



# 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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**

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

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

*Data de aceite: 01/12/2020*

### **Theo Martins de Alencar Paiva**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
(UFERSA)  
Mossoró – RN – Brazil  
<http://lattes.cnpq.br/9506952856006830>

### **Jakson Gomes de Oliveira Junior**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
(UFERSA)  
Mossoró – RN – Brazil  
<http://lattes.cnpq.br/9688534529808465>

### **Francisco Edson Nogueira Fraga**

Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
(UFERSA)  
Mossoró – RN – Brazil  
<http://lattes.cnpq.br/0858331193248993>

**RESUMO:** Este trabalho tem como objetivo a modelagem e simulação do processo de soldagem TIG autógeno em um duto de aço AISI 1020, com água escoando em seu interior, através do método numérico de volumes finitos, para a determinação dos campos transiente de temperaturas ao qual o material está sujeito. Através da simulação do processo de soldagem em carga foi possível determinar os campos transientes de temperatura a que o material está sujeito, tal resultado serve como base para a predição do comportamento real do duto quando submetido a soldagem, de posse desses dados foi possível notar o rápido resfriamento forçado a que o duto está sujeito.

**PALAVRAS-CHAVE:** Soldagem TIG; Simulação

numérica computacional; Método dos volumes finitos.

**ABSTRACT:** The aim of this work is the modeling and simulation of the autogenous TIG welding process in an AISI 1020 steel duct with water flowing through the finite volume numerical method for the determination of temperature transient fields at the which material is subject. Through the simulation of the in service welding process it was possible to determine the transient temperature fields to which the material is subjected, this result serves as a basis for the prediction of the actual behavior of the duct when submitted to welding, with that data, it was possible to notice the forced cooling wich the duct is subjected.

**KEYWORDS:** TIG welding; Numerical simulation; Finite volume method.

## 1 | INTRODUÇÃO

O processo de soldagem de duto em operação, ou soldagem em carga, consiste em realizar reparos nas paredes de uma tubulação que apresente algum defeito, como a redução da espessura da parede devido a corrosão, sem que seja necessário interromper o funcionamento do Sistema ao qual o duto pertence [OLIVEIRA, 2016]. Este tipo de intervenção de manutenção apresenta não só vantagens técnicas como fazer um reparo mais pontual e assim evitando a troca de uma porção de tubulação, mas também vantagens econômicas, pois evita a interrupção

da operação para a realização do reparo, não gerando perdas devido a paralização do processo.

O processo de soldagem a arco com eletrodo de tungstênio e proteção gasosa (*Gas Tungsten Arc Welding - GTAW*), ou soldagem TIG (*Tungsten Inert Gas*), como é mais conhecido, é definido como sendo o processo de soldagem no qual a união de peças se dá através do arco formado entre um eletrodo de tungstênio não consumível e a peça, a poça de fusão do material causada pelo arco elétrico é protegida de contaminações da atmosfera por um gás inerte, geralmente argônio, ou mistura de gases inertes [MARQUES, 2011].

A análise térmica de um processo de soldagem pode ser feita através de métodos analíticos, que simplificam o processo ao desconsiderar as variações das propriedades físicas do material que dependem da temperatura, ou por meio de métodos numéricos, que mesmo apresentando simplificações, podem simular a variação de fatores termofísicos do material e a ocorrência de fenômenos como a convecção e a radiação, que influenciam na quantidade de calor transferida para a peça durante a soldagem.

A soldagem é um fenômeno altamente transiente [MELO, 2016], onde as variáveis termofísicas, como a condutividade e o calor específico, variam devido a temperatura e a quantidade de calor transferido para a peça, logo, simulações numéricas que levem essas mudanças em consideração são cada vez mais utilizadas para a análise térmica do processo de soldagem [BEZERRA, 2006].

A simulação de um processo de soldagem em carga consiste em aliar duas áreas de simulação de engenharia, a primeira é a simulação da distribuição de calor sobre o material devido a passagem da fonte de calor da solda, a segunda é fluidodinâmica computacional, que consiste em simular o comportamento de um determinado fluido em certas condições. Ao aliar esses dois campos, este trabalho busca obter os resultados de temperatura de um determinado material sujeito a dois fenômenos altamente transientes, a soldagem e o resfriamento forçado devido ao escoamento de um fluido.

Com base no que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo a análise dos campos transientes de temperatura de um duto em operação que sofre o processo de soldagem em carga. Para tanto, será feita uma análise numérica utilizando o método de volumes finitos (MVF), levando em consideração a variação de parâmetros termofísicos do material soldado. A simulação da soldagem de duto em operação será realizada em uma tubulação com uma polegada de diâmetro e 3,2 mm de espessura de parede, com água escoando em seu interior. O processo será simulado no software ANSYS® Fluent 19.0. Para a representação da distribuição de energia da solda na simulação, foi escolhida a fonte de calor analítica volumétrica hemisférica (Gaussiana).

## 2 | FONTES ANALÍTICAS DE CALOR

As fontes analíticas de calor são funções matemáticas que representam aproximações para a distribuição de temperatura em uma peça submetida a soldagem [PARRE, 2011]. Para a obtenção de simulações confiáveis das condições térmicas que o processo de solda impõe sobre uma peça, a escolha de um modelo de fonte analítica de calor apropriada é de fundamental importância [SOUZA, 2016].

As fontes de calor se dividem em fontes pontuais, superficiais e volumétricas. Para processos de soldagem com penetrações mais altas no material e com grande quantidade de energia térmica transferida, as fontes de calor volumétricas são mais precisas, pois as fontes pontuais não adaptam muito bem um processo de soldagem com cordão de solda e as superficiais não representam bem a penetração da poça de fusão [MASCARENHAS, 2005].

### 2.1 Fonte de calor volumétrica – Hemisférica (Gaussiana)

A fonte de calor analítica volumétrica hemisférica representa a distribuição de energia sobre a forma de uma curva gaussiana e a distribuição do calor na peça com o formato de um hemisfério de diâmetro  $DH$  [MASCARENHAS, 2005], conforme mostra a Figura 1. Essa fonte analítica de calor é descrita através da Equação 1:

$$q(x, y, \xi) = \frac{6\sqrt{3}Q}{c^3\pi\sqrt{\pi}} e^{-3x^2/c^2} e^{-3y^2/c^2} e^{-3\xi^2/c^2} \quad (1)$$

Onde, “ $Q$ ” representa a taxa de entrada de energia (W), o termo “ $c$ ” é o raio característico da distribuição do fluxo de calor (m), “ $v$ ” é a velocidade de soldagem usada no processo ( $m.s^{-1}$ ), “ $t$ ” indica o tempo (s) e “ $\xi$ ” é a coordenada Z da fonte de calor ao longo do tempo tal que  $\xi = z + (v.t)$ .

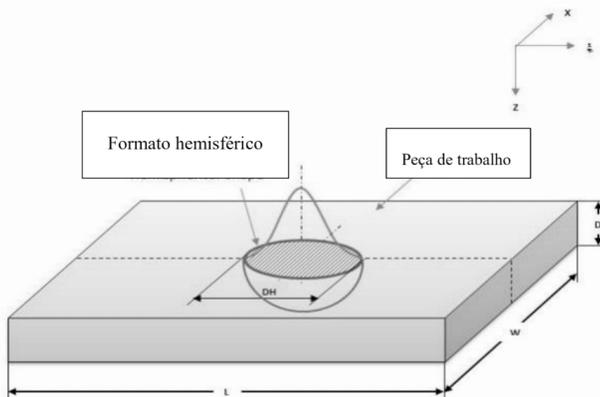


Figura 1. Distribuição de energia da fonte hemisférica.

Fonte: Adaptado de Parre, 2011

A taxa de entrada de energia  $Q$ , para um processo de soldagem, é definida através da seguinte equação:

$$Q = \eta IV \quad (2)$$

Em que “ $\eta$ ” é a eficiência do processo de soldagem, em porcentagem,  $I$  é a corrente utilizada no processo de soldagem (A) e  $V$  é a tensão utilizada (V).

### 3 I METODOLOGIA

A simulação do processo de soldagem em operação foi realizada no software ANSYS® Fluent 19.0. Para a sua realização, primeiramente foram definidas as dimensões do modelo, para logo após a geração da malha e a modelagem da fonte de calor. Ainda foi necessária a definição das propriedades termofísicas do material e as condições de contorno da simulação. Todo esse processo está demonstrado no fluxograma apresentado na Figura 2, após o término das simulações os resultados foram obtidos através do plugin CFD post processor do ANSYS:

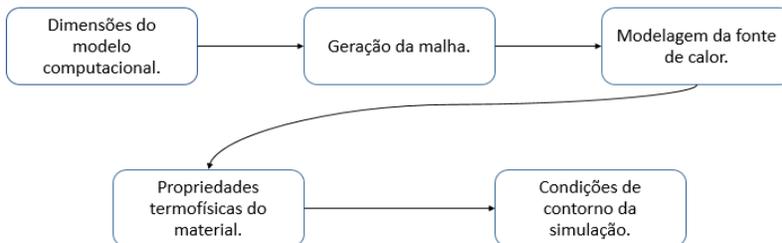


Figura 2: Fluxograma da simulação.

#### 3.1 Dimensões do modelo computacional

Para a simulação, o modelo utilizado nesse trabalho foi um duto de 1” de diâmetro (25,4mm), 3,2mm de espessura de parede e um comprimento de 200mm, a criação da peça foi feita através dos softwares SolidWorks® 2015 e Design Modeler®. O modelo consiste em três corpos, um constituído por um segmento de arco no qual será inserida a fonte de calor, o segundo com o restante do duto e um terceiro corpo que representa o fluido no interior da tubulação. O duto utilizado na simulação é mostrado na Figura 3.

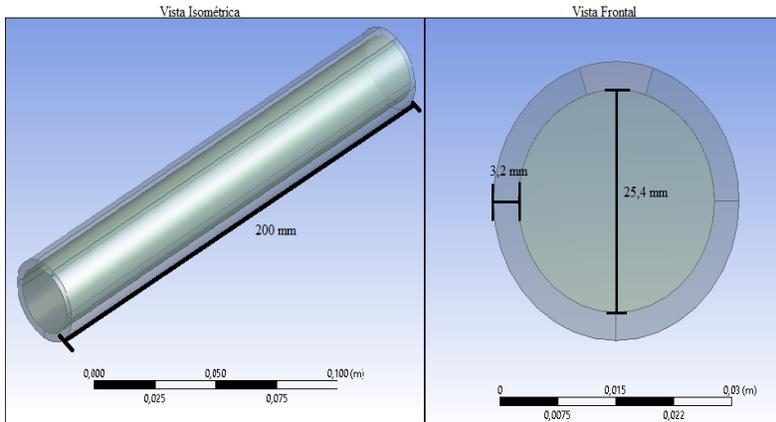


Figura 3: Modelo computacional utilizado.

### 3.2 Geração da malha

A malha para o problema a ser simulado, foi gerada a partir de uma geometria hexaédrica, por reduzir o número de nós necessários, e não estruturada, pela facilidade na construção. Para garantir uma boa aproximação dos resultados, foi utilizado o método de convergência de malhas através do parâmetro  $h_i$  apresentado por [Ferro, 2009], que consiste em refinar a malha cada vez mais e comparar o valor de alguma variável da simulação de cada malha até que mesmo com o refino da malha não haja variação no valor analisado. Para o problema a malha gerada conta com 1505522 nós.

### 3.3 Modelagem da fonte de calor para o problema

A fonte de calor escolhida para a simulação foi a fonte volumétrica hemisférica (Gaussiana), cuja função que a descreve foi apresentada na Equação 1. Para o seu ajuste, é preciso definir o raio característico da distribuição de calor, representado pelo termo “ $c$ ”, na Equação 1.

Para a determinação desse parâmetro, “ $c$ ”, foi utilizado o método experimental proposto por [MASCARENHAS, 2005], que consiste na realização de soldagens preliminares na parede do duto, sem o fluido, para analisar o aporte térmico do processo do processo. Os dados utilizados foram retirados de [PÉREZ, 2011], que faz esse tipo de ensaio para dutos de aço AISI 1020 de 3,2mm de espessura de parede, porém utiliza a soldagem com eletrodo revestido. Como o processo de solda ocorre em um material fino, a ZAC (Zona Afetada pelo Calor) possui duas medias, a ZAC superior e a inferior, como mostra a Figura 4. O parâmetro “ $c$ ” da Equação 1 foi determinado como sendo aproximadamente 4 mm que corresponde à metade do comprimento da ZAC superior para um processo de soldagem com uma condição de energia similar a utilizada na simulação, processo EANA05 apresentado em

[PÉREZ, 2011].

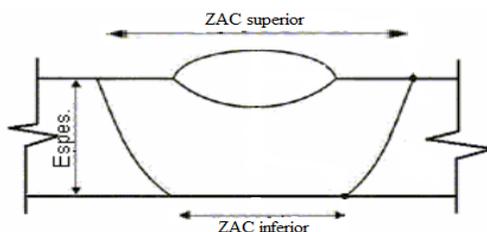


Figura 4: Representação da ZAC do processo de soldagem em material fino.

Fonte: adaptado de Mascarenhas, 2005

As condições de soldagem utilizadas na simulação estão apresentadas na seguinte tabela:

Eficiência do processo	Tensão do arco (V)	Corrente utilizada (A)	Velocidade de soldagem (mm.s <sup>-1</sup> )
0,75	10	155	2

Tabela 1: Parâmetros de soldagem utilizados na simulação.

A fonte analítica de calor volumétrica hemisférica foi inserida na simulação através de uma *user defined function* (UDF), que consiste em um código em linguagem de programação C++, que utiliza funções macro próprias do software e que após ser criado é inserido no solver do ANSYS® Fluent.

### 3.4 Propriedades termofísicas do material

O material utilizado no duto foi o aço AISI 1020, um aço de baixo teor de carbono. Para a determinação das propriedades termofísicas do material que variam em função da temperatura, foi utilizado um recurso próprio do ANSYS® Fluent, que permite que as características do material que é simulado sejam definidas através de funções polinomiais cuja variável independente pode ser a temperatura, esse recurso, *polynomial fit*, é acessado na própria aba de definição do material.

As funções polinomiais que definem as propriedades de calor específico e condutividade térmica, foram definidas através de uma interpolação polinomial feita através do software Matlab®, com base nos dados apresentados em [SOUZA, 2016], para o calor específico (C) foi gerado um polinômio de quarta ordem, e para a condutividade térmica (K), um de sétima ordem.

Para simular o fluido que escoia dentro da tubulação, foi utilizada a água. Na simulação utilizou-se o próprio material padrão presente no ANSYS para a água. O escoamento do fluido foi definido a partir da vazão mássica que entra na tubulação, foi definida uma vazão mássica de  $0,5(\text{kg}\cdot\text{s}^{-1})$  na direção normal à direção do escoamento, foi considerada uma saída sem diferença de pressão. O modelo de turbulência escolhido para a simulação foi o , que por ser um modelo de apenas duas equações, gera uma economia de recursos computacionais.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados gráficos da simulação juntamente com todos os dados a respeito dos campos transientes de temperatura, foram obtidos através do plugin CFD-post processor do próprio software ANSYS.

### 4.1 Campos transientes de temperatura

A formação dos campos transientes de temperatura na parede superior do tubo pode ser vista com relação ao tempo do processo de soldagem na Figura 5. Nela está representado o procedimento em cinco diferentes estágios, em três deles a fonte analítica de calor ainda está iniciando a entrada no material e nas duas últimas, toda a fonte já se encontra sobre o material. É possível notar a formação das isothermas em formato hemisférico, característica da fonte de calor utilizada.

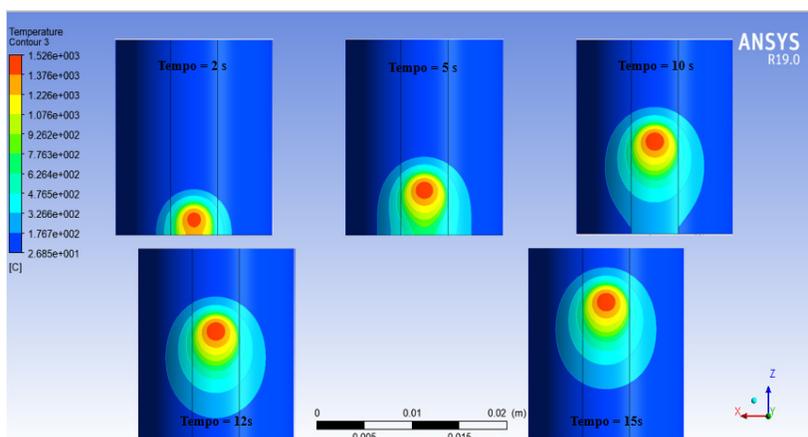


Figura 5: Formação dos campos transientes de temperatura com relação ao tempo.

As partes compreendidas pela isoterma vermelha na Figura 5, representam as áreas fundidas, pois sua temperatura supera a de fusão do material,  $1500^{\circ}\text{C}$  [SOUZA, 2016]. Um fato a ser notado sobre este resultado é o resfriamento forçado

da parte do material onde a fonte de calor já passou, logo após a sua passagem a temperatura da peça já volta a faixa dos 26°C, esse efeito é visível na comparação da imagem entre 10 e 15 s.

Como o ajuste da fonte de calor analítica volumétrica hemisférica foi feito através de dados obtidos de um processo de soldagem diferente com níveis de energia similares, os valores obtidos para a caracterização dos campos transientes de temperatura podem apresentar erros. Outra fonte de erros é a aproximação feita para os comportamentos das variáveis termofísicas do material e a consideração de densidade constante.

## 5 | CONCLUSÕES

O estudo dos efeitos do processo de soldagem em operação para um duto de aço baixo carbono com água escoando em seu interior, obteve êxito em sua determinação através da simulação computacional, porém, devido ao tempo de desenvolvimento deste trabalho, não foi possível a realização de ensaios experimentais que pudessem validar a simulação e verificar a sua precisão.

Com base na pesquisa que levou a realização deste artigo, os trabalhos que abordam a simulação de soldagem, geralmente, trazem simulações de processos de soldagem em chapas, sem levar em consideração o efeito de algum fluido escoando sobre a peça, como os trabalhos realizados por Bezerra (2016), Parre (2011) e Souza (2016), que são referências para este trabalho. A contribuição deste artigo está justamente em simular um processo onde a soldagem acontece em um elemento com fluido escoando em seu interior, isto é, a soldagem em carga, um processo altamente utilizado na indústria.

As simplificações do modelo, como já discutido nos resultados e discussões, podem ter ocasionado incertezas. O ajuste da fonte analítica de calor ter sido feito utilizando dados de um processo com algumas diferenças do proposto pode ter causado erros que poderiam ter sido evitados apenas com a realização de uma macrografia sobre um duto que passou pelo processo de soldagem nas condições propostas para a simulação, porém a falta de recursos e tempo de desenvolvimento acabou por limitar o trabalho.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, A. C. "Simulação numérica da soldagem com aplicação à caracterização do comportamento dinâmico de estruturas soldadas". 2006. 232p. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2006.

FERRO, Luís Morão Cabral. "Estudo experimental numérico e experimental do escoamento numa turbina hidráulica axial". 2009. 297 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

MARQUES, P. V. et al. "Soldagem fundamentos e tecnologias". 3 ed. Belo horizonte: editora UFMG, 2011.

MASCARENHAS, L. A. B. "Estudo da aplicação do processo TIG alimentado para soldagem em operação". 2005. 106p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

MELO, R. L. F.; "Obtenção numérica e experimental do campo de temperatura na soldagem TIG do aço AISI 304". 2016. 85p. Projeto de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2016.

PARRE, M. D. "Heat and fluid flow modeling in twin-wire welding". 2011. 65p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Indian Institute of Technology Hyderabad, Índia, 2011.

PÉREZ, G. E. G. "Estabelecimento de critérios para evitar a perfuração na soldagem de tubulações em operação de pequena espessura". 2005. 102p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, J. F. M.; "Análise e reparo em dutos corroídos. Um estudo de caso para reparo por dupla calha". 2016. 128p. Monografia (Especialização em Engenharia de Dutos) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

SOUZA, C. F. M. "Análise numérica e experimental de tensões residuais em juntas soldadas de aço de baixo carbono". 2016. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais e de Processos Químicos e Metalúrgicos) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

## 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](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

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

# Conteúdo Conceitual e Aspectos Práticos da Ciência da Computação

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

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