMIZAÇÃO DINÂMICA DO ESPAÇO EM VEÍCULO URBANO DE CARGA

Data de aceite: 01/12/2020

Bruno Siqueira da Silva

Programa de Pós-Graduação em Computação
PPGC
Universidade Federal de Pelotas - UFPEL
Pelotas/RS, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0662443450686303>
<https://orcid.org/0000-0002-5169-5063>

Leandro da Silva Camargo

Programa de Pós-Graduação em Computação
PPGC
Universidade Federal de Pelotas - UFPEL
Pelotas/RS, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0870465869635397>
<https://orcid.org/0000-0002-6280-0818>

Marilton Sanchotene de Aguiar

Programa de Pós-Graduação em Computação
PPGC
Universidade Federal de Pelotas - UFPEL
Pelotas/RS, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3499616508280892>
<https://orcid.org/0000-0002-5247-6022>

RESUMO: O setor de logística de cargas, assim como outros ramos do mercado, opera com margens de lucro muito ajustadas, assim, o planejamento estratégico segue alguns parâmetros, em destaque o volume e peso transportados, onde a locação eficiente dessas dimensões podem permitir a competitividade e qualidade na oferta do serviço. Contudo o dinamismo desse ambiente – objetos que ocupam volume e peso variados – impõem desafios que

acabam gerando um problema, o qual pode ser classificado como NP-Difícil. Nesse sentido se propõe a aplicação de uma heurística baseada em Algoritmos Genéticos que apresente bons resultados em tempo computacional aceitável, na resolução das questões apresentadas. Para facilitar a validação do algoritmo implementado foram simuladas as dimensões e a capacidade de carga para um veículo específico, bem como, se trabalhou com objetos definidos, onde o computo de tais volumes excedem os parâmetros. Como resultado, após diversas simulações e ajustes na estrutura do código-fonte foi apontada uma solução ótima. Os valores obtidos foram comparados com outra implementação, baseada no framework DEAP, utilizando mesma estrutura de dados, tendo como intuito a validação da implementação proposta.

PALAVRAS-CHAVE: Cadeia de suprimentos, computação evolutiva, algoritmos de otimização.

ABSTRACT: The cargo logistics sector, as well as other branches of the market, operates with very adjusted profit margins, so the strategic planning follows some parameters, highlighting the volume and weight transported. In this branch, the efficient rental of these dimensions can allow competitiveness and quality in the offer of the service. However, the dynamism of this environment - objects that occupy varied volume and weight - impose challenges that end up generating a problem, which can be classified as NP-Hard. In this sense, it is proposed to apply a heuristic based on Genetic Algorithms that present good results in acceptable computational time, in solving the issues presented. To facilitate

the validation of the implemented algorithm, the dimensions and load capacity for a specific vehicle were simulated, as well as, if worked with defined objects, where the computation of such volumes exceed the parameters. As a result, after several simulations and adjustments in the structure of the source code a global maximum was pointed out. The values obtained were compared with another implementation, based on the DEAP framework, using the same data structure, to validate the solution. **KEYWORDS:** Supply chain, evolutionary computing, optimization algorithms.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de dimensões continentais constituído por regiões cobertas por malhas viárias em distintas condições de tráfego. [1] apresenta como resultado da pesquisa que o transporte rodoviário é o principal meio para o deslocamento de cargas dentro do Brasil e é responsável por quase 63% do TKU (toneladas por quilômetro útil) movimentado no País. Além disso, o transporte de mercadorias de um lugar para outro vêm sofrendo constantemente incremento, tais fatores fazem com que as empresas de logística, transporte e distribuição invistam em um bom sistema de roteamento de frotas de veículos, visando um menor custo e entregas no menor tempo possível [2].

As empresas que trabalham com o transporte de cargas demandam da criação de roteiros eficientes que, além de atender todos os pontos em uma menor distância, também deve respeitar restrições que cada mercadoria apresenta, bem como a capacidade dos caminhões – em relação ao volume e peso – e a devida ordenação nas entregas dessa carga.

Nesse contexto, o planejamento estratégico do transporte de cargas segue alguns parâmetros, tais como: peso, volume e densidade média; dimensão da carga; dimensão do veículo; grau de fragilidade da carga e de perecibilidade; estado físico; assimetria; e compatibilidade entre cargas diversas [3].

Esses parâmetros são os mais relevantes em matéria de planejamento, face ao impacto que as decisões tomadas em cada um deles acabam tendo sobre a lucratividade, o fluxo de caixa e o retorno de investimento. Pois para Ballou [3], as empresas tentam minimizar os custos relacionados ao transporte e garantir a qualidade no serviço, buscando sistemas mais eficientes de decisões de utilização da frota, permanecendo assim competitivas no mercado de trabalho.

O presente artigo propõe a otimização da lotação dos veículos de transporte de cargas, por meio de métodos matemáticos, abrangendo as variáveis interessantes para cada empresa, dependendo do seu ramo de atividade e do que o cliente prioriza. Essa variedade de aspectos impões uma série de desafios à otimização, pois o dinamismo desses ambientes, onde o cenário e/ou restrições de condicionamento físico podem mudar com o tempo é tratado como problema de otimização dinâmica

(DOP).

Assim, com o objetivo atender o maior número de parâmetros dinâmicos impostos pelo planejamento estratégico envolvido no transporte de cargas, acaba gerando um problema, o qual pode ser classificado como NP-Difícil, do inglês NP-hard. Conforme apresentado por Garey e Johnson [4], muitos dos problemas a serem resolvidos pertencem à classe dos NP-Difíceis, os quais são caracterizados pela ausência de uma solução exata que possa ser obtida em tempo polinomial, ou seja, a solução ótima não é encontrada em tempo computacional válido.

Visto que as soluções ótimas não são ideais para esse tipo de problema, métodos heurísticos são estudados para buscar resultados satisfatórios. Uma heurística muito utilizada são os Algoritmos Genéticos (AG) que tomam como base a teoria da evolução e a genética para o seu desenvolvimento. Este trabalho descreve o desenvolvimento de um AG para a solução do DOP de cargas que apresentem bons resultados em tempo computacional aceitável, na resolução das questões apresentadas.

O artigo está estruturado da seguinte maneira, a seção 2 apresenta uma revisão de literatura referente ao problema abordado, os conceitos de algoritmos evolutivos, dando ênfase aos algoritmos genéticos, os operadores genéticos de cruzamento e mutação. A seção 3 trata da metodologia utilizada nesse projeto, desde a coleta dos dados, softwares utilizados passando pela representação dos indivíduos e validações dos parâmetros utilizados. Já na seção 4 são demonstrados os resultados obtidos com a aplicação do algoritmo genético que entregue a melhor combinação para a lotação do veículo. Por fim, as considerações finais e trabalhos futuros.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Problema de distribuição de carga

Segundo Novaes [5], a distribuição física objetiva, levar os produtos certos, para os lugares certos, no momento certo e, com níveis de serviços considerados satisfatórios, minimizando os custos. Nesse sentido a distribuição física de cargas pode apresentar um número razoável de situações dinâmicas do mundo real.

A distribuição é impactada por de 15 fatores, sendo estes: divisão da região a ser atendida em zonas de entrega, cada uma visitada por um determinado veículo; distância entre o depósito e a zona de entrega; velocidades operacionais médias; tempo de parada em todos os clientes; tempo de ciclo; frequência de visitas; quantidade de mercadorias; densidade da carga; dimensões e morfologia das unidades transportadas; valor unitário; acondicionamento; grau de fragilidade; grau de periculosidade; compatibilidade entre produtos de natureza diversa e custo

global [5]. Tais fatores podem ser classificados em dois grupos distintos, um ligado a roteirização e mobilidade e o outro ligado ao condicionamento físico.

Nesse trabalho o foco de otimização está associado aos aspectos de condicionamento físico, para tal foram considerados os seguintes parâmetros: quantidade de mercadorias; densidade da carga; dimensões da unidade transportadora e valor unitário.

Com relação às dimensões e morfologia da unidade transportadora o CONTRAN [6], através das Resoluções nº 12/98, 184/05 e nº 62/98, regulamentou os artigos 99 e 100 do Código de Trânsito Brasileiro, nos quais constam os limites para dimensões, peso bruto total e peso por eixo, que devem ser observados para todos os veículos de carga que circulam nas vias terrestres.

Dessa forma, a unidade que servirá de base aos experimentos é denominada de Veículo Urbano de Carga (VUC). O VUC é o caminhão de menor porte, mais apropriado para áreas urbanas. Esta característica de veículo deve respeitar as seguintes características: largura e altura máxima de 2,20 m (dois metros e vinte centímetros); comprimento máximo de 6,30 m (seis metros e trinta centímetros); volume suportado de até 30 m³ (trinta metros cúbicos); e com capacidade do VUC é de 3 t (três toneladas).

2.2 Computação Evolutiva

Conceitos de computação evolutiva (CE) têm sido empregados em uma variedade de disciplinas, desde ciências naturais e engenharia até biologia e ciência da computação. A ideia básica consiste em aplicar o processo de evolução natural como um paradigma de solução de problemas, a partir de sua implementação em computador [7]. Os problemas de otimização são aqueles que vêm recebendo mais contribuições a partir de técnicas de CE [8], razão pela qual será adotado como ponto de partida para a descrição e formalização dos conceitos e técnicas a serem apresentados nesse artigo.

2.3 Algoritmos Genéticos

Os algoritmos genéticos fazem parte da computação evolutiva, que se baseia em mecanismos encontrados na natureza. Nas últimas décadas, inspirados na natureza ou na genética, muitos algoritmos heurísticos e meta-heurísticos foram propostos na literatura [9].

O algoritmo genético (GA) [10] é uma técnica de busca heurística adaptativa para encontrar a solução ótima global. Simula o processo genético e evolutivo da evolução natural. Foi proposto pela primeira vez pelo professor Holland na Universidade de Michigan dos Estados Unidos. A técnica de pesquisa usada não é feita em uma única direção do espaço de pesquisa. Apesar do caráter estocástico

ou aleatório dos algoritmos genéticos, eles são capazes de explorar com eficiência a memória passada, no sentido de polarizar a busca por regiões promissoras no espaço de candidatos à solução [11].

O GA considera uma série de soluções e testes individuais para convergência no escopo geral do espaço de pesquisa, levando a uma maior possibilidade de encontrar a solução ideal global. É muito útil para resolver problemas de otimização, pois funciona corretamente, mesmo que os parâmetros de entrada sejam ligeiramente alterados ou na presença de ruído razoável. Os passos básicos no processo de execução de um algoritmo genético, de forma bastante simplificada, consistem no recebimento de uma população inicial e uma função de avaliação, normalmente denominada *fitness* e, o fornecimento como saída do melhor indivíduo encontrado após o processo evolutivo.

A. População

A otimização baseada em GA começa com uma população de cromossomos gerados aleatoriamente, onde cada cromossomo representa uma solução candidata ao problema concreto que está sendo resolvido. Em cada geração, a adequação de cada cromossomo é avaliada e as soluções mais ajustadas são selecionadas para formar um *pool* de acasalamento.

Dois pais são selecionados aleatoriamente da população e sofrem *crossover* e mutação para formar dois filhos. Esse processo de seleção, cruzamento e mutação é repetido até que a nova população seja gerada. A operação de mutação é útil para evitar convergência prematura e para explorar um espaço mais amplo de pesquisa.

Assim, o processo busca as melhores soluções em cada geração e continua até a população convergir para uma solução globalmente ótima no espaço da solução. O processo geral continua até que um número predefinido de gerações seja concluído, estagnação ou critérios de término sejam satisfeitos. Os parâmetros configuráveis na implementação incluem critério de término, tamanho do torneio para selecionar os pais, probabilidade de cruzamento e probabilidade de mutação.

B. Operadores Genéticos

Cada genoma tem três operadores principais: inicialização, mutação e cruzamento. Com esses operadores, é possível influenciar uma população inicial, definir uma mutação ou cruzamento específico para a representação de um problema ou desenvolver partes do algoritmo genético à medida que a população evolui.

Os operadores de cruzamento têm um papel no equilíbrio entre varredura (*exploration*) e refinamento (*exploitation*), o que permitirá a extração de características de ambos os progenitores, onde se espera que os filhos resultantes herdem as boas características [12].

- **Seleção (Elitismo):** leva em consideração a aptidão (*fitness*) do indivíduo. “Vários componentes de um processo evolutivo são estocásticos: a seleção favorece indivíduos mais bem adaptados (ou seja, com melhor *fitness*), mas existe também a possibilidade de serem selecionados outros indivíduos” [13]. Dessa forma, os indivíduos mais aptos, tem maiores chances de sobrevivência, essa evolução conduz o algoritmo genético às melhores soluções.
- **Crossover:** promove a troca de informação entre duas estruturas de acordo com um ponto escolhido aleatoriamente. Dois pais já selecionados são combinados com uma dada probabilidade, chamada taxa de cruzamento. Essa taxa representa a proporção de pais nos quais um operador de *crossover* atuará. As taxas mais usadas estão no intervalo de 0,45 a 0,95 [14]. A escolha de um operador de *crossover* é muito importante e está fortemente ligada ao tipo de problema considerado.
- **Mutação:** o operador de mutação realiza mudanças aleatórias nas estruturas da população ao trocar um símbolo em uma estrutura com uma taxa de mutação ou probabilidade (*pm*). Supondo uma taxa de mutação $pm = 0.01$, então a cada geração existe uma chance de 1% que uma estrutura da população seja alterada pela troca de um de seus símbolos. Assim, esse operador promove a diversidade da população evitando que as estruturas se tornem homogêneas e, conseqüentemente ocorra a convergência prematura.

C. Problema da Mochila 0-1 (knapsack problem – KP)

O problema da mochila 0-1 (0-1 KP) ou mochila binária, consistem em alocação de objetos (1) ou não (0), conforme a capacidade de carga, sem que ocorra o fracionamento. As variantes nessa situação fazem parte do problema de otimização combinatória NP-difícil. O 0-1 KP desempenha um papel importante em ciência da computação, seleção de projetos, problemas de planejamento de produção, alocação de recursos e problemas de corte de estoque [15]. Uma das soluções possíveis para esse problema é a implementação do algoritmo de força bruta, Um algoritmo que implementa a solução de um problema através da força bruta, onde ele compara todas as possibilidades de resposta para o problema e devolve a melhor solução ou a solução mais correta que não ultrapassem o peso máximo estipulado.

3 I MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma revisão de literatura pertinente à computação evolutiva e a aplicação de algoritmos genéticos na solução de problemas complexos, bem como um levantamento de aplicação desses algoritmos em situações reais de logística,

principalmente na otimização para a alocação de espaço no transporte de cargas.

A segunda etapa da pesquisa centrou esforços na implementação de diferentes algoritmos na linguagem de programação Python (<https://www.python.org/downloads/>). A Fig. 1 apresenta o esquema da implementação do algoritmo genético implementado, os operadores utilizados e fluxo compreendido desde a geração da população inicial até a listagem dos melhores indivíduos e a melhor solução encontrada.

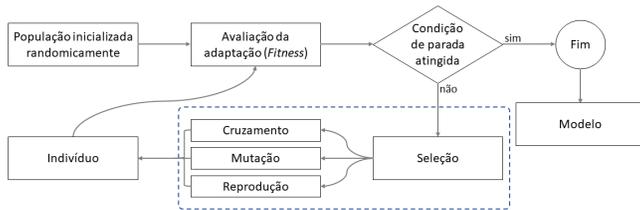


Fig. 1. Processos implementados no algoritmo genético

Após seleção, recombinação e mutação, a próxima população é avaliada. Em seguida, a estratégia de substituição decide quais indivíduos entrarão na população da próxima iteração. Assim, os indivíduos mais aptos de novos filhos (filhos) e idosos (pais) são colocados na próxima geração. Cada solução é avaliada e a seleção de reprodução é aplicada à população atual para criar uma população de sobreviventes.

3.1 Parâmetros

Para a implementação do algoritmo foram definidos parâmetros básicos associados à capacidade do veículo e características da carga a ser transportada. Sem considerar questões de deslocamento ou prioridade da entrega. Nesse contexto, no lado do veículo são impostas restrições quanto a capacidade de carga e volume, já no lado dos itens que serão embarcados há uma identificação quanto ao peso, dimensões e preço. Objetivando a carga com maior número de itens e de valor mais elevado.

3.2 Representação dos indivíduos

A primeira ação visa codificar os indivíduos que compõem o universo da análise. Esta é a etapa onde a população é gerada, e cada indivíduo representa uma solução possível para o problema. Para tal, o cromossomo, representado na Fig. 2 é um exemplo fictício e corresponde ao embarque (1) ou não (0), dos itens relacionados para transporte.

Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7
0	0	1	0	0	1	1

Fig. 2. Representação de cada gene integrante do cromossomo gerado

Nesse caso representado na Fig. 2, apenas os itens identificados como (Item3, Item6 e Item7) serão embarcados. Gerando um cromossomo (0010011), essa conversão para binário torna o mecanismo genético mais flexível, possibilitando a transmissão desses valores como unidades a serem transportadas. Onde tal seleção deve respeitar aos limites de peso e volume, conforme as especificações do veículo.

3.3 Avaliação

A função de avaliação (*fitness*) percorre o cromossomo e avalia os itens selecionados para o embarque, caso o peso ou espaço extrapole a capacidade do veículo é aplicada uma punição para o arranjo produzido. Caso os indivíduos sejam a melhor combinação são considerados um ótimo local, tornando-se um ótimo global caso não sejam registradas combinações melhores após o limite de gerações definidos no algoritmo.

3.4 Ferramentas utilizadas

As subseções descrevem os equipamentos de hardware, sistema operacional e do ambiente de desenvolvimento utilizados na implementação do algoritmo genético.

3.4.1 Características do Hardware

Os algoritmos foram executados em um computador com processador Intel (R) Core (TM) I5, modelo 3317U, com unidade de processamento operando a uma frequência de 1,7 GHz, dotado de um espaço em memória RAM de 8,0 GB e uma arquitetura baseada em 64bits.

3.4.2 Características do Software

O sistema operacional utilizado foi o Windows, versão 10. Já como ambiente de desenvolvimento se optou pelo Spyder 3.3.6 (<https://www.spyder-ide.org/>), por oferecer uma combinação das funcionalidades avançadas de edição, análise, depuração e criação a qual permite uma execução interativa, a inspeção do código-fonte e importantes recursos de visualização.

3.4.3 Linguagem de programação e bibliotecas

O primeiro algoritmo foi implementado na linguagem de programação Python, versão 3.8, utilizando o paradigma orientado a objetos (POO). Foram utilizadas as

bibliotecas *matplotlib.pyplot* para a representação gráfica do número de gerações criadas no processo de reprodução do GA; e *random*, para geração de valores aleatórios, ou seja, utilizados para criação dos cromossomos que compõe o gene do indivíduo.

Para validação dos resultados obtidos nessa implementação, utilizando a mesma base de dados, e um novo algoritmo POO foi desenvolvido, adicionando o *framework* de Computação Evolutiva desenvolvido na linguagem Python chamado *Distributed Evolutionary Algorithms in Python* (DEAP) [15]. O DEAP permite o desenvolvimento de AGs utilizando diferentes estruturas para a representação de cromossomos como, por exemplo, *strings*, inteiros e *arrays*. Nesse ambiente o desenvolvedor não precisa se preocupar com detalhes da implementação, pois os operadores genéticos estão disponíveis de forma encapsulada, bastando a passagem correta dos parâmetros para a obtenção dos resultados [16]. O resultado observado é um código-fonte bastante simplificado e um desempenho muito promissor, mesmo quando aplicado em uma base de dados pequena. Esse é um software de código aberto, que pode ser executado nas plataformas UNIX, MS-DOS e MAC [17]. O código-fonte e a documentação do DEAP podem ser obtidos no endereço <https://github.com/DEAP/deap>.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na implementação de um algoritmo genético alguns fatores devem ser considerados, sendo que dentre esses destacam-se: a forma como os indivíduos foram representados; a função de avaliação que será utilizada para a classificação dos indivíduos; e os tipos de cruzamento, mutação e seleção utilizados. Além disto, existem ainda outros parâmetros a serem definidos como, por exemplo, o tamanho da população e os critérios de convergência do método.

Nesta seção são abordados os aspectos relacionados à implementação, o detalhamento dos parâmetros utilizados e os resultados obtidos.

4.1 Inicialização da População

A população inicial foi gerada aleatoriamente sorteando cada gene do cromossomo, respeitando as restrições do problema para evitar uma população inválida. Nesse estudo, foram avaliados uma amostra de 22 itens passíveis de serem embarcados em um caminhão com capacidade de peso de carga e volume fictícios e pré-definidos no algoritmo.

O Algoritmo 1 mostra o trecho da primeira implementação (Algoritmo POO). Sabendo-se que o parâmetro “*espacos*”, utilizada na função *len()*, representa a quantidade de 22 itens. Já a função *random* gera um valor aleatório: quando esse

valor é inferior a 0.5, o gene recebe o número zero (0), caso contrário, recebe o número um (1).

Algoritmo 1

```
1: Processo Inicialização dos Indivíduos  
2: for  $i$  in  $\text{range}(\text{len}(\text{espacos}))$ :  
3: if  $\text{random}() < 0.5$ :  
4:  $\text{self.cromossomo.append}("0")$   
5: else:  
6:  $\text{self.cromossomo.append}("1")$ 
```

Já o Algoritmo 2 demonstra a implementação com passagem de parâmetros para as funções encapsuladas na biblioteca DEAP, para a geração dos cromossomos.

Algoritmo 2

```
1: Processo Criação da população com DEAP  
2:  $\text{toolbox.register}(\text{"attr\_bool"}, \text{random.randint}, 0, 1)$   
3:  $\text{random.seed}(1)$   
4:  $\text{populacao} = \text{toolbox.population}(n = 22)$ 
```

Cada cromossomo produzido representa uma solução para o problema, por isso, a cada geração nova, os cromossomos são avaliados por meio de uma função de avaliação, detalhada na próxima seção.

4.2 Função de Avaliação

Depois de formada a população inicial ou ao final de cada geração é necessário avaliar o grau de aptidão, ou *fitness*, de cada indivíduo. A função de avaliação (ou função custo) é extremamente importante para o bom funcionamento do algoritmo, pois é através dela que será qualificada cada solução. Neste trabalho, a função de avaliação considerou as variáveis volume V e o peso P dos indivíduos, expressas nas equações (1) e (2), observando a capacidade dos veículos do tipo VUC (3). Para todos os indivíduos gerados, a função de avaliação retorna uma nota, obtido pelo somatório do valor (R\$) de cada item da carga com valor do gene igual a "1", conforme especificado na seção 3.2. Por fim, a nota da avaliação (N) é calculada pela equação (4). Caso a capacidade do VUC fosse superada, foi atribuído uma nota $N=1(5)$ para o indivíduo.

$$(1) \quad V = \sum_{i=0}^t v_i$$

$$(2) \quad P = \sum_{i=0}^t p_i$$

$$(3) \quad \text{Se } P \leq 3 \text{ e } V \leq 3$$

$$(4) \quad N = \sum_{i=0}^t c_i$$

$$(5) \quad \text{Senão } N = 1$$

Onde:

t = tamanho do cromossomo

i = índice do cromossomo [0 ... 21]

V = volume total do indivíduo

v = volume do item

P = peso (ou massa) total do indivíduo

p = peso (ou massa) do item

N = nota de avaliação do indivíduo

c = valor em R\$ do item

A população foi definida inicialmente com 100 indivíduos. Durante o desenvolvimento deste trabalho foram realizados testes com diferentes tamanhos de população, mais especificamente foram realizados testes com 100, 200 e 500 indivíduos.

Nos testes se verificou que o *fitness* médio não sofreu variações significativas com o aumento da população, logo, não provocou melhorias significativas no *fitness* médio. Desta forma, o tamanho da população foi mantida com 100 indivíduos pelo fato de apresentar um custo computacional inferior.

4.3 Operadores Genéticos

O operador genético de crossover combina espaços de dois genitores gerando filhos mais aptos e, conseqüentemente, com o passar das gerações a população tende a evoluir. Na Figura 3 é mostrado um exemplo de um cruzamento entre dois indivíduos hipotéticos, formando dois novos filhos, utilizando os genes dos pais.

O resultado desta operação é um indivíduo que potencialmente combine as melhores características dos indivíduos usados como base.

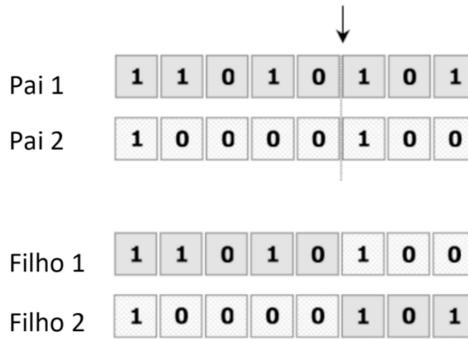


Fig. 3. Exemplo de *Crossover* em um ponto de corte

Com um ponto de cruzamento, seleciona-se aleatoriamente um ponto de corte do cromossomo. Cada um dos dois descendentes recebe informação genética de cada um dos pais. O Algoritmo 3 exibe trechos da implementação do crossover no algoritmo POO.

Algoritmo 3

```

1: Processo Definição ponto de corte aleatório
2: def crossover(self, outro_individuo):
3: corte = round(random() * len(self.cromossomo))   4: filho1 =
outro_individuo.cromossomo[0:corte] +
self.cromossomo[corte:]
5: filho2 = self.cromossomo[0:corte] +
outro_individuo.cromossomo[corte:]

```

O Algoritmo 4 exibe a implementação do *crossover* utilizando a biblioteca DEAP. O parâmetro *tools.cxOnePoint* encapsula a função de corte em um ponto.

Algoritmo 4

```

1: Processo Definição ponto de corte aleatório
2: toolbox.register("mate", tools.cxOnePoint)

```

A mutação fornece um mecanismo para produzir um novo palpite (Guess), alterando a atual. Esta operação modifica aleatoriamente alguma característica do indivíduo sobre o qual é aplicada (Fig. 4).

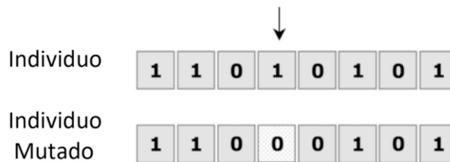


Fig. 4. Exemplo de Mutação simples

Esta troca é importante, pois acaba por criar novos valores de características que não existiam ou apareciam em pequena quantidade na população em análise. O operador de mutação é necessário para a introdução e manutenção da diversidade genética da população. Desta forma, a mutação assegura que a probabilidade de se chegar a qualquer ponto do espaço de busca possivelmente não será zero. O operador de mutação é aplicado aos indivíduos através de uma taxa de mutação geralmente pequena.

4.4 Critério de parada

Como critério de parada, foi utilizado o número máximo de gerações. Neste caso, o AG foi finalizado após atingir 100 gerações para cada execução.

4.5 Elitismo e solução

Os operadores genéticos são utilizados em indivíduos selecionados dentro de uma população. O algoritmo simula o mecanismo de seleção natural que atua sobre espécies biológicas: pais mais capazes geram mais filhos e pais menos aptos também geram descendentes, porém em uma menor quantidade, mas que não podem ser ignorados.

Neste trabalho, os indivíduos com maior função de avaliação tendem a ser mais privilegiados em relação a aqueles com função de avaliação mais baixa. Porém, os menos privilegiados não foram desprezados. Evitou assim, que população tivesse uma tendência de ser composta por apenas indivíduos semelhantes. Isto auxiliou na obtenção de uma maior diversidade nos resultados, produzindo resultados distintos a cada iteração.

Como o método utilizado para a seleção foi o da Roleta (fig. 5), cada cromossomo recebe um pedaço proporcional à sua avaliação. Nesse caso, há uma tendência (maior probabilidade), da roleta selecionar os indivíduos com maior função de avaliação, mas não impede que a roleta selecione aqueles com menor função de avaliação.

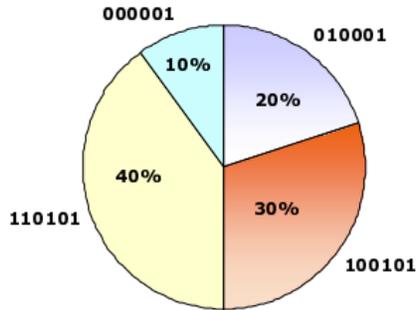


Fig. 5. Método de seleção por Roleta

Um exemplo da implementação deste método de seleção, segundo é mostrado no Algoritmo 5.

Algoritmo 5

- 1: **Processo** Algoritmo básico do método Roleta
 - 2: *Início*
 - 3: $T = \text{soma dos valores de aptidão de todos os indivíduos da população}$
 - 4: *Repita N vezes para selecionar n indivíduos*
 - 5: $r = \text{valor aleatório entre 0 e T}$
 - 6: *Percorra sequencialmente os indivíduos da população, acumulando em S o valor de aptidão dos indivíduos já percorridos*
 - 7: Se $S \geq r$ então
 - 8: Selecione o indivíduo corrente
 - 9: Fim se
 - 10: Fim Repita
 - 11: Fim
-

4.6 Análise dos resultados

A Fig. 5 demonstra três taxas de mutação aplicadas ao mesmo conjunto de dados, observando o critério de parada. Adotando uma taxa de mutação de 0,1%, foi identificado um máximo global, enquanto que perturbações mais severas com taxas de 50% e 90%, não apresentaram resultados melhores. Nesse cenário a taxa de mutação mais elevada só contribuiu para a geração de mais indivíduos aptos, mas não necessariamente melhores.

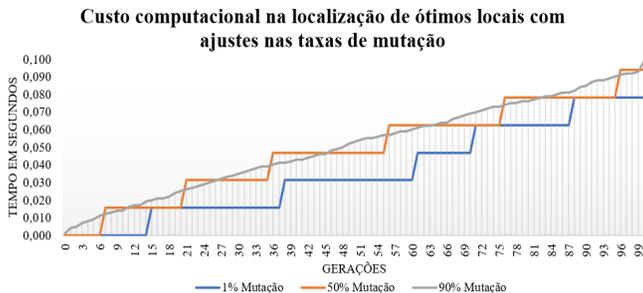


Fig. 5. Simulação do impacto causado pela perturbação do sistema causado pelos ajustes na taxa de mutação

A Tabela I apresenta os valores atingidos pelos máximos globais, conforme a taxa de mutação aplicada nos cromossomos. Onde não se percebe impacto positivo dessa perturbação nos valores da solução final. Outrossim aplicando 1% de mutação nos cromossomos se chegou ao valor da carga mais elevado, o mesmo ocorrendo com o peso total.

Neste caso optou-se por uma taxa de mutação de 1% devido ao menor custo computacional. Segundo [18], está é uma das taxas mais utilizadas em trabalhos experimentais.

Taxa de mutação	Geração	Valor R\$	Espaço m ³	Peso Kg
1%	20	29672,66	2.659	184.4
50%	94	27615.26	2.682	179.0
90%	40	28367.27	2.755	175.0

TABELA I. Valores dos parâmetros atingidos pelos ótimos globais

A Tabela II faz outro ensaio interessante dos dados, com número de gerações variando em 100, 200 e 500 cruzamentos. Para tal foram estipuladas a taxa de mutação de 10%, o limite de espaço ocupado de 3 m³ e o peso total em 200 Kg. Esses valores são fictícios e definidos de acordo com o universo de dados disponíveis e não às condições reais do veículo de transporte de cargas.

Nº de gerações	Máximo global	Valor R\$	Espaço m ³	Peso Kg
100	92	29868,11	2,843	187,3
200	12	31148,85	2,887	196,0
500	365	31061,00	2,887	194,0

TABELA II. Ajustes no número de gerações e o impacto gerado nos valores dos parâmetros

Mesmo realizando o cruzamento do material genético com um volume 5 vezes superior, o resultado obtido foi menos eficiente quando comparado com os valores apresentados na reprodução de duzentas. Conforme apresentado na Fig. 6, o melhor resultado obtido foi produzido na 12ª geração de um total de 200 reproduções.

O resultado se aproximou da melhor ocupação do espaço, maior peso e selecionando o conjunto de produtos com valor mais elevado. Para esse resultado com a melhor combinação dos parâmetros foi originado o seguinte cromossomo: (0, 1, 1, 1, 1, 0, 1, 1, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 1).



Fig. 6. Demonstrativo da evolução em cada nova geração de indivíduos

Para facilitar o entendimento do resultado obtido é apresentado na Tabela III o cromossomo da solução final,

considerada um ótimo global. Tal valor foi obtido após várias

simulações e comparações com a implementação realizada com o framework DEAP.

O algoritmo implementado é eficiente, pois produziu a solução em apenas 0,17 segundos. Tempo gasto para a seleção em duzentas gerações da solução ótima, a qual resultando em uma ocupação de 96% do espaço de carga estipulado e, ainda, o limite de peso do veículo atingiu 98% do limite, esses valores demonstram a eficiência do algoritmo para o problema ao qual foi aplicado nesse estudo.

Descrição do produto	Dimensões cm ³	Peso Kg	Valor R\$	Gene bit
Geladeira Dako	0,751	30	999,90	0
Kit box Iphone 6	0,0000899	5	2911,12	1
Kit box Iphone 8	0,0000899	5	3499,00	1
TV 58'	0,398	20	1856,99	1
TV 55'	0,286	16	1738,99	1
TV 50'	0,274	14	1529,90	0
TV 42'	0,2	12,1	1399,00	1
Home Theater Bluray3D	0,2	9,5	2590,00	1
Notebook Dell	0,0035	3	2499,90	1
Ventilador Panasonic	0,0796	2,5	199,90	0
Micro-ondas Electrolux	0,0424	9,4	308,66	1
Micro-ondas LG	0,0544	9,4	429,90	0
Micro-ondas Panasonic	0,0319	9	299,29	1
Geladeira Brastemp	0,635	31	1049,00	1
Geladeira Consul	0,87	33	1199,89	0
Notebook Lenovo	0,00498	3	1999,90	1
Notebook Asus	0,00527	3	3999,00	1
Split 7000BTU	0,512	25	899,00	0
Split 9000BTU	0,532	28,7	1244,00	0
Split 12000BTU	0,58	30	1499,00	0
Split 30000BTU	0,59	35	2499,00	1
Lavadora de roupas	0,49	35	4499,00	1

TABELA III. Cromossomo da melhor solução e respectivo item selecionado para o embarque

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho, realizou-se um estudo sobre o uso de técnicas de otimização, mais especificamente sobre o uso de algoritmos genéticos com o objetivo de otimizar o carregamento de veículos urbanos de carga. A implementação dos algoritmos atingiu o objetivo de selecionar produtos com parâmetros para ocupação ótima do espaço e peso, conforme os limites de carga definidos para o veículo de transporte estudado.

A codificação dos indivíduos com variáveis do tipo binária, mostrou-se adequada para o desenvolvimento deste trabalho, facilitando o desenvolvimento do mesmo. Na seleção por roleta, verificou-se uma tendência para a seleção de indivíduos melhores, que tornava o algoritmo suscetível a obter máximos globais. Os operadores genéticos simples (*crossover*, mutação, elitismo) utilizados neste

trabalho, atenderam perfeitamente aos objetivos.

Os algoritmos implementados mostraram-se adequados para o desenvolvimento deste trabalho experimental. A implementação do algoritmo com a biblioteca DEAP, por sua vez, facilitou consideravelmente a codificação, devido ao fato de encapsular diversos recursos para o desenvolvimento de AGs, tornando a tarefa de programar menos complexa.

Como trabalhos futuros espera implementar outros operadores genéticos para a busca de melhores indivíduos; a inserção de outros parâmetros importantes na acomodação das cargas, tais como a fragilidade dos itens e restrições de empilhamento das caixas para o transporte, assim como parâmetros relacionados à logística das entregas (visando a minimização dos custos); e a execução de novos ensaios com base de dados maiores.

REFERÊNCIAS

[1] HIJJAR, M. F.; LOBO, A. Cenário da infraestrutura rodoviária no Brasil. ILOS – Instituto de logística e supply chain. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.ilos.com.br/web/index.php?option=com_content&task=view&id=1807&Itemid=74&lang=br>. Acesso em: 04 nov. 2019.

[2] JUNIOR, Joel David Costa; SILVA, Alysson Alexandre Naves. ALGORITMO GENÉTICO APLICADO AO PROBLEMA DE ROTEAMENTO DE VEÍCULOS. DESIGN &, v. 2, n. 2, p. 88, 2015.

[3] BALLOU, R.H. Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Logística empresarial. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

[4] GAREY, M. R.; JOHNSON, D. S. Computers and intractability : a guide to the theory of NP-completeness. San Francisco: W. H. Freeman. 1979.

[5] NOVAES, A. G. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

[6] CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito. Estabelece os limites de peso e dimensões para veículos que transitam por vias terrestres. Resolução no. 12, de 06 de setembro de 1998. Diário Oficial, Brasília.

[7] RESENDE, Diogo Soares; DE ARAUJO, Leandro Ramos; PENIDO, Débora Rosana Ribeiro. Multiphase Tool for Synthesis and Analysis of Overcurrent Protection in Unbalanced Networks. IEEE Latin America Transactions, v. 17, n. 05, p. 718-726, 2019.

[8] VON ZUBEN, Fernando J. Computação evolutiva: uma abordagem pragmática. Anais da I Jornada de Estudos em Computação de Piracicaba e Região (1a JECOMP), v. 1, p. 25-45, 2000.

[9] WHITLEY D. A genetic algorithm tutorial. Stat Comput 4(2):65–85. 1994.

- [10] AB WAHAB, M. N.; NEFTI-MEZIANI, S.; ATYABI, A. A comprehensive review of swarm optimization algorithms, *PLoS One* 10 (5). 2015.
- [11] GOLDBERG D. E.. "Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning". In Addison-Wesley (Ed.), Reading, MA. 1989.
- [12] WANG, X.Z.; HE, Y. C.A survey on evolutionary algorithms of solving knapsack problems. *J Softw (Chinese)* 281(1):1–16. 2017.
- [13] GABRIEL, P. H. R.; DELBEM, A. C. B. Fundamentos de algoritmos evolutivos. Universidade de São Paulo. Instituto de Ciências Matemática e de Computação. Biblioteca 113. São Carlos, 2008.
- [14] GALLARD, R. H.; ESQUIVEL, S. C. Enhancing evolutionary algorithms through recombination and parallelism. *Journal of Computer Science & Technology*. v. 1. 2001
- [15] GREFENSTETTE, J. Optimization of control parameters for genetic algorithms. *IEEE Transactions on SMC*. 16,122–128. 1986.
- [16] DEAP Project. DEAP documentation, 2019. Disponível em: < <https://deap.readthedocs.io/en/master/> > Acesso em: 29 nov. 2019.
- [17] RAINVILLE, D., FORTIN, F.A., GARDNER, M.A., PARIZEAU, M. and GAGNÉ, C., , July. Deap: A python framework for evolutionary algorithms. In *Proceedings of the 14th annual conference companion on Genetic and evolutionary computation*, p. 85-92, 2012. ACM.
- [18] LACERDA E. G. M.; CARVALHO, A. C. Sistemas inteligentes: aplicações a recursos hídricos e ciências ambientais. [S.l.]: UFRGS, 1999.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Algoritmo genético 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 38, 109, 111, 112, 171, 172, 173, 176, 179, 182, 183, 184, 187, 188, 189

Alto desempenho 12, 97, 98, 99, 102, 106, 107, 221

Análise de sentimento 197, 198, 203

Antipadrões 53

Aplicativos 144, 149, 211, 250, 297, 298, 299, 302, 303, 304

Arduino 140, 141, 144, 148, 151, 152, 153, 155, 156, 157, 158, 159, 163, 271

Atendimento 80, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 298, 301, 302

Automação 74, 192, 193, 194, 232

Automatização 80, 82, 83

Avaliação 25, 28, 29, 30, 33, 40, 41, 42, 46, 47, 48, 51, 52, 72, 77, 100, 108, 146, 156, 158, 175, 178, 214, 215, 249, 253, 256, 260, 269, 271, 272, 273, 274, 276, 301, 302

C

Chatbot 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86

Ciência 2, 24, 26, 40, 41, 51, 52, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 83, 88, 100, 109, 111, 141, 174, 192, 207, 219, 246, 247, 264, 272, 277, 285, 286, 288, 306

Clusterização 197, 199

Código aberto 29, 72, 151, 152, 153, 156, 207

Computação 2, 21, 24, 26, 29, 38, 39, 83, 98, 99, 141, 142, 143, 144, 146, 149, 150, 174, 175, 193, 197, 223, 234, 236, 245, 272, 277, 279, 304, 306

Controle 3, 53, 88, 89, 90, 91, 93, 95, 96, 115, 116, 152, 168, 192, 194, 207, 226, 232, 266

D

Deficiência visual 264, 265, 266, 268, 270, 271, 273, 274, 275, 276, 277, 278

Digital 52, 95, 123, 147, 149, 151, 155, 156, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 192, 193, 194, 204, 239, 240, 245, 246, 268, 269, 270, 278

Discalculia 291, 292, 293, 294, 295, 296

E

Educação 53, 72, 82, 88, 97, 98, 102, 105, 108, 110, 111, 141, 142, 143, 145, 146, 148, 149, 150, 163, 192, 196, 207, 219, 220, 233, 236, 237, 238, 239, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 264, 277, 291, 292, 293, 295, 296, 303, 304, 305, 306

Eletrônica 140, 144, 151, 152, 153, 156, 162, 163, 194, 195, 271, 272, 274, 277

Eletrônicos 90, 95, 147, 148, 164, 165, 167, 169, 170, 194, 195

Engenharia de software 53, 91, 98, 99, 171, 172, 173, 189, 277, 306

Ensino 1, 10, 80, 82, 100, 102, 106, 110, 140, 142, 143, 147, 148, 150, 151, 152, 163, 167, 192, 194, 207, 208, 220, 233, 236, 239, 240, 241, 245, 246, 247, 276, 295, 303

Estimativa de esforço 171, 172, 173, 175, 176, 182, 184, 185, 189

F

Filtragem colaborativa 249, 250, 252, 253, 254, 255, 257

Filtro óptico 111, 113, 118, 119, 120, 121, 122

Fotogrametria 40, 41, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 51

H

Hardware 28, 151, 152, 153, 163, 193, 195, 206, 207, 208, 209, 211, 213, 214, 215, 216, 217, 219, 236, 271, 272, 273, 294

I

Indústria 4.0 192, 193

Informação 26, 32, 71, 80, 81, 82, 86, 100, 140, 142, 143, 164, 165, 166, 179, 180, 183, 184, 193, 223, 227, 233, 234, 235, 236, 239, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 262, 274, 298, 303, 306

Interface 49, 50, 57, 59, 80, 81, 83, 86, 93, 133, 151, 153, 160, 161, 208, 210, 214, 215, 216, 217, 218, 270, 278, 296, 304

Internet 80, 81, 88, 89, 90, 91, 93, 95, 96, 112, 123, 142, 144, 151, 152, 153, 156, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 192, 193, 233, 234, 242, 243, 244, 249, 250, 272, 305

Internet das coisas 112, 144, 151, 156, 192, 193, 272

J

Jogos sérios 291, 295, 296

L

LaTeX 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 11

Lógica nebulosa 111, 112, 116

Logística 21, 22, 26, 38, 232

M

Manufatura aditiva 279, 288

Mapa conceitual 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108

Mapeamento sistemático 99, 279, 280, 283
MATLAB 221, 222, 224, 227, 228, 229, 230, 232
Metodologia ágil 97
Métricas de avaliação 249, 260
Mobilidade 24, 88, 245, 264, 265, 266, 267, 268, 270, 271, 273, 275, 276, 277, 302
Modelagem 12, 15, 16, 116, 118, 125, 221
Modelo 3, 14, 15, 16, 18, 19, 28, 52, 70, 71, 75, 76, 77, 78, 91, 92, 96, 102, 125, 149, 171, 172, 176, 182, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 221, 223, 224, 227, 255

O

Organização 80, 81, 83, 86, 88, 89, 95, 97, 100, 101, 144, 153, 265, 283
Orientação 43, 75, 168, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 273, 274, 275, 276, 277, 278

P

Pensamento computacional 140, 141, 142, 143, 144, 149
Programação 1, 10, 17, 27, 28, 93, 96, 142, 143, 144, 146, 148, 149, 195, 207, 268, 306
Projeto 4D 279
Prontuários 88, 89, 90, 92, 93, 95, 96

Q

Qualidade 1, 2, 10, 21, 22, 51, 53, 81, 82, 83, 87, 91, 152, 155, 172, 173, 178, 211, 229, 239, 245, 246, 260, 261, 265, 269, 298

R

Redes de computadores 206, 207, 208, 209, 212, 213, 218, 220
Redes neurais artificiais 116, 221, 222, 223, 231, 232

S

Segurança 91, 95, 164, 168, 170, 189, 193, 208, 223, 226, 276
Simulação 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 35, 92, 153, 213, 281
Sistema de informação geográfica 233, 239, 247
Sistemas baseado em conteúdo 249
Sistemas de recomendação 197, 203, 249, 250, 252, 254, 255, 257, 260, 261, 262
Sistemas híbridos 249
Software 1, 2, 10, 13, 15, 17, 18, 28, 29, 40, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 68, 69, 88, 90, 91, 92, 94, 95, 98, 99, 108, 126, 127, 128, 129, 138, 151,

152, 153, 163, 171, 172, 173, 175, 176, 177, 178, 184, 185, 189, 190, 191, 193, 204, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 213, 214, 218, 221, 222, 227, 228, 229, 230, 236, 262, 267, 271, 272, 273, 277, 294, 295, 306

T

Tecnologia da informação 86, 140, 142, 143, 165, 274, 306

Tecnologias assistivas 264, 265, 266, 268, 270, 275, 277

Transtornos de aprendizagem 291, 292

V

Virtualização 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 214, 220

W

Web 38, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 88, 90, 153, 154, 155, 160, 161, 208, 210, 236, 240, 247, 272, 274, 277, 283

Conteúdo Conceitual e Aspectos Práticos da Ciência da Computação

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Conteúdo Conceitual e Aspectos Práticos da Ciência da Computação

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 