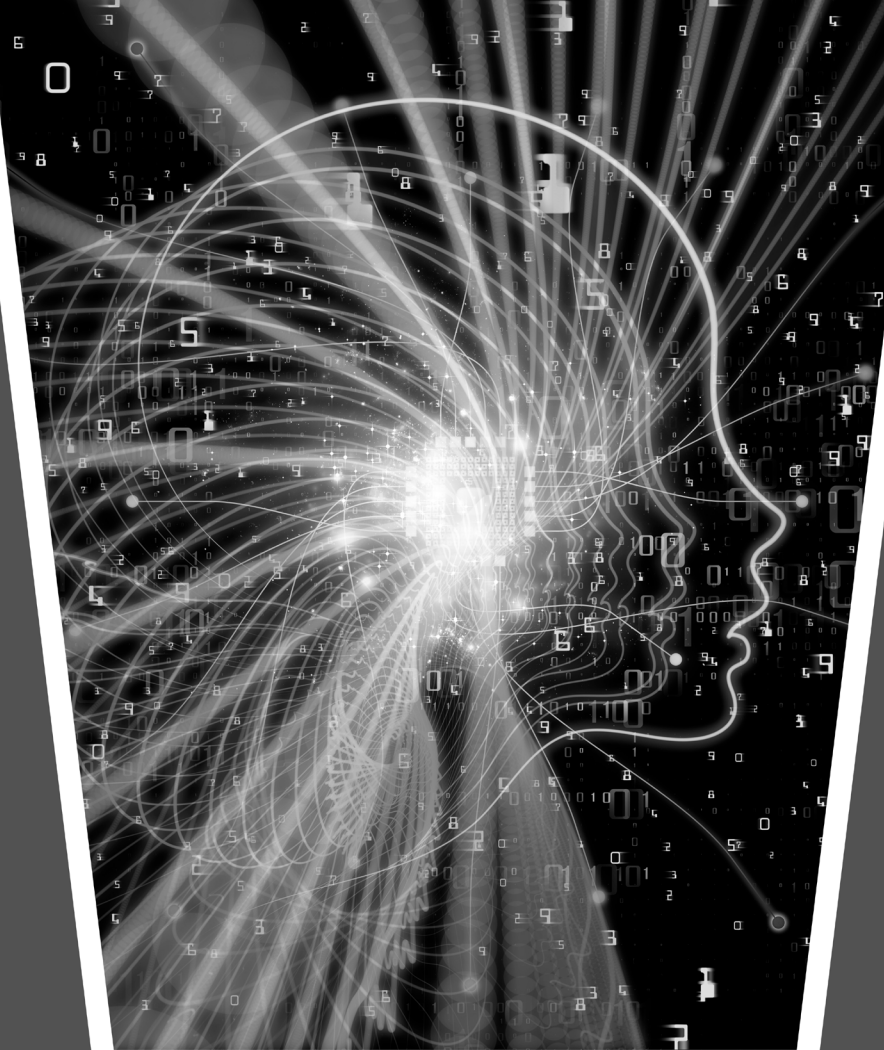


Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 2

Filipe Alves Coelho
Monica Tais Siqueira D'Amelio Felipe
Vicente Idalberto Becerra Sablón
(Organizadores)

Atena
Editora

Ano 2021



Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 2

Filipe Alves Coelho
Monica Tais Siqueira D'Amelio Felipe
Vicente Idalberto Becerra Sablón
(Organizadores)

Atena
Editora

Ano 2021

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

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



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

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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 Alfnas

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 Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto 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. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
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 Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
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
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Filipe Alves Coelho
 Monica Tais Siqueira D'amelio Felipe
 Vicente Idalberto Becerra Sablón

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57 Engenharia moderna: soluções para problemas da sociedade e da indústria 2 / Organizadores Filipe Alves Coelho, Monica Tais Siqueira D'amelio Felipe, Vicente Idalberto Becerra Sablón. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-5706-999-8
 DOI 10.22533/at.ed.998211304

1. Engenharia. I. I. Coelho, Filipe Alves (Organizador). II. Felipe, Monica Tais Siqueira D'amelio (Organizadora). III. Sablón, Vicente Idalberto Becerra (Organizador). IV. Título.
 CDD 620

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná – Brasil
 Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A ciência tenta obter conhecimento sobre a estrutura fundamental do mundo utilizando observações sistemáticas e experimentais. A engenharia explora o campo do desconhecido procurando sistematicamente por novas soluções para problemas práticos. O GPS, a Internet, antibióticos, dentre outros, surgiram em meio às dificuldades das guerras. O Brasil, apesar de não estar envolvido em nenhuma, vive outras batalhas diárias.

No primeiro volume deste livro trouxemos um pouco da produção científica de um grupo de pesquisadores da região de Campinas e neste novo volume, não diferente, apresentamos mais engenharia e ciência aos serviços da sociedade e da indústria. Entretanto, desta vez a produção ocorreu durante um dos eventos de mudança mais rápida observada na sociedade recente: a quarentena imposta pela pandemia de COVID-19.

O ano de 2020 será lembrado por todos como o ano mais atípico das nossas vidas. O distanciamento social afastou pesquisadores do contato diário com colegas e de seus materiais de trabalho. Pesquisar de casa parecia impossível. Vimos ao longo de 2020 que nossos alunos conseguiam fazer pesquisa nas empresas que trabalhavam. Que, com os devidos cuidados, poderíamos usar os laboratórios. Que a internet aproximou os distantes grupos de pesquisa. Que ciência se faz com pessoas dedicadas e apaixonadas pelo trabalho.

Pesquisamos. E este livro é a amálgama do árduo trabalho de produzir ciência e tecnologia em 2020. É a flor do mandacaru: aos olhos de quem vê, surgiu no ambiente aparentemente improvável e inóspito. O ano que passou fortaleceu nosso grupo de pesquisa e parcerias foram criadas e/ou fortalecidas. Reforçamos, porém, que este livro está mais para um *tweet* diante do livro que foi 2020. Um ano longo, com muito aprendizado, muitas quebras de paradigmas e que de certa maneira, parece ainda insistir em estar entre nós. Este livro foi um recorte das nossas vidas acadêmicas, uma lembrança que será registrada nos anais da academia, mas com significado muito particular para cada um dos autores que aqui depositaram as lembranças do que melhor fizeram neste período.

O ano que se adentra rapidamente traz a esperança de renovação, de mudanças não mais tão bruscas e de um ano que se inicia em regime laminar. E nesta correnteza que é a vida, celebramos neste volume trabalhos que envolvem inteligência artificial aplicada (inclusive para a COVID-19), aplicação ou desenvolvimento de materiais, melhorias de processos industriais e da gestão de linhas de produção, geração de energia, dentre outros temas.

Finalmente, agradecemos a Editora Atena por abraçar esta iniciativa, abrindo as portas para a divulgação do conhecimento para a comunidade científica e a sociedade.

Filipe Alves Coelho

Monica Tais Siqueira D'Amelio

Vicente Idalberto Becerra Sablón

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

THE INFLUENCE OF MEDICAL IMAGE ANALYSIS FOR COVID-19 AS A TECHNOLOGICAL MECHANISM TO SUPPORT THE GLOBAL PANDEMIC

Ana Carolina Borges Monteiro
Reinaldo Padilha França
Rangel Arthur
Giulliano Paes Carnielli
Vicente Idalberto Becerra Sablón
Yuzo Iano

DOI 10.22533/at.ed.9982113041

CAPÍTULO 2..... 11

THE IMPACT OF COMPUTATIONAL INTELLIGENCE FOR COVID-19 AS A TECHNOLOGICAL RESOURCE TO SUPPORT THE GLOBAL PANDEMIC

Reinaldo Padilha França
Ana Carolina Borges Monteiro
Rangel Arthur
Andrea Coimbra Segatti
Vicente Idalberto Becerra Sablón
Yuzo Iano

DOI 10.22533/at.ed.9982113042

CAPÍTULO 3..... 21

***MACHINE LEARNING* PARA DELINEAMENTO EXPERIMENTAL EM ESTUDOS DA DOR - *IOT*, REDE NEURAL, *K-MEANS* E ÁRVORE DE DECISÃO**

Fábio Andrijauskas
Glaucilene Ferreira Catroli
Eduardo Keizo Horibe Junior
Matheus Gaboardi Tralli
Rafael Soares Torres
João Marcos Santos

DOI 10.22533/at.ed.9982113043

CAPÍTULO 4..... 33

RASTREX – SISTEMA DE RASTREAMENTO VEICULAR

Sergio Henrique Matukava
Vinicius Stanisoski Perassolli
Vicente Idalberto Becerra Sablón
Annete Silva Faesarella

DOI 10.22533/at.ed.9982113044

CAPÍTULO 5	47
AMBIENTE DE APRENDIZADO PARA ESTUDO DE MÁQUINAS VIRTUAIS EM SISTEMA EMBARCADO	
Renan Romão Oliveira Regimar Francisco dos Santos Glaucilene Ferreira Catroli Fábio Andrijauskas	
DOI 10.22533/at.ed.9982113045	
CAPÍTULO 6	58
GERADOR DE ENERGIA PIEZOELÉTRICO: AQUISIÇÃO, MONITORAMENTO E CONDICIONAMENTO DO SINAL GERADO	
Darilson Francisco das Dores Antunes Vicente Idalberto Becerra Sablón	
DOI 10.22533/at.ed.9982113046	
CAPÍTULO 7	70
SUORTE PARA MÓDULO FOTOVOLTAICO COM INCLINAÇÃO VARIÁVEL	
Felipe de Marco Costa Rafael Aparecido Bragante Annete Silva Faesarella Filipe Alves Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.9982113047	
CAPÍTULO 8	83
VIABILIZAÇÃO DO USO DE MANUFATURA ADITIVA NOS PROCESSOS DE AGITAÇÃO E MISTURA	
Tadeu Henrique Aparecido da Silva Mateus Bueno Veris Monica Tais Siqueira D'Amelio	
DOI 10.22533/at.ed.9982113048	
CAPÍTULO 9	95
MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE FERMENTAÇÃO CONTÍNUA EM MICRO BIORREATOR	
João Paulo Fioritti Godoy Guilherme Brandão Silva Filipe Alves Coelho	
DOI 10.22533/at.ed.9982113049	
CAPÍTULO 10	107
CELULOSE NANOFIBRILADA: ESTUDO DA OBTENÇÃO E APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA PAPELEIRA	
Marcela Renata Zenni	

Caroline Pereira dos Santos
Roberta Martins da Costa Bianchi

DOI 10.22533/at.ed.99821130410

CAPÍTULO 11..... 120

DESENVOLVIMENTO DE BIOPOLÍMERO A PARTIR DO AMIDO DE CHUCHU E AVALIAÇÃO DA INCORPORAÇÃO DO RESÍDUO DE CAFÉ E ÓLEO DE BURITI

Fernanda Andrade Tigre da Costa
Jairo Paschoal Júnior
Rosana Zanetti Baú

DOI 10.22533/at.ed.99821130411

CAPÍTULO 12..... 135

ROLHA DE RESÍDUO: A INOVAÇÃO A PARTIR DO DESCARTE DE *PALLETS*

Laura Bisetto Zanella
Liliani Alves da Silva
Tainah Cristina Cunha Muner
Monica Tais Siqueira D'Amelio

DOI 10.22533/at.ed.99821130412

CAPÍTULO 13..... 148

PRODUÇÃO DE COSMECÊUTICOS COM ÓLEO DE CAFÉ PARA PREVENÇÃO DO FOTOENVELHECIMENTO

Vanessa Cristina de Barros Mariano
Natália Cristina de Brito Lopes
Iara Lúcia Tescarollo

DOI 10.22533/at.ed.99821130413

CAPÍTULO 14..... 161

SMLP - SISTEMA DE MONITORAMENTO DE LINHA DE PRODUÇÃO

Igor Vieira Lima
Kaique Franco Jarussi
Annete Silva Faesarella
Vicente Idalberto Becerra Sablón

DOI 10.22533/at.ed.99821130414

CAPÍTULO 15..... 174

SISTEMA DE MICRODRENAGEM

Beatriz de Souza Elias
Luiz Henrique Mascaro de Mendonça
Cristina das Graças Fassina
Renata Lima Moretto

DOI 10.22533/at.ed.99821130415

CAPÍTULO 16	187
CASCA DE BANANA COMO BIOADSORVEDOR DE PIGMENTOS DE MEIO AQUOSO	
Gláucia Rodrigues	
Brenda Gabriela	
Monica Tais Siqueira D'Amelio Felipe	
DOI 10.22533/at.ed.99821130416	
CAPÍTULO 17	199
MINIMIZAÇÃO DE SOBRECARGA ESTRUTURAL NA BLINDAGEM DA RADIOATIVIDADE	
André Augusto Gutierrez Fernandes Beati	
Heitor Berger Campos	
Angela Aparecida Brandão	
Natália Ribeiro da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.99821130417	
SOBRE OS ORGANIZADORES	220
ÍNDICE REMISSIVO	221

CAPÍTULO 15

SISTEMA DE MICRODRENAGEM

Data de aceite: 16/03/2021

Data de submissão: 15/01/2021

Beatriz de Souza Elias

Universidade São Francisco
Engenharia Civil
Campinas - SP

<http://lattes.cnpq.br/3399040832522938>

Luiz Henrique Mascaro de Mendonça

Universidade São Francisco
Engenharia Civil
Campinas - SP

<http://lattes.cnpq.br/8382638402464792>

Cristina das Graças Fassina

Universidade São Francisco
Engenharia Civil
Campinas - SP

<http://lattes.cnpq.br/3593793991674607>

Renata Lima Moretto

Universidade São Francisco
Engenharia Civil
Campinas - SP

<http://lattes.cnpq.br/9818772550330671>

RESUMO: Com o aumento de ocorrências de enchentes e inundações em conjunto com o crescimento das cidades brasileiras, há indícios de que o atual sistema de drenagem urbana não seja capaz de atender às necessidades da população. Este trabalho abrange pontos de inundações e enchentes com foco no desenvolvimento de uma solução para este problema que ocorre em uma das ruas do Distrito de Barão Geraldo que se

localiza no município de Campinas. Dessa forma, foi realizada a análise e o redimensionamento do sistema de microdrenagem da Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, buscando sanar, assim, o transtorno que os moradores enfrentam. Para o desenvolvimento do trabalho, foi necessário o levantamento de dados pluviométricos, históricos e geográficos. O trabalho também apresenta os possíveis métodos de cálculo e a justificativa pelo método escolhido, bem como todo o memorial de cálculo do sistema de drenagem proposto e desenvolvido pelo grupo.

PALAVRAS-CHAVE: Drenagem urbana; Enchentes; Inundações; Sistema de Microdrenagem.

MICRODRAINAGE SYSTEM

ABSTRACT: Considering the increase of flood and inundation occurrences and the growth of Brazilian cities, there are indications that the current drainage system is not able to meet the needs of population. This work embraces points of both floods and inundations and the focus will be in order to develop a solution to the problem in one of the streets in Barão Geraldo, located in Campinas. Therefore, the group will resize the microdrainage system on Giuseppe Máximo Scolfaro street, healing the trouble that residents experience. In order to develop this work, it was necessary to collect rainfall, historical and geographical data. The work also presents possible calculation methods and the reason for the chosen one, as well the entire calculation memorial for the drainage system proposed and developed by the group.

KEYWORDS: Urban drainage; Floods; Inundations; Microdrainage system.

1 | INTRODUÇÃO

Desde os princípios da industrialização, o homem tem atuado e modificado o ambiente natural de maneira significativa e, com isso, diversos efeitos colaterais passaram a surgir. O crescimento muitas das vezes desordenado das cidades tem gerado grandes danos às populações.

Um problema que tem sido recorrente no Brasil e no mundo são os danos causados pela água da chuva, como por exemplo, enchentes, inundações e deslizamentos, que têm sido cada vez mais comuns nos noticiários, afetando muitas pessoas, principalmente aquelas que vivem em áreas mais suscetíveis, como regiões de encostas, por exemplo.

A falta de solos permeáveis e bons sistemas de canalização dessas águas são fatores que influenciam e determinam esses acontecimentos. Além de vidas que são perdidas, há grande proliferação de doenças e prejuízos materiais.

Dessa forma, esses acontecimentos exigem a busca por intervenções eficazes para que sejam solucionados e não se repitam. Por isso, este trabalho tem como motivação a busca pelo entendimento e acompanhamento da resolução de um desses pontos em questão, aplicando técnicas para melhorias do Sistema de Drenagem Urbana, assunto que abrange a área de recursos hídricos de bacias, saneamento básico e hidráulica.

De acordo com o relatório final do plano municipal de saneamento básico do município de Campinas:

Por fim, a Drenagem Urbana concentra suas dificuldades no combate aos pontos críticos. Para tanto, torna-se fundamental: o monitoramento hidrológico detalhado e espacializado, que empregue a bacia hidrográfica como unidade de planejamento; a caracterização da malha hídrica do Município; a atualização do mapa de uso e ocupação do solo; entre outros. (PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 2013, p. 32).

O Sistema de Drenagem Urbana tem como propósito o controle de águas pluviais que escoam no meio, ou seja, desenvolver técnicas que possam ser aplicadas para um determinado volume de escoamento de águas de chuva. Este controle ocorre através de instalações hidráulicas, utilizadas em áreas urbanas e rurais.

O local escolhido como estudo de caso foi a Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, que fica localizada no distrito de Barão Geraldo, na cidade de Campinas, São Paulo, próxima ao Centro Médico de Campinas e a Cidade Universitária II.

O objetivo principal do trabalho é redimensionar o sistema de microdrenagem da Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, Barão Geraldo, Campinas, São Paulo. Atualmente, os moradores sofrem com a entrada de água proveniente da via em seus lotes. Para que a solução fosse encontrada, foi necessário que o grupo conhecesse o funcionamento do sistema de drenagem urbana, realizasse visitas *in loco*, comparações com casos existentes e análise de quais medidas legais e técnicas deveriam ser utilizadas.

Sendo assim, o trabalho foi dividido em três partes, onde a primeira parte foi o desenvolvimento de um estudo teórico de casos similares já resolvidos, bem como do levantamento do maior número de informações possíveis da região. A segunda parte foi prática, com visitas, medições, desenhos e um levantamento de informações com os

moradores da localidade e a terceira e última parte foi a união dessas informações e a busca pela solução mais assertiva.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Para se analisar as ocorrências de enchentes e inundações que ocorrem nos centros urbanos, inicialmente, faz-se necessário o entendimento de todo o sistema de funcionamento de sua drenagem.

2.1 Sistema de drenagem urbana

O sistema de drenagem urbana tem a função de captar e conduzir as águas provenientes das precipitações até o corpo hídrico, com o propósito de evitar e mitigar os danos decorrentes de eventos como as enchentes. Inegavelmente, o aumento de tais eventos deve-se ao crescimento populacional e, por consequência, o aumento da urbanização nas cidades que resulta na diminuição da taxa de áreas permeáveis que, por sua vez, altera o regime de escoamento. Dessa maneira, o sistema de drenagem busca compensar essa mudança no regime de escoamento no ciclo hidrológico (FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA, 1999).

De acordo com Aquafluxus (2013), o sistema de drenagem urbana é composto por pavimento de ruas; guias e sarjetas; bocas de lobo; galerias de drenagem; sistemas de detenção e infiltração nos lotes e pavimentos; trincheiras e valas; travessias e muros ala. Tais composições estão sendo apresentadas na Figura 1.

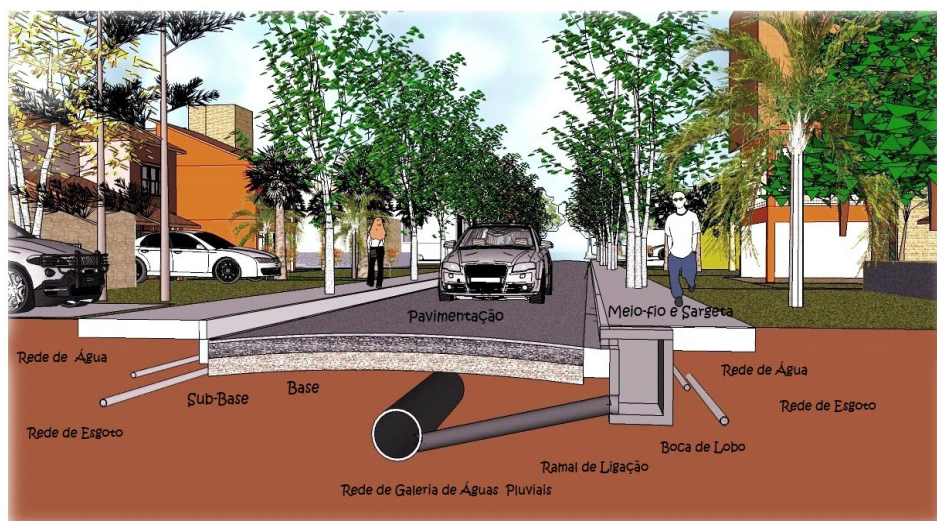


Figura 1 - Sistema de drenagem urbana.

Fonte: Aquafluxus (2013).

As obras de drenagem são classificadas de acordo com o tamanho da área de influência no sistema. Dessa forma, obras menores, com área inferior a 2 km² são definidas como microdrenagem. A drenagem de lotes e de pequenos loteamentos são exemplos de obras de microdrenagem (TUCCI, 2016).

Por outro lado, obras que excedam 2 km² são classificadas como macrodrenagem. Portanto, as obras de macrodrenagem tendem a possuir elementos de drenagem maiores que os encontrados em obras de microdrenagem como travessias, canalizações de corpos hídricos e barramentos (TUCCI, 2016).

A macrodrenagem envolve os sistemas coletores de diferentes sistemas de microdrenagem. A macrodrenagem envolve áreas de pelo menos 2 km² ou 200 ha. Estes valores não devem ser tomados como absolutos porque a malha urbana pode possuir as mais diferentes configurações. Este tipo de sistema deve ser projetado para acomodar precipitações superiores às da microdrenagem com riscos de acordo com os prejuízos humanos e materiais potenciais. (TUCCI, 2016, p. 50).

Além da diferença no tamanho das obras, os sistemas de micro e macrodrenagem também se diferenciam pelo método de cálculo utilizado na elaboração dos projetos.

2.2 Dimensionamento do sistema de drenagem urbana

Existem diversos métodos que podem ser utilizados para cálculo de dimensionamento de sistemas de drenagens urbanas. Neste trabalho foram apresentados três deles, o método de I-Pai Wu, o método de *Soil Conservation Service* (SCS) e o método racional. Para cada tipo de bacia, recomenda-se o uso de um método em específico, e as variações ocorrem, basicamente, de acordo com a área de estudo em questão.

a) Método de I-PaiWu

O método de I-Pai Wu foi desenvolvido no início da década de 60 e, inicialmente, era utilizado para cálculos em bacias contribuintes que excedessem uma área de 2 km² e fossem inferiores a 200 km². Após estudos realizados pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE, 2012), houve alterações no método I-Pai Wu, onde foi modificado para áreas de até 30 km², ao invés de 200 km². Para áreas maiores, o método não é recomendado, já que ele superestima as vazões de cheias e demonstra haver distorções em seus resultados.

Segundo o Hidromundo (2018), o I-Pai Wu é um método mais aprimorado do que o método racional, já que o mesmo considera fatores como: forma, área e declividade da bacia; intensidade e distribuição da chuva; uso e ocupação futura dos terrenos; grau de impermeabilização do solo; tempo de concentração; tempo de ascensão; tempo de escoamento superficial; grau de saturação do solo devido a chuvas antecedentes; entre outros.

Segundo o DAEE (2012), o coeficiente de distribuição espacial da chuva (K) é definido pelo gráfico do *US Weather Bureau*, gráfico que faz a relação entre a chuva em um ponto e a chuva na área, onde é levado em consideração a duração da chuva (24h, 6h, 3h, 1h e 30 min.) e a área da bacia (km²).

b) Método Soil Conservation Service

Outro método de cálculo utilizado nos sistemas de drenagem urbana é o Ven Te Chow – *Soil Conservation Service* (SCS). Esse método, também ao contrário do método racional, é utilizado quando as bacias são grandes, isto é, quando possuem áreas maiores que 2 km². (WILKEN, 1971)

Para bacias com áreas superiores a 2 km² há outros métodos mais adequados, como citados anteriormente, o método de I-PAI WU e o Método do *Soil Conservation Service* (SCS).

c) Método racional

De acordo com o Hidromundo (2017), o método racional foi desenvolvido por William Thomas Mulvany em 1851 e inicialmente utilizado por Emil Kuichling em 1889 nos Estados Unidos.

O método é aplicado para calcular a vazão máxima de uma bacia e determina a relação entre chuva e escoamento superficial. Esse método é destinado para o dimensionamento de redes de drenagem urbanas com área de bacia até 2 km², ou seja, bacias pequenas.

Para bacias com áreas superiores a 2 km² há outros métodos mais adequados, como citados anteriormente, o método de I-PAI WU e o Método do *Soil Conservation Service* (SCS).

2.3 Tempo de concentração

Tempo de Concentração (T_c) é o termo usado em Hidrologia para determinar o tempo necessário para que a bacia contribua para o escoamento superficial na seção, de uma forma mais clara, é o tempo necessário para que a gota localizada no ponto mais distante da seção alcance o limite da bacia. (SILVEIRA, 2005)

Sabendo-se que, muitas das vezes, a bacia não é homogênea, havendo declividades diferentes e/ou canalizações, essa região mais distante, na teoria, não é sempre o ponto mais distante geograficamente, porém, o é do ponto de vista hidráulico.

Os principais fatores que influenciam o tempo de concentração estão esquematizados na Figura 2.



Figura 2 - Fatores que influenciam o tempo de concentração.

Fonte: Hidromundo (2016).

Alguns desses fatores são particulares de cada bacia ou podem ser facilmente calculados para a situação desejada. Outros, no entanto, são mais complexos e são determinados a partir de estudos já realizados e que podem ser encontrados em formas de tabelas equações e ábacos, por exemplo.

2.4 Tempo de retorno

O espaço de tempo para que uma determinada intensidade de chuva e duração já definida se coincidam ou sejam ultrapassadas é nomeado como período de retorno ou tempo de recorrência (T_r) (AQUAFLUXUS, 2016).

O tempo de recorrência é apresentado na Tabela 1 e é definido de acordo com a obra, vida útil, facilidade na reparação de futuros defeitos e com o risco de perdas de vidas.

Características do Sistema	T_r (anos)
Microdrenagem	2 a 10
Macro drenagem	25 a 50
Grandes corredores de tráfego e áreas vitais para a cidade	100
Áreas onde se localizam instalações e edificações de uso estratégico, como hospitais, bombeiros, polícia, centros de controle de emergências, etc.	500
Quando há risco de perdas de vidas humanas	(mínimo)

Tabela 1 - Períodos de retorno para projetos de drenagem urbana.

Fonte: Aquaflexus (2016).

2.5 Intensidade de precipitação

A precipitação é a água proveniente do meio atmosférico, ou seja, é forma pela qual a água retorna à superfície terrestre. Existem algumas formas, sendo elas: chuveiro, chuva, neve, saraiva, granizo, orvalho e geada (METEOBLUE, 2019).

No município de Campinas e regiões metropolitanas, a fórmula de precipitação utilizada para cálculos, conforme já mencionado anteriormente, é a Equação 1:

$$i = \frac{2.524,86 \times Tr^{0,1359}}{(Tc+20)^k} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que:

Tc = Tempo de concentração (minutos);

Tr = Tempo de retorno (anos);

k = fator calculado (adimensional).

O valor de k é definido pela Equação 2:

$$k = \frac{0,9483}{Tr^{0,007}} \quad (\text{Equação 2})$$

A unidade de medida da precipitação é expressa em milímetros por hora (mm/h), já que é uma quantidade de chuva para um determinado período.

2.6 Coeficiente de escoamento

O Escoamento é uma das variáveis mais importantes em um ciclo hidrológico, por envolver a ocorrência e transporte de água na superfície terrestre, o mesmo abrange desde o excesso de precipitação causado por uma chuva intensa e que percorre a superfície até o escoamento de um rio alimentado pelo excesso de precipitação e por água subterrânea (CARVALHO, 2006).

Para o cálculo do escoamento, algumas variáveis são fundamentais, como, por exemplo, o coeficiente de escoamento, o qual é dado como a relação entre o volume de água escoado e o volume de água precipitado, como apresentado na Equação 3.

$$C = \frac{\text{Volume total escoado}}{\text{Volume total precipitado}} \quad (\text{Equação 3})$$

Ainda de acordo com Carvalho (2006), a partir do momento em que se obtém o Coeficiente de Escoamento para uma determinada chuva com intensidade e duração conhecidas, pode-se determinar o escoamento de outras chuvas que tenham tido a mesma duração, ainda que com intensidades distintas.

3 | METODOLOGIA

Os procedimentos adotados como sendo a metodologia do processo para obtenção dos resultados almeçados foram subdivididos em três etapas.

A primeira delas consiste em informações do entorno da região de estudo. De uma

forma geral, da cidade de Campinas, onde está situado, com informações geográficas, históricas e hidrológicas. Históricos de chuvas, dados pluviométricos e suas equações, bem como de temperaturas serão avaliados e contextualizados.

A segunda etapa contém informações mais precisas referentes ao bairro e a rua que serão estudados, com imagens via satélite, para melhor entendimento do local. A presença de uma estação fornecedora desse tipo de informação dentro da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) proporcionou maior facilidade e fidelidade aos dados apresentados. O estudo será realizado na Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, localizada no distrito de Barão Geraldo, cidade de Campinas, São Paulo (Figura 4).



Figura 4 - Localização da Rua Giuseppe M. Scolfaro.

Fonte: Google Earth (2020).

A etapa final foi a apresentação do memorial de cálculo, que, de posse das informações de área, pode ser definido qual o método de cálculo que a ser utilizado dentre as opções já mencionadas.

Para redimensionar o sistema de drenagem da Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, o procedimento utilizado para cálculo foi o Método Racional, já que a bacia em que o estudo foi realizado possui área de 0,087 km².

Inicialmente, deve-se calcular a intensidade de precipitação (i) conforme a Equação 1. Na fórmula há duas variantes, sendo elas, T_r e T_c , onde para o caso de Campinas adotaremos, respectivamente, 10 anos e 10 minutos. Na fórmula de i também há o fator k (Equação 2), que deve ser calculado. Nessa equação, o valor de T_r utilizado também deve ser de 10 anos.

Em seguida, o coeficiente de escoamento (C), conforme indicado pela Equação 3 é aplicado, como sendo a relação entre o volume total escoado e o volume total precipitado. O valor adotado de C foi de 0,80, já que se trata de uma região com lotes grandes e

permeáveis.

Posteriormente, calculou-se a vazão máxima da bacia de acordo com a Equação 4.

$$Q = \frac{C \times i \times A}{3.600} \quad (\text{Equação 4})$$

Em que:

Q = Vazão máxima (m³/s);

C = Coeficiente de escoamento;

i = Intensidade de precipitação (mm/h);

A = Área da bacia (m²).

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados neste capítulo dizem respeito aos cálculos do sistema de drenagem proposto da Rua Giuseppe M. Scolfaro, que busca solucionar os problemas de inundações do trecho. Para isso, foram selecionados pontos ao longo do trecho para realização do levantamento planialtimétrico, áreas contribuintes e a declividade.

Após visita ao local, notou-se a presença de uma única boca de lobo em todo o trecho da rua. Como agravante, ela encontrava-se coberta por resíduos no dia da visita o que impede ainda mais o escoamento da água da chuva, conforme mostrado na Figura 5.



Figura 5 - Registro da única boca de lobo da rua.

Fonte: Próprio autor (2020).

Os parâmetros adotados para ser definida a quantidade de bocas de lobos (BL) que iriam ser necessárias para solucionar os problemas de inundações foram os seguintes: adotar BL em todos os pontos baixos do trecho, para que assim não ocorra empoçamento

de água nesses pontos; nas esquinas, para que seja evitada água no leito carroçável; e inserir BL's de forma que cada uma receba no máximo 120 L/s de contribuição, tendo em vista que essa é a vazão limite dos tubos de diâmetro de 400 mm que interliga as BL's aos PV's. Seguindo tais parâmetros, o projeto deverá conter 10 BL's, que podem ser observadas nas Figuras 6 e 7:

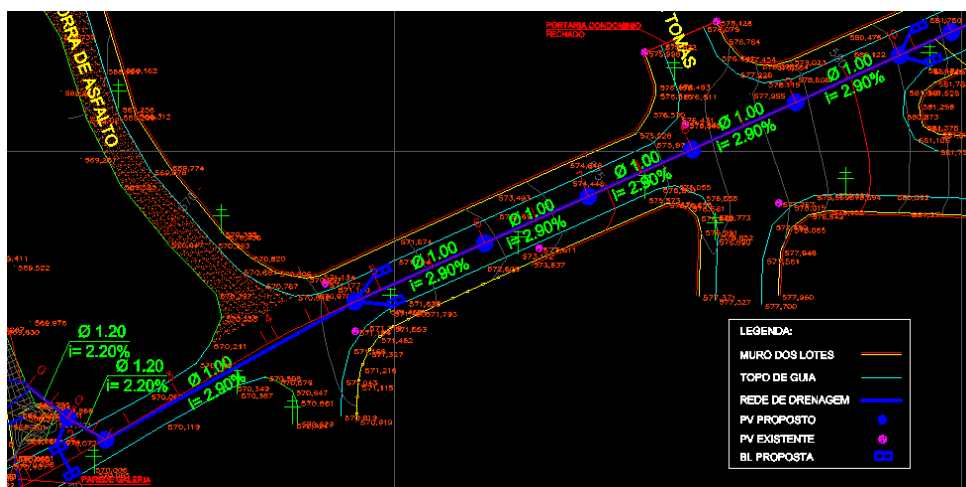


Figura 6 – Mapa da localização das BL's, das cotas mais baixas, obtido com o AutoCAD.

Fonte: Próprio autor.

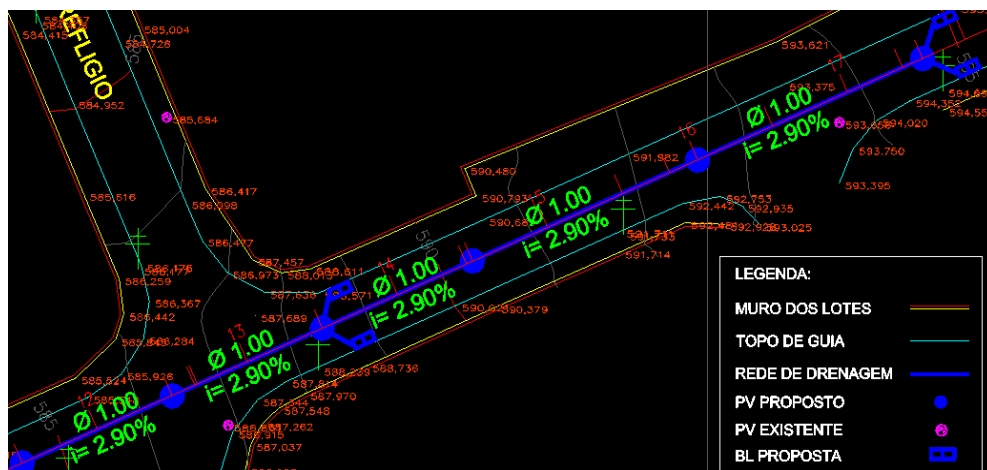


Figura 7 – Mapa da localização das BL's, das cotas mais altas, obtido com o AutoCAD.

Fonte: Próprio autor.

Com todos os dados e informações obtidos, pode-se fazer o mapeamento da rua e

com as equações apresentadas anteriormente foi possível redimensionar a nova rede de drenagem. Os valores obtidos estão apresentados na Tabela 4.

Após a realização de todos os cálculos foi possível desenvolver a proposta de um novo sistema de microdrenagem para a Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, um projeto de drenagem que soluciona os problemas de inundações, contando que a vazão de projeto seja mantida na prática. O projeto foi desenvolvido no programa *AutoCAD*.

Trecho	Área de Contribuição		Coef. de Escoamento (C)	Precip. (mm/h)	Vazão de Projeto (m³/s)	Diâmetro (m)	Declividade (%)
	Simples (m²)	Acumulada (m²)					
1	3.066,67	86.283,33	0,80	146	2,79	1,00	2,90
2	0,00	83.216,67	0,80	146	2,69	1,00	2,90
3	0,00	83.216,67	0,80	146	2,69	1,00	2,90
4	0,00	83.216,67	0,80	146	2,69	1,00	2,90
5	0,00	83.216,67	0,80	146	2,69	1,00	2,90
6	3.066,67	83.216,67	0,80	146	2,69	1,00	2,90
7	0,00	80.150,00	0,80	146	2,59	1,00	2,90
8	0,00	80.150,00	0,80	146	2,59	1,00	2,90
9	0,00	80.150,00	0,80	146	2,59	1,00	2,90
10	23.700,00	80.150,00	0,80	146	2,59	1,00	2,90
11	0,00	56.450,00	0,80	146	1,83	1,00	2,90
12	0,00	56.450,00	0,80	146	1,83	1,00	2,90
13	56.450,00	56.450,00	0,80	146	1,83	1,00	2,90

Tabela 4 - Memorial de Cálculos.

Fonte: Próprios autores.

5 | CONCLUSÃO

Conhecida a existência de problemas com enchentes e inundações na Rua Giuseppe Máximo Scolfaro, em Barão Geraldo, Campinas/SP, a proposta deste trabalho foi projetar e dimensionar um novo sistema de microdrenagem que possibilitasse o fim dessa situação.

Após visita ao local, além da constatação da presença de uma única boca de lobo, foram feitas medições e documentação fotográfica.

A partir de pesquisas em literaturas do gênero, foi possível determinar o método de cálculo adequado para a situação e, dadas as variáveis apresentadas, determinou-se que o melhor método seria o Racional.

De posse das informações, foi possível realizar o mapeamento da rua através de trechos, e então o cálculo da área de contribuição simples e acumulada. Feitos os cálculos e com projeto realizado em *AutoCAD*, resultou-se em uma nova capacidade de vazão de água, maior do que a atual e do que a necessária para hoje, provando-se assim que,

esse sistema de microdrenagem atenderia ao objetivo proposto, garantindo uma melhor condição de vida para a população local e para aqueles que por ela passam.

REFERÊNCIAS

AQUAFLUXUS. **Microdrenagem e Macro drenagem – os subsistemas característicos da drenagem urbana**. Rio de Janeiro. 2017. Disponível em: https://www.aquafluxus.com.br/microdrenagem_e_macro drenagem_os_subsistemas_caracteristicos_da_drenagem_urbana/?lang=en. Acesso em 20 mai. 2020.

BERNS, Gioce. Aqualis Engenharia Hídrica. **Você sabe a diferença entre enchente, inundação, enxurrada e alagamento?** Florianópolis. 2018. Disponível em: <http://acqualisengenharia.com.br/voce-sabe-a-diferenca-entre-enchente-inundacao-enxurrada-e-alagamento/>. Acesso em 25 mai. 2020.

CAMPINAS. PREFEITURA DE CAMPINAS. **Campinas: guia de captação de eventos**. 2014. Disponível em: http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/desenvolvimento-economico/guia_tur_eventos_port.pdf. Acesso em: 13 jun. 2020.

CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B. (2006) – **Apostila de Hidrologia UFRRJ** – Capítulo 7. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap7-ES.pdf> Acesso em: 20 maio 2020.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA (Campinas). Unicamp. **Climatologia Campinas**. 2020. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br/graficos>. Acesso em: 13 jun. 2020.

CHOW, V.T. **Hydrologic design of culverts**. Journal of Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, v. 88, p. 39-55. 1962.

Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. **Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo**. 1999. Disponível em: <https://www.fau.usp.br/arquivos/disciplinas/aut0192/DiretrizesDren-sp.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. 2020. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=tempo2/mapasPrecipitacao>. Acesso em 13 mai. 2020.

HIDROMUNDO. **Método Racional**. 2015. Disponível em: <http://www.hidromundo.com.br/metodo-racional/>. Acesso em 20 mai. 2020.

HOEPFNER Ana. **Estudo comparativo entre vazões de pico estimadas pelo método racional e pelo Método do SCS para a Bacia Hidrográfica do Rio Bom Retiro em Joinville-SC**. Florianópolis. 2007 Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124392/103.pdf?sequence=1>. Acesso em 20 mai. 2020

MARCELLINI, Silvana Susko; ROBERTO, Alexandre Nunes; GUSSO, Francisco E. Nunes; NAKASHIMA, Mario Kiyochi. **Treinamento – Obras Hidráulicas Sujeitas à Outorga: conceitos teóricos - vazão de projeto**. Conceitos Teóricos - Vazão de Projeto. 2012. Disponível em: http://www.dae.sp.gov.br/outorgatreinamento/Obras_Hidr%C3%A1ulic/vazaoproj.pdf. Acesso em: 20 maio 2020.

METEOBLUE. **Precipitação**. 2019. Disponível em: <https://content.meteoblue.com/pt/especificacoes/variaveis-meteorologicas/precipitacao>. Acesso em 13 mai. 2020.

MÉTODO RACIONAL. Unesp. Disponível em: https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/66/2/Unidade_1.pdf. Acesso em 20 mai. 2020

MONÇÕES. PREFEITURA DE MONÇÕES. **Micro e Macrodrenagem**. 2018. Disponível em: <https://www.moncoes.sp.gov.br/portal/noticias/0/3/1118/micro-e-macrodrenagem>. Acesso em 20 mai. 2020.

NUNES, FABRICIA Gioppo e FIORI, ALBERTO Pio. Revista Eletrônica Geografar. **A utilização do método de Ven Te Chow - Soil Conservation Service (SCS) na estimativa da vazão máxima da Bacia Hidrográfica do Rio Atuba**. Curitiba. 2017. Disponível em: www.ser.ufpr.br/geografar. Acesso em: 01 jun. 2020.

Prefeitura Municipal de Campinas. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2013. Disponível em: <http://www.campinas.sp.gov.br/arquivos/meio-ambiente/plano-saneamento/p4-relatorio-final.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2020.

RIO DE JANEIRO. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Campinas. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/campinas/panorama>. Acesso em: 13 jun. 2020.
da SILVEIRA, A. L. L. **Desempenho de fórmulas de tempo de concentração em bacias urbanas e rurais**. 2005. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 10 n.1 Jan/Mar 2005, 5-23

TUCCI, C. E. M. **Regulamentação da drenagem urbana no Brasil**. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 13, n. 1, p. 29-42, 2016.

VIEIRA, D. B. **Análise das máximas intensidades de chuvas na cidade de Campinas**. In: IV Simpósio Brasileiro de Hidrologia e Recursos Hídricos, ABRH, Fortaleza, 1981 – CE, Anais I, pp. 375-386. Acesso em: 19 maio 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Análises 21, 22, 24, 26, 30, 122, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 161, 191, 204, 207, 208, 217

Antioxidante 122, 156, 157

Aplicação 22, 28, 30, 47, 48, 50, 51, 54, 57, 59, 60, 62, 64, 81, 83, 86, 107, 109, 110, 114, 115, 119, 131, 133, 134, 135, 142, 148, 149, 156, 170, 171, 172, 187, 188, 190, 211, 217

Aquisição 31, 33, 47, 58, 59, 60, 61, 64

B

Bioplástico 122

C

Casca de banana 187, 188, 189, 191, 192, 193, 194, 197, 198

Celulose 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 155

Ciclo de vida 136, 146

Computador 48, 54

Corantes 187, 189, 193, 195, 196, 197, 198

Cosméticos 83, 148, 149, 151, 152, 158, 159, 187, 188

D

Dados 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 49, 50, 51, 59, 60, 61, 62, 64, 68, 69, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 95, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 122, 131, 145, 146, 151, 163, 167, 168, 170, 174, 181, 183, 190, 191, 193, 194, 214, 218

defletores 85

Desenvolvimento 21, 23, 24, 30, 31, 33, 37, 38, 39, 42, 47, 48, 49, 50, 54, 57, 58, 60, 64, 76, 81, 83, 95, 98, 108, 119, 120, 122, 132, 145, 148, 149, 150, 151, 152, 155, 157, 158, 159, 160, 162, 174, 175, 185, 188, 199, 200, 203, 206, 207, 218, 220

Dimensionamento 80, 81, 177, 178

E

Eficiência 21, 49, 59, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 78, 80, 81, 97, 100, 109, 114, 161, 162, 164, 173, 188, 213, 219, 220

Efluentes industriais 187, 198

Energia 48, 58, 59, 60, 63, 64, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 80, 81, 82, 84, 95, 121, 135, 136, 137, 177, 189, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 217, 219

Energia Solar 70, 71, 72, 73, 82

G

Géis 151, 155, 157

GPS 4, 33, 34, 36, 37, 38, 44, 46

I

Impelidores 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 93, 94

Indústria 4.0 30, 162, 163, 165, 173

Informação 23, 26, 27, 36, 37, 57, 68, 162, 169, 181, 218

Inteligência artificial 220

IoT 21, 22, 30, 38, 49, 68, 162, 163

I-Pai Wu 177

K

K-means 28, 29

L

Linha de produção 161, 162, 164, 165, 166, 167, 170, 171

M

Microcontrolador 30, 31, 37, 38, 39, 40, 47, 49, 57, 168

Microdrenagem 7, 174, 175, 177, 179, 184, 185

Modelagem 34, 59, 68, 82, 95, 98, 100, 105, 220

Modelo matemático 95, 98, 101, 105

Monitoramento 19, 33, 34, 49, 58, 60, 64, 161, 162, 163, 167, 169, 170, 171, 173, 175

N

Nanotecnologia 108

O

Óleo de café 148, 151, 154, 155, 157, 160

P

Papel 107, 108, 109, 110, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 151, 189, 202

Piezoelétrico 58, 59, 60, 63, 64, 68

Programação 38, 40, 41, 47, 48, 49, 54, 55, 57, 100, 101, 173

R

Rastreamento 33, 34, 39, 45, 83, 88

Rastreamento de partículas 83

Reator 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 204

Rede neural 21, 24, 25

Rendimento 82, 97, 98, 99, 100, 120, 121, 123, 126, 131, 164, 192, 197

Rolhas de pallets 139

S

Saúde 203, 208, 217, 219

Simulação 34, 39, 64, 67, 75, 76, 77, 95, 100, 104, 105, 145, 171, 220

Solubilidade 120, 123, 126, 131, 132, 210

T

Testes comportamentais 21, 24

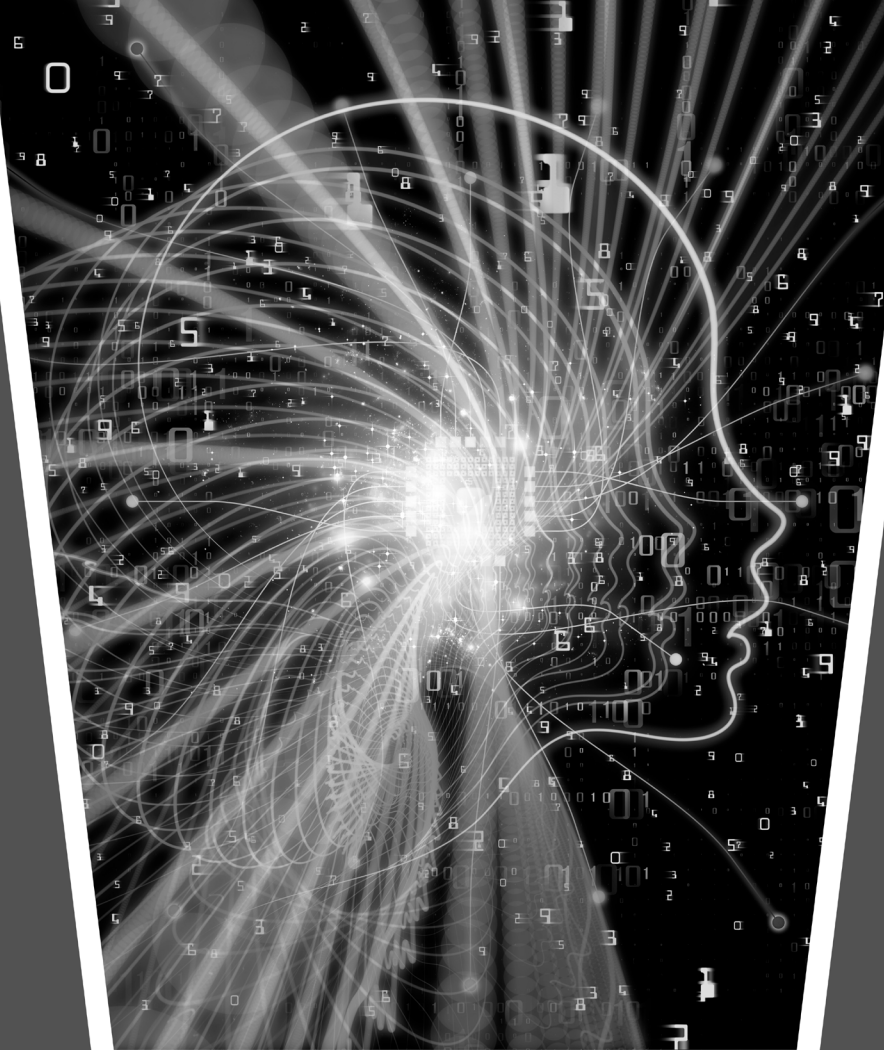
Transformação digital 163

V

Veículos 33, 34, 64

Virtual 12, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57

Vórtices 84, 85, 91



Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 2



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



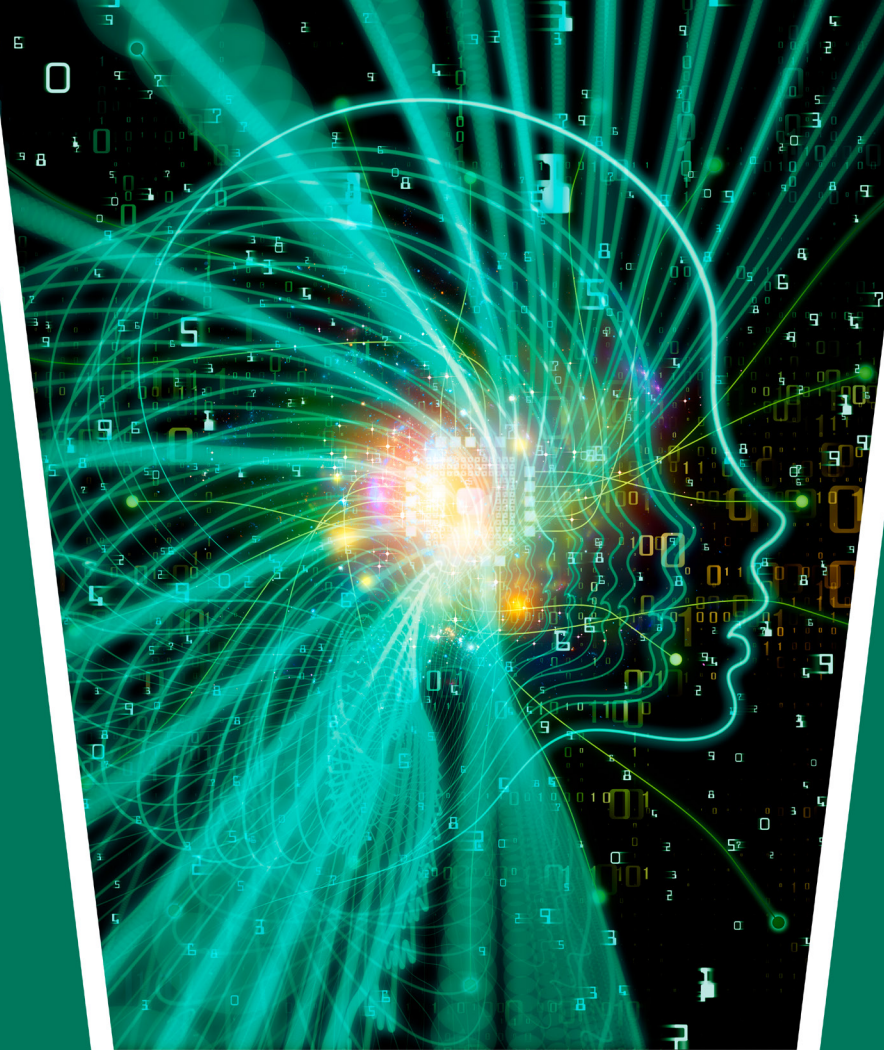
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena
Editora

Ano 2021



Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 2

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


Editora
Ano 2021