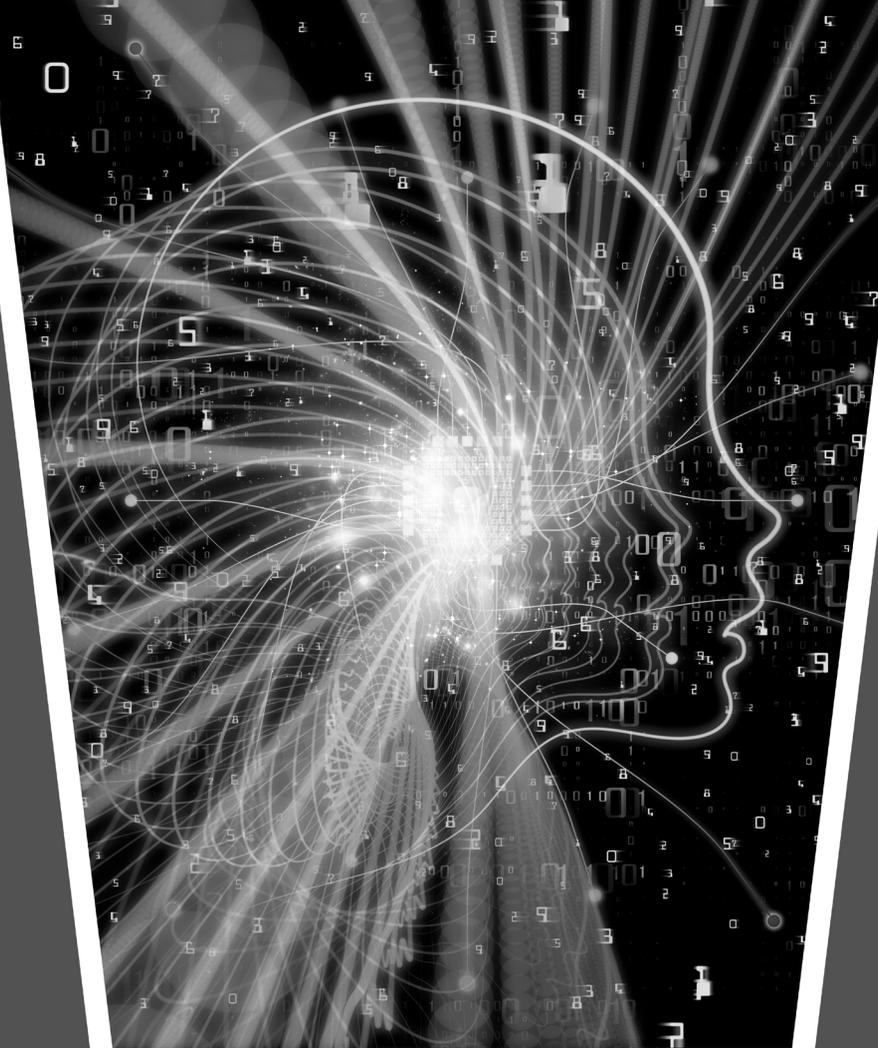


Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 2

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^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 Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof^ª Dr^ª 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

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

Data de aceite: 16/03/2021

Data de submissão: 15/01/2021

Laura Bisetto Zanella

Universidade São Francisco
Engenharia Química
<http://lattes.cnpq.br/2399547773717216>

Liliani Alves da Silva

Universidade São Francisco
Engenharia Química
<http://lattes.cnpq.br/5112620979069649>

Tainah Cristina Cunha Muner

Universidade São Francisco
Engenharia Química
<http://lattes.cnpq.br/1142604516150628>

Monica Tais Siqueira D'Amelio

Universidade São Francisco
Engenharia Química
<http://lattes.cnpq.br/0347184334616712>

RESUMO: Um grande desafio da indústria é o destino de seus resíduos, principalmente àqueles que não são biodegradáveis, como é o caso dos *pallets*. O aumento do uso e consequente aumento do descarte de *pallets* tem sido despertado estudos a respeito de seu destino. Os *pallets* em bom estado são utilizados para decoração, entretanto, aqueles quebrados são muitas vezes descartados incorretamente. Considerando esse cenário, desenvolveram-se rolhas de garrafa com serragem de *pallets*. Foram utilizadas diferentes composições de selante alimentício e de granulometria da serragem. Para

verificar a qualidade das rolhas produzidas, foram realizados testes mecânicos e comparados com o da rolha de cortiça. Identificou-se que as rolhas produzidas com serragem na granulometria de 28 Mesh e na proporção de 5g de *pallet* para 13g de selante foram as que apresentaram melhores características para a aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: *Pallets*; rolhas; rolhas de cortiça; selante.

WASTE STOPPER: INNOVATION FROM PALLET DISPOSAL

ABSTRACT: A major challenge for the industry is the destination of its waste, especially those that are not biodegradable, as is the case with pallets. The increase in the use and consequent increase in the disposal of pallets has led to studies about its destination. Pallets in good condition are used for decoration, however, broken ones are often discarded incorrectly. Considering this scenario, bottle stoppers were developed with sawdust from pallets. Different compositions of food sealer and sawdust granulometry were used. To check the quality of the stoppers produced, mechanical tests were carried out and compared with that of the cork stopper. It was identified that the stoppers produced with sawdust in the size of 28 Mesh and in the proportion of 5g of pallet to 13g of sealant were the ones that presented the best characteristics for the application.

KEYWORDS: Pallets; stopper; cork stoppers; sealant.

1 | INTRODUÇÃO

Um dos maiores problemas da indústria global são os resíduos. Poder desenvolver produtos e/ou energia a partir deles é o grande

desafio do século.

Os *pallets* são utensílios feitos de madeira extraída justamente para essa destinação, sendo legais e com normas que garantem reposição na natureza e qualidade, segundo o IBAMA. O produto é muito utilizado para transporte de carga e estocagem de material em diversos ramos industriais. Os *pallets* podem ser de alta durabilidade ou os denominados *oneway* que são aqueles utilizados uma vez só por terem uma qualidade menor e durabilidade inferior e, por isso, com baixo custo. O descarte para um ou outro tipo ocorre quando seu tempo de vida é atingido. O atual destino desse material no Brasil é a incineração, fator que contribui para a piora da qualidade do ar e do meio ambiente. Quando os *pallets* descartados estão intactos, são usados na fabricação de móveis e decoração (ABN PALLETS, 2018).

As madeiras extraídas destinadas à produção de *pallets* são legais e com as normas que garantem reposição na natureza e qualidade, segundo o IBAMA (ABN *pallets*, 2018). O pinus e o eucalipto são as árvores destinadas aos *pallets*. Estas, garantem uma vida útil do material de aproximadamente 3 anos. Estas árvores também são capazes de absorver os gases emitidos durante a produção de um *pallet*.

Atualmente o mercado consumidor de *pallet* tem aumentado, em 2014 passou a ser mais de 25 milhões de toneladas ao ano (ARSENAULT, 2014). Um estudo feito em 2010 diz que o consumo mundial de *pallets* em 2020 será de 46 milhões de toneladas por um valor de 8 bilhões de dólares (valores baseados nos preços em 2010).

O ciclo de vida dos *pallets* se inicia com a transformação da madeira em produto final. Ao serem utilizados, muitas vezes apresentam defeitos, uma vez que são submetidos a carregar pesos maiores que os suportados ou então armazenados de forma incorreta, ou até mesmo não estão nos padrões correto de tamanho e nível, tornando-se então inviáveis para o propósito ao qual são produzidos. A partir de então, os *pallets* com defeito são considerados resíduo e podem ser direcionados para alguns caminhos de reaproveitamento, como a venda do produto para uma indústria que faz a gestão de resíduos por meio da reparação dos melhores *pallets*, ou seja, aqueles que ainda apresentam qualidade; reaproveitamento, que ocorre através do comércio do resíduo, o qual, após triturado, é comercializado em forma de serragem e lascas de madeira para a confecção de painéis, biomassa e destinado para o tratamento de animais. Este processo, além do excesso de energia necessário para ser realizado, emite materiais tóxicos (ENGLER, LACERDA, GUIMARÃES, 2017).

A empresa que recupera os *pallets* quebrados está proporcionando ao meio ambiente muitos benefícios. Entre os quais:

- Redução do desmatamento de florestas nativas ou zero desmatamento dessas áreas quando a madeira utilizada é de reflorestamento.
- Proteção da biodiversidade existente em áreas de florestas nativas.
- Economia da água utilizada para tratamento e beneficiamento da madeira usada para confeccionar o *pallet* novo.

- Economia de energia elétrica usada para tratamento e beneficiamento do *pallet* novo.
- Redução da emissão de gases de efeito estufa, com a não utilização de combustíveis fósseis usados na extração e transporte da madeira e dos *pallets* prontos (PORTOBELLO, 2018).

Através de pesquisas, verificou-se ser possível a produção de rolhas de garrafa a partir de grânulos de *pallets*.

Rolhas são objetos que têm como utilidade a retenção de líquidos e gases em recipientes, na maioria dos casos de vidro (garrafas). Existem vários tipos de rolhas no mercado, sendo as mais comuns, as provenientes da cortiça e utilizadas para garrafas de vinho. A cortiça é um material extraído da casca do sobreiro ou do carvalho, é natural e muito comum em Portugal. Esse é o país mais consumista e produtor desse objeto, cerca de 44 milhões de unidades por dia, que atendem 65% das exportações mundiais. A árvore da cortiça pode demorar cerca de 25 anos para poder ser utilizada para a produção de rolhas e demora cerca de 9 anos para poder ser usada novamente a mesma árvore (AMORIM, 2016).

A vantagem da cortiça em relação a outros materiais são suas propriedades de aderência, elasticidade, permeabilidade, que impedem que o líquido entre em contato com o oxigênio. Contudo, as rolhas sintéticas têm atingido esse mercado. Estas têm um custo menor, não estão propensas à contaminação por TCA, comum em materiais provenientes de árvores e permite o armazenamento do vinho na posição vertical. O material destas é feito de plástico ou de cana-de-açúcar (AMARAL *et al.*, 2012).

A grande diferença entre a cortiça e os *pallets* são a capacidade de ligação do material, e por este motivo, é necessário utilizar uma cola para manter a serragem de *pallet* unida.

A principal função da rolha é manter o vinho sem contato com o ambiente externo, evitando sua oxidação. A rolha é responsável pela vedação e retenção de líquidos ou gases (LÍBERO, 2015). Os apreciadores de vinho afirmam que com a rolha pode-se conservar os vinhos, observar se ele foi comprometido por contaminações devido ao armazenamento incorreto. Com isso no mercado atual existem diferentes tipos de rolhas, cada uma com uma função diferente para o tipo de vinho (ROSEIRA, 2016). A importância do seu estudo é primordial, analisando sua elasticidade, longevidade, aderência, padrão visual e permeabilidade (AMORIM, 2016).

A cortiça é extraída da casca da árvore sobreiro (*Quercus suber L.*), sua fórmula molecular é $C_{123}H_{182}O_{56}N$ e é nativa em regiões mediterrâneas, sendo Portugal o principal país produtor. Durante a vida útil do sobreiro pode-se extrair a cortiça em média 17 vezes, de nove em nove anos e, portanto, no total ela durará 153 anos (AMORIM, 2016).

Sua extração é feita geralmente no verão (maio a agosto), quando a árvore se encontra em crescimento e a casca fica menos aderente ao tronco. Os dois primeiros descortiçamentos denominados de desboia e secundária, não são destinados à produção de rolhas, pois sua estrutura não está própria para o uso, pois não apresentam as características necessárias (AMORIM, 2016).

Suas propriedades são naturais, a leveza se dá pela sua composição de 90% de ar ou gás semelhante. A elasticidade e a flexibilidade ajudam a rolha a voltar à sua forma inicial, o que permite a adaptação na garrafa. A rolha não pode ser comprimida mais de 33% ao inseri-la na garrafa, para não danificar a estrutura celular. Estima-se que em cada rolha há cerca de 750.000.000 de células presentes. Célula é a composição da cortiça, descoberta em 1665 por Robert Hooke, denominada de célula suberina, com o formato de um prisma hexagonal ou pentagonal, e com baixa condução térmica (AMORIM, 2016).

As rolhas feitas de cortiças precisam possuir determinadas características as quais estão apresentadas na Tabela 1. Nota-se que os ensaios físicos-mecânicos são importantes para o formato rolha ser perfeito, obtendo cada detalhe correto. Os ensaios físico-químicos são essenciais para estabelecer o quanto de material a rolha é constituída e assim auxiliar para o próximo passo que é determinar a taxa de transferência de oxigênio (OTR) (MIWA, 2015).

O oxigênio serve como catalisador de reações boas e ruins para o vinho, o processo é chamado de oxidação. Para cada tipo de vinho uma série de substâncias são indicativas de oxidação, como o acetaldeído, que ajuda na complexidade do vinho, acidez volátil que é a presença de ácido acético, sem nenhum aroma característico e o etil acetato com um aroma que provém do vinagre. Como observado na Tabela 1, quanto mais tempo o vinho fica armazenado, o OTR aumenta minimamente, permitindo que com o tempo o oxigênio interage com o vinho, e assim, obtém-se um excelente envelhecimento (MIWA, 2015).

Ensaio	Características	Especificações
Físicos-mecânicos	Comprimento	$l \pm 1,0$ mm
	Diâmetro	$d \pm 0,5$ mm
	Ovalidade	$\leq 0,7$ mm
	Humidade	4% - 8%
	Força de extração	20 - 40 daN
Físico-químicos	Teor de peróxidos	$\leq 0,1$ mg/rolha
	Teor de pó	≤ 3 mg/rolha
Visuais	Classe visual	Referência $\geq 5\%$
OTR (Taxa de Transferência de Oxigênio)	12 meses	2,5 mg/rolha
	24 meses	2,6 mg/rolha
	28 meses	2,7 mg/rolha
	36 meses	2,7 mg/rolha
	60 meses	2,8 mg/rolha

Tabela 1 – Especificações rolha de cortiça

Fonte: MIWA, 2015.

Quanto ao tamanho, é mais comum usar uma rolha que no máximo ultrapasse em 6 mm o menor diâmetro da boca da garrafa (APCOR, 2018).

Uma variação da rolha de cortiça é a rolha de aglomerado, a qual é constituída por pedaços e lascas de cortiça, mais materiais aglomerados, e utiliza uma substância aglutinadora para a junção (OLIVEIRA, 2018). São moldadas por extrusão ou individualmente. Ideal para consumo de seis meses a um ano, com uma vedação econômica, para vinhos de preços menores. Suas características se ajustam depois do tratamento de superfície utilizado (APCOR, 2018).

Desta forma, neste artigo, apresenta a produção de rolhas a partir de serragem de *pallets* aglomerados com selante alimentício, visando um destino adequado aos *pallets* quebrados.

2 | METODOLOGIA

Este trabalho foi dividido em algumas etapas. A primeira foi esterilizar a madeira para a produção das rolhas de *pallets* denominadas de rolhas sustentáveis a partir deste momento. A segunda foi a produção das rolhas. Nesta etapa, compararam-se dois tipos de selantes e identificou-se qual a melhor granulometria de serragem. Também foram realizados testes para comparar as características da rolha sustentável com uma rolha padrão.

Inicialmente realizou-se a trituração do *pallet* em liquidificador da marca Walita modelo Beta por um minuto até o aspecto ideal, definido visualmente pelo tamanho da lasca de serragem. Em seguida, 25 gramas de material foram colocados em um béquer de 1000 ml com 300 ml de água. Essa solução foi aquecida até 70°C, temperatura que permaneceu constante por 1 hora. Esta etapa foi realizada para retirar impurezas. A secagem da madeira foi realizada em estufa da marca Thelco a 105°C, por 30 minutos. A quantidade preparada foi para montagem de cinco unidades de rolha, com aproximadamente 5 gramas de serragem para cada.

Para verificar a influência da granulometria da serragem, aferiram-se 5 gramas de serragem. Esse material foi passado pela peneira granulométrica com aberturas de 14, 28, 48 e 100 Mesh. Aferiram-se todas as retenções. A serragem retida na peneira de 14 mesh foi novamente triturada.

Logo após, aqueceu-se a serragem na granulometria escolhida em água a 70°C por 1 hora para tirar as impurezas. Passou-se pela peneira e retirou o excesso de água. O material foi seco em estufa a 70°C por 1 hora.

A serragem foi misturada com diferentes quantidades de selante *DowCorning*, 9, 11, 13 e 15 gramas, para definição da porcentagem ideal de selante. A mistura serragem–selante foi colocada em moldes de plástico, onde permaneceu por sete dias. Foram feitos testes visuais e físico-mecânicos para definir a melhor proporção de selante.

2.1 Teste físico-mecânicos

Após a produção das rolhas realizaram-se os testes físico-mecânicos, em todos os materiais obtidos, além de aplicá-los nas rolhas de cortiça e aglomerado para fins

comparativos.

2.1.1 Verificação da cura, por completo, do selante dentro da rolha

Neste teste cortou-se a rolha ao meio com uma faca para a verificação da cura completa do selante. O teste foi realizado visualmente.

2.1.2 Absorção de água

Inicialmente foram aferidas as massas das rolhas, tanto as de *pallet*, quanto as de cortiça da rolha seca. Emergiram-nas em um recipiente com água por 24 horas e aferiram-se as massas novamente. As rolhas, após a primeira aferição, foram novamente emergidas em recipiente com água, onde permaneceram por mais sete dias e, então, novamente tiveram suas massas aferidas.

2.1.3 Massa perdida, esfarelamento, durante a retirada da rolha na garrafa

Para este teste, as rolhas tiveram suas massas aferidas e foram encaixadas em uma garrafa. Com o auxílio do saca-rolha, elas foram retiradas das garrafas e as massas novamente foram aferidas.

2.1.4 Interferência de sabor e odor para o vinho

Deixou-se a rolha na boca da garrafa com vinho em posição horizontal, para saber se ocorreu transferência de sabor e/ou odor para o líquido e se o mesmo perderia qualidade. Realizou-se o processo em comparativo com uma rolha de cortiça comum. Todas as rolhas foram colocadas no vinho na mesma data.

Para realização deste teste utilizaram-se duas garrafas de vinho iguais e oito voluntários para a degustação do vinho que ficou por 30 dias com a rolha sustentável em posição horizontal em comparação ao vinho que ficou pelo mesmo período e posição com uma rolha comum de aglomerado de cortiça

Deixaram-se os vinhos em cima da mesa, sem identificação clara aos consumidores. Os vinhos foram servidos sem nenhuma identificação que deixasse claro qual foi o com a rolha sustentável. Somente o membro responsável pelo estudo sabia qual era cada um.

Os voluntários realizaram o teste de aroma agitando-se o copo, o teste de coloração foi realizado visualmente e o de degustação foi realizado com o auxílio de um pedaço de pão para intercalar com a troca de copos para não haver interferência no sabor de um para outro. Os voluntários realizaram os testes individualmente e relataram as comparações de forma sigilosa sem que pudesse interferir na opinião do outro voluntário.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, as rolhas apresentaram-se similares de aparência com as rolhas

de aglomerados de cortiça, mais comuns nos vinhos. A diferença visual observada é devido a rolha de *pallet* ser composta de lascas de *pallet* e não em cubos ou circunferências como as rolhas comuns, como mostra a Figura 1.



Figura 1 - Respectivamente, a rolha de cortiça (1), rolha de cortiça (2) e a rolha sustentável

Fonte: Próprio Autor.

Com o teste de corte, observou-se que a mistura de selante e lascas de *pallet* está curada por completo após os sete dias estipulados para cura. Também foi possível verificar a influência da granulometria da serragem. Conforme mostrado na Figura 2, granulometrias maiores de 28 Mesh, tendem a separar a rolha e facilitar sua quebra. Já as de granulometria menor deixava as rolhas muito rígidas, não sendo aplicáveis ao destino. Desta forma, determinou-se que a rolha de *pallet* obtida com a granulometria de 28 Mesh de serragem, à proporção de 13 gramas do selante *DowCorning* para 5 gramas de serragem, seria a ideal. A partir de então, iniciaram-se os testes comparativos entre a rolha sustentável, a rolha de cortiça e de aglomerado.



Figura 2 - Corte vertical

Fonte: Próprio Autor.

Para o teste de absorção de água, os resultados estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que as duas rolhas de cortiça absorveram água, enquanto que a rolha sustentável não. Isto indica que a porosidade da rolha sustentável é praticamente nula. É de conhecimento que as rolhas devem ter passagem de ar moderada ou nula entre o ambiente e o vinho, para evitar qualquer tipo de envelhecimento acelerado ou deterioração do mesmo. A rolha sustentável apresentou característica melhor que a rolha comum,

contribuindo para a longevidade do vinho estocado além de evitar contaminações com o exterior.

	Rolha sustentável	Rolha de cortiça (1)	Rolha de cortiça (2)
Massa inicial	10 gramas	2 gramas	6 gramas
Massa após 24 horas de imersão	10 gramas	3 gramas	6 gramas
Massa após 7 dias de imersão	10 gramas	5 gramas	8 gramas

Tabela 2 – Resultado do teste de absorção de água

Fonte: Próprio Autor.

No teste de força para quebrar, realizou-se manualmente a tentativa de ruptura das rolhas ao meio, com a força das mãos de um dos integrantes do grupo que tentou utilizar da mesma força em todos os casos. Nas duas rolhas de aglomerados de cortiça não ocorreu a ruptura, mas a rolha sustentável houve sua quebra com facilidade. Este fato pode ser atribuído ao selante em sua produção, o que a tornou mais grágil ao ponto de se soltar com a força das mãos. Porém esse resultado não é considerado negativo uma vez que esse teste teria visibilidade maior quando relacionado ao transporte das garrafas, para não haver quebra de rolhas durante o mesmo, fato difícil de acontecer uma vez que os vinhos são transportados como uma embalagem própria, caixas ou demais proteções.

O teste de esfarelamento ou deposição de resíduos de rolha no vinho dentro da garrafa apresentou-se muito significativo para o estudo, uma vez que a rolha de *pallet* apresentou melhor desempenho em relação às rolhas convencionais de mercado fabricadas de cortiça. A Tabela 3 permite observar e comparar a massa perdida durante a aplicação do saca rolha em três rolhas diferentes, fator que interfere diretamente no consumidor final do vinho, uma vez que residual de rolha pode atrapalhar na degustação e apresentação do mesmo.

	Rolha sustentável	Rolha de cortiça (1)	Rolha de cortiça (2)
Massa inicial	9,1904 g	3,0943 g	3,2131 g
Massa após utilização do saca rolha	9,1882 g	3,0899 g	3,2125 g
Massa perdida	0,0022 g	0,0044 g	0,0006 g

Tabela 3 – Resultado do teste de esfarelamento 1

Fonte: Próprio Autor.

Utilizando-se do cálculo da regra de três pode-se ver que a rolha sustentável apresenta uma perda de 0,023% do total da massa inicial, enquanto a de cortiça perde em média 1,6%. Fato que deixa claro que uma rolha de cortiça pode depositar mais material no vinho, incomodando e proporcionando sensação de contaminação para degustadores do mesmo, além de não apresentar um padrão de qualidade neste sentido.

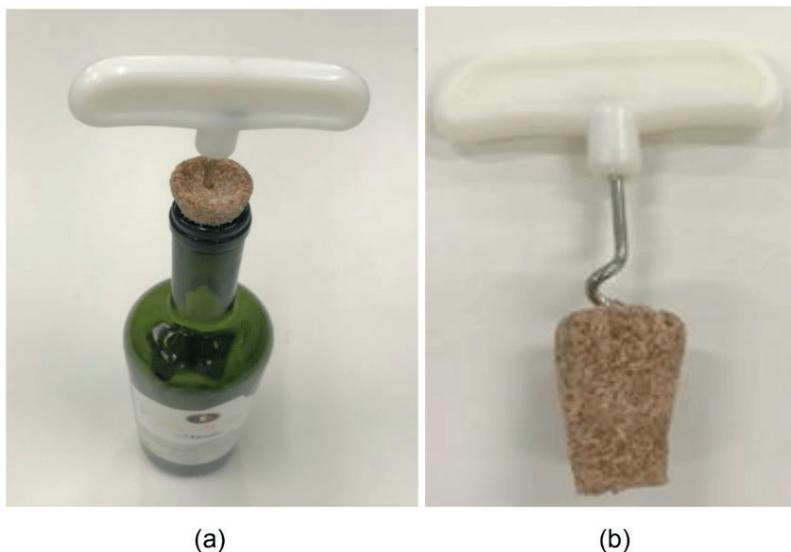


Figura 3 – (a) Demonstrativo de como foi utilizado o saca rolha; (b) Rolha sacada da garrafa

Fonte: Próprio Autor.

Em relação ao sabor e odor, compilaram-se as informações fornecidas pelos voluntários, as quais estão apresentadas na Tabela 4. Cinco entre sete voluntários são apenas pessoas que ingerem vinho esporadicamente. Voluntários 01 e 02 possuem conhecimento moderado sobre vinhos. Todos os envolvidos nesta pesquisa relataram que a diferença entre um vinho e outro teve que ser medida de forma bastante crítica uma vez que eles são muito semelhantes em todos os aspectos. Desta forma, não foi possível concluir que a rolha sustentável interfere tanto no odor como no sabor do vinho, uma vez que nenhum participante da pesquisa soube relatar diferença.

Voluntário	Odor (Olfato)	Intensidade	Coloração (Visão)	Intensidade	Sabor (Paladar)	Intensidade	Comentário
01	Igual	-	Igual	-	Menos doce	Baixo	-
02	Igual	-	Igual	-	Igual	-	Não perceptível a diferença
03	Igual	-	Igual	-	Mais álcool	Baixo	-
04	Mais álcool	Baixo	Igual	-	Menos ácido	Baixo	Difícil notar diferença
05	Mais álcool	Baixo	Igual	-	Mais doce	Baixo	-
06	Menos álcool	Baixo	Igual	-	Menos álcool	Baixo	Preferiu o de rolha sustentável
07	Menos álcool	Baixo	Igual	-	Mais doce	Baixo	-

Tabela 4 – Relação do vinho com a rolha sustentável em comparação com vinho com rolha comum

Fonte: Próprio Autor.

Nesses 30 dias com as garrafas em *standby* nota-se a diferença nas rolhas, apresentadas na Figura 4 onde, da esquerda para a direita, a sustentável seguida da aglomerada comum, apesar deste fato não interferir na vedação da garrafa.



Figura 4- Rolhas após 30 dias utilização em garrafa

Fonte: Próprio Autor.

Para estimar o custo de produção, pesaram-se 25 gramas de serragem de *pallet* equivalentes a 5 rolhas de 5 gramas.

Em pesquisa de campo e em empresas consumidoras de *pallet* descobriu-se que uma unidade deste material custa de R\$40,00 a R\$70,00, com esta base, utilizou-se a

média (R\$55,00) para realizar os cálculos, sendo cada unidade com um peso total estimado em 42 kg. Lembrando que, dependendo da qualidade apresentada do material, este pode ser doado pela empresa.

Com esses dados então pode-se concluir que com cada *pallet* seria possível fabricar 840 unidades de rolha, uma vez que cada rolha contém 5 gramas do mesmo. A partir de então pode-se calcular, em reais, quanto seria o custo de *pallet* por rolha, o que resultaria em aproximadamente R\$ 0,06.

Para os cálculos envolvendo o selante alimentício, realizou-se uma pesquisa de preço em lojas de artigos para casa e lojas *online* e descobriu-se que cada cartucho, de 310 gramas, custa em média R\$ 32,00. Utilizando-se então deste valor para calcular 13 gramas para cada rolha, concluiu-se que com um cartucho são fabricadas 24 rolhas, totalizando um custo de R\$1,39 cada unidade.

O custo total de uma rolha totalizará R\$ 1,45 sendo desta o *pallet* comprado, enquanto uma rolha de aglomerado de cortiça custa em média R\$ 0,30. Como este projeto visa à sustentabilidade o *pallet* será doado, e a rolha sustentável terá um custo de R\$ 1,39 cada unidade. Mesmo a rolha sustentável sendo mais cara, ela agrega valores ambientais e sustentáveis, já a rolha convencional não, pois esta utiliza a extração direta de madeiras.

4 | CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente estudo sobre a criação de uma rolha feita de serragem de *pallet*, originário de descarte em indústria, com a adição de selante de grau alimentício como agente colante, teve como propósito criar um produto que atenda às propriedades de um similar já existente, as rolhas de cortiça, a fim de destinar corretamente os resíduos do material descartado e diminuir a extração de cortiça.

O modelo esperado foi produzido em escala laboratorial que contou com algumas implicações durante sua fabricação, como por exemplo a escolha do selante que atendesse a norma FDA, que curasse no tempo e nas condições estipuladas como viáveis para uma escala industrial. Felizmente, foi-se encontrado um selante que atendesse todos os aspectos desejados e deu-se início a produção.

As rolhas seguiram parâmetros de testes usuais e comuns encontrados por consumidores finais dos produtos, além de testes específicos com o selante, que foram capazes de ser feitos em réplicas para confirmação do resultado.

Em questões físicas, comparadas a uma rolha de cortiça aglomerada, como secagem do selante, absorção de água pela rolha, quebra utilizando força humana e simulação de retirada de rolha com a utilização de um saca rolha para notar a quantidade de material que possivelmente poderia cair no vinho, a rolha sustentável apresentou excelentes características. Em mais de um teste ela se mostra ainda melhor que a rolha convencional de cortiça, como pode-se observar nas Tabelas 2 e 3 ou sua equidade na Tabela 4.

No teste principal, de passagem de odor e sabor de ácido acético, madeira e demais odores presentes na rolha sustentável, uma vez que a cura do selante era composta por este ácido de odor característico, para o vinho, obtiveram-se os resultados melhores do que o esperado. Como demonstrado na Tabela 5, houve dificuldade dos participantes voluntários

ao saber diferenciar o vinho que permaneceu por trinta dias com a rolha sustentável, do que permaneceu com a rolha de cortiça, onde, para a maioria dos participantes a diferença notada foi baixa ou nula.

Em relação aos custos para produção e venda desse produto final pode-se notar uma atratividade de preços melhores em rolhas feitas originalmente de cortiça. Uma vez que uma rolha sustentável chega a custar bem mais que a convencional. E esse valor, sem dúvida é o reflexo do preço do selante alimentício testado. A ideia inicial deste trabalho era gerar um novo produto que diminuísse consideravelmente o descarte do *pallet* nas empresas, para que esses se tornem matérias primas de um novo produto, desta forma ele atenderá as empresas preocupadas com o meio ambiente, com o descarte e com a extração exacerbada do sobreiro, árvore que produz a cortiças, independentemente de seu custo final.

REFERÊNCIAS

ABN PALLETS. **Paletes de madeira novos**. Disponível em: <https://www.abnpaletes.com.br/paletes/madeira-novo.php>. Acesso em: 29 mar. 2019.

AMARAL, D.; FERNANDES, J.; JÁCOME, R.; GOMES, R.; VALENTE, S. **Como se fazem as rolhas?** Relatório do projeto FEUP, out. 2012. Disponível em: https://paginas.fe.up.pt/~projfeup/cd_2012_13/files/REL_1M5_01.PDF. Acesso em: 29 mar. 2019.

AMORIM. **Portugal**, 2016. Disponível em: <https://www.amorimcork.com/pt/products/catalogue/natural-cork-stopper/>. Acesso em: 29 mar. 2019.

APCOR. **Associação Portuguesa da Cortiça**. Santa Maria de Lamas, Portugal, 2018. Disponível em: www.apcor.pt. Acesso em: 29 mar. 2019.

ARSENAULT, J.W. **Les marchés européens et mondiaux**. Apresentação durante a Montreal Wood Convention 2015. Disponível em: <http://www.quebecwoodexport.com/fr/evenements/307-conferencegranules>. Acesso em: 10 maio 2019.

DOW BRASIL. **Ficha de Dados Técnicos**. Catálogo No. 95-1059-11 B, 2017. Disponível em: <https://consumer.dow.com/pt-br/document-viewer.html?randomVar=4392958768270195824&docPath=/documents/pt-br/productdatasheet/95/95-1059-dowsil-732-multi-purpose-sealant.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2019.

ENGLER, R. C.; LACERDA, A. C.; GUIMARÃES, L. H. **Análise do ciclo de vida dos paletes: estudo de caso demonstrando a importância do design para a sustentabilidade**. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 12, n. 2, p. 41-52. 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/l.silva/Downloads/110234-Artigo%20\(manuscrito%20de%20submiss%C3%A3o%20ou%20revis%C3%A3o%20com%20texto%20do%20artigo\)-273624-1-10-20171101%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/l.silva/Downloads/110234-Artigo%20(manuscrito%20de%20submiss%C3%A3o%20ou%20revis%C3%A3o%20com%20texto%20do%20artigo)-273624-1-10-20171101%20(1).pdf). Acesso em: 26 set. 2018.

LÍBERO, E. **Rolhas- tipos e características**. Blog Vinho básico. São Paulo, 27 mar. 2015. Disponível em: <http://www.vinhobasico.com/2015/03/27/rolhas-tipos-e-caracteristicas/>. Acesso em: 25 abr. 2019.

MIWA, M. **Meu vinho veio com defeito**. Revista Adega, 24 dez. 2015. Disponível em: https://revistaadega.uol.com.br/artigo/os-defeitos-e-os-defeitos-do-vinho_436.html. Acesso em: 3 maio 2019.

OLIVEIRA, C. **Conheça diferentes tipos de rolhas**. Blog Caminhos e vinhos. 4 jan. 2018. Disponível em: https://www.caminhosevinhos.com/conheca-diferentes-tipos-de-rolhas/#Conheca_diferentes_tipos_de_rolhas. Acesso em: 25 abr. 2019.

PORTOBELLO. **Recuperação de paletes e a importância para o meio ambiente.** Tijucas – SC, 26 fev. 2018. Disponível em: <http://www.portobello.com.br/sustentabilidade/2018/02/26/recuperacao-de-paletes-e-a-importancia-para-o-meio-ambiente/>. Acesso em: 3 maio 2019.

ROSEIRA, Rafael. **Cheira rolhas- por que cheirar a rolha dos vinhos?** Blog terroris. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.terroirs.com.br/degustacao-de-vinhos/cheira-rolha-por-que-cheirar-a-rolha-dos-vinhos/>. Acesso em: 3 maio 2019.

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

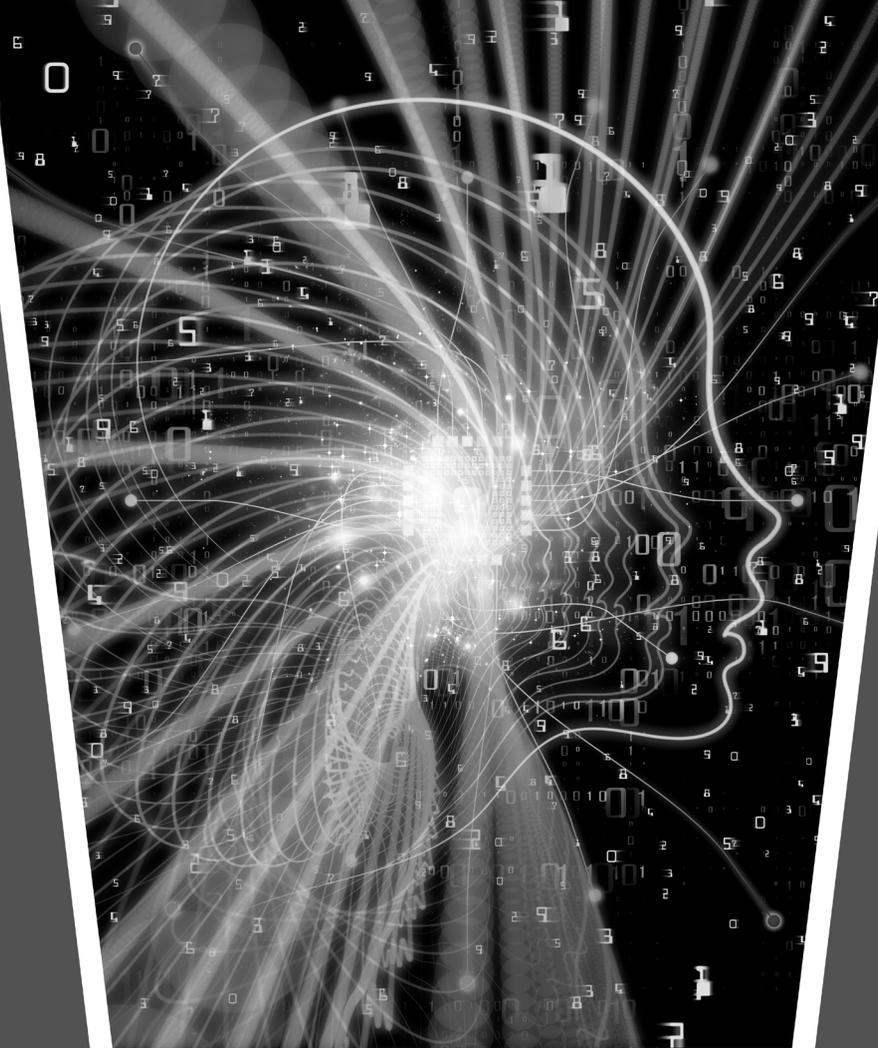
Transformação digital 163

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



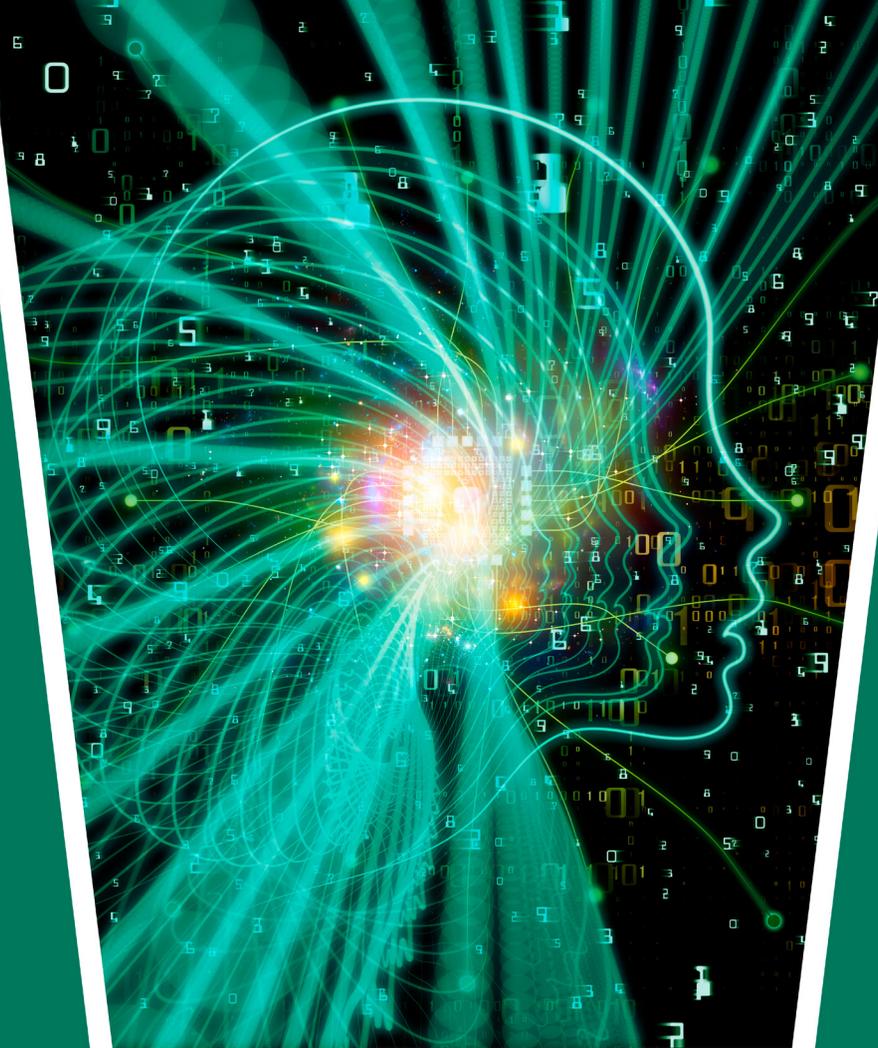
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



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