



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

Filipe Alves Coelho  
Iara Lúcia Tescarollo  
Vicente Idalberto Becerra Sablon  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



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

Filipe Alves Coelho  
Iara Lúcia Tescarollo  
Vicente Idalberto Becerra Sablon  
(Organizadores)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª 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  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto 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  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª 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  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª 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  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª 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  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª 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  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª 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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª 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  
Profª 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. 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  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
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  
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª 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. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
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

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª 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

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª 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



## Engenharia moderna: soluções para problemas da sociedade e da indústria

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Filipe Alves Coelho  
Iara Lúcia Tescarollo  
Vicente Idalberto Becerra Sablon

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E57 Engenharia moderna [recurso eletrônico] : soluções para problemas da sociedade e da indústria / Organizadores Filipe Alves Coelho, Iara Lúcia Tescarollo, Vicente Idalberto Becerra Sablon. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5706-446-7  
DOI 10.22533/at.ed.467202809

1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. I. Coelho, Filipe Alves. II. Tescarollo, Iara Lúcia. III. Sablon, Vicente Idalberto Becerra.

CDD 620

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

### Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Enquanto esta obra era produzida, a humanidade via-se diante de uma de suas maiores crises recentes: a pandemia do novo coronavírus. Este cenário escancarou a importância da ciência como ferramenta e um dos pilares da evolução da sociedade. Ao lado da ciência, a engenharia implementa o conhecimento desenvolvido na forma de produtos e serviços, tornando real e sustentável o conhecimento científico.

Sem dúvida, o que tornou possível verdadeiras revoluções na ciência e na engenharia foram os conhecimentos desenvolvidos na interface entre distintas áreas do conhecimento. As ciências biológicas e a engenharia ambiental produziram equipamentos para tratamento de efluentes empregando microrganismos. A computação e a engenharia de processos permitem que um funcionário monitore e controle uma fábrica mesmo estando a quilômetros de distância. A medicina, física e engenharia elétrica produzem equipamentos que enxergam o interior do corpo humano em alta resolução.

Neste sentido, esta obra é uma coletânea de trabalhos de professores cientistas e engenheiros, com vasto conhecimento em suas áreas de atuação, que destaca como a ciência e a tecnologia são empregadas para resolver problemas da sociedade. Em comum, além dos esforços para tornar a sociedade e a indústria mais sustentáveis, está o fato de todos os trabalhos terem sido desenvolvidos na cidade de Campinas ou em cidades próximas.

A multidisciplinaridade presente nesta obra é reflexo de um trabalho em construção no sentido de agregar o conhecimento acumulado e condensá-lo em produtos e serviços ou mesmo um fim em si, visando informar a sociedade de que temos pesquisa de boa qualidade sendo feita no Brasil.

Com o compromisso de incentivar a pesquisa acadêmica, divulgar e disseminar o conhecimento, a Editora Atena, através dessa obra, traz um rico material pelo qual será possível atender aos anseios daqueles que buscam ampliar seus estudos nas temáticas aqui abordadas. Boa leitura!

Dilnei Giseli Lorenzi  
Pró-Reitor de Ensino Pesquisa e Extensão  
Universidade São Francisco  
Filipe Alves Coelho  
Iara Lúcia Tescarollo  
Vicente Idalberto Becerra Sablón  
Organizadores

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **GENERAL ASPECTS OF TELEMEDICINE: FROM EMERGENCE TO USE IN THE COVID PANDEMIC 19**

Ana Carolina Borges Monteiro

Reinaldo Padilha França

Giulliano Paes Carnielli

Yuzo Iano

Rangel Arthur

**DOI 10.22533/at.ed.4672028091**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **DISAGGREGATION OF LOADS IN THE SMART GRID CONTEXT**

Jézer Oliveira Pedrosa

Júlio Cesar Pereira

Ana Carolina Borges Monteiro

Reinaldo Padilha França

Yuzo Iano

Rangel Arthur

**DOI 10.22533/at.ed.4672028092**

### **CAPÍTULO 3..... 26**

#### **COMPUTAÇÃO DE ALTO DESEMPENHO EDINÂMICA MOLECULAR**

Fábio Andrijauskas

Glaucilene Ferreira Catroli

**DOI 10.22533/at.ed.4672028093**

### **CAPÍTULO 4..... 39**

#### **DISPOSITIVO PARA AUXÍLIO À PESSOAS COM DEFICIÊNCIA AUDITIVA**

Vicente Idalberto Becerra Sablon

Bruno Penteado Evangelista

Annete Silva Faesarella

**DOI 10.22533/at.ed.4672028094**

### **CAPÍTULO 5..... 53**

#### **FATURAMENTO PRÉ-PAGO DE ENERGIA ELÉTRICA: PANORAMA DA MODALIDADE E ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA BRASILEIRA**

Annete Silva Faesarella

Amanda de Oliveira Ferri

Ednan Ferreira da Silva

Vicente Idalberto Becerra Sablon

**DOI 10.22533/at.ed.4672028095**

**CAPÍTULO 6..... 66**

**EXPRESSÕES ANALÍTICAS DO CAMPO ELETROMAGNÉTICO NO DOMÍNIO DO TEMPO PROVOCADO POR TRANSITÓRIOS DE CORRENTE ELÉTRICA**

Geraldo Peres Caixeta

**DOI 10.22533/at.ed.4672028096**

**CAPÍTULO 7..... 83**

**DESEMPENHO DE MICRORREACTORES FABRICADOS POR MANUFATURA ADITIVA EM REAÇÃO DE SAPONIFICAÇÃO DO ACETATO DE ETILA**

Katherine Oliveira Alves

Vanessa de Souza Rocha

Filipe Alves Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.4672028097**

**CAPÍTULO 8..... 95**

**AVALIAÇÃO DA BIODEGRADAÇÃO E ENVELHECIMENTO ACELERADO POR RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA NA BLENDAS PBAT/TPS**

Fernanda Andrade Tigre da Costa

Marcelo Augusto Gonçalves Bardi

**DOI 10.22533/at.ed.4672028098**

**CAPÍTULO 9..... 116**

**ESTUDO DA EFICIÊNCIA DA REMOÇÃO DA PRATA SOLÚVEL EM EFLUENTES UTILIZANDO FIBRA DE COCO IN NATURA E ATIVADA**

Jaqueline Cristina de Souza

Núbia de Moura Dias Sousa

Pollyanna Oliveira Coutinho

Danielle Matias Rodrigues

Rafael Augusto Valentim da Cruz Magdalena

André Augusto Gutierrez Fernandes Beati

**DOI 10.22533/at.ed.4672028099**

**CAPÍTULO 10..... 137**

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS EMULSIONADOS FORMULADOS COM ÓLEO DE BURITI**

Jeane Caroline Oliveira

Ludmila de Oliveira Maia

Iara Lúcia Tescarollo

**DOI 10.22533/at.ed.46720280910**

**CAPÍTULO 11..... 152**

**EMBALAGEM CARTONADA: METODOLOGIA PARA SEPARAÇÃO E RECICLAGEM DE SEUS COMPONENTES**

Mayara Elizabeth Pereira

José Fernando Marin Junior

Roberta Martins da Costa Bianchi

**DOI 10.22533/at.ed.46720280911**

<b>CAPÍTULO 12.....</b>	<b>168</b>
DESAFIOS DA DRENAGEM URBANA NO ESTADO DE SÃO PAULO	
Ana Caroline Ross Mateo	
Angélica Sampaio dos Santos	
Renata Lima Moretto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46720280912</b>	
<b>CAPÍTULO 13.....</b>	<b>180</b>
DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE FILTRAÇÃO PARA MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA DE RIBEIRINHOS	
Gabriela Consoline Pires	
Liliani Alves da Silva	
Monica Tais Siqueira D'Amelio Felipe	
<b>DOI 10.22533/at.ed.46720280913</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>192</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>194</b>

# CAPÍTULO 10

## AVALIAÇÃO DE SISTEMAS EMULSIONADOS FORMULADOS COM ÓLEO DE BURITI

Data de aceite: 26/08/2020

Data de submissão: 13/07/2020

### Jeane Caroline Oliveira

Universidade São Francisco (USF)  
Campinas, São Paulo, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/3328002531543203>

### Ludmila de Oliveira Maia

Universidade São Francisco (USF)  
Campinas, São Paulo, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7678986056285254>

### Iara Lúcia Tescarollo

Universidade São Francisco (USF)  
Campinas, São Paulo, Brasil  
<http://lattes.cnpq.br/7236475214443844>

**RESUMO:** Emulsões cremosas são muito utilizadas em farmácias de manipulação para incorporação de diversos ativos com variadas aplicabilidades. O uso de insumos da biodiversidade brasileira levou ao desenvolvimento de inúmeros produtos. O óleo de buriti (*Mauritia flexuosa* L.) tem se destacado no uso tópico em função de sua propriedade como lubrificar e regenerar a barreira hidrolipídica da pele frequentemente submetida a lesões. Buscando a tendência do uso de produtos naturais em preparações dermatológicas o objetivo deste trabalho visou à produção e avaliação de emulsões tópicas contendo óleo de buriti. As formulações foram produzidas com duas diferentes bases autoemulsivas seguida da avaliação física e estudo preditivo da estabilidade

das formulações propostas. As amostras foram avaliadas quanto ao aspecto, odor, avaliação tátil, pH, viscosidade aparente, e estabilidade preliminar. As formulações propostas se mostraram agradáveis e adequadas sob aspecto sensorial. Os testes efetuados foram úteis na caracterização das formulações. As duas bases contendo óleo de buriti mostraram-se estáveis frente aos testes realizados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Óleo de buriti, Emulsão, Tecnologia farmacêutica.

### ANALYSIS OF EMULSIONED SYSTEMS FORMULATED WITH BURITI OIL

**ABSTRACT:** Moisturizing cream are widely used in compounding pharmacy for incorporation of various assets with varying applicability. The use of Brazilian biodiversity led to the development of many products. Buriti oil (*Mauritia flexuosa* L.) has excelled in topical due to their property to lubricate and regenerate the hydrolipidic barrier often subjected to damage skin. In search of trends for the use of natural products in dermatological preparations the objective of this work was aimed at production and evaluation of topical emulsions containing Buriti oil. The formulations were produced with two different emulsive bases followed by physical assessment and predictive study of the stability of the proposed formulations. The samples were evaluated for appearance, odor, sensory analysis, pH, apparent viscosity, and primary stability. Formulations proposals proved pleasant and appropriate under sensory aspect. The tests performed were useful in the characterization of the formulations. The two emulsions containing Buriti oil were stable

according to the tests performed.

**KEYWORDS:** Buriti oil. Emulsion, Pharmaceutical technology.

## 1 | INTRODUÇÃO

As farmácias de manipulação, no Brasil, têm passado recentemente por profundas transformações para atender aos preceitos crescentes de qualidade aos aspectos regulatórios mais rigorosos. Este período crítico promove mudanças na busca da melhoria contínua da qualidade, visando ao atendimento dos atributos básicos de segurança e eficácia relacionados. A aquisição de um conhecimento técnico mais específico e aprofundado, bem como a adaptação de tecnologias já existentes ao preparo unitário de medicamentos individualizados representam os principais avanços dos farmacêuticos magistrais (FERRARI; TESCAROLLO, 2018; FERREIRA; BRANDÃO, 2011).

O crescimento traz novas perspectivas inerentes ao aumento da demanda não só por medicamentos, como também por dermocosméticos manipulados, tendo em vista a necessidade de atender a consumidores cada vez mais informados e exigentes. Como recurso eficaz, formulações tópicas magistrais têm sido muito indicadas para as mais diferentes manifestações cutâneas. Dentre as bases tópicas existentes, as emulsões são muito utilizadas para incorporação de diversos ativos com variadas aplicabilidades. Recentemente surgiram, como nova dimensão estratégica, produtos associados à ideia de tratamento e beleza denominados dermocosméticos (FERRARI; TESCAROLLO, 2018; BRASIL, 2015; FERREIRA; BRANDÃO, 2011). As emulsões dermocosméticas fazem parte da maior classe de produtos formulados em farmácias de manipulação. Apresentam diferentes características e podem variar em consistência como de fluidos estruturados (loções, linimentos) a semissólidos (cremes). Emulsões do tipo óleo em água (O/A) e água em óleo (A/O) são amplamente utilizadas como veículos para administrar medicamentos à pele e pelas suas propriedades terapêuticas. A aceitação de tais formulações pelo paciente baseia-se em atributos sensoriais, como aparência, textura e sensação causada na pele. Emulsões A/O tendem a ser mais oleosas, não absorvem bem exsudatos aquosos de lesões cutâneas e às vezes também difícil de ser removidas da pele pela lavagem. Em contraste, as emulsões O/A misturam-se facilmente com exsudatos do tecido lesado e são mais facilmente removidas por lavagem (AULTON; TAYLOR, 2018). Dependendo da composição das emulsões cremosas, as mesmas podem hidratar a pele por oclusão e umectação (RIBEIRO, 2010).

A pele é o maior órgão do corpo humano, servindo como uma barreira ao ambiente externo. Sendo assim, está sujeita a várias desordens e doenças causadas

por microrganismos, pela exposição à radiação, pelo contato com materiais irritantes e pela perda de água (RIBEIRO, 2010; DRAELOS, 2005). Portanto, torna-se imprescindível o desenvolvimento de produtos de modo a evitar tais desordens e a promover o bem-estar e saúde da pele. Dermocosméticos também podem ser usados para tratar doenças como a acne, ictiose, dermatite atópica e rosácea. A cosmética dermatológica também inclui preparados para proteção dos raios ultravioleta, melasma e o fotoenvelhecimento (RIBEIRO, 2010; DRAELOS, 2005).

O desenvolvimento da ciência permitiu, não só encontrar respostas para em aplicações terapêuticas, como também procurou produzir novas formulações dermocosméticas baseadas nas propriedades físicas e químicas dos recursos naturais, bem como na sua composição química, tirando vantagem dos seus benefícios tanto dermatológicos como cosméticos (BRASIL, 2015).

O emprego de insumos de origem natural tem crescido, não só pelo avanço na investigação científica, mas também pelas reais vantagens na aplicação de produtos vegetais relativamente a alguns produtos sintéticos. Cabe salientar que sociedade vem exigindo a adoção de tecnologias de produção econômicas, ecológicas e seguras, que por sua vez, requerem um enorme esforço por parte dos investigadores na pesquisa de compostos distintos, naturais e competitivos (BORGES et al., 2013; RIBEIRO, 2010; DRAELOS, 2005;). Dentre os insumos de origem vegetal que tem sido empregado na formulação de produtos farmacêuticos e cosméticos encontra-se óleo de buriti.

O buriti (*Mauritia flexuosa*), também conhecido como coqueiro-buriti, miriti, muriti, muritim, palmeira-dos-brejos, carandá-guaçu e carnadaí-guaçu, é uma palmeira da família *Palmae*, comum nas regiões alagadas e úmidas do Centro-Oeste, Norte e Nordeste do Brasil (ALMEIDA et al., 1998). O óleo extraído da polpa dos frutos de buriti desperta interesse devido à sua composição química e ação farmacológica (SILVEIRA et al., 2005). Sua composição é rica em ácidos graxos como os ácidos oléico, palmítico, linoléico, linolênico, esteárico e mirístico. Alguns pesquisadores ainda destacam que o óleo de buriti também apresenta traços de ácido palmitoléico (ALBUQUERQUE et al., 2003; BASTOS e ASSUNÇÃO, 1998; VILLACHICA, 1996). Além dos ácidos graxos, o óleo de buriti também é rico em carotenóides e tocoferóis, o que sugere boa perspectiva na utilização desse produto como alternativa terapêutica e cosmética (ROSSO e MERCADANTE, 2007). O óleo de buriti tem a função de lubrificar e regenerar a barreira hidrolipídica da pele frequentemente submetida a lesões (ZANATTA et al., 2008). Dados reportam que, quando usado em produtos pós-sol, o óleo de buriti evita danos provocados por radiação UV, justamente por apresentar propriedades fotoprotetoras (ZANATTA et al., 2010a).

No desenvolvimento de formulações, a quantidade de óleo empregada varia



de acordo com a finalidade do produto a ser formulado. Encontram-se, na literatura, concentrações de uso de 1,5 a 10% (SOUZA; ANTUNES JÚNIOR, 2016). Quanto à toxicidade, testes clínicos realizados com formulações contendo 5% de óleo de buriti em sua composição mostraram que este não apresentou potencial irritante ou tóxico acima dos limites previstos por lei. Os produtos testados apresentaram excelente compatibilidade com a pele, sendo bastante tolerados por ela. Vale ressaltar que o uso do ácido oléico em formulações cosméticas deve ser feito de forma controlada devido ao seu leve poder comedogênico (SOUZA; ANTUNES JÚNIOR, 2016; SILVA, 2002).

Atualmente, existem no mercado, óleos de buriti beneficiados, que apresentam características especiais, como comportamento hidrofílico, o que facilita sua incorporação em produtos cosméticos, principalmente em formulações de base aquosa (emulsões O/A). O uso de ativos da biodiversidade brasileira levou ao desenvolvimento de inúmeros produtos farmacêuticos, o que torna imprescindível a padronização de protocolos experimentais para atestar a qualidade dessas preparações, sobretudo em farmácias de manipulação. Sendo assim, é de grande importância o estudo da utilização do óleo de buriti, no intuito de avaliar a aplicabilidade na área farmacêutica, sinalizando o aproveitamento de recursos naturais com desenvolvimento sustentável e contribuição social. Buscando a tendência do uso de produtos naturais em sistemas emulsionados de uso tópico, o objetivo deste trabalho visou à produção e avaliação de bases dermocosméticas contendo óleo de buriti oriundo da biodiversidade brasileira, passíveis de serem produzidas em farmácias de manipulação, seguida da avaliação física e estudo preditivo da estabilidade das formulações propostas.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Local de experimentação

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Desenvolvimento e Controle de Qualidade do Curso de Farmácia da Universidade São Francisco (USF) – Campinas, São Paulo.

### 2.2 Obtenção das emulsões

As emulsões dermocosméticas foram formuladas com matérias-primas denominadas pela *International Nomenclature Cosmetics Ingredients* (INCI). Formulação F1: *Cetearyl Alcohol* / *Sodium Cetearyl Sulf.* (Lanette N); *Isopropyl myristate* (miristado de isopropila); *Propylparaben* (propilparabeno); *Methylparaben* (metilparabeno); BHT (butilhidroxitolueno); *Disodium EDTA* (edetato dissódico); *Propylene Glycol* (propilenoglicol); *Mauritia flexuosa* Fruit Oil (óleo de buriti),

essência de buriti; *Aqua/ Water* (água). Formulação F2: formulada com os mesmos componentes da F1 alterando-se apenas a base autoemulsiva *Emulsifying Wax NF* (Polawax NF). A Tabela 1 destaca a composição qualitativa e quantitativa das formulações F1 e F2. Os componentes estão organizados obedecendo a uma sequência, do que está em maior quantidade para o que está em menor quantidade na formulação.

Componentes (INCI)	Formulações		Fase*
	Porcentagem (%)		
	F1	F2	
Aqua/ Water (Q.S.P.)	100	100	A
Cetearyl Alcohol / Sodium Cetearyl Sulf. (Lanette N)	10,0	-	O
Emulsifying Wax NF (Polawax NF)	-	10,0	O
Isopropyl myristate	5,0	5,0	O
Propylene Glycol	5,0	5,0	A
Mauritia flexuosa Fruit Oil	2,5	2,5	C
BHT	0,1	0,1	O
Methylparaben	0,1	0,1	A
Propylparaben	0,05	0,05	O
Disodium EDTA	0,01	0,01	A
Essência de buriti	0,01	0,01	C

Tabela 1: Composição qualitativa e quantitativa das formulações (% p/p).

Legenda: Q.S.P: Quantidade Suficiente Para. Fase: A (Aquosa), Fase O (Oleosa); Fase C (Ativo e Essência).

As emulsões foram preparadas seguindo os procedimentos farmacotécnicos para preparação de cremes (FERREIRA; BRANDÃO, 2011). A fase oleosa (Fase O) e a fase aquosa (Fase A) foram aquecidas sob temperatura de 70°C, a seguir, a fase aquosa foi adicionada sobre a fase oleosa, sob mesma temperatura, a agitação foi mantida até a temperatura de 40°C. A seguir incorporou-se o óleo de buriti e a essência artificial (Fase C), o processo de agitação foi mantido por mais trinta minutos. Após 48h (considerado Tempo 0 para as análises) as amostras foram separadas em grupos e acondicionadas em recipientes de vidro neutro transparente para posterior submissão dos testes de estabilidade preliminar. Em intervalos de tempo pré-estabelecidos (7, 14, 21 e 28 dias), amostras foram coletadas e analisadas quanto ao aspecto, características sensoriais e parâmetros físicos e físico-químicos.

As formulações-teste apresentando sinais de instabilidade (precipitação, turvação) adicionalmente às propriedades organolépticas consideradas

inadequadas, segundo critérios do formulador e também referendadas pela literatura, como aspecto, cor e odor subjetivamente desagradáveis, foram rejeitadas no estudo preliminar do desenvolvimento das formulações (BRASIL, 2004; BRASIL, 2007; MOUSSAVOU e DUTRA, 2012).

### **2.3 Determinação do tipo de emulsão**

Na determinação do tipo de emulsão realizou-se o método do corante. Os corantes utilizados para o ensaio foram o azul de metileno, solúvel em fase aquosa e sudan III, solúvel em fase oleosa. Foram preparadas lâminas com as emulsões misturadas aos corantes e observadas ao microscópio óptico em aumento de 250 vezes (LAVASELLI; RASIA, 2003).

### **2.4 Teste Preliminar da Estabilidade**

As amostras foram armazenadas à temperatura ambiente ( $25^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), à temperatura de  $5^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  em geladeira, e à temperatura de  $40^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$  em câmara de estabilidade da marca Nova Ética, modelo 420 CLD. Em intervalos de tempo pré-estabelecidos (início, 7, 14, 21 e 28 dias), amostras foram coletadas e analisadas quanto ao aspecto, características sensoriais e parâmetros físicos e físico-químicos. Os resultados foram comparados com aqueles obtidos dos ensaios efetuados para as preparações mantidas em temperatura ambiente. Todos os estudos foram baseados no Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2004), Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2007) e literatura especializada (ISAAC et al., 2008; MOUSSAVOU e DUTRA, 2012).

### **2.5 Determinação do Aspecto**

A determinação do aspecto foi realizada por observação visual avaliando se ocorreram alterações do tipo separação de fases, precipitação, turvação. A determinação do aspecto foi realizada transferido 2,0 gramas da amostra para placa de Petri, após prévia homogeneização, observou-se seu aspecto, homogeneidade, brilho, maciez, presença de bolhas de ar.

### **2.6 Determinação do Odor**

A determinação do odor foi realizada transferindo 2,0 gramas da amostra para placa de Petri, após prévia homogeneização, avaliou-se o odor diretamente através do olfato, sendo este comparado ao odor da amostra armazenada sob temperatura ambiente.

### **2.7 Determinação da Sensação Tátil**

O teste foi realizado aplicando-se cerca de 2,5 g do produto no dorso da mão, depois desta ter sido lavada e seca.

## 2.8 Determinação do potencial hidrogeniônico

As amostras foram diluídas a 10% e o pH obtido com pHmetro marca Qualxtron, modelo 8010. Foram efetuadas três leituras consecutivas, obtendo-se como resultado a média das três leituras.

## 2.9 Teste de homogeneidade por centrifugação

O teste foi realizado centrifugando-se 5 g de cada amostra separadamente, a 3000 rpm por 30 minutos sob temperatura ambiente, utilizando-se centrífuga TTETTICH Zentrifugen, modelo EBA 20. Em seguida avaliou-se visualmente a homogeneidade, o nível de afloramento, sedimentação ou exsudato.

## 2.10 Teste de viscosidade aparente

A viscosidade aparente é medida em um único ponto e através de cisalhamento constante. As determinações da viscosidade foram obtidas através do viscosímetro de Brookfield RVT, modelo LVT sob temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Cerca de 150 g de cada amostra foram transferidas para recipiente apropriado, evitando-se a permanência de bolhas. De acordo com testes preliminares utilizou-se *spindle* número 6. O teste foi efetuado em diferentes velocidades: 0,5; 1,0; 2,0; 2,5; 4,0 e 5,0 rpm/minuto. A partir dos resultados obtidos construiu-se um gráfico da viscosidade em *centiPoise* (cP) em função da velocidade de rotação em rpm ( $\text{r}\cdot\text{min}^{-1}$ ).

## 3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

É responsabilidade do formulador o desenvolvimento produtos dermatológicos estáveis, eficazes e seguros durante todo o tempo que durar seu prazo de validade. Na pesquisa e desenvolvimento de formulações os parâmetros a serem avaliados são definidos pelo formulador e dependem não só das características requeridas, como também dos componentes utilizados, da forma de apresentação e, principalmente, das especificações exigidas. Os principais ensaios incluem os organolépticos, físico-químicos e microbiológicos. Um cuidado a ser tomado é que os testes realizados devem, de fato, representar o conjunto de parâmetros que avaliem também a estabilidade do produto.

Dentre as inúmeras bases dermocosméticas utilizadas, a emulsão cremosa é muito popular na farmácia magistral e possui boa aceitação pelos consumidores. É resultante da dispersão de uma fase interna formada por gotículas ou glóbulos de um líquido distribuídos em um veículo no qual é imiscível, a fase externa, empregando um sistema tensoativo. Neste trabalho foram desenvolvidas duas emulsões cremosas distintas sob o ponto de vista iônico, ou seja, uma base autoemulsiva sulfatada de caráter aniônico (Cetearyl Alcohol / Sodium Cetearyl Sulf. - Lanette N) e outra uma

base autoemulsiva etoxilada não-iônica (Emulsifying Wax NF - Polawax NF), a fim de se estabelecer um grau de comparação de estabilidade ao incorporar o emoliente natural extraído do buriti (*Mauritia flexuosa* L.). O tipo de base emulsionante pode repercutir nas características intrínsecas das emulsões preparadas.

O óleo de buriti foi escolhido em virtude de suas propriedades na pele. Sua composição é rica em ácidos graxos, altos teores de  $\beta$ -caroteno e tocoferol. Os ácidos graxos, em especial o ácido oléico, auxiliam na regeneração da barreira hidrolipídica protetora da pele. Assim, pode ser empregado em cremes e loções para o corpo, óleos de banho e sabonetes (TESCAROLLO et al., 2016; BIGHETTI et al., 2008; ZANATTA et al. 2010b; SOUZA; ANTUNES JÚNIOR, 2016). Devido ao seu alto teor de  $\beta$ -caroteno, ele pode ser usado na fabricação de protetores solares e produtos pré e pós-sol. Testes clínicos mostraram que a adição de 5% de óleo de buriti em uma formulação de protetor solar acarretou em um acréscimo de cerca de 20% no FPS (Fator de Proteção Solar) final do produto, quando comparado a outro sem a adição do óleo (SILVA, 2002). Nas formulações F1 e F2 o óleo de buriti foi empregado como emoliente na concentração de 2,5 %.

Os emolientes são matérias-primas lipofílicas fundamentais nas emulsões cremosas, tendo várias funções relacionadas à formulação ou ao uso. Podem atuar como veículo e solvente de ativos, otimizar a permeação cutânea, atuar como agentes de brilho e consistência, contribuir na aparência da formulação e melhorar o espalhamento e a percepção sensorial final do produto pelo consumidor; hidratação e suavidade à pele e oferecer suplementos lipídicos (DEDEREN et al., 2012). Ribeiro (2010) destaca que os emolientes podem ainda exercer função de barreira protetora, são capazes de reter a umidade da pele e evitar a perda de água transepidermal. Os óleos vegetais têm vantagem de ser naturais e ricos em triglicerídeos de ácidos graxos insaturados, portanto, material semelhante ao encontrado na pele. O miristato de isopropila é uma mistura de ésteres do álcool isopropílico com ácidos graxos saturados, principalmente o ácido mirístico. É um éster resistente à oxidação e a hidrólise, não é sensibilizante ou irritante e absorvido pela pele. Tem baixo caráter oleoso sendo indicado para ser usado em formulações corporais (MICHALUN e MICHALUN, 2010). Neste trabalho o miristato de isopropila também foi usado como emoliente com objetivo de facilitar espalhamento da emulsão, além de conferir um toque agradável.

Para evitar possível oxidação à que os óleos vegetais estão susceptíveis foi usado o butilhidroxitolueno como antioxidante e o edetato dissódico como agente sequestrante. O sistema conservante foi composto pela associação entre propilparabeno e metilparabeno a fim de se prolongar o período de estabilidade da formulação. O propilenoglicol foi adicionado como umectante e a água como fase aquosa para completar a preparação (MICHALUN e MICHALUN, 2010). Neste

estudo as amostras foram armazenadas em condições previamente padronizadas sendo que as análises foram realizadas de sete em sete dias pelo período de 28 dias sendo os resultados apresentados no Quadro 1

Temperatura/ Tempo	Ambiente					Geladeira					Estufa				
	(25° ± 5°C)					(5° ± 2°C)					(40° ± 2°C)				
	0	7	14	21	28	0	7	14	21	28	0	7	14	21	28
<b>F1</b>															
Aspecto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	L	L
Avaliação tátil	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA	LA
pH	6,0	5,9	5,9	6,1	6,1	6,0	5,9	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	5,9	6,1	6,1
Centrifugação	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
<b>F2</b>															
Aspecto	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	L	L
Avaliação tátil	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA	DA
pH	5,2	5,1	5,2	5,4	5,4	5,2	5,2	5,3	5,5	5,5	5,2	5,3	5,1	5,6	5,6
Centrifugação	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

Quadro 1. Resultados globais obtidos na avaliação das características das Formulações F1, F2 e F3 em função do tempo e temperatura e condições de armazenamento.

**Legenda: Aspecto:** Normal, homogêneo e sem alterações (N); Levemente separado (L); Separado (S). **Odor:** Normal, sem alteração (N); Levemente modificado (L); Modificado (M); Intensamente modificado (I). **Cor:** Normal, sem alteração (N); Levemente modificado (L); Modificado (M); Intensamente modificado (I). **Separação de fases por centrifugação:** (-) não houve separação de fases, (+) houve separação de fases. **Avaliação tátil:** (DD) Duro e desagradável; (LD) Liso e desagradável; (DA) Duro agradável; (LA) Liso agradável; (PA) Pegajoso agradável; (PD) Pegajoso desagradável; (AA) Áspero agradável; (AD) Áspero desagradável; (SA) Seco agradável; (SD) Seco desagradável; (AA) Aveludado agradável; (AD) Aveludado desagradável.

De acordo com Isaac e colaboradores (2008) o teste de estabilidade preliminar consiste em submeter a amostra a condições extremas de temperatura e realizar os ensaios em relação aos vários parâmetros. Devem ser realizados antes de disponibilizar os produtos ao consumo, requisito fundamental à qualidade e à segurança dos mesmos. Produtos expostos ao consumo e que apresentem problemas de estabilidade físico-química e/ou microbiológica, além de descumprirem os requisitos técnicos de qualidade, podem colocar em risco a saúde do consumidor

e configurar infração sanitária (BRASIL, 2004). Conforme Isaac et al. (2008), o teste de estabilidade é considerado um procedimento preditivo, baseado em dados obtidos de produtos armazenados em condições que visam acelerar alterações passíveis de ocorrer nas condições de mercado. Embora todo procedimento preditivo não represente um resultado absoluto, possui uma ótima probabilidade de fornecer dados relevantes sobre o comportamento de um produto durante o seu armazenamento e utilização (BRASIL, 2004).

A Figura 1 apresenta a aparência das emulsões submetidas ao teste de centrifugação para as amostras armazenadas nas diferentes condições de tempo e temperatura.

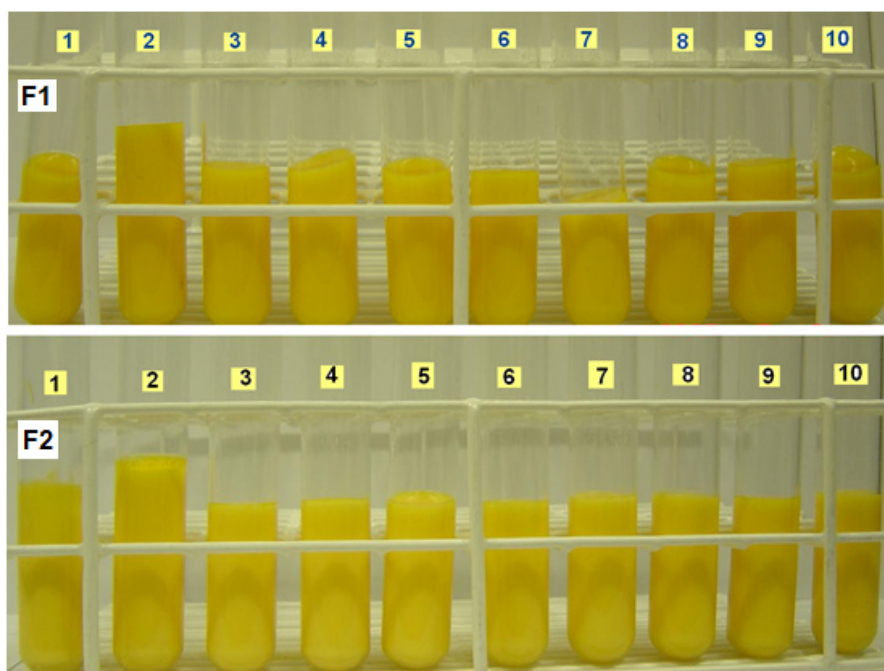


Figura 1. Aparência das emulsões preparadas com 2,5 % de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*) em base autoemulsiva aniônica sulfatada (F1) e base autoemulsiva não iônica etoxilada (F2). Condições: 1.  $T_0$  (Tempo zero); 2.  $T_7$  (5+/- 2°C); 3.  $T_{14}$  (5+/- 2°C); 4.  $T_{21}$  (5+/- 2°C); 5.  $T_7$  (25+/- 2°C); 6.  $T_{14}$  (25+/- 2°C); 7.  $T_{21}$  (25+/- 2°C); 8.  $T_7$  (40+/- 2°C); 9.  $T_{14}$  (40+/- 2°C); 10.  $T_{21}$  (40+/- 2°C).

A avaliação da aparência foi baseada em critérios subjetivos, construindo-se uma escala de valores arbitrários. O propósito desta avaliação foi o de verificar a ocorrência de quaisquer alterações que comprometessem a homogeneidade do sistema. De acordo com os resultados obtidos, observa-se que as duas formulações propostas neste trabalho, apresentaram-se homogêneas, não havendo alterações

significativas no aspecto e cor frente às condições empregadas no teste. As características relacionadas ao brilho das emulsões foram observadas visualmente, como resultado pôde-se notar que o brilho é uma característica intrínseca do tipo de base, ou seja, o Lanette N apresentou-se brilhoso, enquanto que o Polawax NF apresentou-se opaco; características essas que não foram alteradas durante o período de estudo.

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos na determinação do tipo de emulsão e na caracterização dos tamanhos dos glóbulos da fase dispersa, sendo que tanto a amostra F1 como F2 foram caracterizadas como emulsões O/A sendo visível a impregnação dos corantes nas respectivas fases.

O odor foi comparado ao do padrão e foi mensurado diretamente através do olfato, um parâmetro subjetivo, mas aceito e preconizado pelo Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2004). O resultado foi uma alteração na intensidade do odor das emulsões submetidas à estufa ( $40 \pm 2^\circ\text{C}$ ) com o decorrer do tempo do que àqueles submetidos à geladeira ( $5 \pm 2^\circ\text{C}$ ), o que se pode justificar pela maior sensibilidade ao estresse térmico.

A avaliação tátil pode ser considerada subjetiva, mas é importante para a aquisição de um produto pelo consumidor, no caso das formulações estudadas foi possível verificar que as mesmas mantiveram suas características durante o período de estudo sendo classificadas como agradáveis ao uso.

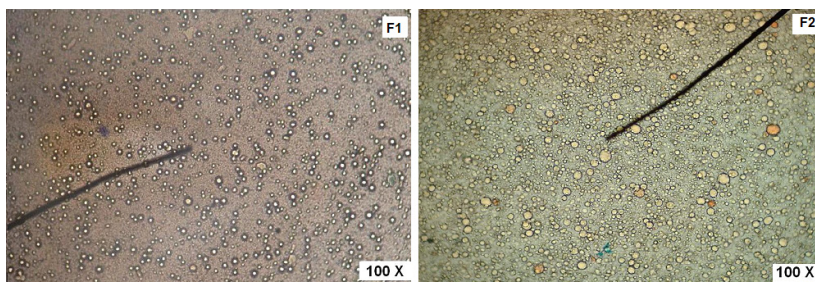


Figura 2. Microfotografias das emulsões preparadas com 2,5 % de óleo de buriti (*Mauritia flexuosa*) em base autoemulsiva aniônica sulfatada (F1) e base autoemulsiva não iônica etoxilada (F2). Amostras do tempo zero armazenadas sob temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ). Aumento de 100 vezes.

No que tange ao pH os valores estiveram entre pH 5,9 a 6,0 para F1 e pH 5,1 a 5,6 para F2. Esta diferença não foi considerada e está compatível com o pH da pele que é levemente ácido (4,6 – 5,8) e que contribui na proteção contra microrganismos (HARRIS, 2018).

A viscosidade é uma variável que caracteriza reologicamente um sistema.



A avaliação desse parâmetro ajuda a determinar se um produto apresenta a consistência ou fluidez apropriada e pode indicar se a estabilidade é adequada, ou seja, fornece indicação do comportamento do produto ao longo do tempo (ISAAC et al., 2008).

De acordo com os resultados obtidos (Figuras 3, 4 e 5), foi possível observar pequenas alterações no comportamento das formulações frente ao estresse térmico pelo qual as mesmas foram submetidas. As formulações apresentaram comportamento não newtoniano com características pseudoplásticas, ou seja, houve diminuição da viscosidade a partir do aumento da velocidade de cisalhamento. Esta característica também foi descrita por Zanatta, et al. (2010b) em seu estudo envolvendo emulsões de cristais líquidos contendo óleo de buriti.

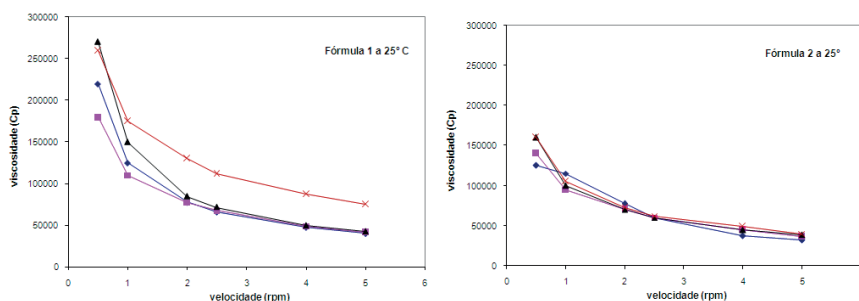


Figura 3. Resultados obtidos na determinação da viscosidade em *centiPoise* (1 Cp) em função da velocidade de rotação em rpm ( $\wedge$ ) das formulações F1 e F2 sob temperatura ambiente ( $25\pm 2^\circ\text{C}$ ) armazenadas por um período de 21 dias, sendo:  $\square$  tempo zero;  $\square$  7 dias;  $\blacktriangle$  14 dias;  $\times$  21 dias.

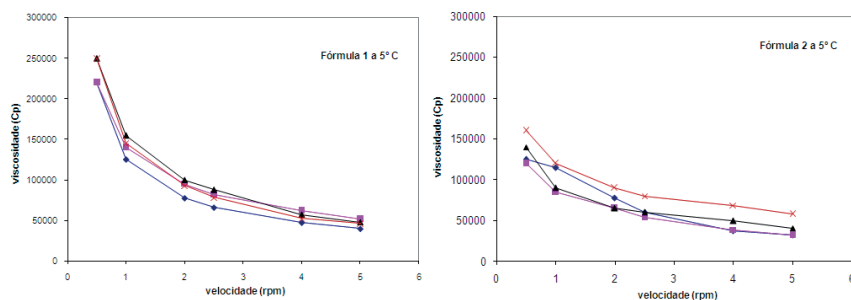


Figura 4. Resultados obtidos na determinação da viscosidade em *centiPoise* (1 Cp) em função da velocidade de rotação em rpm ( $\wedge$ ) das formulações F1 e F2 sob temperatura ambiente ( $5\pm 2^\circ\text{C}$ ) armazenadas por um período de 21 dias, sendo:  $\square$  tempo zero;  $\square$  7 dias;  $\blacktriangle$  14 dias;  $\times$  21 dias.

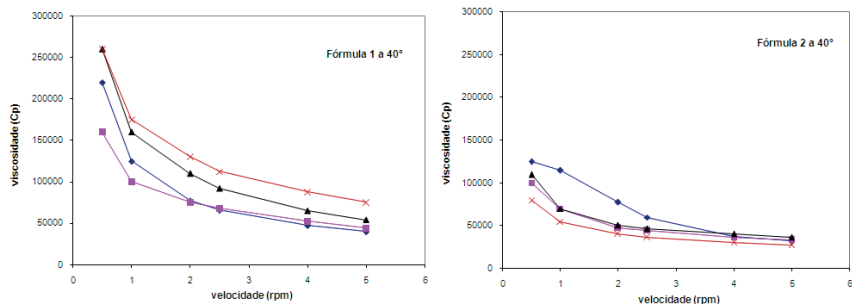


Figura 5. Resultados obtidos a partir na determinação da viscosidade em *centiPoise* (1 Cp) em função da velocidade de rotação em rpm ( $\lambda$ ) das formulações F1 e F2 sob temperatura ambiente ( $40\pm 2^\circ\text{C}$ ) armazenadas por um período de 21 dias, sendo: □ tempo zero; ◇ 7 dias; ▲ 14 dias; x 21 dias.

As formulações apresentaram comportamento não newtoniano com características pseudoplásticas, ou seja, houve diminuição da viscosidade a partir do aumento da velocidade de cisalhamento. Esta característica também foi descrita por Zanatta, et al. (2010b) em seu estudo envolvendo emulsões de cristais líquidos contendo óleo de buriti.

#### 4 | CONCLUSÃO

Dentro das condições experimentais utilizadas neste trabalho foi possível concluir que o objetivo de desenvolver sistemas emulsionados acrescidas de óleo de buriti foi alcançado com sucesso. As formulações propostas se mostraram agradáveis e adequadas sob aspecto sensorial. Os testes efetuados foram úteis na caracterização dos produtos e as bases emulsionadas contendo óleo de buriti mostraram-se estáveis frente aos testes realizados. A técnica de preparo se mostrou reprodutível, de fácil manipulação. A abordagem adotada também permitiu a construção de uma base científica no desenvolvimento de preparações magistrais, assim como, na seleção dos componentes no decorrer de seu processo produtivo.

#### REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. L. S. et al. Infrared absorption spectra of Buriti (*Mauritia flexuosa* L.) oil. **Vibrational Spectroscopy**, v. 33, n. 1-2, p. 127-131, 2003.

ALMEIDA, S.P. de et al. Cerrado: espécies vegetais úteis. **Planaltina: Embrapa-CPAC**, v. 464, 1998.

AULTON, Michael E.; TAYLOR, Kevin MG (Ed.). **Aulton's Pharmaceutics E-Book: The Design and Manufacture of Medicines**. Elsevier Health Sciences, 2018.

- BASTOS, A. C. L. M.; ASSUNÇÃO, F. P. Oxidação dos óleos de tucumã (*Astrocaryum vulgare* Mart) e buriti (*Mauritia flexuosa* Mart). In.: **Tópicos especiais em tecnologia de produtos naturais**. Belém: UFPA, NUMA, POEMA, 1998, 302p.
- BIGHETTI, A.E. et al. Desenvolvimento de Sabonete em Barra com Óleo de Buriti (*Mauritia flexuosa* L.). **Infarma-Ciências Farmacêuticas**, v. 20, n. 5/6, p. 10-16, 2008.
- BORGES, R.C.G.; GARVIL, M.P.; ROSA, G.A.A. Produção de fitocosméticos e cultivo sustentável da biodiversidade no Brasil. **e-RAC**, v. 3, n. 1, 2013.
- BRASIL. Agência de Vigilância Sanitária. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos** (séries temáticas), v.1, Brasília: Anvisa, 2004.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos**. 2a. edição. Brasília: Anvisa, 2007, 120 p.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Anvisa Esclarece: 2841 - Cosmecêuticos, neurocosméticos, dermocosméticos e nutricosméticos. 2015.
- DEDEREN, J. C.; CHAVAN, B.; RAWLINGS, A. V. Emollients are more than sensory ingredients: the case of Isostearyl Isostearate. **International journal of cosmetic science**, v. 34, n. 6, p. 502-510, 2012.
- DRAELOS, Z.D. **Cosmecêuticos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005, 246 p.
- FERRARI, R.A.; TESCAROLLO, I.L. Caracterização de bases dermocosméticas formuladas com modificadores sensoriais. **Interbio** v.12 n.2, Jul-Dez, 2018, p.28-37.
- FERREIRA, A. O.; BRANDÃO, M. Guia prático da Farmácia Magistral, 3.ed, Volume 1 e 2, Pharmabooks: São Paulo, 2011.
- HARRIS, M.I.N.C. **Pele: Do nascimento à maturidade**. São Paulo: Senac, 2018.
- ISAAC, V.L.B. et al. Protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos. **Revista de Ciências Farmacêuticas básica e aplicada**, v. 29, n. 1, p. 81-96, 2008.
- LAVASELLI, S.A.; RASIA, R.J. Reología y estabilidad de excipientes para productos dermatológicos, elaborados con concentraciones variables del mismo emulgente. **Acta Farm. Bonaerense**, v. 23, n. 1, p. 59-66, 2004.
- MICHALUN, M.V.; MICHALUN, N. **Dicionário de ingredientes para cosméticos e cuidados da pele**. São Paulo: Cengage Learning Editora Senac São Paulo, 2010, 353p.
- MOUSSAVOU, U.P. A.; DUTRA, V.C. **Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos**. Rede de Tecnologia e Inovação do Rio de Janeiro – REDETEC, 2012, 35p.
- RIBEIRO, C. **Cosmetologia Aplicada a Dermocosmética**. 2.ed. São Paulo: Pharmabooks Editora, 2010, 441p.
- ROSSO, V.V.; MERCADANTE, A.Z. Identification and quantification of carotenoids, by HPLC-PDA-MS/MS, from Amazonian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, n. 13, p. 5062-5072, 2007.

SILVA, C. R. Bioativos tropicais com eficácia comprovada. **Cosmet Toilet**, v. 14, n. 1, p. 42-6, 2002.

SILVEIRA, C. S. et al. Atividade antimicrobiana dos frutos de *Syagrus oleracea* e *Mauritia vinifera*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n. 2, p. 143-148, 2005

SOUZA, V.M.; ANTUNES JUNIOR, D. **Ativos dermatológicos: Dermocosméticos e nutracêuticos**. São Paulo: Daniel Antunes Junior, 2016, 826p.

TESCAROLLO, I.L. et al. Sensory analysis and physicochemical of phytocosmetic moisturizer formulated with oil buriti. **Visão Acadêmica**, v. 17, n. 1, 2016, p.31-44.

VILLACHICA, H. et al. **Frutales y hortalizas promisorios de la Amazonia**. Lima: Tratado de Cooperacion Amazonica, Secretaria Pro-Tempore, 1996, 367p.

ZANATTA, C. F. et al. Photoprotective potential of emulsions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) against UV irradiation on keratinocytes and fibroblasts cell lines. **Food and chemical toxicology**, v. 48, n. 1, p. 70-75, 2010a.

ZANATTA, C.F. et al. Rheological behavior, zeta potential, and accelerated stability tests of Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) emulsions containing lyotropic liquid crystals. **Drug development and industrial pharmacy**, v. 36, n. 1, p. 93-101, 2010b.

ZANATTA, C.F. et al. Low cytotoxicity of creams and lotions formulated with Buriti oil (*Mauritia flexuosa*) assessed by the neutral red release test. **Food and chemical toxicology**, v. 46, n. 8, p. 2776-2781, 2008.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acessibilidade 41, 63  
Aguapé 180, 181, 184, 185, 187, 188, 190, 191  
Águas Pluviais 176, 177, 178, 179  
Amido 95, 97, 98, 99, 104, 107, 115  
Auditiva 39, 40, 41, 42, 51, 52

### B

Bacia hidrográfica 169, 177  
Balanço hídrico 169  
Biodegradação 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 108, 109, 110, 111, 112, 114, 115  
Biofiltros 183  
Blenda 95, 99, 100, 102, 104, 110, 112  
Buriti 137, 138, 139, 140, 141, 144, 146, 147, 148, 149, 150, 151

### C

Campo Eletromagnético 66, 67, 68, 79, 80, 81  
Coliformes 180, 182, 189, 190  
Computadores 27, 32, 33, 34, 35, 86  
Computer 1, 2, 14, 26, 33, 37, 85  
Condutividade 180, 185, 187  
Contaminada 182  
Corrente elétrica 61, 66, 67, 80, 81, 152, 164  
COVID-19 1, 8, 9, 13

### D

Dados demográficos 172  
Deep Learning 2, 11, 12  
Deficiência 39, 40, 41, 42, 50, 51, 52  
Degradação 95, 97, 99, 100, 102, 104, 108, 109, 113, 114, 152, 155, 162, 175, 177  
Dermocosméticos 138, 139, 150, 151  
Desempenho 26, 29, 30, 32, 33, 34, 64, 68, 83, 88, 89, 91, 92, 93, 124, 126, 127, 184  
Dinâmica Molecular 26, 27, 28, 30, 31, 34, 36

Disaggregation of loads 14, 24  
Dispositivo 39, 40, 41, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 55  
Drenagem 168, 170, 171, 172, 175, 176, 177, 178, 179

## **E**

Embalagem 152, 154, 155, 156, 159  
Emulsão 137, 142, 143, 144, 147  
Estabilidade 137, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 150  
Experiências 40, 60, 64

## **F**

Faturamento 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 64  
Filtração 122, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191

## **H**

Health 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 149, 181

## **I**

Internet 2, 3, 5, 6, 11, 15, 25, 56, 58

## **M**

Machine Learning 2, 10  
Manufatura 83, 85, 87, 92, 93  
Medidores 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64  
memória 29, 31, 32, 33, 34, 35, 48  
Microrreatores 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

## **N**

Neural Networks 2, 14, 15, 24

## **O**

Órteses 41

## **P**

Pandemic 1, 8, 9, 10  
Polímeros 97, 98, 115, 167  
Processos 25, 30, 33, 34, 35, 55, 84, 85, 86, 97, 102, 116, 118, 121, 128, 132, 165, 177, 183, 192  
Protótipo 39, 50, 51, 83, 86, 155, 156, 160, 165

## **R**

Reciclagem 118, 152, 153, 154, 155, 159, 165, 166, 167

## **S**

Saponificação 83, 88, 89, 94

Simulação 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 81, 134, 192

Smart Grid 14, 15, 24, 25, 65

## **T**

Tecnologia assistiva 39, 40, 51

Telecommunications 1, 2, 4





Telemedicine 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

## **U**

Urbana 168, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179





## **V**

Viscosidade 137, 143, 147, 148, 149

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

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



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

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