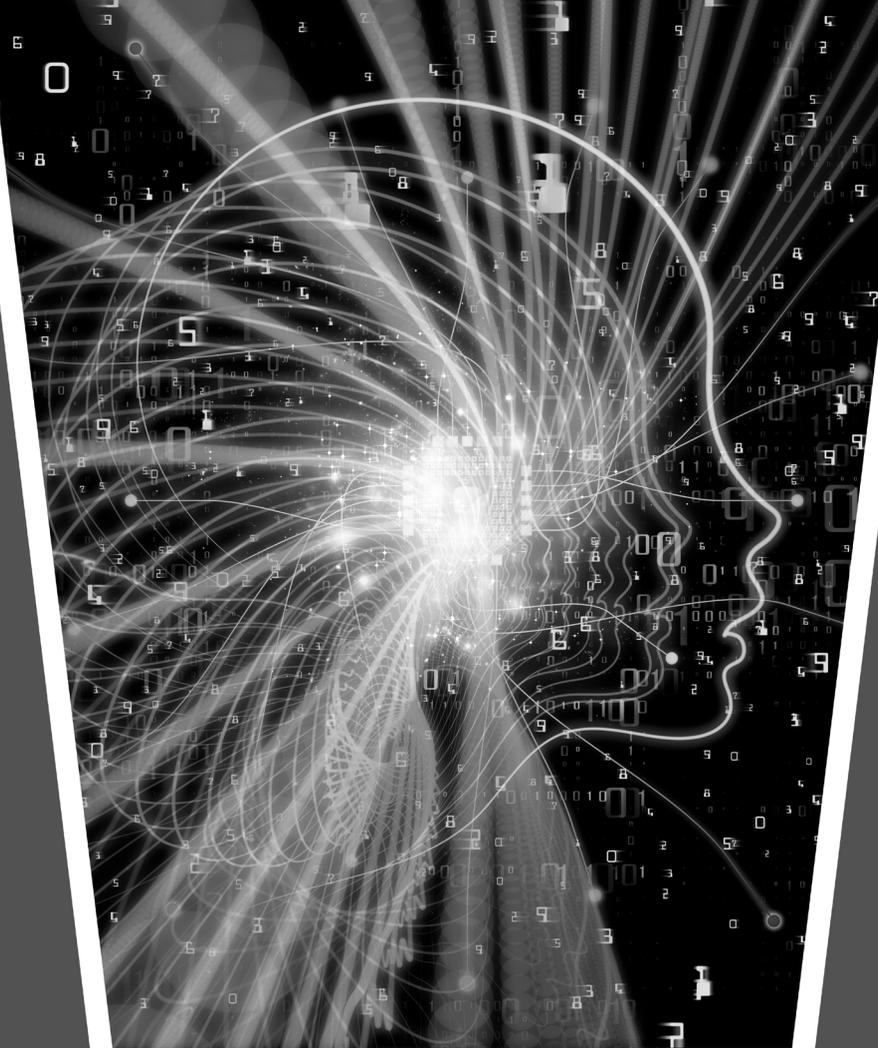


# Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 2

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 Cremo

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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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

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. 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<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> Dra. 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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> 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](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; 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**

<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
AMBIENTE DE APRENDIZADO PARA ESTUDO DE MÁQUINAS VIRTUAIS EM SISTEMA EMBARCADO	
Renan Romão Oliveira Regimar Francisco dos Santos Glaucilene Ferreira Catroli Fábio Andrijauskas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9982113045</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>58</b>
GERADOR DE ENERGIA PIEZOELÉTRICO: AQUISIÇÃO, MONITORAMENTO E CONDICIONAMENTO DO SINAL GERADO	
Darilson Francisco das Dores Antunes Vicente Idalberto Becerra Sablón	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9982113046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>70</b>
SUORTE PARA MÓDULO FOTOVOLTAICO COM INCLINAÇÃO VARIÁVEL	
Felipe de Marco Costa Rafael Aparecido Bragante Annete Silva Faesarella Filipe Alves Coelho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9982113047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>83</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9982113048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>95</b>
MODELAGEM E SIMULAÇÃO DO PROCESSO DE FERMENTAÇÃO CONTÍNUA EM MICRO BIORREATOR	
João Paulo Fioritti Godoy Guilherme Brandão Silva Filipe Alves Coelho	
<b>DOI 10.22533/at.ed.9982113049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>107</b>
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**

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

## RASTREX – SISTEMA DE RASTREAMENTO VEICULAR

Data de aceite: 16/03/2021

Data de submissão: 15/01/2021

### Sergio Henrique Matukava

Universidade São Francisco (USF)  
<http://lattes.cnpq.br/5454151771307996>

### Vinicius Stanisoski Perassolli

Universidade São Francisco (USF)  
<http://lattes.cnpq.br/6921366929374124>

### Vicente Idalberto Becerra Sablón

Universidade São Francisco (USF)  
<http://lattes.cnpq.br/6350047853320576>

### Annete Silva Faesarella

Universidade São Francisco (USF)  
<http://lattes.cnpq.br/8546620295718065>

**RESUMO:** O presente artigo apresenta o desenvolvimento e implementação do sistema RASTREX. Trata-se de uma plataforma integrada e configurável, que possibilita o rastreamento e localização de veículos em tempo real. No desenvolvimento do sistema foi empregada a metodologia interativa e incremental, fazendo o uso de três módulos básicos, sendo eles: aquisição de dados *Global Position System* (GPS), envio de dados *General Packet Radio Service* (GPRS) e apresentação dos dados (*implementação do web servisse*). Os testes e resultados obtidos confirmam a viabilidade do sistema RASTREX para o monitoramento e rastreamento de veículos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Rastreamento; RASTREX; Roubo de Veículos; Localização.

### RASTREX - VEHICLE TRACKING SYSTEM

**ABSTRACT:** This article presents the development and implementation of the RASTREX system. It is an integrated and configurable platform, which makes it possible to track and locate vehicles in real time. In the development of the system, an interactive and incremental methodology was used, making use of three basic modules, namely: Global Position System (GPS) data acquisition, General Packet Radio Service (GPRS) data transmission and data presentation (implementation of the web served). The tests and results obtained confirm the viability of the RASTREX system for vehicle monitoring and tracking.

**KEYWORDS:** Tracking System; RASTREX; Vehicle Theft; Location.

### 1 | INTRODUÇÃO

No passado, a tecnologia de rastreamento no Brasil era inviável, devido ao alto custo no desenvolvimento do projeto que utilizava o sistema de satélite. Com o passar do tempo ainda em seus primórdios, a tecnologia foi evoluindo com a chegada da tecnologia *Global System Mobile* (GSM) que permitiu ter uma melhor cobertura de dados com um baixo custo para os consumidores, contudo a perfeição de localização, tempo, velocidade veio por meio da tecnologia *Global Position System* (GPS) que deu a oportunidade às empresas de desenvolver sua própria plataforma de rastreamento (CARGO, 2018).

Observando o atual cenário, aferimos que o meio de transporte mais utilizado no país

é o rodoviário, sendo responsável por 58% de todo transporte no Brasil. Ademais, a malha rodoviária também é utilizada para transportar 75% de toda produção do país, segundo estudos realizados na pesquisa Custos Logísticos do Brasil da fundação Dom Cabral.

Diante desta situação, sabe-se que a segurança oferecida pelas instituições públicas e oficiais necessita cada vez mais de recursos ao que se diz respeito à segurança de carga e veículos. De acordo com informações divulgadas pelo ministério da justiça e defesa civil em 2018 foram registradas mais de 476 mil ocorrências de roubos e furtos de veículo. Em outro levantamento feito pelo comitê de cargas do Reino Unido, apontou-se que o Brasil ocupa a 7ª posição no *ranking* de roubo de cargas entre 57 países analisados. O que representou cerca de 2 bilhões de reais de perdas relacionadas a carga e veículos em 2018 (ELAINA, 2019).

Portanto, sempre há necessidade de medidas que aumentem a segurança, fazendo-se necessário encontrar uma solução para reduzir o alarmante volume de roubo. O sistema de rastreamento veicular, junto à tecnologia de comunicação móvel, possibilita monitorar o veículo em tempo real, através do GPS para precisão na localização e a comunicação com tecnologia *Long Term Evolution* (LTE), que pode prover acesso entre 100 Megabit/s em movimento e 1 Gigabits/s em repouso, mantendo uma qualidade de serviço e oferecendo serviço de qualquer tipo.

O sistema de rastreamento via GPS tem crescido a cada dia, principalmente visando novas necessidades do mercado e crescimento da tecnologia, com isso pode-se perceber que grandes empresas de transporte se beneficiam da tecnologia fazendo o monitoramento em tempo real, tendo mais confiança no seu processo de venda e transporte, tornando-se cada vez mais eficiente, melhorando a organização, confiança e comunicação. Diante disto, o artigo apresenta a plataforma RASTREX um sistema capaz de monitorar os veículos em tempo real, possibilitando a localização de um veículo roubado.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Durante a modelagem, simulação e implementação dos sistemas, fez-se necessário estudar e compreender os fundamentos dos tópicos a seguir

### 2.1 Microcontroladores

Para realizar a integração entre os sistemas é necessária a utilização de microcontroladores. Um sistema microprocessado é capaz de colocar diversas funcionalidades, basicamente é um circuito integrado o qual contém um núcleo de processamento, memória e periféricos programáveis de entrada e saída. Para determinar sua frequência de trabalho é essencial um cristal externo (LIMA, 2012).

### 2.2 *Global System Mobile* (GSM)

A tecnologia *Global System Mobile* (GSM) desenvolvida na Europa teve uma rápida expansão, sendo o seu grande diferencial a utilização de um *Subscriber Identify Module* (SIM) que possibilita levar as informações de um local para outro.

A evolução da tecnologia GSM permitiu a comunicação em rede sem a necessidade

de estabelecer uma chamada telefônica para transferência de dados (SVERZUT, 2009).

Nos dias de hoje, as vantagens que essa tecnologia trouxe é que no ano de 1980, o mercado europeu foi constituído por vários padrões analógicos de comunicação, que era incompatível com os demais países. O padrão GSM foi criado para padronizar a comunicação com a tecnologia digital, com isso tornou a comunicação mais utilizada no mundo.

No Brasil, o sistema GSM foi implementado em 2002. Portanto diversos serviços foram disponibilizados, dentre eles *Short Message Service* (SMS) para comunicação texto, GPRS para transmissão de pacote de dados, chamadas, áudio e vários métodos de distribuição de novas atualizações de software, definições de configurações e chaves regulares de criptografia para dispositivos como telefones celulares, *set-top box* ou equipamentos de comunicação de voz (*Over The Air* -OTA) (HAYKIN 2009) (SANTOS, 2008).

### 2.3 General Packet Radio Service (GPRS)

Com o advento da tecnologia GPRS, cuja finalidade é possibilitar tráfego de dados por pacotes via comutação de dados para que a rede de telefonia celular seja interligada com a internet. O sistema GSM e GPRS integrado recebeu como nome de Geração (2.5G) que permite uma taxa de transferência de 40 kps. Esse recurso apenas é utilizado se os usuários estiverem enviando e recebendo dados, se estiver se dedicando a apenas um canal em determinado período de tempo, o canal pode ser compartilhado entre vários usuários.

A utilização do GPRS facilita a utilização do *Protocolo Internet* (IP) na rede GSM, possibilitando a utilização e integração de redes públicas e privadas, integrando Protocolos de Dados Padrão (PDN) (SVERZUT, 2009)

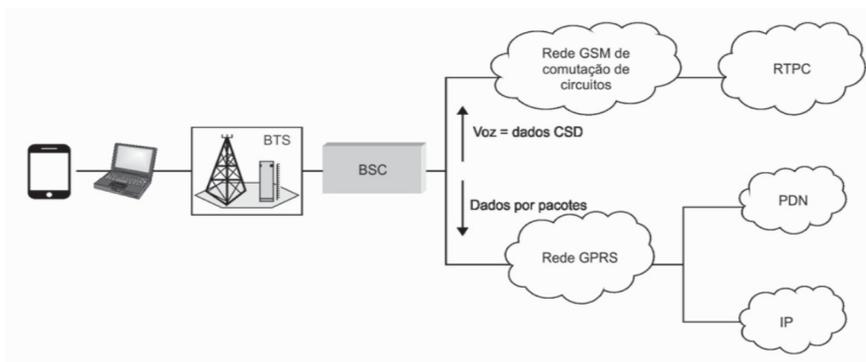


Figura 1 – Circuito de Comutação na rede GSM.

Fonte: ( SVERZUT, 2009)

A Figura 1, apresenta a comutação de pacotes e voz. O *Base Station Controller* (BSC) que é responsável por controlar a *Base Transceiver Station* (BTS). A Rede Telefônica

Pública Comutada (RTPC) realiza a transmissão de voz. A nuvem IP transmite dados por pacotes. O PDN é a rede de comutação por pacote que age na transmissão de dados na forma digital (TRINDADE, 2015).

## 2.4 Global Position System (GPS)

Com o GPS permite obter informação contínua de posicionamento em qualquer lugar do mundo, independente das condições de tempo. Inicialmente a rede GPS estava constituída por uma constelação de 24 satélites dispostos em seis órbitas. Segundo (U.S, 2020), houve uma modernização no sistema e em fevereiro de 2020 e atualmente o sistema conta com um total de 31 satélites operantes.

O funcionamento do sistema, são requeridos três segmentos, chamados de: espacial, controle e utilizador. O espacial é composto de 31 satélites ativos em operação, e mais 4 satélites “reservas” caso tenham problemas. O que garante uma disponibilidade de 95%. A disposição destes satélites em órbita garante que sempre tenha como mínimo quatro deles disponíveis em qualquer lugar do planeta. O segundo componente, de controle, são as estações de controle dos satélites. Ao todo são cinco estações espalhadas pelo globo terrestre. A função principal delas é atualizar a posição atual dos satélites e sincronizar o relógio atômico presente em cada um dos satélites, o último segmento, são usuários, que se dividem em dois grupos, uso civil e militar.

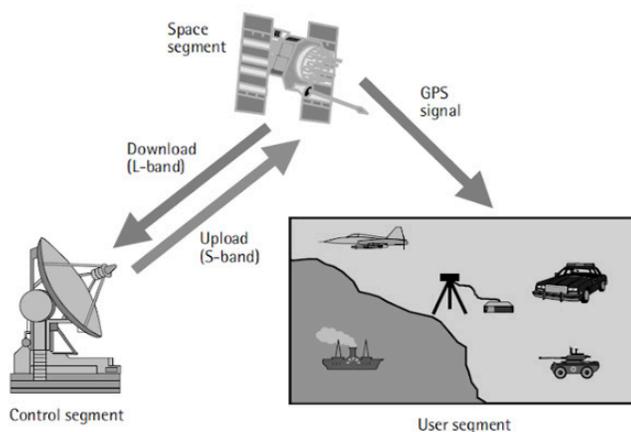


Figura 2 – Segmentos do GPS

Fonte: Introduction to GPS. Fonte: (Tecmundo, 2008)

Na Figura 2, apresenta-se graficamente o princípio de trilateração, que permite a localização, através de informações geográficas recolhidas pelos satélites. Os satélites, assim como os receptores GPS, possuem um relógio interno, o qual marca a hora com uma precisão de nanosegundos. Quando o sinal é emitido, também é enviado o horário que ele “saiu” do satélite. Este sinal nada mais é do que sinais de rádio, que viajam na velocidade

da luz (300 mil quilômetros por segundo, no vácuo). Cronometrando quanto tempo este sinal demorou para chegar, o receptor consegue calcular sua distância do satélite. Como a posição dos satélites é atualizada constantemente, é possível, por meio destes cálculos, determinar qual a sua posição com uma exatidão de 20 m. (U.S, 2020)

### 3 | METODOLOGIA

No desenvolvimento do projeto foi utilizado o método “iterativo e incremental”, onde o desenvolvimento é iniciado com um subconjunto simples de requisitos e interativamente alcança evoluções subsequentes das versões até o sistema todo ser implementado.

#### 3.1 Arquitetura do Sistema

Conforme é apresentado na Figura 3, projeto foi construído por módulos, cada um composto por um subconjunto de funcionalidades.

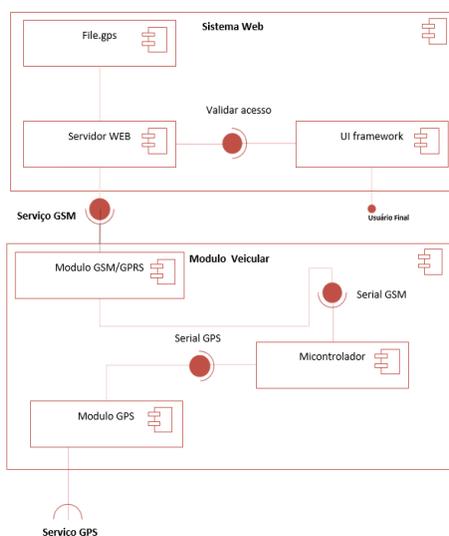


Figura 3 – Diagrama de componente.

Fonte: Próprio Autor

No bloco módulo veicular, o módulo GPS recebe um serviço de rádio fornecido pelo satélite estação GPS e comunica via serial GPS com o microcontrolador, que é responsável de enviar as informações de longitude e latitude via serial GSM, o módulo GSM integrado estabelece sua funcionalidade de celular para acesso à rede GPRS, utilizando um *SIM CARD*, enviando toda a informação para a rede.

No bloco Sistema Web, o servidor é responsável por receber e visualizar essas informações.

### 3.2 Desenvolvimento do *Hardware*

Para desenvolver o hardware, foi utilizado nesse projeto a família Atmel (AVR) um microcontrolador de 8 bits, que é uma plataforma aberta (*Open Source*), e por ser uma plataforma orientada, a prototipagem tem como característica de integrar os módulos utilizados no projeto

### 3.3 Modulo *Global Position System (GPS)*

Existem vários módulos GPS disponíveis no mercado, analisando a especificação de desempenho e custo benefício se destacou o modelo NEO 6M esse módulo tem a função de informar a localização exata, do usuário, enviando os dados referentes à latitude e longitude, data, hora e velocidade de deslocamento.

O módulo NEO 6M e necessita de uma tensão de 3,3V e uma antena de cerâmica de ganho de 50dB. O sinal recebido dos satélites é interpretado pela biblioteca TinyGPS++, que também realiza os cálculos de distância de triangulação utilizando o protocolo NMEA.

### 3.4 Modulo *Global System Mobile (GSM)*

Para a troca de informações entre os módulos de recepção e transmissão de dados, foi utilizado o módulo SIM800L.

O módulo SIM800L é frequentemente utilizado em desenvolvimentos de plataforma IoT (internet das coisas). Este é um módulo Quad-Band que trabalha com frequências de 850, 900,1800 e 1900 MHz, permite fazer ligações de voz, enviar SMS e trocar dados via Internet GPRS (Serviço de Rádio de Pacote Geral) de forma a receber e realizar o envio de dados da plataforma Arduino para locais remotos junto de seu telefone celular.

O módulo SIM800L, durante a sua transmissão de dados com a rede pode apresentar um consumo de 2,00 A com uma tensão de 3,30 V a 4,40 V, sendo necessário o desenvolvimento de uma fonte externa para alimentação do módulo.

A programação deste módulo é feita através dos comandos AT, que possibilita executar um serviço com um curto comando de texto, para o sistema RASTEX, foi utilizado as respectivas funções conforme a Tabela 1.

Comando	Função
AT+CSTT	Configuração: Usuário e senha
AT+SAPBR = 3	Validando as Credenciais
AT+HTTTPARA	Enviar mensagem para rede

Tabela 1 – Função Módulo SIM800L.

Fonte: Próprio Autor

### 3.5 Fonte alimentação

O LM338 é um regulador de tensão que tem a finalidade de regular tensão de 1.20 V a 32,00 V cuja saída pode ser calculada através dos resistores de saída R1 e R2, conforme Equação 1.

$$V_{out} = V_{ref} \left( 1 + \frac{R2}{R1} \right) + I_{DJ} R2 \quad 1$$

Sabe-se que ao utilizar o R1 igual a 270 Ω é produzida uma tensão típica de referência de 1,24 V e 46 mA entre R1 e R2. Logo, pode-se encontrar que R2 igual 572 Ω, para uma saída desejada de 3,80 V. Para a execução do projeto foi considerado o valor comercial de 570 Ω.

O regulador de tensão 7805 foi projetado para operar com valor de tensão fixa de 5 V que será utilizado para alimentar a plataforma Arduino.

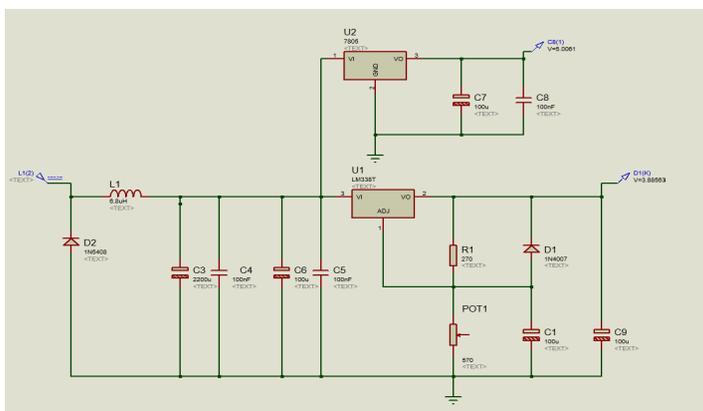


Figura 4 – Simulação Circuito de Alimentação.

Fonte: Próprio autor.

Na Figura 4, apresenta se o circuito de alimentação projetado, com a entrada que varia entre 12,00V a 14,40V entregando uma tensão estável de 5,00V e 3,80V.

### 3.6 Desenvolvimento do Software

Para desenvolver o software do sistema de rastreamento é preciso embarcar todas as tecnologias no microcontrolador, para isso foi necessário dividir o software em 2 etapas.

#### 3.6.1 Etapa 1 – Módulo Global Position System NEO6M

Para integração do módulo NEO 6M, deu-se a necessidade de desenvolver o software com os comandos da biblioteca TinyGps, foram utilizados os comandos gps.

location.lng e gps.location.lat, todas informações recebidas de longitude é calculada pela biblioteca TinyGps, e enviada as informações via HTTP em forma de string para o arquivo file.gps conforme as linhas de código da Figura 5.

```
url += "&coordinates=";
url += String(gps.location.lat(), DEC);
url += ",";
url += String(gps.location.lng(), DEC);
url += "\"";
sim_ss.println(url);
waitUntilResponse("OK");
digitalWrite(SimConnectionPin, LOW);
sim_ss.println("AT+HTTPACTION=0");
waitUntilResponse("+HTTPACTION:");
digitalWrite(SimConnectionPin, HIGH);
gps_ss.listen();
}
```

Figura 5 – Programação

Fonte : Próprio Autor.

### 3.6.2 Etapa 2 – Módulo SIM800L

Na integração do módulo SIM800L foram utilizados os comandos AT para requisitar permissão na rede, para que o módulo seja capaz de enviar mensagem na rede é necessário se conectar na rede GSM e validar o Nome de Ponto de Acesso (*Acess Point Name*), que é basicamente o nome do *Gateway* da rede. Na Figura 6, o programa basicamente escreve o primeiro argumento, na porta serial e aguarda a resposta do mesmo, caso o módulo não retorne com a mensagem esperada é retornada a mensagem “falha”. O módulo SIM800L requisita comandos de validação, por isso é necessário sempre o *loop*. Com essa rotina de verificação é otimizado o software evitando que trave. Toda a integração e rotina de verificação é executada no microcontrolador, através da porta serial com uma taxa de velocidade de 9.600 b/s, que transmite as informações para o servidor.

```

// Configuração Usuario e senha para conectar na APN da tim
sim_ss.write("AT+CSTT=\"timbrasil.br\", \"tim\", \"\");
sim_ss.print(apn);
sim_ss.write("\r\n");
waitUntilResponse("OK");
blinkLed(SimConnectionPin);

// conecando em um IP
sim_ss.println("AT+CIICR");
waitUntilResponse("OK");
blinkLed(SimConnectionPin);

// Validando as Credenciais
sim_ss.write("AT+SAPBR=3,1,\"APN\", \"");
sim_ss.print(apn);
sim_ss.write("\r\n");
waitUntilResponse("OK");
blinkLed(SimConnectionPin);

sim_ss.println("AT+SAPBR=3,1,\"USER\", \"tim\");
waitUntilResponse("OK");
blinkLed(SimConnectionPin);

sim_ss.println("AT+SAPBR=3,1,\"PWD\", \"tim\");
waitUntilResponse("OK");
blinkLed(SimConnectionPin);

```

Figura 6 – Programação.

Fonte: Próprio Autor

### 3.6.3 Fluxograma do Programa

Na Figura 7, é apresentado a rotina durante a obtenção dos dados SIM800L, verifica se houve erro durante o loop, caso não, inicializar o módulo NEO6M, caso ocorra algum erro na troca da mensagem a rotina recomeça novamente.

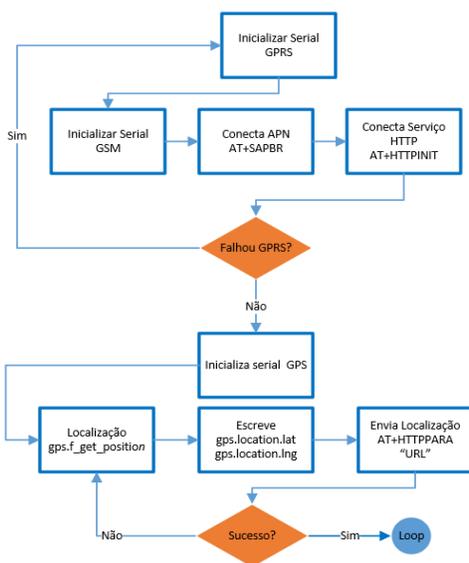


Figura 7 – Fluxograma completo da rotina do software.

Fonte: Próprio autor.

Se não houve erro o sistema envia comando AT+HTTTPARA "https://matukava.000webhostapp.com/".

### 3.7 Desenvolvimento Sistema *World Wide Web* (WEB)

No desenvolvimento do sistema Web foi utilizada a plataforma *Webhost*, para armazenar o site criado em PHP, isso permite alocar todos os dados de longitude e latitude enviados pelo módulo via *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Para a visualização da localização do veículo foi utilizada a *Application Program Interface* (API) do Google Maps, que possibilita implementar os códigos em Java

## 4 | TESTES E RESULTADOS

Para realizar a validação do funcionamento do protótipo foram realizados diversos testes de verificação e revisão.

### Teste 1 – Validação Fonte

Para a validação da fonte foi utilizado o equipamento RTB2004 Osciloscópio do fabricante Rohde & Schwarz 70 MHz 4 canais, conforme a Figura 8, verifica-se a utilização de três canais do analisador para validação.

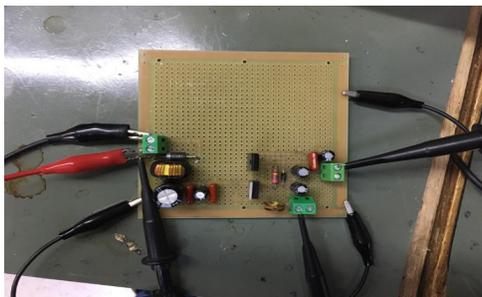


Figura 8 – Circuito da fonte impresso.

Fonte: Próprio autor.

Analisando os sinais de saída e entrada na Figura 9, o canal C1 é a tensão de entrada do nosso circuito de 12,6 V, canal C2 a saída do circuito regulada em 5V e o canal C3 é a saída do LM338 com tensão de 3.4V



Figura 9 – Osciloscópio.

Fonte: Próprio Autor.

O circuito da fonte foi projetado para estabilizar a entrada, melhorar os transientes da saída e alimentar o circuito. Na validação obtivemos resultado satisfatório, pois atendeu os requisitos do projeto.

## Test 2 - Validação Módulo *Global Position System*

Durante a validação do Módulo NEO6M foi necessário isolar o circuito evitando a interferência eletromagnética durante os testes. Conforme a Figura 10, demonstram as mensagens transmitidas entre os módulos, essas mensagens são informações de latitude e longitude presentes na função Monitor Serial da plataforma Arduino.

```

COM5
17:07:36.336 -> Idade da Informacao (ms): 40
17:07:36.370 -> Data (GMT): 20/3/2020
17:07:36.404 -> Horário (GMT): 20:7:36:0
17:07:36.437 -> Altitude (cm): 909.80
17:07:36.437 -> Velocidade (km/h): 4.39
17:07:36.470 -> Sentido (grau): 261.01
17:07:36.503 -> Satélites: 5
17:07:38.025 -> Precisão (centésimos de segundo): 196
-----
17:07:38.092 -> Latitude: -22.881708
17:07:38.092 -> Longitude: -46.366413
17:07:38.126 -> Link para Google Maps: https://maps.google.com/maps/?tq=10&q=-22.881708,-46.366413
17:07:38.227 -> Idade da Informacao (ms): 39
17:07:38.260 -> Data (GMT): 20/3/2020
17:07:38.260 -> Horário (GMT): 20:7:38:0
17:07:38.294 -> Altitude (cm): 910.40
17:07:38.327 -> Velocidade (km/h): 2.69
17:07:38.361 -> Sentido (grau): 261.01
17:07:38.361 -> Satélites: 5
17:07:38.396 -> Precisão (centésimos de segundo): 196
-----
17:07:39.137 -> Latitude: -22.881700
17:07:39.203 -> Longitude: -46.366374
17:07:39.237 -> Link para Google Maps: https://maps.google.com/maps/?tq=10&q=-22.881700,-46.366374
17:07:39.338 -> Idade da Informacao (ms): 48
17:07:39.372 -> Data (GMT): 20/3/2020
17:07:39.372 -> Horário (GMT): 20:7:39:0
17:07:39.405 -> Altitude (cm): 911.10
17:07:39.439 -> Velocidade (km/h): 0.70
17:07:39.472 -> Sentido (grau): 261.01
  
```

Figura 10 – Monitor Serial.

Fonte: Próprio autor.

Após a rotina de inicialização, o programa entra no *loop* e demonstra os dados de latitude, longitude, data e hora do local onde foi realizado os testes. Além disso, também é gerado um link que obtém as informações de localização, através do site do Google Maps.

### Teste 3 - Integração do módulo no automóvel – Validação de campo

A Figura 11, apresenta o protótipo final. O LED vermelho é acionado somente no caso de os módulos não encontrarem nenhum sinal da rede ou GPS, no caso do LED branco tem a funcionalidade de indicar que os módulos estão trabalhando corretamente.



Figura 11 – Protótipo final.

Fonte: Próprio autor.

### Resultado 1 - Validação Web

O resultado o sistema Web foi satisfatório pois garantiu a coleta de dados de longitude e latitude enviado pelo módulo e armazenada no banco de dados, conforme dispõe a Figura 12.

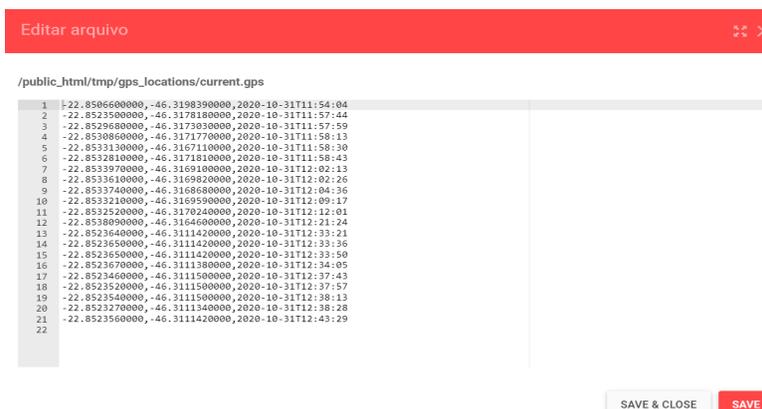


Figura 12 – Banco de dados.

Fonte: Próprio autor.

Para melhorar a visualização dos dados é apresentado via WEB através de uma resposta HTTP, esse tipo de apresentação somente é capaz com o auxílio da API do Google Maps, o Framework possui um link com o API, trazendo os dados correspondentes de latitude e longitude. Portanto assim que o carro se desloca, há uma linha ligando os pontos um a outros, assim que você acessa o link <https://matukava.000webhostapp.com/>, é apresentado toda a rota do início ao fim do último ponto que usuário deixou de se deslocar. A Figura 13, apresenta o rastreamento feito na cidade de Extrema-MG.

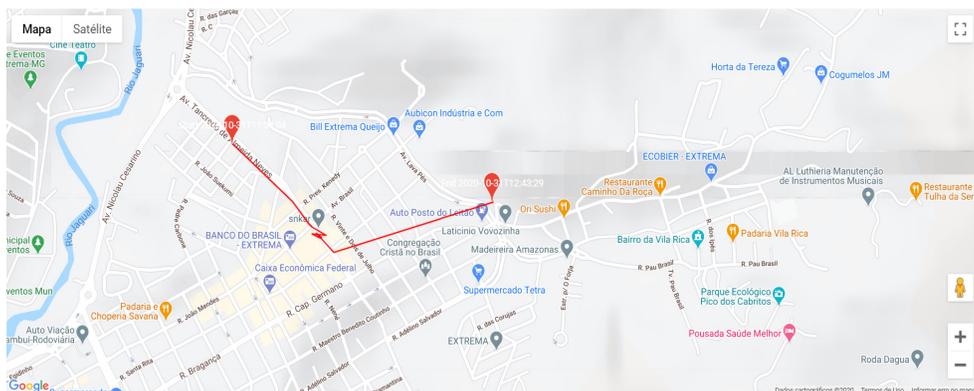


Figura 13 – Rastreamento via WEB.

Fonte: Próprio autor.

## 5 | CONCLUSÃO

Neste artigo foi apresentado o RATREX sistema capaz de rastrear um veículo em movimento. O protótipo foi submetido em testes isolados de validação, permitindo que uma análise comportamental em ambiente real fosse realizada para validar o desempenho dos módulos integrados ao veículo.

De acordo com os os estudos e testes realizados no projeto o RASTREX, em nível de hardware teve alto desempenho com as antenas de 50dB de ganho.

Os resultados apresentados no artigo demonstram que o protótipo e capaz de rastrear sua posição, como também apresentar os dados em tempo real.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Telecomunicação. **Telefonia Móvel**. Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/paineis/acessos/telefonia-movel>. Acesso em: 16 de novembro de 2020

AUTO CARGO. **Do início do rastreamento no Brasil à evolução nos modelos de negócios**. Disponível em: <http://www.autocargo.com.br/blog/rastreador-veicular/do-inicio-do-rastreamento-no-brasil-evolucao-nos-modelos-de-negocios>. Acesso em: 16, de novembro de 2020 Acesso em: 16, de novembro de 2020

ELAINA, J. **Como está o cenário do roubo de cargas no Brasil em 2019**. Disponível em <https://setcern.com.br/noticias/como-esta-o-cenario-do-roubo-de-cargas-no-brasil-em-2019> Acesso em: 16 de novembro de 2020

HONTENDA. **Smart High-Side Drivers Help Meet Tough New Automotive Standards**. Disponível em: <http://www.hotenda.com/media/articles/Smart-Highside-Drivers-Help-Meet-Tough-New-Automotive-Standards.html> Acesso em: 16 de novembro de 2020

HAYKIN, Simon. **Sistemas de Comunicação**. 4ª Edição. Porto Alegre : Bookman, 2004

LIMA, C. B, VILLAÇA , V. M. **AVR e Arduino Técnicas de Projeto**. 2ª Edição. Florianópolis, 2012.

SANTOS, R. D.. **REDES GSM, GPRS, EDGE E UMTS**. Disponível em: [https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos\\_vf\\_2008\\_2/ricardo/1\\_2.html](https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel879/trabalhos_vf_2008_2/ricardo/1_2.html). Acesso em: 16 de novembro de 2020

SOUSA, M. C. R. **Interferidores de GPS: Análise do Sistema e de Potenciais Fontes de Interferências**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Instituto Militar de Engenharia . Rio de Janeiro, 2005.

SVERZUT, J. U. **Redes GSM, GPRS, EDGE e UMTS: Evolução a Caminho da Quarta Geração (4G)**. São Paulo: Érica, 2009

MARTINS E. **Como funciona o GPS ?**. Disponível em: <https://www.tecmundo.com.br/gps/2562-como-funciona-o-gps-.htm> Acesso em: 16 de novembro de 2020

Telecomunicações. **5G no Mundo**. Disponível em: [https://www.teleco.com.br/5g\\_mundo.asp](https://www.teleco.com.br/5g_mundo.asp). Acesso em: 16, de novembro de 2020

Official U.S. government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics. **Space Segment**. Disponível em: <https://www.gps.gov/systems/gps/space/>. Acesso em: 16 de novembro de 2020

WENDLING, P. M. **CI Reguladores de Tensão**. UNESP. 1ª Edição, 2009

# 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

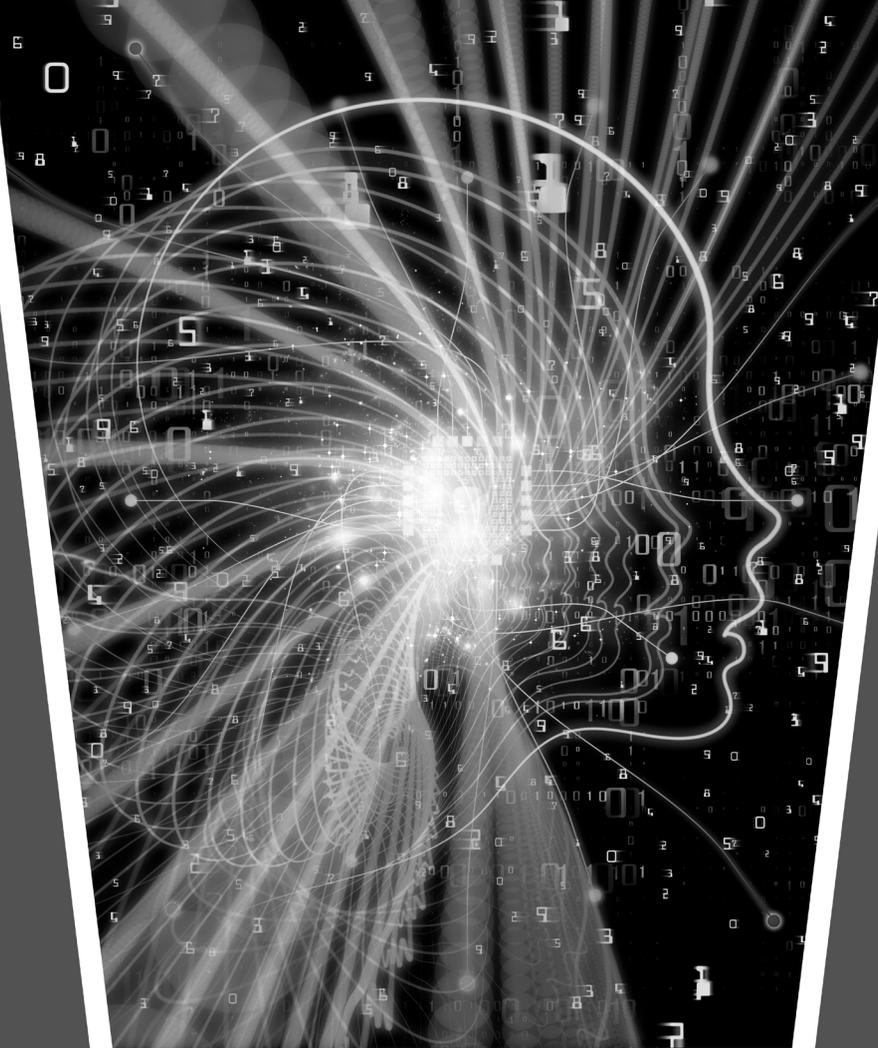
Transformação digital 163

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



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



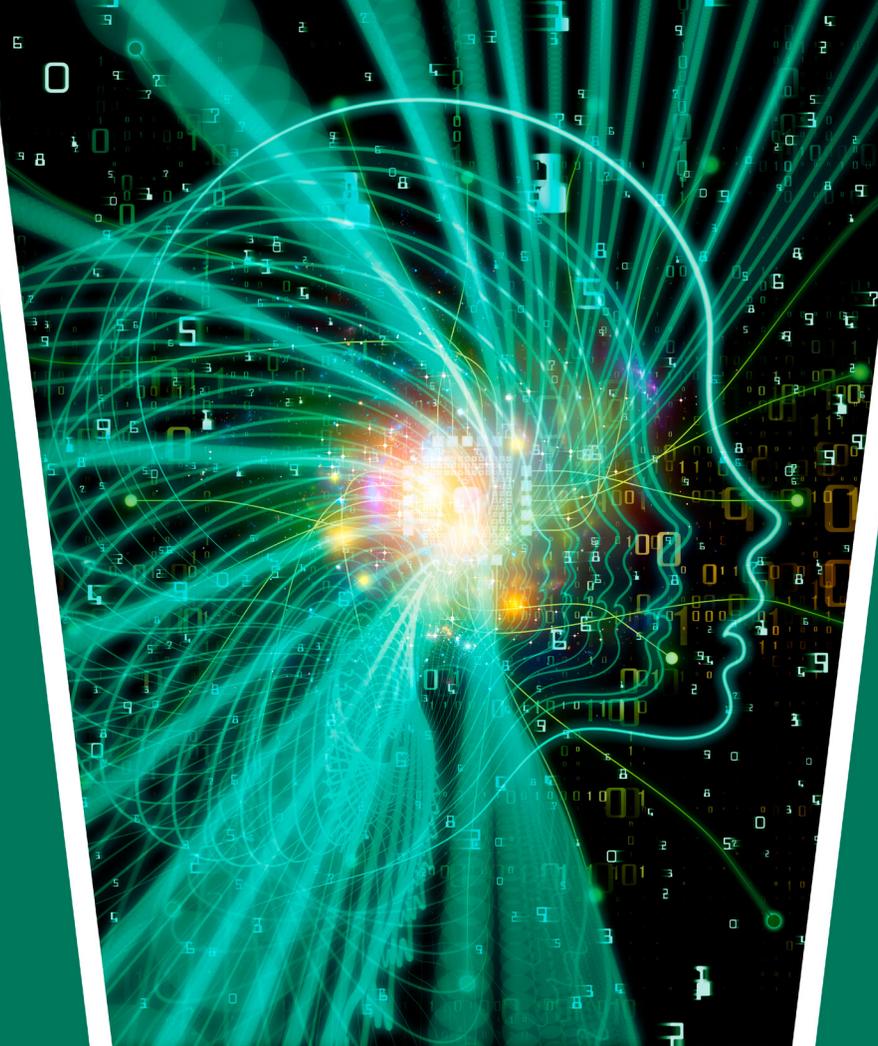
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



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

**Atena**  
Editora

Ano 2021



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

 [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
 @atenaeditora  
 [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](http://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

  
Editora  
Ano 2021