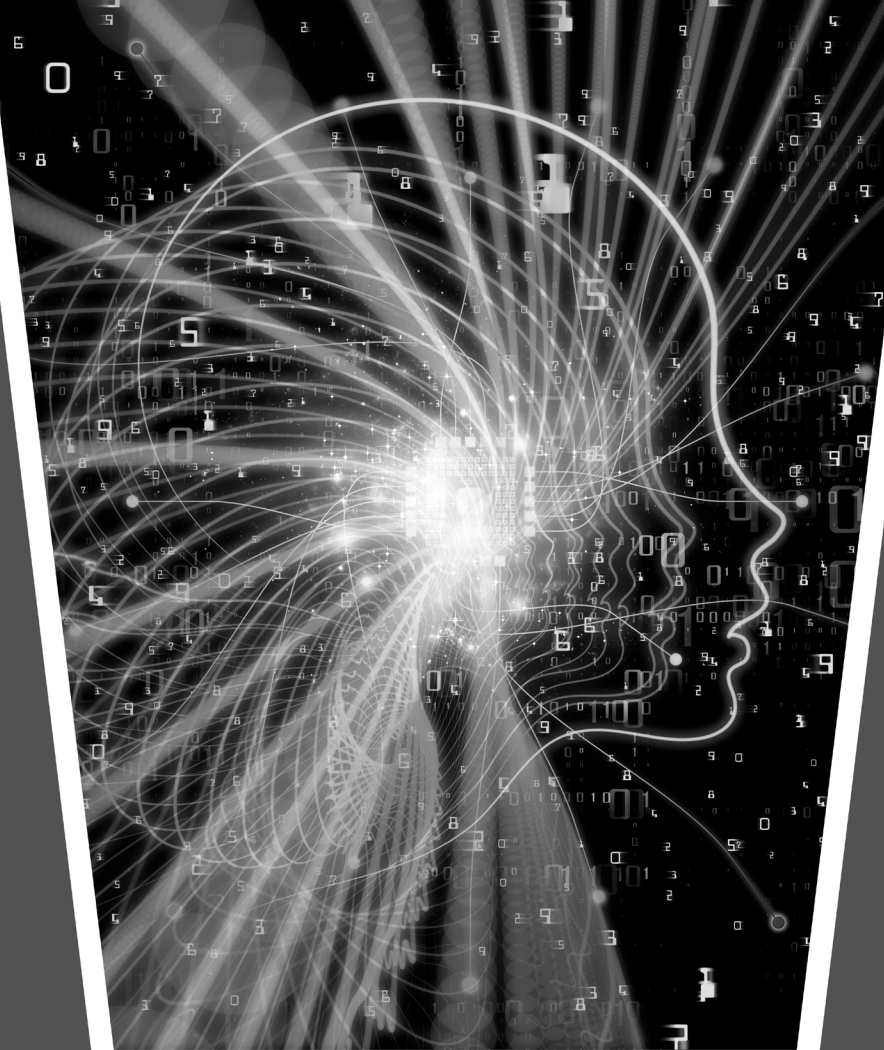


Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 2

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 Alfnas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

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

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

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

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

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro 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 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^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

MINIMIZAÇÃO DE SOBRECARGA ESTRUTURAL NA BLINDAGEM DA RADIOATIVIDADE

Data de aceite: 16/03/2021

Data de submissão: 15/01/2021

André Augusto Gutierrez Fernandes Beati

Universidade São Francisco de Assis
Bragança Paulista – SP
<http://Lattes.cnpq.br/1511136460506757>

Heitor Berger Campos

Universidade São Francisco de Assis
Bragança Paulista – SP
<http://Lattes.cnpq.br/9825893289055847>

Angela Aparecida Brandão

Universidade São Francisco de Assis
Bragança Paulista – SP
<http://Lattes.cnpq.br/4453500485715315>

Natália Ribeiro da Silva

Universidade São Francisco de Assis
Bragança Paulista – SP
<http://Lattes.cnpq.br/5036976540180369>

RESUMO: O amplo desenvolvimento científico do último século de processos físico-químicos de emissões radioativas refletiu no gerenciamento de seu potencial e proporcionou a extensão do uso de radionuclídeos em diversas atividades econômicas. Fonte de propagação de energia a radiação é emitida por átomos instáveis em busca de equilíbrio, devido ao potencial de ionização de suas partículas pode modificar estruturas atômicas promovendo excitação eletrônica ou nuclear. A ionização de matéria viva pode acarretar efeitos biológicos, por isso, a normatização referente ao uso e exposição

de radioisótopos define que diante de fontes intensas e níveis elevados de radiação é necessário introduzir a blindagem como fator de segurança. O mercado atual apresenta como referência de blindagem o concreto pesado e o Chumbo, que apresentam características agravantes, tanto no impacto de sobrecarga nas estruturas, como poluição ambiental. Através de unidades biológicas que dimensionem a exposição à radiação, o traço de um concreto de alto desempenho será desenvolvido, para garantir segurança e blindagem, com baixo peso específico, refletindo nos futuros investimentos desse setor. Além de garantir a segurança e minimizar custos e sobrecargas estruturais pretende-se ampliar o assenso e utilização de elementos radioativos e radionuclídeos, que possuem grande potencial.

PALAVRAS-CHAVE: Radioproteção, blindagem biológica, concreto de alto desempenho.

STRUCTURAL OVERLOAD MINIMIZATION IN THE SHIELD OF RADIOACTIVITY

ABSTRACT: The wide scientific development of the last century of physicochemical processes of radioactive emissions reflected in the management of its potential and provided the extension of the use of radionuclides in several economic activities. Source of energy propagation radiation is emitted by unstable atoms in search of equilibrium, due to the ionization potential of its particles can modify atomic structures promoting electronic or nuclear excitation. The ionization of living matter can cause biological effects, therefore, the standardization regarding the use and exposure of radioisotopes defines that in the face of intense sources and high levels of radiation it is necessary to introduce shielding as

a safety factor. The current market presents heavy concrete and lead as shielding references, which have aggravating characteristics, both in the impact of overload on structures, as well as environmental pollution. Through biological units that measure exposure to radiation, the trace of a high-performance concrete will be developed, to ensure safety and shielding, with low specific weight, reflecting on future investments in this sector. In addition to ensuring safety and minimizing costs and structural overloads, it is intended to expand the assumption and use of radioactive elements and radionuclides, which have great potential.

KEYWORDS: Radioprotection; biological shielding; high performance concrete.

1 | INTRODUÇÃO

A radiação é a propagação de energia, na forma de partículas ou de ondas eletromagnéticas. O contexto histórico vinculado à radiação apresenta alto desenvolvimento científico em diversas áreas de utilização e grandes erros técnicos que proporcionaram fenômenos com extremos efeitos biológicos em áreas extensas. É perceptível o receio das possíveis consequências do uso de emissões radioativas, compartilhadas principalmente pela estrutura midiática.

A radioatividade é emitida por átomos instáveis em busca de equilíbrio, devido ao potencial de ionização de suas partículas pode modificar estruturas atômicas promovendo excitação eletrônica ou nuclear. A ionização de matéria viva pode acarretar efeitos biológicos, por isso, existe uma normatização específica, referente ao uso e exposição de radioisótopos. Os princípios fundamentais da radioproteção estão diretamente ligados a justificar, otimizar e limitar os efeitos da radiação ionizante, prevenindo e diminuindo efeitos somáticos. A dose acumulada pelo organismo em grandes períodos, mesmo em taxas mínimas, é um fator preponderante para futuros efeitos biológicos.

A regulamentação da radioproteção define que diante de fontes intensas e níveis elevados de radiação é necessário introduzir a blindagem como fator de segurança. O mercado atual apresenta como referência de blindagem o concreto pesado e o Chumbo. A densidade, o peso característico do concreto pesado e a espessura das paredes, geram impacto da sobrecarga nas estruturas, interferindo diretamente no custo estrutural, além disso o resíduo do elemento Chumbo é um poluente ambiental, extremamente tóxico e penetrante, que pode causar efeitos biológicos principalmente no sistema nervoso.

Através do período de meia-vida e unidades biológicas que dimensionem a exposição à radiação, a pretensão é prever o traço de um concreto de alto desempenho, que garanta segurança e blindagem biológica, absorvendo partículas sem reflexão ou refração, com baixo peso específico, resultando na minimização da sobrecarga estrutural e refletindo nos futuros investimentos desse âmbito. Além de garantir a segurança e minimizar custos estruturais, um dos principais objetivos é ampliar o assenso e utilização de elementos radioativos, radionuclídeos e radiofármacos, que possuem grande potencial e se destacam como grandes atrativos econômicos.

1.1 Comportamento Atômico

Oficialmente existem 118 elementos químicos, 92 naturais e 26 artificiais, todos

eles são formados por conjuntos de átomos. Os átomos já foram considerados partículas indestrutíveis e indivisíveis, mas, ao decorrer do tempo, novas teorias e descobertas como os raios-X e a radioatividade, instigaram novos modelos atômicos. O físico *Ernest Rutherford* chegou à definição mais precisa, onde definiu que o átomo possuía um espaço vazio e seu centro era menor que seu diâmetro, assim, foi delineado a eletrosfera, que concentra a carga negativa (elétrons), e o núcleo, que concentra carga positiva (prótons). *Rutherford* previu que o núcleo também possuía uma carga neutra, fato comprovado em 1932 pelo cientista *James Chadwick* (CESAREO, 2010).

O modelo atômico explica a constituição da matéria, suas propriedades e determina os fatores e condições de como ela se comporta perante os fenômenos da natureza. Cada molécula possui propriedades atômicas distintas, como a massa e seu potencial energético. A quantidade de elétrons, prótons, nêutrons e massa também pode ser utilizada para comparação entre elementos químicos, que podem ser classificados como isótopos, isóbaros e isótonos (FELTRE; YOSHINAGA, 1974).

Os isótopos são átomos com mesmo número de prótons e diferente número de nêutrons, pertencentes ao mesmo elemento químico. Os átomos são estáveis enquanto a relação nêutron por próton (n/p) é igual a um, conforme o número de prótons aumenta, a relação se torna cada vez maior, porém essa variação não é proporcional, quando se aumenta um próton, podem aumentar um ou mais nêutrons. O aumento desta razão é para evitar autodestruição do núcleo, no entanto quando o núcleo atinge 83 prótons, não consegue atingir estabilidade, tornando a partir deste ponto um núcleo instável (FELTRE; YOSHINAGA, 1974).

Um núcleo instável é uma realidade natural de alguns elementos, para se estabilizar ele sofre decaimento radioativo, onde o núcleo se rompe em razão da instabilidade atômica liberando radiação em partículas alfa (α), beta menos (β^-) ou beta mais (β^+). Juntamente com essas partículas é liberada a radiação gama (γ), desta forma, o átomo alcança estabilidade liberando partículas, alterando a relação n/p . A desintegração espontânea gera a manifestação da radioatividade e pode ser uma ação natural de um átomo instável como forma de adquirir estabilidade. Esse fenômeno emite partículas e ondas, os elementos que apresentam essa característica são denominados de radioativos e possuem alto potencial energético em seu núcleo (CESAREO, 2010).

1.2 Radiação

A radiação é a propagação de energia, na forma de ondas eletromagnéticas ou de partículas, ela pode ser emitida por elementos naturais e pode ser gerada em aceleradores de partículas ou por bombardeamento em reatores nucleares (SANTIAGO, 2018).

Toda matéria presente no universo é constituída por átomos, a maneira como eles se combinam varia de acordo com sua própria natureza e suas propriedades. Os átomos estão sempre em busca de estabilidade, níveis energéticos bem definidos, mas, alguns elementos são radioativos por natureza. O núcleo tem uma capacidade máxima de massa, e o aumento da razão de nêutrons para prótons para chegar à estabilidade pode desenvolver a autodestruição do núcleo. Núcleos de átomos instáveis dissipam excesso de energia, emitindo radiação, fenômeno denominado de decaimento, significado do termo

radioatividade (SANTIAGO, 2018).

1.2.1 Especificidades

As radiações são produzidas por processos de ajustes, sejam no núcleo ou até mesmo nas camadas eletrônicas, pela interação de outras radiações ou partículas com o núcleo, ou até mesmo com o átomo por inteiro. Existem diferentes comprimentos de ondas e diferentes partículas que compõe as emissões radioativas, cada uma com suas próprias propriedades. Como exemplo, a radiação eletromagnética se origina durante o fenômeno de saltos quânticos, onde os elétrons se aceleram e se afastam do núcleo partindo para outras órbitas, isso ocorre devido a um ganho energético da partícula (FELTRE; YOSHINAGA, 1974).

Quando os átomos realizam ligações químicas, os elétrons são doados, recebidos ou até mesmo compartilhados. Os átomos com perda ou inclusão de elétrons são caracterizados como íons, esses elementos apresentam carga elétrica, os íons positivos (cátions) com elétrons a menos e os íons negativos (ânions) com elétrons a mais (FELTRE; YOSHINAGA, 1974).

As emissões naturais de radiação possuem energia quando são emitidas por núcleos instáveis, no momento que atingem moléculas, como gases no ar, são ionizadas, ou seja, as moléculas perdem seus elétrons e formam íons. Esse tipo de emissão é chamado de radiação ionizante, possuem grande quantidade de energia, suas partículas são denominadas alfa (α), beta (β) e gama (γ), a principal diferença entre elas é seu poder de penetração de matéria, partículas alfas podem ser bloqueadas por papel, partículas beta por uma camada de Alumínio, os raios gama precisam de camadas grossas de Chumbo ou concreto (SANTIAGO, 2018).

Outra classificação das emissões, é a radiação não ionizante, com baixa energia e frequência, sua propagação é na forma de ondas eletromagnéticas de fontes naturais e artificiais. Geralmente ligadas à geração de luz e calor, aparecem com mais frequência no cotidiano, como as ondas de transmissão de celulares, TVs e redes Wi-Fi (GARCIA, 2015).

Os raios gama pertencem à família das radiações eletromagnéticas, o que inclui desde as ondas longas de calor até os raios cósmicos. As ondas eletromagnéticas emitidas viajam no vácuo com velocidade de 300.000 km/s, fazendo com que sua frequência seja inversamente proporcional ao comprimento da onda. Devido as suas propriedades as ondas podem interagir com matéria como as partículas, sua energia se comporta como se estivesse compactada formando pacotes denominados de fótons, que são partículas elementares da força eletromagnética, sendo pequenos “pacotes” que transportam energia. Os raios-X são radiação eletromagnética, porém possuem energia de fótons de menor intensidade e podem ser gerados artificialmente facilitando suas utilidades industriais e médicas (GARCIA, 2015).

1.2.2 Decaimento

O período de meia-vida ($t_{1/2}$) é o tempo necessário para metade dos átomos de um elemento sofrerem um decaimento radioativo. Átomos instáveis de um mesmo elemento,

contidos em uma mesma amostra, não decaem ao mesmo tempo. O decaimento de átomos por segundo deve ser constante (Constante de Decaimento (λ)), independente do tempo de existência do elemento e é uma característica de cada radionuclídeo (SANTIAGO, 2018).

O intervalo de tempo que o elemento radioativo leva para reduzir uma amostra a metade, pode ser conhecido como período de semidesintegração. À medida que o material sofre decaimento, sua atividade, energia emitida e massa, em função da radioatividade, também se reduz pela metade. A outra metade continuará o processo de semidesintegração e assim o ciclo ocorre sucessivamente (GARCIA, 2015).

1.2.3 Efeitos Biológicos

Quando a radiação ionizante passa através de um corpo, ela sofre interação com os átomos desse material, transferindo toda ou parte de sua energia. O meio receptor de energia recebe o nome de absorvedor. Os efeitos da radiação podem chegar a nível celular em organismos vivos, causando modificação ou até mesmo a morte de células, devido aos danos nas fitas do ácido desoxirribonucleico (DNA) em um cromossomo. Se o número de células afetadas for grande, isso pode ocasionar disfunções ou até mesmo a morte de um órgão. Essa influência no DNA, pode acarretar em modificações nas células que permanecerem vivas, esse fenômeno é denominado de mutação celular, irá causar reflexo nas divisões celulares seguintes e poderá ser hereditário (GARCIA, 2015).

Os sintomas constituem a resposta natural de um organismo a um agente agressor. Os efeitos a saúde devido a exposição à radiação podem ser imediatos ou tardios, eles não caracterizam enfermidades, quando brandos é possível rápida recuperação, como exemplo a exposição aos raios-X que podem causar redução de plaquetas, hemácias e leucócitos, porém, após algumas semanas o organismo retorna a seus níveis normais. Quando os efeitos e danos produzidos pela irradiação desequilibram o organismo, como o funcionamento de um órgão, surgem as enfermidades, lesões internas e externas, sintomas clínicos da incapacidade do organismo, dentre elas o aparecimento de tumores, queimaduras e infertilidade (SES-PR, 2019).

1.2.4 Fontes de Exposição

As últimas décadas tem aumentado consideravelmente o uso da radiação, devido ao desenvolvimento científico em diversas áreas, como produção de energia, aplicações militares a médicas, na produção de eletricidade e aplicações domésticas. Esses fatores aumentam o nível de exposição cotidiano, desde as residências aos locais de trabalho. As doses individuais de irradiação absorvida variam muito e dependem de diversos fatores, principalmente a localização, hábitos e estilo de vida de cada um (UNEP, 2016).

A principal fonte de exposição mundial de radiação artificial é a medicina nuclear, que contribui com 98% da exposição da população a fontes artificiais e com 20% da exposição a fontes naturais. O uso de fontes radioativas na área médica envolve pacientes, indivíduos ocupacionalmente expostos (IOE) e indivíduos do público (UNEP, 2016).

Devido a seu grande potencial energético, a radiação é utilizada em diversas áreas econômicas, como: na indústria de alimentos, para retardar processos fisiológicos; na

agricultura, para acompanhar o metabolismo das plantas; e até em técnicas avançadas como a gamagrafia onde a impressão de radiação gama em filme fotográfico, possibilita a verificação de rachaduras e defeitos em válvulas, asas e turbinas de avião (UNEP, 2016).

1.2.5 Unidades de Medida

Diversas análises e estudos comprovam hoje que a energia da radiação pode danificar o tecido vivo, e a quantidade absorvida acumulada no tecido é expressa em termos de unidade determinadas como doses. As quantidades de doses de radiação absorvidas pelo corpo variam de acordo com a parte do corpo e intensidade do período de exposição. A quantidade de energia da radiação absorvida por quilograma de tecido é chamada de dose absorvida e é expressa na unidade Gy denominada *Gray*. No caso de doses absorvidas de diferentes tipos de radiação, é necessário calcular o potencial de certos tipos de danos biológicos, no caso denominadas de dose equivalente, a qual é avaliada em unidade Sv denominada de *Sievert* (UNEP, 2016).

O sistema de análises de quantidade de doses radioativas e efeitos biológicos é necessário para estruturar e permitir os avanços dos estudos e registros específicos, sendo de extrema importância para trabalhadores com exposição ocupacional (UNEP, 2016).

Os diferentes processos para obtenção de energia, a partir de elementos combustíveis, químicos ou nucleares, produzem diferentes taxas de energia. A Tabela 1 mostra o potencial energético extraído de 1 kg de matéria por diversos processos:

Forma de Matéria	Processo	Tempo*
Água	Queda d'água de 50 m	5 s
Carvão	Combustão	8 h
UO ₂ Enriquecido	Fissão em um reator	690 anos
²³⁵ U	Fissão total	3 x 10 ⁴ anos
Deutério	Fusão total	3 x 10 ⁴ anos
Matéria e Antimatéria	Aniquilação total	3 x 10 ⁷ anos

*Esta coluna mostra o tempo durante o qual a energia gerada manteria acesa uma lâmpada de 100 W.

Tabela 1 - Energia Liberada por 1 Kg de Matéria.

Fonte: modificado HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016, p. 327.

O principal objetivo desse tipo de reação, é o seu potencial energético, sendo utilizada em reatores nucleares para produção de energia, onde há queima do combustível, mexendo diretamente com o núcleo do elemento e reagrupando os núcleos que o compõe em uma configuração estável (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

1.2.6 Energia Nuclear

Segundo a WNA (*World Nuclear Association*), atualmente cerca de 14% da energia elétrica mundial é gerada em usinas nucleares, esse percentual tende a crescer com a ampliação e construção de usinas, mais frequente em países desenvolvidos. Dentre os países com produtividade elétrica nuclear os Estados Unidos, possuem atualmente o maior parque nuclear do planeta, com 104 usinas em operação, a França com 58 reatores nucleares, o Japão com 50, a Rússia com 33 e a Coreia do Sul com 21 usinas (ELETRONUCLEAR, 2019).

Dentre as vantagens na geração de energia elétrica por usinas nucleares, a principal é a minimização do uso de combustíveis fósseis, contribuindo para o meio ambiente e evitando emissão de gases responsáveis pelo aquecimento global e efeito estufa. As áreas ocupadas pelas instalações da usina ocupam áreas relativamente baixas e não dependem de fatores climáticos. O Urânio utilizado como fonte energética é um combustível de baixo custo, várias jazidas são exploráveis para exploração e mineração, não oferecendo riscos de escassez. Pesquisas de opinião realizadas na Europa, EUA e Ásia demonstram aprovação popular, para novas usinas e a reforma dos projetos antigos. Ambientalistas prestigiados como *James Lovelock* (autor da “Teoria de Gaia”) e *Patrick Moore* (fundador do *Green Peace*) são unânimes em declarar que não se pode abdicar da energia nuclear se pretendemos reduzir os riscos do aquecimento global e de todos os problemas relacionados a ele (ELETRONUCLEAR, 2019).

Uma das preocupações, são os resíduos atômicos produzidos por diversas atividades, que podem ser um problema ambiental caso sejam descartados e armazenados em condições inadequadas. Os rejeitos podem contaminar o solo, cursos de água e ar, se ampliando progressivamente. Por isso, é necessário tratar os resíduos, verificar seu nível de toxidez química, tanto de rejeitos sólidos, líquidos e gasosos, além de verificar seu nível de atividade e período de meia-vida (ELETRONUCLEAR, 2019).

2 | CNEN

A Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Ciência e Tecnologia, Invenções e Comunicações (MCTIC), criada em 1956 e estruturada pela Lei 4.118, de 27 de agosto de 1962, para desenvolver a política nacional de energia nuclear, estabelecendo normas e regulamentos em radioproteção, sendo responsável por regular, fiscalizar e licenciar a produção e utilização de fontes radioativas (CNEN, 2014).

O Brasil utiliza a norma CNEN-NN-3.01 para estabelecer requisitos básicos de proteção radiológica das pessoas em relação à exposição ionizante. Essa norma se aplica as práticas, que incluem o manuseio, produção, posse e utilização de fontes radioativas, e também ao transporte e armazenamento de materiais radioativos, abrangendo todas as atividades relacionadas que possam envolver exposição. Os requisitos se aplicam a exposição ocupacional, médica, do público, em situações normais e potenciais (CNEN, 2005).

O principal propósito da proteção radiológica é fornecer um padrão apropriado

de proteção sem limitar os benefícios de uso de elementos radioativos. O objetivo da radioproteção é prevenir e diminuir efeitos somáticos e reduzir mutações genéticas e hereditárias, onde o problema das exposições crônicas adquire fundamental importância. Fatores como doses acumuladas em grandes períodos, são preponderantes, mesmo sendo doses pequenas, por isso, atividades que envolvam exposição devem justificar a sua utilidade em relação a outras alternativas e produzir um benefício positivo a sociedade. A partir da justificativa, pode-se observar as possibilidades e potencial de métodos sem radiação e equipara-los (CNEN, 2005).

3 I CONCRETO DE ALTO DESEMPENHO

O material mais utilizado na construção civil é o concreto, composto geralmente pela mistura de cimento, areia, brita e água. Misturas convencionais de cimento sofrem certas deficiências, que podem ser minimizadas a partir de pesquisas e desenvolvimento de processos que resultam em concretos especiais, em sua constituição possuem materiais, dosagens, propriedades físicas, agregados e aplicações próprias (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

O termo Concreto de Alto Desempenho (CAD) segundo a literatura é a denominação de concretos com características e propriedades superiores ao concreto convencional, tais como trabalhabilidade, resistência e durabilidade. A cada necessidade construtiva é aplicada uma diferente solução. É projetado para obter alta durabilidade e, se necessário, alta resistência. Sua mistura é composta pelos mesmos elementos do concreto convencional, entretanto, todas as proporções são projetadas e planejadas para se obter as características necessárias para atender os requisitos ambientais e estruturais do projeto (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

3.1 Concreto Pesado

Um dos principais exemplos de CAD, são os concretos contendo minerais de alta densidade, sendo 50% mais pesados que concretos com agregado convencional, são denominados de Concreto Pesado, com massa específica no estado endurecido e seco especificada pela Norma Brasileira ABNT NBR 8.953, com valor superior a 2.800 Kg/m³. Esse tipo de concreto é mais utilizado para blindagem biológica, ou seja, para bloquear a radiação em usinas de energia nuclear e instalações estruturais que utilizem elementos radioativos, liberando altas doses de radiação (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

A trabalhabilidade do concreto pesado fresco apresenta certas dificuldades, é necessário bombear e lançar o material através de calhas em distâncias curtas, pois existe a tendência de o agregado graúdo segregar. O peso específico varia de acordo com os agregados utilizados na composição, com o uso de agregados de Barita, Magnetita ou Ilmenita o peso obtido varia de 3.450 a 3.760 kg/m³. Suas principais características são alta resistência mecânica, durabilidade e proteção radioativa e a temperaturas elevadas (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

O concreto pesado, é utilizado habitualmente em usinas nucleares, unidades médicas, salas de exames de raios-X, unidades de radiologia, ressonância magnética,

instalações para ensaios e pesquisas atômicas e armazenamento de materiais radioativos. Os projetos que necessitam de blindagem, levam em consideração as partículas que serão absorvidas e seu poder de penetração na matéria, os raios-X e gama possuem alto potencial de penetração, sendo os primeiros considerados. Muitos materiais atenuam ondas eletromagnéticas de alta frequência e alta energia, porém partículas radioativas que envolvem nêutrons, são mais pesadas e não possuem carga elétrica. Sendo assim, não são afetadas por campos elétricos em sua volta, colisões apenas retardam as partículas (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

3.2 Investimento

O Brasil enfrenta um desperdício de dinheiro público, com a obra da usina nuclear de Angra 3, mesmo com a obra parada, cerca de R\$ 3 milhões por mês são destinados a manutenção dos equipamentos, um gasto de R\$ 36 milhões ao ano. Com várias pausas em seu período construtivo, Angra 3 localizada na Costa Verde do Rio de Janeiro está em construção desde 1984, com previsão de término para 2026. O material destinado a usina encontra-se em depósitos, segundo a Eletronuclear, para futura utilização na unidade, os investimentos são para evitar que o material deteriore. A empresa cita que a rotina no canteiro de obras se resume na preservação de instalações e do maquinário, com expectativa da estatal que as obras retornem em junho de 2021. O valor total previsto de investimentos diretos da união nesta construção chega a R\$ 21 bilhões, do valor total até agora foram investidos R\$ 7 bilhões, com cerca de 62% da usina pronta. O potencial energético esperado da usina é de 1.405 MW (*megawatts*) suficientes para promover energia a 4 milhões e 450 mil pessoas, sendo responsável por 68% do abastecimento de luz no estado do Rio de Janeiro, 6% de toda luz consumida no país. Atualmente Angra 1 e 2 são responsáveis por 40% da energia do estado do Rio de Janeiro, e 3% da energia do país sendo que Angra 1 produz 640 MW e Angra 2 produz 1.350 MW (COELHO; SALLES, 2019).

O Brasil é um grande consumidor de energia elétrica, ficando atrás apenas para países como Alemanha, Suíça e Estados Unidos. A questão da utilização da energia nuclear pode ampliar a disponibilidade e diversificação de fontes energéticas, criando assim um equilíbrio, além disso, o país possui uma grande reserva de Urânio. Comparando com outras fontes de energia, as usinas hidrelétricas, cobram um alto preço ambiental, devido a implantação das fundações, alteração de cursos dos rios e desmatamento da área. Porém, as análises e previsões de investimento para novas usinas nucleares, referentes a estrutura e implantação tecnológica necessárias, apresentam valores exorbitantes. É necessário contrapor o custo benefício de tal implantação, analisar os materiais e processos construtivos. O desenvolvimento e investimento em pesquisas de novos materiais e processos construtivos, poderia suprir com novas tecnologias, princípios e necessidades construtivas que atualmente possuem soluções limitadas, minimizando custos sem afetar fatores, como neste caso a blindagem que é essencial (COELHO; SALLES, 2019).

4 | AGREGADO DE FTALOCIANINA

O composto para adição em análise são macromoléculas orgânicas de ftalocianinas,

moléculas planares e simétricas que possuem excelentes características, uma delas é o núcleo metálico que lhe permite certa energia para transferência de elétrons. Esse composto vem despertando interesse em diferentes áreas como microeletrônica, dispositivos fotossensíveis, sensores analíticos e memórias óticas, porém, já é comumente utilizado como corante, tais pigmentos são utilizados na área têxtil, plásticos, couro, superfícies metálicas e tintas esferográficas (COSTA, 2016).

O núcleo da molécula de ftalocianina pode ser ocupado por um elemento metálico (metaloftalocianina), esse formato molecular pode gerar alterações nas características específicas do composto. Proporcionando maior absorção, devido ao novo potencial de transferência eletrônica (COSTA, 2016).

A proposta foi direcionada ao uso da metaloftalocianina no lugar do elemento Chumbo (Pb), que apresenta maior estabilidade e menos toxicidade, para ampliar seu potencial de dissipação eletrônica. O uso destas macromoléculas no composto de concreto ou argamassa foi a utilização de proporções mínimas do complexo de Cobre (Cu), minimizando a degradação ambiental e os prejuízos à saúde humana.

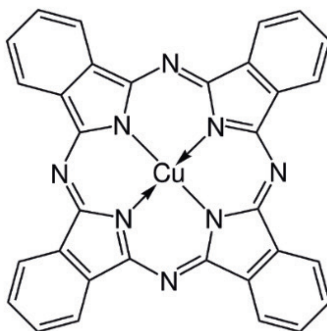


Figura 1 - Metaloftalocianina de Cobre

Fonte: SANTOS, 2006.

5 | MATERIAL E MÉTODOS

Através dessa proposta de estudo foi desenvolvido e previsto o traço de um concreto de alto desempenho, que garanta segurança e blindagem biológica, absorvendo partículas emitidas pela radioatividade (fótons), com baixo peso específico, resultando na minimização da sobrecarga estrutural e refletindo nos futuros investimentos desse âmbito. Através de análises referente as doses equivalentes absorvidas, unidades biológicas e período de semidesintegração.

5.1 Sensor de Fótons

Uma das necessidades deste experimento é quantificar a energia dos fótons emitidos por aparelhos de raio-X. O Contador de *Geiger-Müller* é um instrumento utilizado para

medir níveis de radiações ionizantes, porém, além de seu elevado valor é de difícil acesso para compras e locação, sendo muito específico. Como alternativa, a partir do Mestrado de Edgard Rogério De Siqueira Vasconcelos, tivemos conhecimento de um circuito eletrônico, simples, que conectava resistores a uma bateria, e através de um multímetro seria possível contabilizar a luz ambiente e quantificar fótons emitidos no processo de radiação. A Figura 2 apresenta os materiais utilizados para a confecção do sensor.



Figura 2 - Materiais para a composição do sensor

Fonte: Autor.

5.2 Preparação do Sensor

O primeiro passo foi analisar as melhores opções de um sistema eletrônico, para que o sensor contemplasse o uso do LDR. O circuito eletrônico foi montado conforme o modelo da Figura 3, a associação em série dos componentes compreende uma bateria de 9 V, o LDR e um resistor de 1 k Ω . Para medir a voltagem, foi ligado em paralelo ao resistor um multímetro, a Figura 3 mostra como foi elaborado o circuito eletrônico.

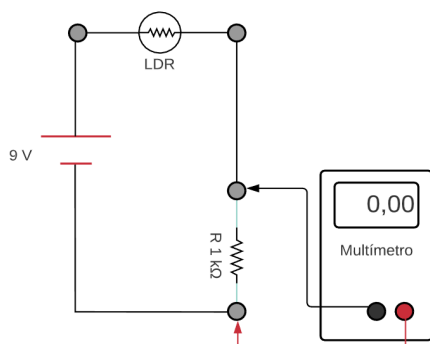


Figura 3 - Representação do modelo eletrônico para o circuito utilizado na construção do sensor

Fonte: Autor.

A base foi preparada com o circuito eletrônico, um suporte em MDF (*Medium Density Fiberboard*) isolou a bateria, o multímetro foi conectado por uma extensão com o fio paralelo, com adaptadores, pinos jacarés e pinos bananas. Na sequência o multímetro marca a capacidade do resistor de 1 k Ω .

5.3 Teste do Sensor

Após a conexão da extensão o equipamento foi soldado e isolado na base. A partir da finalização da extensão, foi possível realizar o primeiro teste com o sensor, com a emissão da luz ambiente.

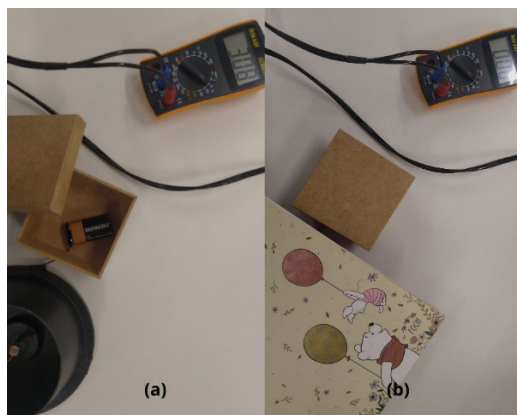


Figura 4 - (a) 1º Teste e (b) 2º Teste

Fonte: Autor.

No 1º teste o Multímetro marcou 3,08 em 20 mV, representação da luz ambiente. No 2º teste, o circuito eletrônico foi isolado por um caderno, para poder contabilizar que ao bloquear as emissões de luz, elas não causariam interferência no resultado.

5.4 Moldes de Concreto com adição de Ftalocianinas

As macromoléculas de ftalocianinas foram adicionadas ao composto do concreto como aditivo, porém existe a possibilidade de uma possível reação química com o aço no período da hidratação, gerando uma possível corrosão. O risco é mínimo, pela baixa solubilidade e reatividade do elemento, porém alta atividade. Devido a este fato foi realizada a composição de uma argamassa, sem brita, pois, neste momento o princípio desta pesquisa foca na parte de revestimento como blindagem biológica, não tendo foco na resistência deste material.

O material aplicado para a composição dos moldes são: cimento, areia, água e adição de ftalocianinas. O (Tabela 3) traço utilizado foi: 1:2:0,8 (cimento, areia e água), com proporções em ppm (partes por milhão) de aditivo.

Os moldes foram misturados separadamente, pois, cada molde tinha uma proporção

de aditivo, que deveria ser misturado na composição ainda seca. As proporções em gramas da composição de cada molde são mostradas na Tabela 2.

Cimento (g)	Areia (g)	Ftalocianina (ppm)	Água (ml)
300,0	600,0	500 5.000 50.000	250,0

Tabela 2 - Volume dos materiais.

Fonte: Autor.

As proporções de Ftalocianinas foram calculadas segundo o volume do molde.

5.5 Preparação dos Moldes

Os materiais foram separados e quantificados, com auxílio de uma balança analítica, com alta precisão (Figura 5):



Figura 5 - Proporções de Ftalocianina: 0,35 g (500 ppm); 3,5 g (5.000 ppm); 35,0 g (50.000 ppm)

Fonte: Autor.

E assim, as proporções foram misturadas, é perceptível na Figura 6(a), que a macromolécula libera muito corante. Foram utilizados moldes do Centro Tecnológico, com aplicação de desmoldante, foram preenchidos 4 cm de fundo e foi aplicada vibração manual, para não conter espaços de ar e provocar manifestações patológicas.

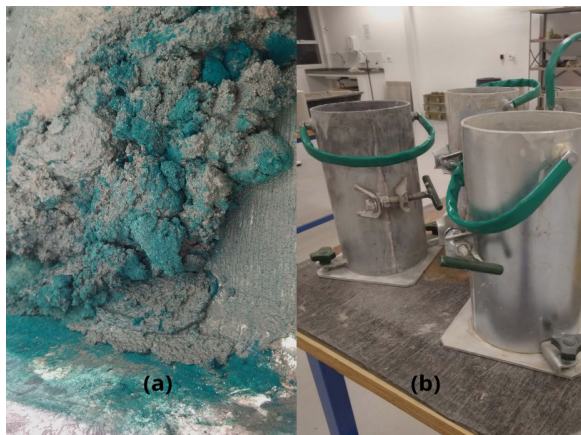


Figura 6 - (a) Mistura da massa; (b) Moldes

Fonte: Autor.

Após 3 dias o material foi desenformado, aparentemente a uniformidade do material mostra que o aditivo agregou com homogeneidade na massa. A Figura 7 mostra sequência os moldes com concentração crescente da ftalocianina de cobre respectivamente 500, 5.000 e 50.000 ppm.



Figura 7 - Material desenformado

Fonte: Autor.

5.6 Experimento com Raio-X

Após 7 dias de cura foi possível realizar o experimento, o teste foi realizado em uma sala de radiologia na clínica odontológica localizada na Universidade São Francisco, com a utilização do Raio-X *Spectro II* (coluna móvel), com função de realizar exames radiográficos odontológicos. A sala é isolada com uma porta com Chumbo, com a extensão foi possível deixar o multímetro do lado de fora, para quantificar as unidades.

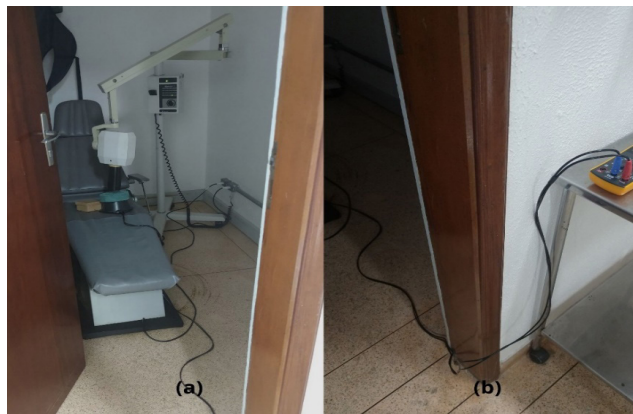


Figura 8 - (a) Sala de Raio-X e (b) Extensão até o multímetro

Fonte: Autor.

Para realizar a experiência foram utilizados o sensor (circuito eletrônico com resistores), 4 moldes de concreto (um puro e 3 com proporções em ppm de 500; 5.000 e 50.000 de Ftalocianina); Raio-X *Spectro II* (coluna móvel), da marca *Dabi Atlante*.

Os testes foram realizados dentro da sala de consulta odontológica da Universidade São Francisco, primeiramente sem os moldes, para determinar o ajuste da distância (estabeleceu-se em 20 cm) e estabelecer a base de emissão de fótons (2,5 Sv) para que posteriormente fossem realizados os ensaios com moldes para averiguar a eficiência do isolamento das Ftalocianinas.

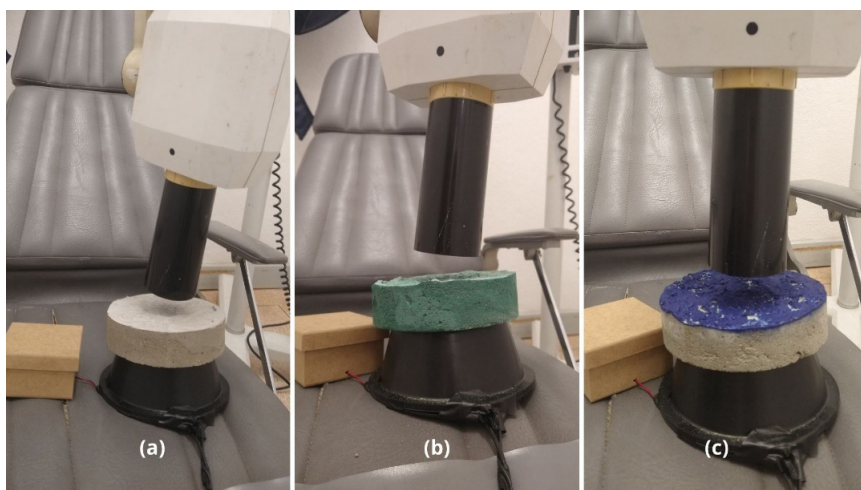


Figura 9 - (a) 3º Teste; (b) 6º Teste; e (c) 7º Teste

Fonte: Autor.

6 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho são apresentados em 5 passos (etapas), para que brevemente facilite a sua explicação e exposição das possíveis hipóteses.

1º Passo - Cálculo da Intensidade (I) de raio-X sobre as blindagens

$$I = \frac{V * Q * \Delta t}{d^2}$$

Onde:

V - é o potencial observado em mV (milivolt);

Q - é a carga aplicada pelo equipamento em mC (milicoulomb);

Δt - é o tempo de exposição do material ao raio-X;

d - é a distância do sensor até o emissor de raio-X.

Os cálculos foram realizados a partir dos dados coletados nos testes sem blindagem e com os seguintes moldes (Tabela 5): Argamassa Pura (AM); Argamassa com 500 ppm de Ftalocianina (AM 500); Argamassa com 5.000 ppm de Ftalocianina (AM 5.000); Argamassa com 50.000 ppm de Ftalocianina (AM 50.000); e Argamassa com tintura de Ftalocianina (AMT). A Tabela 3, apresenta os resultados obtidos:

		V (mV)	I (Js/m ²)
Sem blindagem		14	0,112
Com blindagem	AM	8	0,064
	AM 500	4	0,032
	AM 5.000	2	0,016
	AM 50.000	0	Não houve leitura
	AMT	0	Não houve leitura

Tabela 3 - Cálculo da Intensidade (I) de raio-X sobre as blindagens.

Fonte: Autor.

2º Passo - Cálculo do Coeficiente linear de atenuação total ($-\mu$) da argamassa (1:2:0,5)

$$I = I_0 * e^{(-\mu * x)}$$

Onde:

I - é a intensidade do raio-X sem barreira (blindagem);

I_0 - é a intensidade do raio-X com barreira de argamassa (AM);

x - é a espessura em cm.

3º Passo - Cálculos das Camadas semi-redutoras (CSR) e Camadas deci-redutoras (CDR)

Onde:

CSR - Camada para reduzir 50% da emissão de raios-X.

CDR - Camada para reduzir em $\frac{1}{10}$ a emissão de raios-X.

4º Passo - Resultados

1º Resultado - Relação entre $-\mu$, CSR e CDR:

	$-\mu$	CSR	CDR
AM	0,1399	4,95 cm	15,9 cm
AM 500	0,3132	2,21 cm	7,35 cm
AM 5.000	0,4865	1,43 cm	4,73 cm

Tabela 4 - Relação entre $-\mu$, CSR e CDR.

Fonte: Autor.

2º Resultado - Gráficos:

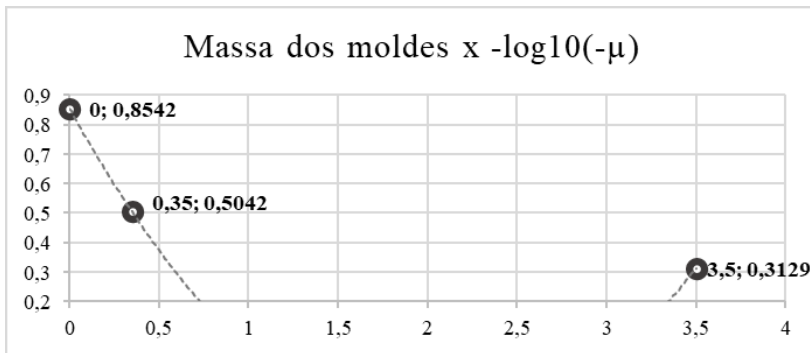


Figura 10 - Gráfico da relação entre a massa x $-\log_{10}(-\mu)$.

Fonte: Autor.

A equação polinomial do 2º grau foi calculada, através de sistemas, resultando em:

$$y = \frac{2,9587}{11,025}x^2 - \frac{0,382874}{0,35}x + 0,8542$$

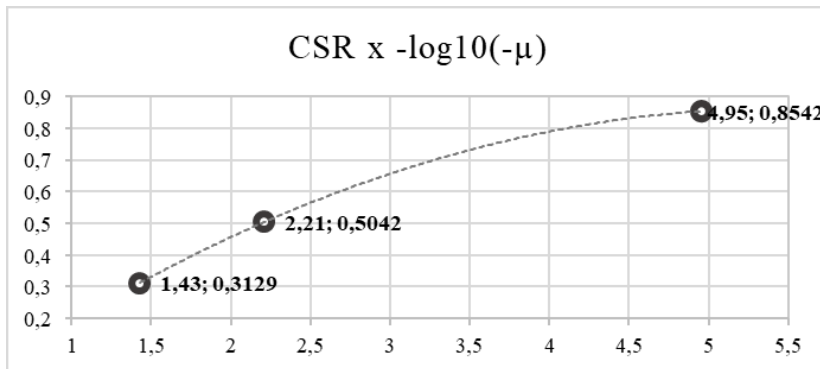


Figura 11 - Gráfico da relação entre CSR x $-\log_{10}(-\mu)$.

Fonte: Autor.

A equação polinomial do 2º grau foi calculada, através de sistemas, resultando em:

$$y = -0,0334x^2 + 0,3667x - 0,1432$$

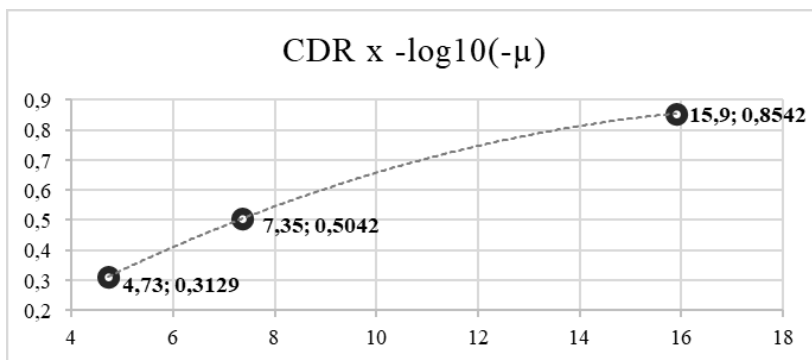


Figura 12 - Gráfico da relação entre CDR x $-\log_{10}(-\mu)$.

Fonte: Autor.

A equação polinomial do 2º grau foi calculada, através de sistemas, resultando em:

$$y = -0,0029x^2 + 0,1077x - 0,1322$$

3º Resultado - CSR e CDR dos elementos Chumbo e Concreto:

	CSR	CDR
Chumbo	0,06 mm	0,17 mm
Concreto	0,43 cm	1,5 cm

Tabela 5 - Relação CSR e CDR: Chumbo e Concreto.

Fonte: CNEN, 2014.

5º Passo - Hipótese

A partir das equações polinomiais de 2º grau, não é possível partir para uma linha de tendência dos resultados, pois com a determinação em gramas das PPM (Partes Por Milhão) de ftalocianinas contidas nos moldes, através do cálculo de *Bhaskara*, se obtém um Δ (delta) negativo, no caso o resultado $x \notin \mathbb{R}$ (não pertence aos números reais).

Os moldes AM 50.000 e AMT ao qual o sensor não teve a sensibilidade de leitura, podem apresentar com um sensor mais apurado em quantificações a tendência de amortização, observada na Tabela 5, pois, quanto maior a quantidade em ftalocianinas, as camadas redutoras atenuavam a espessura. Existe também a possibilidade, no caso do molde AMT, que recebeu aplicação de tintura, apresentar nesta aplicação aditivos que geraram reflexão das partículas.

Observando os gráficos CSR x $-\log_{10}(-\mu)$ e CDR x $-\log_{10}(-\mu)$, cada uma das situações segue a tendência de variação da parábola, no caso do primeiro gráfico a CSR tende a atenuar quanto mais próximo de 1,39 for o coeficiente linear de atenuação total; no segundo gráfico a CDR tende a atenuar quanto mais próximo de 1,35 for o coeficiente linear de atenuação total.

7 | CONCLUSÕES

Os riscos ocupacionais são os perigos que incidem sobre a saúde humana e o bem-estar de trabalhadores associados a determinadas profissões. De acordo com o Ministério da Economia, Secretaria Especial de Previdência e Trabalho, por meio das Normas Regulamentadoras os riscos ocupacionais são classificados em cinco tipos: físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e acidentais.

A percepção de risco é a habilidade de interpretar uma situação com potencial danos à saúde, quando fontes intensas e níveis elevados de radiação são operados, é necessário introduzir outro fator de segurança, além de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), a blindagem biológica.

O objetivo de promover uma melhor desempenho entre um concreto leve, com a adição de macromoléculas orgânicas de ftalocianinas, que permitem certa energia para transferência de elétrons, gerando uma barreira de partículas radioativas, gerou as seguintes análises.

Quando as partículas radioativas atravessam um material, denominado de absorvedor, pode-se observar a perda de intensidade de sua energia. A cada processo

de interação com a matéria são removidos fótons, por absorção ou espalhamento. A característica de atenuação pode ser específica de acordo com material e espessura. O cálculo da intensidade (I) de raio-X sobre as blindagens permite quantificar a presença dos fótons diante do material absorvedor, a ocorrência da atenuação é uma probabilidade, calculada pelo coeficiente linear de atenuação total ($-\mu$), nesse caso de acordo com o material utilizado a argamassa, com aditivo de ftalocianinas.

A partir destes resultados, foi possível aplicar outros conceitos, como a CSR, que corresponde a espessura do material necessária para atenuar a metade da intensidade de carga inicial; e a CDR, que corresponde a espessura do material necessária para atenuar um décimo da intensidade de carga inicial. Os resultados e gráficos apresentaram uma tendência de atenuação, devido ao aditivo. As equações polinomiais de 2º grau, não apresentaram resultados reais, impossibilitando as hipóteses de atenuação dos moldes que não apresentaram leitura, porém, as parábolas apresentadas pelo gráfico proporcionaram uma continuidade, limitando uma tendência para o coeficiente linear de atenuação total ($-\mu$).

Deve-se levar em conta que os dados foram obtidos de um protótipo de sensor, um simples circuito eletrônico, capaz de quantificar fótons, porém com sensibilidade limitada. Houveram duas não leituras, devido ao potencial de quantificação disponível e a possibilidade de a tinta aplicada ao molde ter aditivos capazes de refletir a emissão radioativa.

Outras prospecções poderiam ser obtidas com sensores mais aprimorados, como o contador *Geiger-Müller*, o estudo da viabilidade econômica da macromolécula de ftalocianina pode ser aprimorado, devido ao alto custo de pequenas proporções, sua manipulação, proporção e produção são detalhes que podem ser observados para detalhar se este produto é comercialmente viável e os fenômenos ópticos como a refração e reflexão podem ser estudados, através de equipamentos específicos.

Os elementos radioativos quando bem manipulados, apresentam eficácia na utilização. A manipulação de fontes radioativas tem sido cada vez mais abrangida em diversas áreas do conhecimento humano, exemplos como diagnósticos de tumores e tratamento do câncer através de Teleterapia ou Braquiterapia, mostram esperança de vida, a rentabilidade e uso de fontes naturais radioativas como fonte energética minimizam o uso em excesso e a extração de combustíveis naturais, contribuindo com a gestão de matéria prima natural, além de diversos desenvolvimentos científicos em diferentes setores industriais como o farmacêutico e o alimentício. Esses fatores são preponderantes para incentivar o desenvolvimento contínuo de pesquisas dessa fonte natural que pode e deve ser utilizada por sua ampla aplicabilidade.

REFERÊNCIAS

CESAREO, Roberto. **Dos Raios X à Bomba Atômica (1895-1945):** Os 50 anos que mudaram o mundo. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 543 p.

COELHO, André; SALLES, Robson. **Obras em Angra 3 estão paradas e têm custo anual de R\$ 36 milhões para a União**, 2019. G1. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2019/07/15/obras-em-angra-3-estao-paradas-e-tem-custo-anual-de-r-36-milhoes-para-a-uniao.ghtml>>. Acesso em: 31 mai. 2020.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Diretrizes básicas de proteção radiológica**. D.O.U.: nov. 14, p. 22, 2005. (CNEN-NN-3.01). Disponível em: <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/normas/pdf/Nrm301.pdf>>. Acesso em: 08 mai. 2020.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **Princípios básicos de Segurança e proteção radiológica**. 2014. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, jul. 2014. Versão Eletrônica. Disponível em: <http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/documentos/Princ%C3%ADpios_B%C3%A1sicos_de_Seguran%C3%A7a_Prote%C3%A7%C3%A3o_Radiol%C3%B3gica.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2020.

COSTA, Cassiano Batesttin. **Propriedades Fotofísicas da Hidróxido Ftalocianina de Alumínio em diferentes meios**. 2016. p. 93. Dissertação de Mestrado - Ciência do Departamento de Física, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016. Versão Eletrônica. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/6452/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_PropriedadesFotof%C3%ADsicasHidr%C3%B3xido.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2020.

ELETRONUCLEAR. **Energia Nuclear**. 2019. Eletrobrás Eletronuclear. Disponível em: <<https://www.eletronuclear.gov.br/Sociedade-e-Meio-Ambiente/Espaco-do-Conhecimento/Paginas/Energia-Nuclear.aspx>>. Acesso em: 16 mai. 2020.

FELTRE, Ricardo; YOSHINAGA, Setsuo. **Atomística: Teoria e Exercícios**. vol. 2. São Paulo, SP: Câmara Brasileira do Livro, 1974. p. 472.

GARCIA, Eduardo A. C. **Biofísica**. 2ª ed. São Paulo: SARVIER, 2015. 361-455 p.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física, volume 1: mecânica**. Tradução de Ronaldo Sérgio de Biasi. 10ª ed. Rio de Janeiro: LTC. vol. 1, 2016, p. 797. Disponível em: <http://www.fisica.ufpb.br/~jgallas/CURSOS/Estrutura02/energia_nuclear_cap43.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2020.

MEHTA, P. Kumar; MONTEIRO, Paulo J. M. **CONCRETO: Microestrutura, Propriedades e Materiais**. 2ª ed. São Paulo: IBRACON, 2014. p.741.

SANTIAGO, André. **Guia Definitivo de Radioproteção: Tudo que você precisa saber sobre proteção radiológica**. Rio de Janeiro, RJ: Avellar Media, 2018, 127 p. Disponível em: <cms/files/44769/1515587340guia-definitivo-de-radioprotecao-lincerradio-v1-1.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2020.

SANTOS, Allan Cezar Vieira dos. **Uso de Técnicas Eletroanalíticas em Fluxo no Estudo da Adsorção de Cd(II), Pb(II), e Cu(II) em Vermiculita Visando Tratamento Alternativo para Efluentes da Indústria de Tintas**. 2006. p. 93. Dissertação de Mestrado - Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Versão Eletrônica. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46133/tde-24112006-154234/publico/MestradoAllanSantos.PDF>>. Acesso em: 21 jun. 2020.

SECRETARIA DE SAÚDE DO PARANÁ. **Efeitos Biológicos da Radiação**, 2019. Curitiba - PR. Disponível em: <<http://www.saude.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=824>>. Acesso em: 30 abr. 2020.

UNEP. **Radiação: Efeitos e Fontes**. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2016, Versão eletrônica, p. 55. Disponível em: <<http://www.aben.com.br/Arquivos/544/544.pdf>>. Acesso em: 01 mai. 2020.

VASCONCELOS, Edgard Rogério de Siqueira. **Detector para raios-X usando sensor LDR para mensurar a energia dos fótons emitidos e testar a eficiência de aparelhos hospitalares**. 2014. 104 f. Dissertação de Mestrado - Engenharia Biomédica, Universidade de Brasília, Brasília. 2014. Versão Eletrônica. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/15846/1/2014_EdgardRogerioSiqueiraVasconcelos.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

SOBRE OS ORGANIZADORES

FILIFE ALVES COELHO - Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de Alagoas, mestrado e doutorado em engenharia química pela Universidade Estadual de Campinas. Atua principalmente nas áreas de modelagem, simulação e controle de processos; eficiência energética e verificação formal aplicada a processos industriais. Atualmente é professor da Universidade São Francisco e assessor do curso de Engenharia Química da mesma instituição. É membro do Comitê Institucional de Iniciação Científica, Iniciação Tecnológica e de Extensão da Universidade São Francisco desde 2018. Dentre as linhas de pesquisa destacam-se modelagem e implementação de microreatores em processos contínuos, assim como desenvolvimento de experimentos didáticos para engenharia empregando microcontroladores. Já publicou trabalhos nas áreas de inteligência artificial aplicada à engenharia química, desenvolvimento de ferramentas computacionais e modelagem de equipamentos industriais.

MONICA TAIS SIQUEIRA D'AMELIO FELIPPE - Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), mestrado e doutorado em Ciências pelo Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) da Universidade de São Paulo (USP/SP), área de materiais, no estudo de gases de efeito estufa na Amazônia e pós-doutorado pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas pela Universidade de São Paulo (IAG-USP). Participou da instalação e execução do projeto MAGICC (Multiple Analysis of Gases Influence Climate Change), parceria da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) com o IPEN/USP no Brasil. Realizou pesquisa na NOAA (Boulder/CO) em 2009. Atualmente é professora dos Cursos de Engenharia na Universidade São Francisco (USF), membro do Grupo de Pesquisa em Meio Ambiente e Sustentabilidade (GPMAS-USF), Grupo de Pesquisa em Educação, Tecnologias e Inovação (GPETI-USF) e da Escola de Professores da Educaethos. Desenvolve projetos na linha de pesquisa de desenvolvimento de bioadsorventes, utilizando resíduos e na linha de operações unitárias para desenvolvimento de equipamentos didáticos.

VICENTE IDALBERTO BECERRA SABLÓN - Possui graduação em Engenharia Rádio Técnica: especialidade Sistemas de Comunicações pelo Instituto Técnico Militar, graduação em Engenharia Eletrônica pela Universidad Central de las Villas, mestrado e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas UNICAMP. Atua como docente de graduação e pós-graduação na área de Engenharia Elétrica. Professor- pesquisador dos grupos de pesquisa: Comunicações Visuais da UNICAMP, Processamento Digital de Sinais, Eletrônica e Sistemas Digitais da UNIMEP. Atualmente é professor da Universidade São Francisco e assessor do Curso de Engenharia Elétrica da mesma Instituição, professor dos cursos de Engenharia da Universidade Metodista de Piracicaba. É membro do Comitê Institucional de Iniciação Científica, Iniciação Tecnológica e de Extensão da Universidade São Francisco desde 2013. Membro do IEEE- Institute of Electrical and Electronic Engineers, do Comitê Científico do Consorcio Latino-americano de Instituições de Engenharia (LACCEI), do Grupo de Pesquisa em Meio Ambiente e Sustentabilidade (GPMAS-USF) e Grupo de Pesquisa em Educação, Tecnologias e Inovação (GPETI-USF), participa na comissão de elaboração da política nacional de inovação junto ao Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE). Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Telecomunicações, atuando principalmente nos seguintes temas: Processamento e Tratamento de Sinais, TVD, Processamento Digital de Imagem e Vídeo, Vídeo e Televisão.

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

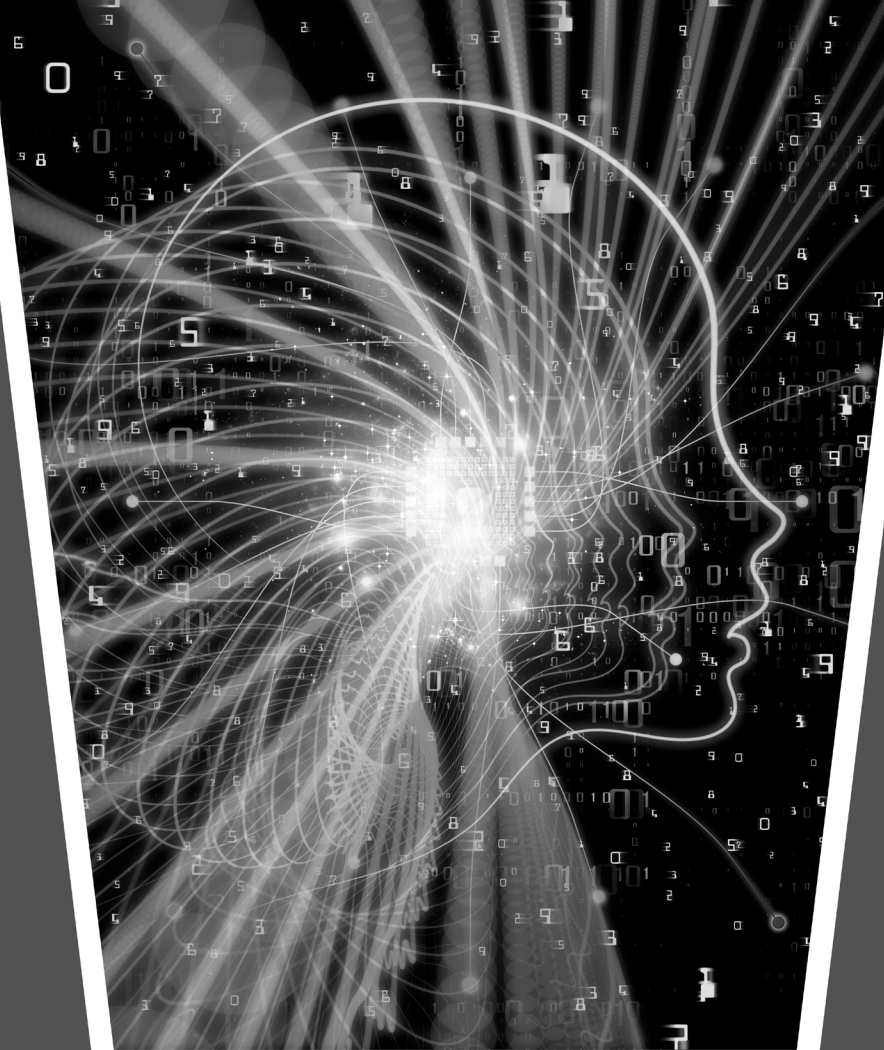
Transformação digital 163

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



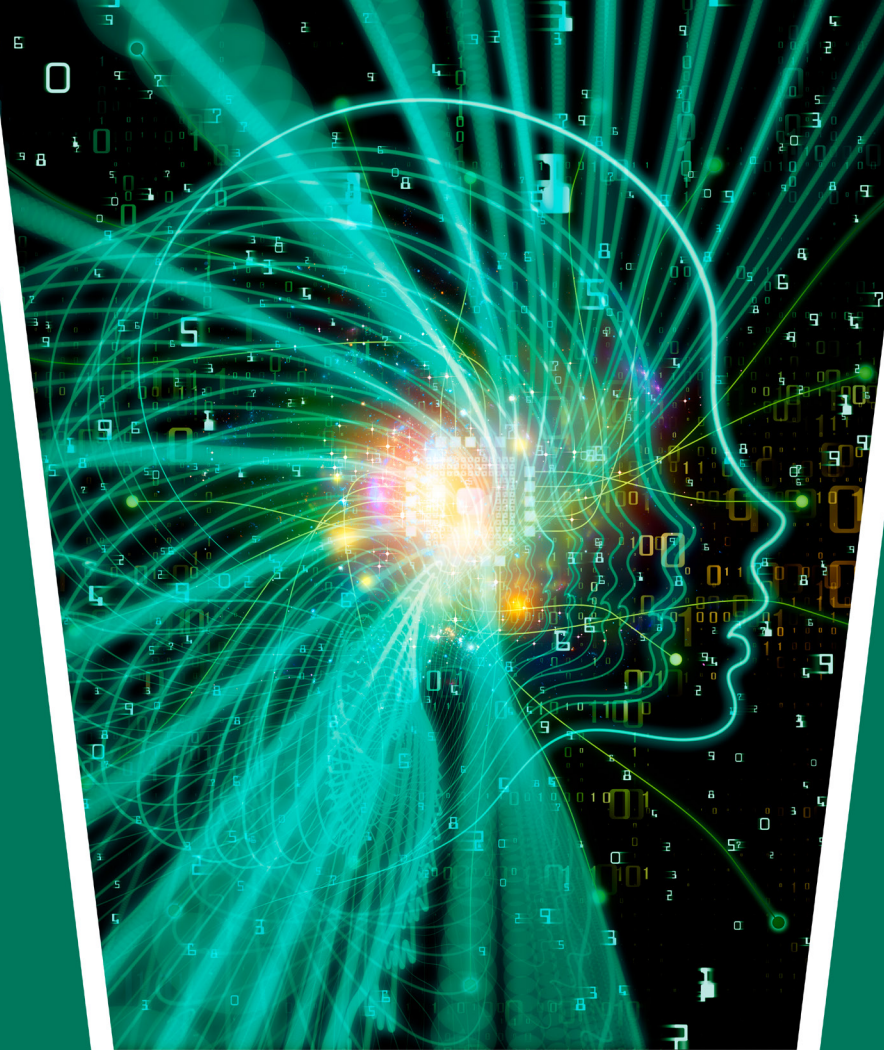
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



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