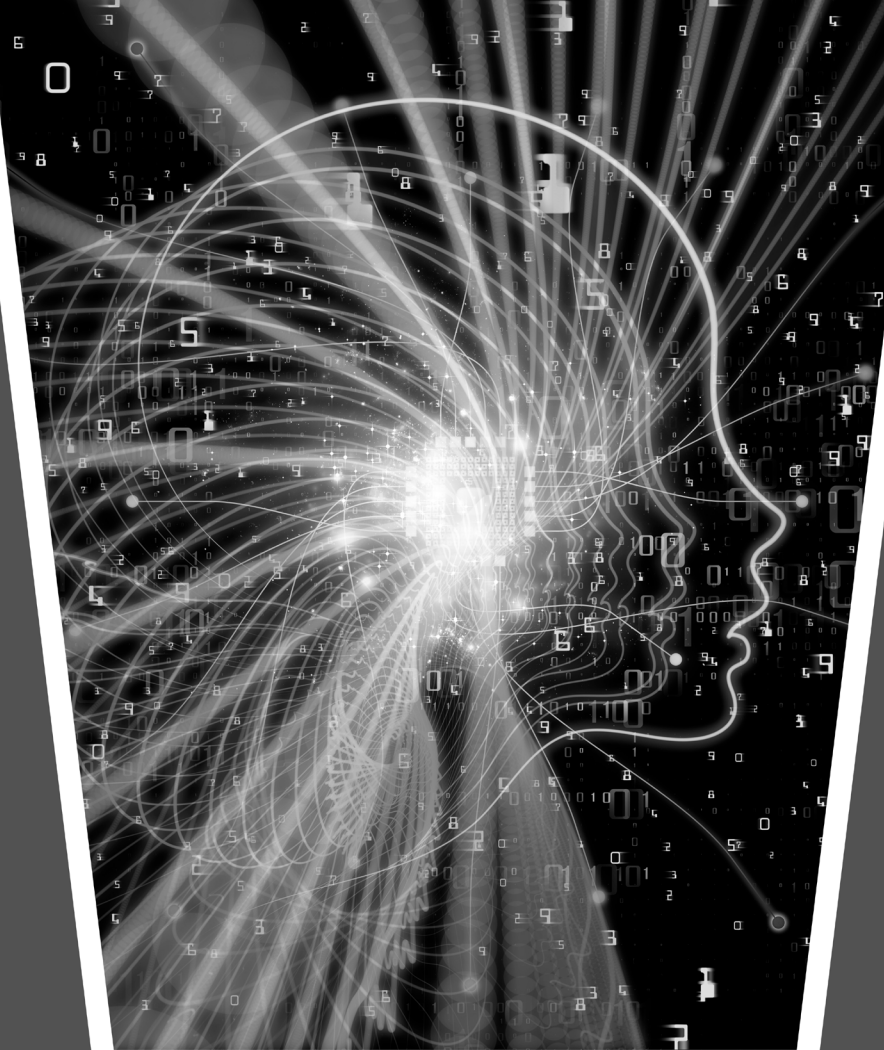


Engenharia Moderna: Soluções para Problemas da Sociedade e da Indústria 2

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. 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. Lilians 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

PRODUÇÃO DE COSMECÊUTICOS COM ÓLEO DE CAFÉ PARA PREVENÇÃO DO FOTOENVELHECIMENTO

Data de aceite: 16/03/2021

Data de submissão: 15/01/2021

Vanessa Cristina de Barros Mariano

Universidade São Francisco (USF)
Campinas, São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/8839178998205131>

Natália Cristina de Brito Lopes

Universidade São Francisco (USF)
Campinas, São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/0289083639182755>

Iara Lúcia Tescarollo

Professora do curso de Farmácia da
Universidade São Francisco (USF)
Campinas, São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/7236475214443844>

RESUMO: O envelhecimento da pele decorre de fatores intrínsecos (genética e hormônios) e extrínsecos (radiação UV e poluentes ambientais), sendo a radiação UV o fator mais crítico para o fotoenvelhecimento, que é caracterizado por rugas, pele áspera e hiperpigmentação. Com isso, há uma crescente dedicação para o desenvolvimento de produtos naturais usados como antioxidantes, agentes anti-inflamatórios e imunomoduladores, para prevenir distúrbios relacionados à idade. Estudos apontam que a aplicação tópica de antioxidantes vegetais pode aliviar os danos induzidos pelo estresse oxidativo e fotodanos, como fotoenvelhecimento e câncer de pele. O óleo de café é apontado como um produto de qualidade terapêutica por ser rico em antioxidantes, vitamina E, coenzima Q₁₀, cafeína

e ácidos graxos. Além disso, é responsável por absorver a radiação solar, promover a lubrificação da pele e a regeneração da barreira hidrolipídica, melhorando sua aparência e textura. O presente trabalho possui como objetivo desenvolver e avaliar produtos pós-sol buscando-se o emprego de insumos derivados do café. As amostras foram desenvolvidas e analisadas quanto ao aspecto, cor, odor, pH, sensação tátil, teste de espalhabilidade e contagem de micro-organismos mesófilos totais. Os produtos obtiveram resultados satisfatórios no estudo de estabilidade, de acordo com os critérios de qualidade estabelecidos pela literatura e pelo formulador. As pesquisas indicam que o produto é eficaz para o fim proposto, oportunizando inovação dentro do segmento cosmético, além de oferecer alternativas ao uso de insumos derivados do café.

PALAVRAS - CHAVE: Cosméticos, café, fotoenvelhecimento.

PRODUCTION OF COSMETICS WITH COFFEE OIL TO PREVENT PHOTOAGING

ABSTRACT: Skin aging results from intrinsic factors (genetics and hormones) and extrinsic factors (UV radiation and environmental pollutants), with UV radiation being the most critical factor for photoaging, which is characterized by wrinkles, rough skin and hyperpigmentation. With that, there is a growing dedication to the development of natural products used as antioxidants, anti-inflammatory agents and immunomodulators, to prevent age-related disorders. Studies show that the topical application of plant antioxidants can alleviate the damage induced by oxidative stress and photodamage, such as photoaging and skin cancer. Coffee oil is considered a product of therapeutic quality because it is rich in

antioxidants, vitamin E, coenzyme Q10, caffeine and fatty acids. In addition, it is responsible for absorbing solar radiation, promoting skin lubrication and regenerating the hydrolipidic barrier, improving its appearance and texture. The present work aims to develop and evaluate after-sun products seeking the use of inputs derived from coffee. The samples were developed and analyzed for appearance, color, odor, pH, tactile sensation, spreadability test and count of total mesophilic microorganisms. The products obtained satisfactory results in the stability study, according to the quality criteria established by the literature and by the formulator. Research indicates that the product is effective for the purpose proposed, providing innovation within the cosmetic segment, in addition to offering alternatives to the use of inputs derived from coffee.

KEYWORDS: Cosmetics, coffee, photoaging.

1 | INTRODUÇÃO

O envelhecimento cutâneo é consequência de fatores intrínsecos, como a genética e hormônios, e fatores extrínsecos, como a radiação ultravioleta (UV) e poluentes ambientais. Recentemente, a degradação da camada de ozônio tem aumentado a exposição à radiação solar e possivelmente causando o aumento da incidência de câncer de pele (WU et al., 2017).

A radiação ultravioleta (UV) é determinante para o fotoenvelhecimento, que é caracterizado por rugas, pele áspera e hiperpigmentação, uma vez que a exposição crônica aos raios UV causa danos às fibras de colágeno e promove um aumento no número de camadas do estrato córneo, reduzindo assim a elasticidade da pele e aumentando a espessura epidérmica (WU et al., 2017; KUO et al., 2016).

Ademais, a exposição crônica aos raios UV gera estresse oxidativo, inflamação e lesões no DNA, causando graves danos à pele (KUO et al., 2016). Isto porque a radiação UVB ativa a formação de espécies reativas ao oxigênio, que regula a ciclooxigenase-2 (COX-2) estimulando a inflamação e, conseqüentemente, o eritema cutâneo. Em circunstâncias habituais, o fator nuclear kappa B (NF-κB) se liga ao inibidor κB (IκB) formando um complexo inativo no citoplasma. Porém, quando incentivada através da radiação UV, a ubiquitinação (processo de regulação de proteínas indesejáveis) do IκB desencadeia a translocação do NF-κB para o núcleo, que posteriormente irá aumentar a produção da enzima metaloproteinase da matriz (MMP) presente nas células que, subsequentemente, iniciará o processo de degradação do colágeno, promovendo a perda da elasticidade da pele (WU et al., 2017).

Pesquisas recentes têm destacado o crescente desenvolvimento de produtos naturais ou vegetais (WU et al., 2017) para uso como antioxidantes, agentes anti-inflamatórios e agentes imunomoduladores, para prevenir distúrbios relacionados à idade (SAWAN, JIMTAISONG, 2015; JOHNSON, 2014; PENG, 2014; GIAMPIERI, 2012). Estes são denominados cosmeceúticos, que podem ser entendidos como formulações de origem farmacotécnica ou industrial que abrangem características tanto dermatológicas como farmacêuticas. Portanto são utilizados para fins terapêuticos (como produtos antienvelhecimento e anticarcinogênico para a pele) e cosméticos (BRASIL, 2015; MONTEIRO, 2014; DRAELOS, 2005; KLEIN, 2005;).

Os estudos apontam que a aplicação tópica de antioxidantes protege a pele dos

danos oxidativos e fotodanos (FENG et al., 2014; GIAMPIERI, 2012; KANG et al., 2009). Muitos antioxidantes vegetais também exibem atividade anti-inflamatória e podem ser usados para aliviar os danos induzidos pelo estresse oxidativo, como fotoenvelhecimento e câncer de pele (KUO et al., 2016; CHEN et al., 2014; CONNEY, et al., 2012; HOU et al., 2012; AHSAN et al., 2007).

O café é uma das principais fontes de antioxidantes dietéticos. Também é conhecido por inibir o processo inflamatório e eliminar os radicais livres (ANDERSEN et al., 2006; HIGDON, FREI, 2006). Além disso, o extrato de grãos de café impede a formação de peróxido lipídico e radicais livres de superóxido (GÜLÇİN, 2012).

Em um estudo de desenvolvimento de formulação e avaliação de efeito um creme formulado com extrato de baga de café e chá verde, foi possível observar ação redutora de rugas e o melhoramento da hiperpigmentação e da aparência da pele humana (FARRIS, 2007). Este extrato ampliou os níveis de genes e proteínas de colágenos e fatores de crescimento, e diminuiu a expressão gênica de MMPs em fibroblastos cultivados em humanos (FARRIS, 2007). O extrato de *Coffea arabica* (ECA), obtido através das folhas, demonstrou alta atividade de eliminação do radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) e impediu o dicloridrato de 2,2'-azobis (2-amidinopropano) e a hemólise causada pela presença de radicais livres (AAPH) em eritrócitos (CHIANG et al., 2011). Inclusive o ECA promoveu a expressão do procólágeno tipo I e inibiu a ativação da MAP cinase em células de fibroblastos do prepúcio humano (Hs68) (CHIANG et al., 2011).

As propriedades do ECA, rico em polifenóis, foram analisadas em um ensaio do fotodano induzido por UVB em camundongos. A partir desta pesquisa foi comprovado que a quantidade utilizada de ECA diminuiu a geração de espécies reativas de oxigênio (ROS) impulsionadas por UVB em fibroblasto e inibiu a expressão da COX-2 e do IκB ocasionada pela radiação UVB e a translocação do fator NF-κB para o núcleo dos fibroblastos. Também, restaurou o conteúdo de colágeno, atenuando o fotoenvelhecimento e reduzindo a hiperplasia epidérmica, além de impossibilitar a expressão de NF-κB e MMP-1 induzida por UVB na pele de camundongo sem pêlo. Os resultados indicaram que o ECA evita o estresse oxidativo, demonstrando que este extrato é candidato para uso em formulações de cosmecêuticos, função antienvelhecimento e com ação preventiva ao fotoenvelhecimento (WU et al., 2017).

É possível recuperar e poupar a pele dos danos causados pelas espécies reativas de oxigênio através de diversas formulações que podem ser utilizadas para impedir os efeitos prejudiciais da radiação UV sobre a pele. As ações antienvelhecimento observadas são consequências da atividade em conjunto de ácidos fenólicos e flavonoides, eficientes contra danos induzidos por radiação UV. No entanto, outros estudos baseados em provas sobre seus efeitos antienvelhecimento ainda são necessários (JADOON et al., 2015).

Com menor atividade das glândulas sebáceas e velocidade de renovação da epiderme, a pele envelhecida perde lubrificação e hidratação ficando mais susceptível aos danos causados pela exposição ao sol (RIBEIRO, 2010). Os óleos vegetais, além de lubrificar, repõem frações lipídicas importantes para pele, promovem efeito emoliente, aumentam a retenção de água e favorecem a hidratação. Além da composição rica em ácidos graxos, alguns óleos podem conter outros componentes que os tornam multifuncionais em

formulações para pele envelhecida. É o caso do óleo de café torrado e óleo de café verde. Fazem parte da composição ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poli-insaturados como os ácidos palmítico, esteárico, oleico, linoléico e linolênico (ALASMARI et al., 2020).

Estudo *in vitro* realizado em cultura de fibroblastos e queratinócitos demonstrou que o óleo de café verde produziu estimulação dose-dependente na síntese de colágeno, elastina e glicosaminoglicanos, além de aumentar a liberação dos fatores de crescimento TGF - β 1 (fator de crescimento de transformação beta) e GM - CSF (fator estimulante de colônias de granulócitos e macrófagos). Também induziu a expressão de mRNA de proteínas transmembranas, as aquaporinas-3 (AQP-3), que estão presentes na epiderme e tem o papel de transportar água e glicerol. Estes achados sugerem que o óleo de café pode melhorar o equilíbrio fisiológico da pele, permitindo a formação de novo tecido conjuntivo e prevenindo o ressecamento da epiderme, aumentando os níveis de AQP-3 (VELAZQUEZ PEREDA et al., 2009).

A partir destas comprovações, pode-se entender que os insumos derivados de *Coffea arabica* apresentam potencialidade para uso em produtos antienvhecimento e com ação protetiva contra fotodanos, podendo ser aplicados na pele e anexos cutâneos sob diferentes apresentações. O uso de insumos vegetais para a obtenção de produtos farmacêuticos e cosméticos não se restringe aos estudos químicos e farmacológicos (SILVA et al., 2015). Deve ser avaliada a qualidade do produto final obtido a partir dos ingredientes ativos e excipientes, bem como as características físicas das formulações, contaminação microbiana e estabilidade sob várias condições de armazenamento. O delineamento de produtos com qualidade, segurança e eficácia constitui avanço na pesquisa sobre utilização de insumos naturais. O conhecimento de características como interação com excipientes, manutenção de estabilidade e capacidade de liberação de princípios ativos pode aumentar as potencialidades e efetividade de uso destes produtos (NORIEGA et al; 2013). O objetivo do presente estudo consistiu em desenvolver e avaliar géis formulados com óleo de café para prevenção do fotoenvhecimento; avaliar a qualidade das formulações propostas e finalmente oferecer uma contribuição para ampliar a aplicabilidade de matérias-primas de origem vegetal no campo cosmético.

2 | METODOLOGIA

2.1 Desenvolvimento experimental

Foram desenvolvidos géis, utilizando como bases farmacêuticas o Carbopol® (F1), Natrosol® (F2) e Aristoflex® (F3) e como ativos os óleos de café verde e café torrado (Tabela 1). Para a escolha das formulações-teste e técnica de preparo foi aplicada literatura especializada na área que contempla os dados farmacotécnicos relacionados à produção dos géis, características físico-químicas das matérias-primas, concentração usual e compatibilidade entre os componentes (FERREIRA e BRANDÃO, 2011; MICHALUN, 2010; RIBEIRO, 2010; SOUZA e ANTUNES JR, 2016).

Componentes	INCI	F1	F2	F3	Função
Óleo de café verde	<i>Coffea arabica oil</i>	1	1	1	Ativo antioxidante regenerador
Óleo de café torrado	<i>Coffea arabica oil</i>	1	1	1	Ativo antioxidante regenerador
Carbopol Ultrex 10 Polymer	Carbomer	1	-	-	Polímero formador de gel
Natrosol	Hydroxyethylcellulose	-	2	-	Polímero formador de gel
Aristoflex AVC	Ammonium Acryloyldimethyltaurat e/VP Copolymer	-	-	2,5	Polímero formador de gel
Tween 80	Polysorbate 80	1	1	1	Tensoativo
Glicerina vegetal	Glycerine	5	5	5	Umectante
Acetato de raealfatocoferol	Tocopherol	1	1	1	Antioxidante
EDTA dissódico	Dissodium EDTA	0,25	0,25	0,25	Quelante
Metilparabeno	Methylparaben	0,15	0,15	0,15	Conservante
Álcool 96° GL	Alcohol	5	5	5	Solvente
Trietanolamina 20%	Triethanolamine	QSP (pH 6-7)	-	-	Corretivo de pH
Água destilado QSP	Aqua	100	100	100	Veículo

Legenda: QSP - Quantidade Suficiente Para. INCI - International Nomenclature of Cosmetic Ingredients.

Tabela 1. Composição qualitativa e quantitativa das formulações F1, F2 e F3.

A avaliação da estabilidade e da qualidade dos produtos indicados também foi efetuada nesta etapa conforme exigências do Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos e do Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2004; BRASIL, 2007).

2.2 Estudo de estabilidade preliminar

Este estudo foi realizado utilizando o material de acondicionamento final para antecipar a avaliação da compatibilidade entre a formulação e a embalagem. A quantidade de produto embalado foi o suficiente para as avaliações (BRASIL, 2004). Antes de iniciar, submeteu-se uma amostra ao teste de centrifugação a 3.000 rpm durante 30 minutos. Qualquer sinal de instabilidade após este teste indica a necessidade de reformulação. Se aprovado (a amostra deve permanecer estável), o produto pode ser submetido aos testes de estabilidade (BRASIL, 2004).

O teste de estabilidade preliminar é caracterizado pelo emprego do produto em condições extremas de temperatura com o objetivo de acelerar possíveis reações entre seus componentes, buscando auxiliar na triagem das formulações. As amostras foram analisadas após o preparo e depois de 7, 14, 21 e 28 dias. Os parâmetros avaliados nos produtos foram definidos conforme os critérios do formulador como propriedades organolépticas (aspecto, cor, odor e sensação ao tato) e efetuados os testes de pH, centrifugação e espalhabilidade nas diferentes condições de armazenamento. A amostra de referência permaneceu armazenada em temperatura ambiente controlada, ao abrigo da luz; a segunda amostra permaneceu armazenada em estufa sob temperatura $40^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$; a terceira amostra foi armazenada em geladeira sob temperatura $5^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ e a quarta amostra em armazenada em temperatura ambiente controlada, em exposição à luz natural). As formulações-teste apresentando sinais de instabilidade (precipitação e turvação) adicionalmente às propriedades organolépticas inadequadas como aspecto, cor e odor subjetivamente desagradáveis, foram rejeitadas durante o desenvolvimento das

formulações (BRASIL, 2004; MOUSSAVOU e DUTRA, 2012).

2.2.1 Aspecto

A determinação do aspecto foi realizada por observação visual efetuando comparação se a amostra em estudo apresenta as mesmas características macroscópicas da amostra de referência. Os resultados foram registrados de acordo com seguinte escala: 1. Normal, sem alteração; 2. Levemente modificado; 3. Modificado; 4. Intensamente modificado. Pequenas alterações são aceitáveis em temperaturas elevadas (BRASIL, 2007; MOUSSAVOU e DUTRA, 2012).

2.2.2 Odor

A comparação foi realizada diretamente por meio do olfato, analisando se a amostra em estudo apresenta o mesmo odor da amostra de referência. Os resultados foram registrados de acordo com seguinte escala: 1. Normal, sem alteração; 2. Levemente modificado; 3. Modificado; 4. Intensamente modificado. Pequenas alterações são aceitáveis em temperaturas elevadas (BRASIL, 2007; MOUSSAVOU e DUTRA, 2012).

2.2.3 Cor

A comparação foi realizada diretamente por meio da observação visual, analisando se a amostra em estudo apresenta as mesmas características da amostra de referência. Os resultados foram registrados de acordo com seguinte escala: 1. Normal, sem alteração; 2. Levemente modificado; 3. Modificado; 4. Intensamente modificado. Pequenas alterações são aceitáveis em temperaturas elevadas (BRASIL, 2007; MOUSSAVOU e DUTRA, 2012).

2.2.4 Determinação da sensação tátil

Aplicou-se cerca de 2,5 g do produto no dorso da mão, depois desta ter sido lavada e seca. Avaliou-se os resultados das características sensoriais de acordo com a escala: demasiadamente duro e desagradável (DD); demasiadamente liso e desagradável (LD); duro, porém aceitável (DA); liso; porém aceitável (LA); pouco agradável (PA); agradável (AA); muito agradável (MA); pegajoso (PJ); áspero (AP) (BRASIL, 2004; BRASIL, 2007).

2.2.5 Teste de homogeneidade por centrifugação

É caracterizado por gerar estresse na amostra simulando um aumento na força de gravidade (3000 rpm durante 30 minutos), aumentando a mobilidade das partículas e antecedendo possíveis instabilidades. Deve ser avaliado visualmente a homogeneidade, o nível de afloramento, sedimentação ou a separação de fases (BRASIL, 2007).

2.2.6 Determinação do potencial hidrogeniônico - pH

A determinação do pH foi realizada utilizando-se um potenciômetro conectado a um eletrodo de vidro sensível ao pH. Foram pesadas 2 gramas de cada amostra e, em

um béquer, procedeu-se com a diluição destas em 20mL de água destilada, para realizar a leitura (BRASIL, 2007; MOUSSAVOU e DUTRA, 2012).

2.2.7 Contagem de micro-organismos mesófilos totais

Este ensaio foi executado para todas as amostras das três formulações após decorridos 21 dias do estudo de estabilidade. Foram separadas 1g de cada amostra para neutralização do conservante, adicionando 0,3g de polissorbato 80 e, com isso, foram preparadas soluções salinas nas concentrações 10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3} . O teste foi executado em duplicata para cada concentração em placas de cultura com meio TSA (para o crescimento bacteriano) e SDA (para o crescimento de fungos) e, para garantir maior segurança, o teste foi efetuado em uma capela de fluxo laminar (SCHMITT, 2015; BRASIL, 2007).

2.2.8 Avaliação da espalhabilidade

O teste de espalhabilidade foi realizado empregando-se metodologia proposta por Borghetti e Knorst (2006) sendo calculada por $E_i = d^2 \cdot p / 4$ (E_i = espalhabilidade da amostra para o peso i em mm^2); d = diâmetro médio (mm^2); $p = 3,14$. Por esse método, torna-se possível representar a espalhabilidade em gráficos, bem como a obtenção da espalhabilidade máxima, que é conceituada como o ponto no qual a adição de massa não provoca alterações significativas nos valores das áreas. O esforço-limite corresponde à massa adicionada no valor de espalhabilidade máxima. Para este teste foram utilizados pesos-padrão de 250 a 1000g.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As três formulações foram desenvolvidas com bases muito utilizadas em produtos farmacêuticos de uso tópico e, em conjunto com os óleos graxos de café verde e de café torrado, possuem o objetivo de tratar e aliviar os danos causados pela radiação solar sobre a pele.

Estes ativos têm demonstrado excelentes propriedades sensoriais, antioxidantes e anti-inflamatórias à pele devido ao seu teor de ácidos graxos. Dentre as propriedades relatadas para o óleo de café pode-se citar: o auxílio na regeneração dos lipídios da camada córnea, reestruturando a barreira cutânea e evitando a desidratação; propriedades emolientes provenientes dos ácidos graxos e a sua capacidade de bloquear os raios solares nocivos à pele. A propriedade emoliente é superior à dos óleos comuns, com conotações de ser renovador e estimulante (SAVIAN et al., 2011). Este propósito se torna possível devido à composição dos óleos graxos utilizados nestes produtos. Fazem parte da composição ácidos graxos saturados, destacando-se o ácido palmítico (cerca de 30%) e o ácido esteárico (7,0%), e por ácidos graxos poliinsaturados, dentre eles os ácidos linoléico (cerca de 40%), oléico (7,0%) e linolênico (2,0%).

Em relação à seleção das formulações-teste, foram empregados como excipientes os polímeros formadores de gel Carbopol® (F1), Natrosol® (F2) e Aristoflex® (F3). O Carbopol® é um polímero derivado do ácido acrílico que, para obter sua capacidade total de viscosidade,

necessita da incorporação de uma base orgânica ou inorgânica. Para o desenvolvimento desta formulação foi utilizada a trietanolamina para assim alcançar viscosidade desejada e permanecer estável. Porém, este veículo apresenta incompatibilidade com substâncias ácidas e íons polivalentes (FERREIRA; BRANDÃO, 2011).

O polímero utilizado em F2 é um derivado da celulose e é conhecido como Natrosol® ou hidroxietilcelulose. Ele possui uma característica não-iônica e pode ser usado para veicular ativos de uma ampla faixa de pH. Já o Aristoflex® (F3) é um copolímero sintético do ácido sulfônico neutralizado com amônia, é o excipiente de maior viscosidade quando comparado aos outros tipos de géis, permanece estável veiculando vários tipos de ativos e possui boas propriedades sensoriais (SOUZA; ANTUNES, 2016). O polissorbato 80 foi empregado para facilitar a incorporação das associações do óleo de café verde e torrado nos géis.

A qualidade do produto final deve ser analisada, de forma que seja possível avaliar a estabilidade do produto, em diferentes condições de armazenamento, ao decorrer dos testes. Desta maneira, o estudo de estabilidade é considerado de grande importância para a obtenção de informações sobre o comportamento dos produtos quando expostos às diferentes situações de estresse, sendo capaz de antecipar reações e incompatibilidades entre os componentes da formulação. (ISAAC et al., 2013).

Para realização do estudo de estabilidade preliminar foi utilizada como referência a amostra que permaneceu em temperatura ambiente ao abrigo da luz, objetivando a comparação com as demais amostras. A Tabela 2 reúne os resultados de todos os ensaios físico-químicos e organolépticos efetuados e avaliados.

Temperatura/ tempo	Ambiente (25°C ± 5°C)					Estufa (40°C ± 2°C)					Geladeira (5°C ± 2°C)					Luz natural indireta (25°C ± 5°C)				
	0	7	14	21	28	0	7	14	21	28	0	7	14	21	28	0	7	14	21	28
F1																				
Aspecto	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Odor	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Cor	SA	LM	LM	LM	LM	SA	LM	LM	LM	LM	SA	LM	LM	LM	LM	SA	LM	LM	LM	LM
Avaliação tátil	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
pH	4,7	5,3	5,2	5,7	4,1	4,7	5,1	5,1	5,5	4,3	4,7	5,8	5,7	5,5	4,3	4,7	5,4	5,2	5,2	4,2
Centrifugação	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
F2																				
Aspecto	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	AS	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Odor	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Cor	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Avaliação tátil	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
pH	4,9	6,2	5,3	5,4	5,6	4,9	5,1	5,3	5,4	5,5	4,9	6,2	5,3	5,3	5,4	4,9	5,3	5,3	5,4	5,5
Centrifugação	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
F3																				
Aspecto	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Odor	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Cor	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
Avaliação tátil	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA	MA
pH	4,7	5,6	5,5	5,5	5,6	4,7	5,4	5,5	6,4	6,6	4,7	6,4	5,6	6,7	5,4	4,7	6,5	5,5	6,7	6,6
Centrifugação	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA

Legenda: **Aspecto**: normal, sem alteração (SA); levemente separado (LS); levemente precipitado ou levemente turvo (LP); separado, precipitado ou turvo (SP). **Cor e Odor**: normal, sem alteração (SA); levemente modificada (LM); modificada (MO); intensamente modificada (IM). **Determinação tátil**: demasiadamente duro e desagradável (DD); demasiadamente liso e desagradável (LD); duro, porém aceitável (DA); liso; porém aceitável (LA); pouco agradável (PA); agradável (AA); muito agradável (MA); pegajoso (PJ); áspero (AP).

Tabela 2. Resultados globais obtidos na avaliação das características das formulações F1, F2 e F3 em função do tempo, temperatura e condições de armazenamento.

Logo após a manipulação (tempo zero), a formulação F1 apresentou aspecto homogêneo, com brilho e com presença de bolhas, enquanto a F2 e a F3 apresentaram-se homogêneas, com brilho e sem presença de bolhas. Apesar de semelhantes nestas características, a F2 demonstrou-se menos viscosa em relação à F3, devido à particularidade do polímero formador do gel. A cor das três formulações se apresentou levemente amarelada em decorrência da coloração dos ativos e o odor característico de café. O pH, conforme detalhado na Tabela 2, foi detectado dentro da faixa de 4,5 a 5,0, para as formulações F1, F2 e F3. O teste de homogeneidade por centrifugação para todas as formulações analisadas não informou alterações de precipitação ou turvação. A determinação da sensação tátil foi realizada de acordo com os critérios do formulador, portanto a F1 e a F2 foram classificadas como agradáveis, uma vez que apresentaram boa espalhabilidade, baixa viscosidade e não eram pegajosas, enquanto que a F3 foi considerada muito agradável por ter boa espalhabilidade, alta viscosidade e não ser pegajosa.

Após armazenagem em condições previamente especificadas, as formulações foram avaliadas a cada 7 dias por um total de 28 dias. Verificou-se na F1 após o sétimo dia uma leve modificação na coloração caracterizada pela perda da cor amarelada em determinados pontos, apresentando transparência. Esta alteração identificada é consequência da incompatibilidade existente entre o tipo de gel utilizado em F1 (Carbopol®) e a vitamina E (acetato de rancealfatocoferol) que, por sua vez, foi empregada à formulação com a função de antioxidante, ou seja, para evitar a oxidação do produto por fatores externos como luminosidade e elevada temperatura (SOUZA, 2016). Os resultados obtidos na determinação do pH de todas as formulações, encontram-se próximo ao pH cutâneo (4,6 - 5,8), mesmo após decorridos os 28 dias de testes, demonstrando que o produto não irá causar danos à pele (LEONARDI et al, 2002).

No que se refere ao teste de contagem de micro-organismos mesófilos totais, a neutralização do conservante presente nas formulações foi eficaz, não houve crescimento de micro-organismos. Sendo assim, é possível concluir que o produto analisado não possui tendência para crescimentos futuros de micro-organismos.

A espalhabilidade é uma das características essenciais das formulações de uso tópico, uma vez que está relacionada com a aplicação destas sobre a pele. As características de espalhabilidade estão ligadas à composição dos produtos e podem interferir em sua viscosidade (BORGHETTI e KNORST, 2006). Efetuados os cálculos, os valores de E_i encontrados foram organizados no Gráfico 1, observando-se que todas as formulações apresentaram uma relação diretamente proporcional entre o peso aplicado sobre a amostra e o valor da espalhabilidade (E_i), podendo afirmar que os componentes das três formulações bem como o local de armazenamento escolhido (temperatura ambiente ao abrigo da luz) repercutiram para um resultado positivo deste teste.

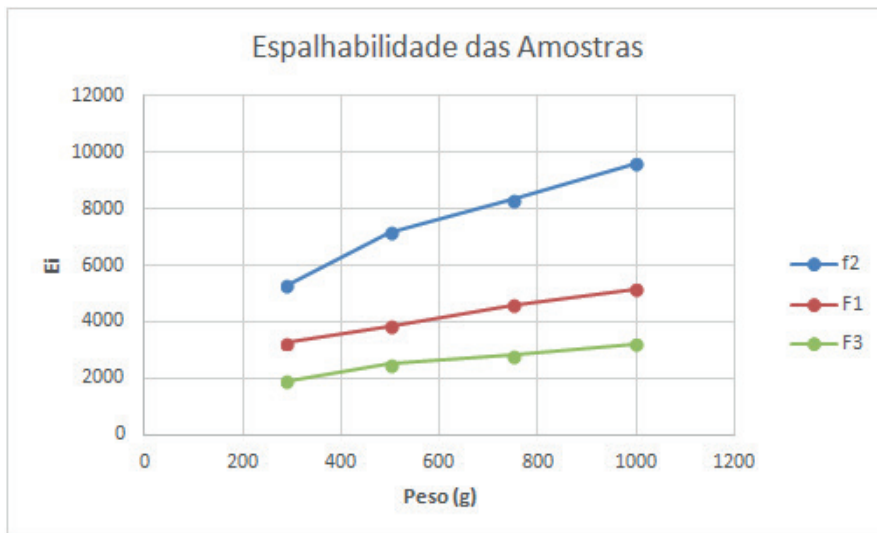


Gráfico 1: teste de espalhabilidade das formulações.

O produto desenvolvido neste trabalho é considerado inovador, uma vez que não é possível encontrar formulações semelhantes atualmente no mercado, principalmente com as associações entre o óleo do café verde e torrado. Entretanto, diversos artigos relatando desenvolvimento de formulações e estudo de estabilidade também utilizaram insumos derivados do café como ativo.

Um determinado estudo, propôs o desenvolvimento e avaliação da estabilidade de uma emulsão não-iônica semissólida contendo o óleo de café verde, bem como a caracterização de seu potencial Fator de Proteção Solar (FPS) e atividade antioxidante (SAVIAN et al, 2011). A metodologia para realizar a caracterização macroscópica (aspecto, cor, odor e sensação tátil), determinação do pH, teste de centrifugação e determinação da espalhabilidade foi semelhante a empregada neste trabalho.

4 | CONCLUSÃO

Foi possível desenvolver e avaliar géis com óleo de café para prevenção do fotoenvelhecimento. Com base nas pesquisas recentes sobre os insumos derivados do café, pode-se inferir que as formulações desenvolvidas são eficazes para o fim proposto. No estudo de estabilidade, as formulações de Natrosol® (F2) e Aristoflex® (F3) permaneceram estáveis, apresentando resultados satisfatórios. Entretanto, a formulação contendo o polímero formador de gel Carbopol® (F1) apresentou uma leve modificação na sua coloração original, após o sétimo dia de teste, provavelmente decorrente de sua incompatibilidade com componentes da formulação. É importante ressaltar que estes são estudos preliminares, e por isso, novos estudos avançados devem ser realizados, a fim de obter resultados para comprovação da eficácia e segurança. Além disso, os bons resultados no teste de espalhabilidade e na determinação da sensação tátil indicam que as características sensoriais são agradáveis, principalmente na formulação F3, sendo

possível prever que os produtos seriam bem aceitos pelos consumidores em uma posterior análise sensorial.

REFERÊNCIAS

AHSAN, H. et al. **Protective Effect of Sanguinarine on Ultraviolet B-mediated Damages in SKH-1 Hairless Mouse Skin: Implications for Prevention of Skin Cancer.** Photochemistry and photobiology, v. 83, n. 4, p. 986-993, 2007.

ALASMARI, K. M.; ZEID, I.M. A.; AL-ATTAR, A.M. **Medicinal Properties of Arabica coffee (Coffea arabica) Oil: An Overview.** Advancements in Life Sciences, v. 8, n. 1, p. 20-29, 2020.

ANDERSEN, L.F. et al. **Consumption of coffee is associated with reduced risk of death attributed to inflammatory and cardiovascular diseases in the Iowa Women's Health Study.** The American journal of clinical nutrition, v. 83, n. 5, p. 1039-1046, 2006.

BORGHETTI, G.S.; KNORST, M.T. **Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de loções O/A contendo filtros solares.** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. v.42, n.4, p.531-537, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos**, Brasília: Anvisa, 2007. 130 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos**, 1. ed., Brasília: ANVISA, 2004. 52 p.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC N° 4, de 30 de janeiro de 2014. **Dispõe sobre os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes e dá outras providências.** Brasília, 2014.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Anvisa Esclarece: 2841 - Cosmecêuticos, neurocosméticos, dermocosméticos e nutricosméticos.** 2015.

CHEN, C. et al. **EGb-761 prevents ultraviolet B-induced photoaging via inactivation of mitogen-activated protein kinases and proinflammatory cytokine expression.** Journal of dermatological science, v. 75, n. 1, p. 55-62, 2014.

CHIANG, H. et al. **Coffea arabica extract and its constituents prevent photoaging by suppressing MMPs expression and MAP kinase pathway.** Food and Chemical Toxicology, v. 49, n. 1, p. 309-318, 2011.

CONNAY, A.H. et al. **Inhibition of UVB-induced nonmelanoma skin cancer: a path from tea to caffeine to exercise to decreased tissue fat. In: Natural Products in Cancer Prevention and Therapy.** Springer, Berlin, Heidelberg, 2012. p. 61-72.

DRAELOS, Z.D. **Cosmecêuticos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2005, 246p.

FARRIS, **Idebenone, green tea, and Coffeeberry® extract: new and innovative antioxidants.** Dermatologic therapy, v. 20, n. 5, p. 322-329, 2007.

FENG, X. et al. **Effects of topical application of patchouli alcohol on the UV-induced skin photoaging in mice.** European Journal of Pharmaceutical Sciences, v. 63, p. 113-123, 2014.

FERREIRA A.O., BRANDÃO M. Guia Prático da Farmácia Magistral 4a ed., São Paulo: Pharmabooks Editora, 2011.

GIAMPIERI, F. et al. **Photoprotective potential of strawberry (*Fragaria x ananassa*) extract against UV-A irradiation damage on human fibroblasts.** Journal of agricultural and food chemistry, v. 60, n. 9, p. 2322-2327, 2012.

GÜLÇİN, I. **Antioxidant activity of food constituents: an overview.** Archives of toxicology, v. 86, n. 3, p. 345-391, 2012.

HIGDON, J.V.; FREI, B. **Coffee and health: a review of recent human research. Critical reviews in food science and nutrition,** v. 46, n. 2, p. 101-123, 2006.

HOU, H. et al. **Moisture absorption and retention properties, and activity in alleviating skin photodamage of collagen polypeptide from marine fish skin.** Food chemistry, v. 135, n. 3, p. 1432-1439, 2012.

ISAAC, Vera Lucia Borges, et al. **Análise sensorial como ferramenta útil no desenvolvimento de cosméticos.** Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, v. 33, n. 4, p. 479-488, 2013.

JADOON, S. et al. **Anti-aging potential of phytoextract loaded-pharmaceutical creams for human skin cell longevity.** Oxidative medicine and cellular longevity, v. 2015, 2015

JOHNSON, E.J. **Role of lutein and zeaxanthin in visual and cognitive function throughout the lifespan.** Nutrition reviews, v. 72, n. 9, p. 605-612, 2014.

KANG, T.H. et al. **Effects of red ginseng extract on UVB irradiation-induced skin aging in hairless mice.** Journal of ethnopharmacology, v. 123, n. 3, p. 446-451, 2009.

KLEIN, K. **Considerações sobre as formulações dos cosmecêuticos in Draelos, Z.D. Cosmecêuticos.** Rio de Janeiro: Elsevier, Cap. 3, 2005, p.19-23.

KNORST, M. T. **Desenvolvimento tecnológico de forma farmacêutica plástica contendo extrato concentrado de *Achyrocline satureioides*. Lam. DC. Compositae. (Marcela).** Porto Alegre, 1991. 228p. [Dissertação de Mestrado. Faculdade de Farmácia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul].

KUO, Y. et al. **Anti Inflammatory and anti photo damaging effects of ergostatrien-3 β -ol, isolated from *Antrodia camphorata*, on hairless mouse skin.** Molecules, v. 21, n. 9, p. 1213, 2016.

LEONARDI, Gislaiane Ricci; GASPAR, Lorena Rigo; CAMPOS, Patrícia M. B. G. Maia. **Estudo da variação do pH da pele humana exposta à formulação cosmética acrescida ou não das vitaminas A, E ou de ceramida, por metodologia não invasiva.** An. Bras. Dermatol., Rio de Janeiro, v. 77, n. 5, p. 563-569, Oct. 2002.

MICHALUN, M.V; MICHALUN, N. **Dicionário de ingredientes para cosméticos e cuidados da pele.** 3. ed. São Paulo: Cengage Learning: Editora Senac São Paulo, 2010, p.295.

MONTEIRO, E.O. **Cosmecêuticos-Atualização.** Rev Bras Med, v. 71, n. esp. g4, 2014.

MOUSSAVOU, U.P. A.; DUTRA, V.C. **Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos.** Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro – REDETEC, 35p., 2012

NORIEGA, P. et al. **Extratos naturais: desenvolvimento de produtos cosméticos e farmacêuticos.** Infarma-Ciências Farmacêuticas, v. 15, n. 7/8, p. 84-89, 2013.

PENG, C. et al. **Biology of ageing and role of dietary antioxidants**. BioMed research international, v. 2014, 2014.

RIBEIRO, C. J. **Cosmetologia Aplicada a Dermocosmética**. 2.ed. São Paulo: Pharmabooks Editora, 2010, 441p.

SAWAN, N.; JIMTAISONG, A. **Natural products as photoprotection**. Journal of cosmetic dermatology, v. 14, n. 1, p. 47-63, 2015.

SILVA, L.C. et al. **Delineamento de formulações cosméticas com óleo essencial de *Lippia gracilis* Schum (Alecrim-de-Tabuleiro) de origem amazônica**. Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences, v. 36, n. 2, 2015.

SAVIAN, A. L. et al. **Desenvolvimento e avaliação preliminar da estabilidade de emulsão não-iônica O/A contendo óleo de café verde como potencializador de fator de proteção solar**. Rev. Bras. Farm, v. 91, n. 2, p. 82-8, 2011.

SOUZA, V.M.; ANTUNES JR, D. **Ativos Dermatológicos: Dermocosméticos e Nutracêuticos 9**, Daniel Antunes Júnior: São Paulo, 2016.

VELAZQUEZ PEREDA, Maria Del Carmen et al. **Effect of green *Coffea arabica* L. seed oil on extracellular matrix components and water-channel expression in in vitro and ex vivo human skin models**. Journal of cosmetic dermatology, v. 8, n. 1, p. 56-62, 2009.

WU, Po-Yuan et al. **Alleviation of ultraviolet B-induced photodamage by *Coffea arabica* extract in human skin fibroblasts and hairless mouse skin**. International journal of molecular sciences, v. 18, n. 4, p. 782, 2017.

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

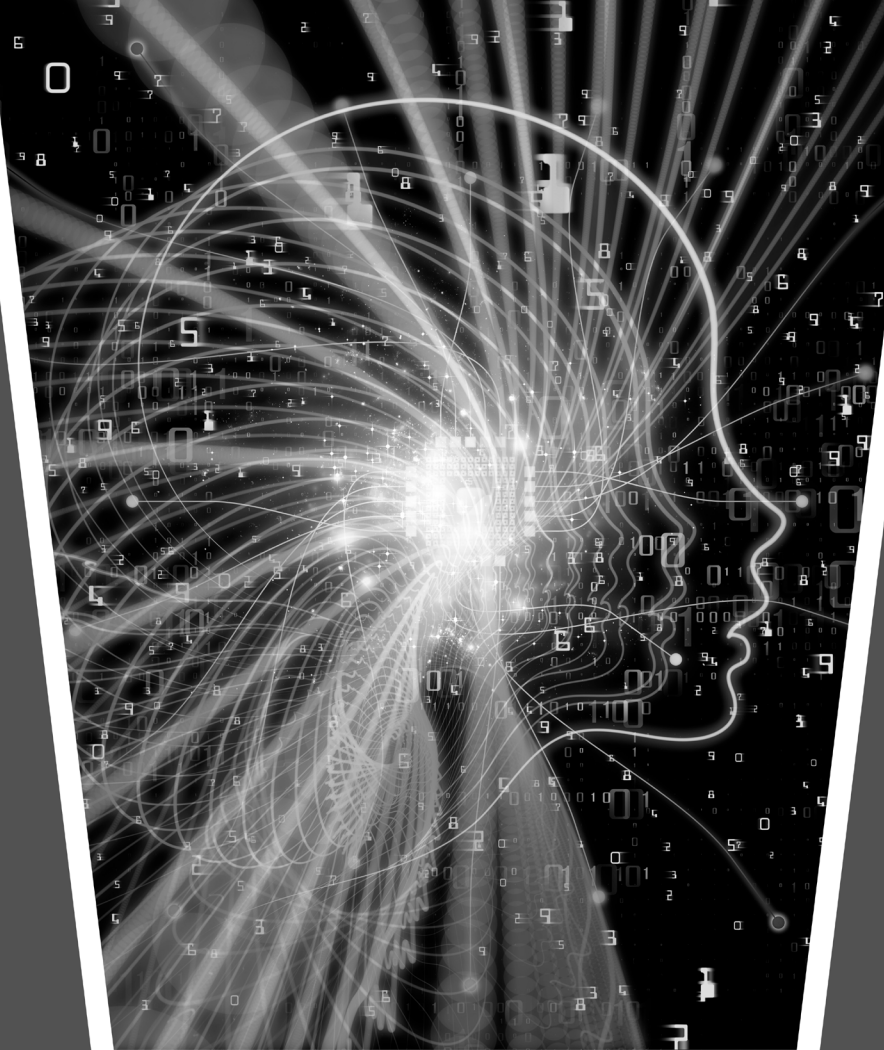
Transformação digital 163

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



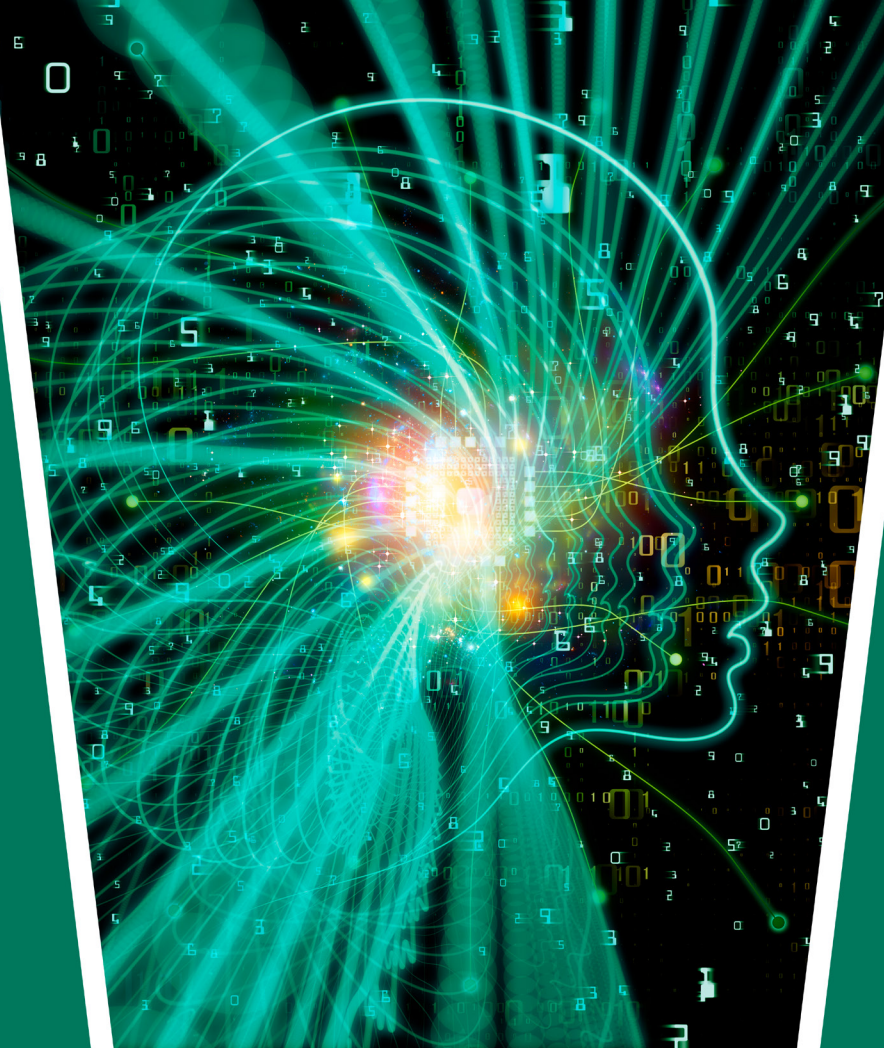
[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



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
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2021