

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

2

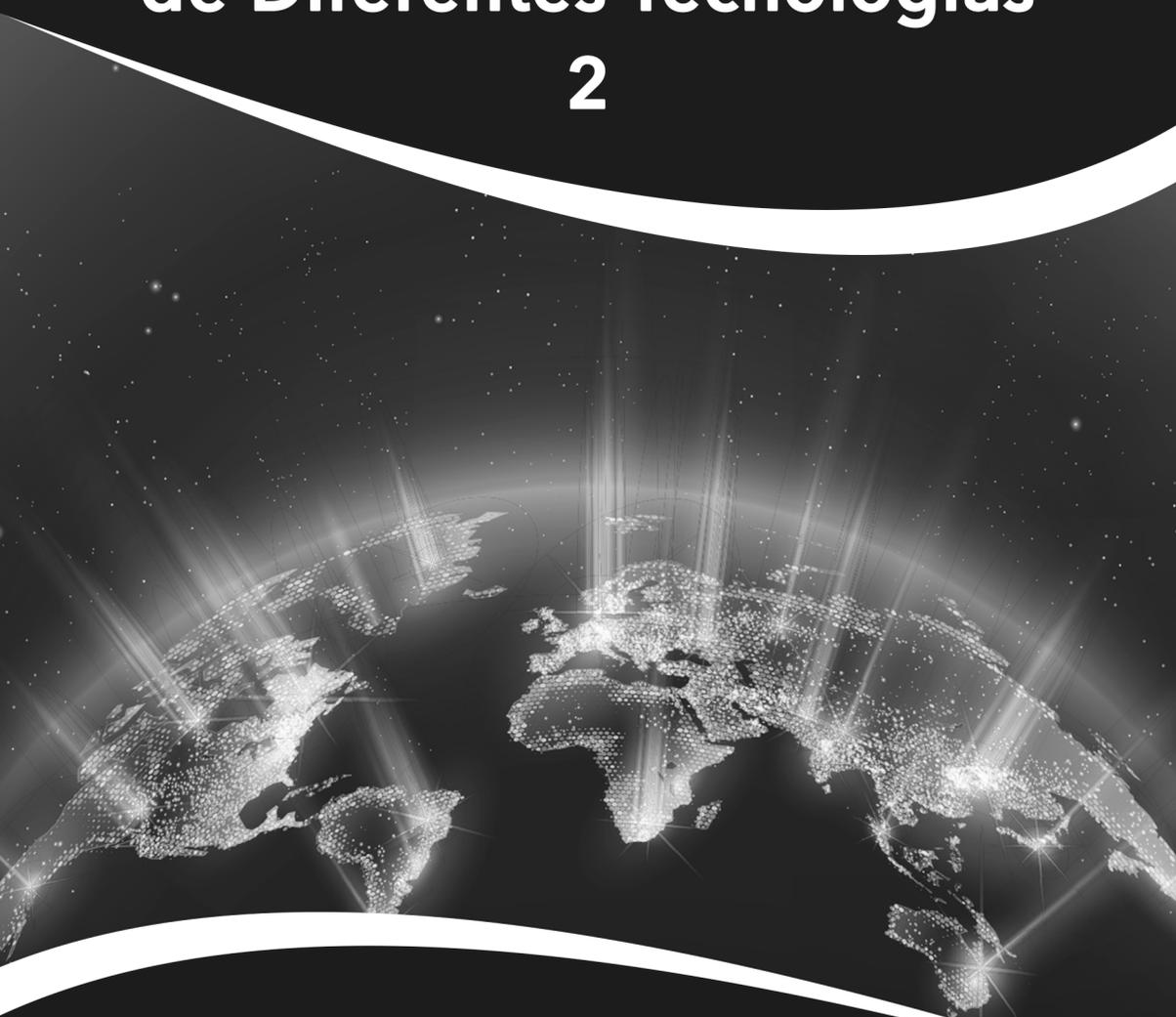


Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Nítalo André Farias Machado
Romário Martins Costa
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2020

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

2



Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Nítalo André Farias Machado
Romário Martins Costa
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2020

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

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. 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
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 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^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. 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 Dr. 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
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 Alborno – 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

Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-
Matos Nítalo André Farias Machado
Romário Martins Costa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C569 Ciências exatas e da terra: exploração e qualificação de diferentes tecnologias 2 / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Nítalo André Farias Machado, Romário Martins Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-485-6

DOI 10.22533/at.ed.856202710

1. Geociências. 2. Ciências exatas. 3. Ciências da terra.
I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora).
II. Machado, Nítalo André Farias (Organizador). III. Costa,
Romário Martins (Organizador). IV. Título.

CDD 550

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

APRESENTAÇÃO

A tecnologia encontra-se cada vez mais presente em nossas vidas, mudando completamente a nossa interação e percepção do mundo. No universo científico não é diferente, sobretudo por conta de o progresso tecnológico estar contribuindo constantemente no desenvolvimento de métodos de aquisição e análise de dados.

Neste livro são apresentados vários trabalhos com métodos modernos de exploração de dados usando diferentes tecnologias nas Ciências Exatas e da Terra, alguns com resultados práticos, outros com métodos tecnológicos que auxiliam na tomada de decisão na ótica sustentável e outros com métodos de desenvolvimento para o ensino de tecnologias.

A obra “Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias 2” aborda os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias e ciências sociais aplicadas a fim de divulgar métodos modernos de tecnologias aplicáveis, métodos sofisticados de análises de dados e melhorar a relação ensino aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações. Portanto, a obra possui um relevante conhecimento para profissionais que buscam estar atualizados e alinhados com as novas tecnologias.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos

Nítalo André Farias Machado

Romário Martins Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

RECONSTRUCTION OF PARTIALLY DETECTED DARK SLOPE STREAKS FROM AUTOMATIC EXTRACTION ALGORITHM USING INPAINTING TECHNIQUE

Erivaldo Antônio da Silva
Breno Strogueia Maia da Cruz
Ana Luisa Chaves Figueira
Samara Calçado Azevedo
Pedro Pina

DOI 10.22533/at.ed.8562027101

CAPÍTULO 2..... 16

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE ÓXIDO DE FERRO, E UTILIZAÇÃO DO PROCESSO FOTO-FENTON HETEROGÊNEO NA DEGRADAÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO

Marcus Renato Pinheiro Mattos
Kelry Cristina Muniz Barbosa
Jerry Lucio Castro de Araújo

DOI 10.22533/at.ed.8562027102

CAPÍTULO 3..... 32

TÉCNICAS GEOESTADÍSTICAS APLICADAS AL ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA BIOMASA FORESTAL ASOCIADA AL MERCADO DE LA BIOENERGÍA AL SUR DE CHILE

Gastón Vergara Díaz
Víctor Sandoval Vásquez
Miguel Ángel Herrera Machuca

DOI 10.22533/at.ed.8562027103

CAPÍTULO 4..... 46

ANÁLISE DAS DEMONSTRAÇÕES CONTÁBEIS: ESTUDO DE CASO NA EMPRESA X

Alini Engel
Géssica Fiabane
Cassandra Lanfredi
Luana Stefanski
Suzana Paula Vitali

DOI 10.22533/at.ed.8562027104

CAPÍTULO 5..... 61

ANÁLISE DE AGRUPAMENTO DA VELOCIDADE DO VENTO NO NORDESTE DO BRASIL

Lêda Valéria Ramos Santana
Antonio Samuel Alves da Silva

DOI 10.22533/at.ed.8562027105

CAPÍTULO 6.....	70
ANÁLISE PALEOAMBIENTAL DA PORÇÃO LESTE DA BAÍA DE GUANABARA, RJ, BRASIL, ATRAVÉS DE BIOMINERALIZAÇÕES DE SÍLICA	
Jenifer Garcia Gomes Heloisa Helena Gomes Coe Alberto Garcia de Figueiredo Jr Kita Chaves Damasio Macario Emily Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.8562027106	
CAPÍTULO 7.....	86
APLICAÇÃO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA	
Antonio Reginaldo Agassi Ivan Marcelo Laczkowski Roseli Constantino Schwerz	
DOI 10.22533/at.ed.8562027107	
CAPÍTULO 8.....	97
ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE NANOEMULSÕES COM ÓLEOS ESSENCIAIS	
Emanuela Feitoza da Costa Weibson Paz Pinheiro André Mayrla Rocha Lima Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.8562027108	
CAPÍTULO 9.....	115
ATRAÇÃO DE FÊMEAS DE <i>Cerconota anonella</i> POR DIFERENTES ESTÁGIOS DE <i>Annona muricata</i>	
Rita de Cássia Correia da Silva Maxdouglass dos Santos Ruth Rufino do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.8562027109	
CAPÍTULO 10.....	123
DESENVOLVIMENTO DE ROTINA MORFOLÓGICA PARA DETECÇÃO DE ÁREAS DE QUEIMADAS EM IMAGENS DE SATÉLITE	
Giovanna Carreira Marinho Eivaldo Antônio da Silva Ana Luisa Chaves Figueira Guilherme Pina Cardim Mauricio Araujo Dias	
DOI 10.22533/at.ed.85620271010	
CAPÍTULO 11.....	133
ESTRUTURAS SEDIMENTARES PRIMÁRIAS DOS DEPÓSITOS ARENOSOS	

MARINHO PRAIAS HOLOCÊNICOS DA ILHA DE SANTA CATARINA-SC, BRASIL

Norberto Olmiro Horn Filho

Fábio Effting Silva

João Pedro Canhisares

Ana Flávia de Freitas

Ana Paula Castagnara Sutili

Pedro Scheibe Wolff

Tatiana Martins da Silva

DOI 10.22533/at.ed.85620271011

CAPÍTULO 12..... 151

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE OXIDATIVA DO ÓLEO DE INAJÁ

Fagnaldo Braga Pontes

Orivaldo Teixeira de Menezes Júnior

Margarida Carmo de Souza

DOI 10.22533/at.ed.85620271012

CAPÍTULO 13..... 159

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA EXTRAÇÃO MORFOLÓGICA DE PISTAS DE AEROPORTOS EM IMAGENS ORBITAIS

Eduardo Soares Nascimento

Erivaldo Antonio da Silva

Allan Alves Lopes Ferreira

Daniel José Padovani Ederli

Thamires Gil Godoy

DOI 10.22533/at.ed.85620271013

CAPÍTULO 14..... 168

ESTUDO COMPARATIVO DE CUSTOS DE UMA OBRA DE PAVIMENTAÇÃO UTILIZANDO O SICRO 2 E O NOVO SICRO

Douglas Yoshiaki Benites Koyama

Julio Xavier Bertulio

Maria Fernanda Fávero Menna Barreto

DOI 10.22533/at.ed.85620271014

CAPÍTULO 15..... 184

FABRICAÇÃO DE FILMES FINOS E NANOFIBRAS DE DERIVADOS DO POLITIOFENO

Marcelo Soares Borro

Vinicius Jessé Rodrigues de Oliveira

Roger C. Hiorns

Deuber Lincon da Silva Agostini

Clarissa de Almeida Olivati

DOI 10.22533/at.ed.85620271015

CAPÍTULO 16..... 194

FERRAMENTAS MULTIMÍDIAS NO ENSINO-APRENDIZAGEM DO RACIOCÍNIO

LÓGICO

Rodolfo Faquin Della Justina
Ismael Mazzuco
Eliane Pozzebon
Jefferson Pacheco dos Santos
Eduardo Gonzaga Bett
Guilherme Mattei Orbem

DOI 10.22533/at.ed.85620271016

CAPÍTULO 17..... 201

INFLUÊNCIA DA FORMA DE ARMAZENAMENTO DAS FOLHAS E MODO DE PREPARO DE CHÁS DE *Mentha sp* EM SEU PERFIL QUÍMICO

Clara Cardoso Costa
Bárbara Vitória de Sousa Marciano
Ana Maria de Resende Machado
Esther Maria Ferreira Lucas

DOI 10.22533/at.ed.85620271017

CAPÍTULO 18..... 213

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA O CONTROLE DE *Euscepes postfasciatus* ATRAVÉS DE ÓLEOS ESSENCIAIS REPELENTES

Ana Claudia Ferreira de Lima
Pedro Vinicius Souza Gois
Rilbson Henrique Silva dos Santos
Tâmara Ingrid Barbosa Duarte de Souza
Hugo Rodrigues dos Santos
Clecio Lima Tavares
Thiago Willames Otaviano Marques de Souza
Anderson Rodrigues Sabino
Fabiano Leite Gomes
Alexandre Guimarães Duarte
Cícero Eduardo Ramalho Neto
Adriana Guimarães Duarte

DOI 10.22533/at.ed.85620271018

CAPÍTULO 19..... 221

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF SEMIOCHEMICALS FROM THE MOSQUITO *Aedes (Stegomyia) aegypti* (Linnaeus, 1762) USING THE SOLID PHASE MICRO-EXTRACTION (SPME)

Aglaupe Meira Bastos Melo
Silas da Silva Santos
Maria Cristina Caño de Andrade
Henrique Fonseca Goulart
Antônio Euzébio Goulart Santana

DOI 10.22533/at.ed.85620271019

CAPÍTULO 20..... 227

POTENCIAL ANTIFÚNGICO DOS EXTRATOS VEGETAIS ETANÓLICOS

E ACÉTICOS DE *Mentha piperita* E *Rosmarinus officinalis* CONTRA O FITOPATÓGENO *Penicillium citrinum*

Veronica Romaskevis Coelho Peixoto

Tamires Kiche Abreu

Enio Nazaré de Oliveira Junior

DOI 10.22533/at.ed.85620271020

CAPÍTULO 21..... 235

MODELO DE TOMADA DE DECISÃO PARA AUMENTO DE RESILIÊNCIA À DESASTRES EM COMUNIDADES DA BAIXADA FLUMINENSE: UMA ANÁLISE PARA ORIENTAÇÃO E DIRECIONAMENTO DE ESFORÇOS DOS ÓRGÃOS PÚBLICOS

Pablo Luiz Berriel do Carmo

Marcos dos Santos

Rubens Aguiar Walker

DOI 10.22533/at.ed.85620271021

CAPÍTULO 22..... 242

O ESTUDO DE INTEGRAL DUPLA COM O RECURSO DO SOFTWARE GEOGEBRA

Yuri Castro Alcantara

José Francisco da Silva Costa

Nélio Santos Nahum

Ronaldo Ferreira Ribeiro

José Augusto dos Santos Cardoso

Rosenildo da Costa Pereira

Reginaldo Barros

Rodinely Serrão Mendes

Rosana dos Passos Corrêa

Márcio José Silva

Joana Darc de Sousa Carneiro

Genivaldo dos Passos Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.85620271022

CAPÍTULO 23..... 259

PROPRIEDADES VIBRACIONAIS E TÉRMICAS DE BLENDA POLIMÉRICAS A PARTIR DE GALACTOMANANA DE *Adenantha pavonina L.*

Eduardo da Silva Gomes

Lincoln Almeida Cavalcante

João Ferreira da Silva Neto

Romicy Dermondes Souza

Fernando Mendes

Ana Angélica Mathias Macêdo

DOI 10.22533/at.ed.85620271023

SOBRE OS ORGANIZADORES 269

ÍNDICE REMISSIVO..... 270

ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE NANOEMULSÕES COM ÓLEOS ESSENCIAIS

Data de aceite: 01/10/2020

Emanuela Feitoza da Costa

Universidade Estadual do Ceará
Campus do Itaperi
Fortaleza-CE, Brasil

Weibson Paz Pinheiro André

Universidade Estadual do Ceará
Campus do Itaperi
Fortaleza-CE, Brasil

Mayrla Rocha Lima

Universidade Estadual do Ceará
Campus do Itaperi
Fortaleza-CE, Brasil

Flávia Oliveira Monteiro da Silva Abreu

Universidade Estadual do Ceará
Campus do Itaperi
Fortaleza-CE, Brasil

RESUMO: Os óleos essenciais são derivados de plantas e apresentam constituintes com notável atividade biológica, com potenciais benefícios para a saúde humana e animal. Muitos estudos têm demonstrado que a proteção do princípio ativo pela combinação de uma matriz polimérica e um surfactante forma emulsões estáveis, que apresentam diferentes eficiências dependendo das condições de reações e outros fatores. Este artigo fornece uma visão geral sobre as recentes conquistas no desenvolvimento de nanoemulsões carregadas com óleos essenciais promover a atividade antimicrobiana e combater a resistência bacteriana a drogas convencionais. As principais

metodologias para produzir nanoemulsões são discutidas, assim como os diversos compostos bioativos estudados são apresentados com o objetivo de enfatizar as substâncias alternativas mais importantes atualmente desenvolvidas para inativar as cepas multirresistentes.

PALAVRAS-CHAVE: Nanoemulsão. Encapsulamento. Nanoemulsão de óleos essenciais. Ação antimicrobiana

ABSTRACT: Essential oils are composed of plants and have components with remarkable biological activity, with benefits for human and animal health. Many studies have shown that the protection of the active principle by the combination of a polymeric matrix and an emulsion form surfactant is available, which presents different efficiencies that follow the conditions of use and other factors. This article provides an overview of recent achievements in the development of nanoemulsions loaded with essential oils that promote antimicrobial activity and combat bacterial resistance to drugs used. As main methods to produce nanoemulsions are discussed, as well as several bioactive compounds studied are presented with the objective of emphasizing the most important alternative substances currently used to inactivate as multiresistant strains.

KEYWORDS: Nanoemulsion. Encapsulation. Nanoemulsion of essential oils. Antimicrobial action.

1 | INTRODUÇÃO

O uso indiscriminado de antimicrobianos

convencionais tem desencadeado a resistência de agentes patogênicos, no qual o tratamento farmacológico é ineficaz, levando ao crescimento de infecções graves e invasivas. Com isso, tem sido realizada muitas pesquisas a fim de encontrar novas substâncias como alternativas para o controle destes microrganismos resistentes. A utilização de Óleos Essenciais (OEs) para tal controle vem ganhando notoriedade nos últimos anos, onde a utilização da forma livre ou a combinação com antimicrobianos sintéticos tem sido manifestada como uma abordagem viável ao controle do desenvolvimento microbiano pertinente à elaboração de um efeito aditivo ou sinérgico (HELANDER *et al.*, 1998; SOLIMAN e BADEAA, 2002; ALLALI *et al.*, 2014; ZOUAOU *et al.*, 2020).

Os OEs são substâncias voláteis, lipossolúveis, derivados de plantas e que apresentam múltiplas propriedades biológicas. Esta ação biológica está ligada a mistura dos compostos voláteis, sendo os principais: monoterpênicos, sesquiterpênicos, arilpropanoídeos, fenilpropanoídeos (SAAD, MULLER e LOBSTEIN, 2013; DONSI e FERRARI, 2016).

O encapsulamento é uma técnica amplamente utilizada nas indústrias farmacêuticas, química, de alimentos e biomédica, no intuito de promover proteção e trocar os OEs mais gerenciáveis nas formulações. Dentre as técnicas de encapsulamento, as Nanoemulsões se destacam, pois, podem oferecer uma expressiva proteção a esses compostos bioativos, tornando-os um meio propício na produção de fármacos (BHARGAVA *et al.*, 2015; GHANI *et al.*, 2018; SHTAY *et al.*, 2019).

As nanoemulsões (NEs) são sistemas de misturas de componentes imiscíveis no qual são estabilizados por um agente surfactante. Uma das possibilidades de uso das nanoemulsões é no processo de encapsulação de compostos bioativos (OCA-ÁVALOS *et al.*, 2017). Estão inseridos na escala nanométrica asseguram a estabilidade física das substâncias ativas encapsuladas, de forma controlada, aumentando o nível de ação farmacológica e minimizando a frequência de dosagem (SHARMA *et al.*, 2010; BHARGAVA *et al.*, 2015; SUGUMAR, MUKHERJEE E CHANDRASEKARAN, 2015; TOPUZ *et al.*, 2016; ARTIGA-ARTIGAS *et al.*, 2018; LU *et al.*, 2018).

Os compostos bioativos nanoencapsulados oferecem vantagens, onde as questões aumento da de estabilidade físico-química, e atividade antimicrobiana como a minimização dos efeitos colaterais são de considerável interesse para aplicações industriais como antimicrobianos naturais (HERCULANO *et al.*, 2015; DONSI e FERRARI, 2016; LIN *et al.*, 2019; LIU *et al.*, 2020). As NES oferecem vantagens adicionais, pois podem com o encapsulamento aumentar a bioatividade de um composto ativo antimicrobiano contra os microrganismos, haja vista que se beneficiam em sua disponibilidade da água e aumento da superfície de contato com

tais agentes patógenos (LI *et al.*, 2018). Os agentes antibacterianos convencionais apresentam limitações nos tratamentos de infecções microbiológicas, que configuram em uma ameaça a saúde pública (SILVEIRA *et al.*, 2006). Portanto faz-se necessário vislumbrar novos meios de liberação controlada, tais como nanoemulsões de óleos essenciais como antimicrobianos alternativos.

2 | NANOEMULSÕES

As NEs são sistemas de administração de fármacos que consistem em sistemas emulsionados de óleo e água com diâmetros médios de gotículas variando de 10 a 1000 nm, devido ao pequeno tamanho das gotículas, as NEs são transparentes e podem apresentar aspecto translúcido (JAISWAL, DUDHE e SHARMA, 2015). Normalmente, o tamanho médio das gotas estão entre 100 e 500 nm, ou até mesmo valores mais baixos que essa faixa, podem ser compostas de duas maneiras óleo em água (o/a) ou água em óleo (a/o), onde o núcleo da partícula é óleo ou água, respectivamente (MCCLEMENTS, 2010). Esse sistema está representado na Figura 1, no qual está representado os dois tipos de nanoemulsões e a estrutura básica de um tensoativo.

O tamanho relativamente pequeno das gotas comparado com o comprimento de onda da luz significa que eles tendem a ser transparentes ou apenas ligeiramente turvos. Além disso, o tamanho pequeno das gotículas significa que elas têm uma estabilidade muito melhor à separação e agregação gravitacional do que as emulsões convencionais (KENTISH *et al.*, 2008).

Nanoemulsificação é uma das técnicas mais versáteis para alcançar altamente monodispersão de nanopartículas e estendido para nanocápsulas como uma estrutura de núcleo-invólucro com um núcleo aquoso (LANDFESTER e MAILÄNDER, 2013). Nanopartículas feitas pelo processo de NEs apresentam interações maiores em células humanas.

O tamanho das gotículas é um parâmetro de estabilidade, sendo relevante e de grande importância para os sistemas emulsionados. Também denominadas por miniemulsões, emulsões finamente dispersas, emulsões submicrométricas. Às vezes, uma mistura de óleos pode ser usada para melhorar a solubilização da droga na fase oleosa. Um co-surfactante ou um co-solvente pode ser usado em adição ao surfactante para facilitar o processo de estabilização (ANTON, BENOIT e SAULNIER, 2008).

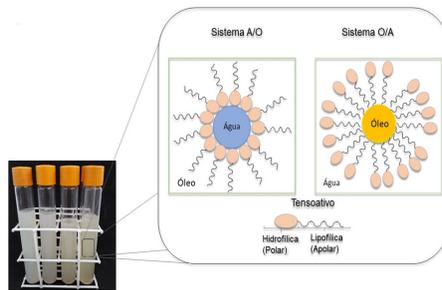


Figura 1 - Sistemas de nanoemulsão Água/Óleo e Óleo/Água e a estrutura base de um agente tensoativo.

Fonte: Elaborada pela autora

São cineticamente estáveis sem qualquer floculação ou coalescência aparente durante o armazenamento a longo prazo. Em analogia com as microemulsões (Mce), as NEs são mais robustas em termos de desestabilização devido à diluição ou mudanças de temperatura. A diluição de Mce leva a diminuir o tamanho dos glóbulos, enquanto não tem efeito sobre o tamanho das gotas de NEs. Além disso, a variação na temperatura afeta fortemente a estrutura e o tamanho das gotas de Mce (SOOD, JAIN e GOWTHAMARAJAN, 2014).

No entanto, as NEs não são formadas de forma espontânea, sendo necessária aplicação de energia, fornecida normalmente por dispositivos mecânicos. Em dispositivos de dispersão de alta força, o ultrassom é usado hoje, especialmente para a homogeneização de pequenas quantidades, enquanto os dispersores de rotor-estator com geometrias especiais do rotor, microfluidizantes ou homogeneizadores de alta pressão são os melhores para a multiplicação de quantidades maiores (MOREIRA, 2018; LANDFESTER, 2003).

As propriedades físico-químicas de NEs são influenciadas pelas condições de emulsificação e pela característica quali-quantitativa das formulações (MARTINI e CARVALHO, 2007). A seleção mais adequada dos excipientes usados na formulação depende do tipo de aplicação da nanoemulsão. Para serem aplicadas às mais diversas áreas, as emulsões precisam apresentar um período pré-determinado de estabilidade físico-química. Os fenômenos de instabilidade mais comuns, que podem comprometer a qualidade dessas formulações, são coalescência, floculação, cremeação, amadurecimento de Ostwald e inversão de fases (RAO e MCCLEMENTS, 2012).

O estudo das emulsões proporciona uma fundamental compreensão da relação entre as propriedades das gotículas dentro de uma emulsão, como a concentração, dimensão, carga, estado físico e características das interações

interfaciais, e suas propriedades físico-químicas, como estabilidade, propriedades ópticas, reologia, e distribuição molecular (RYU *et al.*, 2019). São várias as emulsões que podem ser desenvolvidas e muito utilizadas pela indústria de alimentos e outros setores industriais, incluindo nanoemulsões, emulsões multicamadas, partículas lipídicas sólidas e partículas de hidrogel (MCCLEMENTS, 2010).

2.1 Técnicas de Nanoemulsificação

A formação de gotículas nanométricas é dirigida por fatores de formulação manipuláveis bem como a quantidade de energia, de surfactante e característica dos componentes, diferente dos mecanismos de baixa energia, que são direcionados pelas especificidades físico-químicas intrínsecas e comportamento dos sistemas (ANTON, BENOIT e SAULNIER, 2008). O desafio desses métodos mecânicos de nanoemulsificação é combinar essas duas etapas, a fim de permitir e otimizar a geração de NEs). Na Tabela 1 estão dispostos os variados Métodos para obtenção das NEs, onde são divididas em Técnicas de alta e baixa energia.

O processo de obtenção de emulsões é realizado basicamente pela homogeneização de dois líquidos imiscíveis resultando numa mistura estável. Há diferentes homogeneizadores, incluindo misturadores de alto cisalhamento, de alta pressão, ultrassônicos, e a escolha desses vai depender das condições de operação, das características dos materiais que estão sendo homogeneizados, das funções dos objetivos terapêuticos (ANTON, BENOIT e SAULNIER, 2008; MCCLEMENTS, 2010).

As NEs podem ser produzidas usando alta energia de emulsificação com métodos de homogeneização de alta pressão ou ultra-som, ou usando baixa energia de emulsificação, os quais empregam as propriedades químicas do sistema para criar nanogotículas a partir de uma microemulsão pela adsorção de tensoativo na sua interface para assegurar a estabilização estérica (ANTON, BENOIT e SAULNIER, 2008; SOLÈ *et al.*, 2010).

	Tipos	Principais Características	Autor
Alta Energia	Homogeneização de alta pressão (HAP)	Velocidade, fenômenos de cavitação, cisalhamento, turbulência e aumento de temperatura induzidos por força estão envolvidos, tornando as gotículas macro em nanométricas;	(SANTOS <i>et al.</i> , 2018)
	Ultrassom (Uss)	Ondas sonoras com frequência superior a 20 kHz, o colapso destas cavidades acústicas gera fortes ondas de choque que quebram as gotículas;	(KENTISH <i>et al.</i> , 2008; GHOSH <i>et al.</i> , 2013)
	Microfluidização (MCF)	É uma técnica patenteada que faz uso do equipamento chamado microfluidificador, uma bomba de alta pressão, força a amostra passar por canais micrométricos resultando em partículas de escala submicrométricas.	(SHRAMA <i>et al.</i> , 2010; SALVIA-TRUJILLO <i>et al.</i> , 2013; GHANI <i>et al.</i> , 2018)
Baixa Energia	Composição de Inversão de fase (CIF)	A fase contínua é lentamente adicionada sobre a fase dispersa, em um dado ponto da emulsificação ocorre uma inversão de fase; permanência de temperatura constante;	(ANTON, BENOIT e SAULNIER, 2008; SOLÈ <i>et al.</i> , 2010; RAHN-CHIQUÉ <i>et al.</i> , 2012)
	Temperatura de inversão de fase (TIF)	A temperatura do sistema de emulsão é aumentada para alterar o padrão de solubilização do surfactante.	(SOLÈ <i>et al.</i> , 2010; RAHN-CHIQUÉ <i>et al.</i> , 2012)

Tabela 1 - Metodologias utilizadas para obtenção de nanoemulsões

Fonte: Elaborada pela autora

Os métodos de alcance das NEs pertencentes ao grupo de alta energia de emulsificação, têm potencial para utilização nas indústrias de alimentos devido tanto à disponibilidade de equipamentos para uso em nível industrial, quanto à capacidade para produzir sistemas nanoemulsificados sem a adição de solventes orgânicos. Já os de baixa energia é usado a energia química armazenada, aproveitando as transições de fase que ocorrem durante o processo de emulsificação como resultado de uma mudança na curvatura espontânea do surfactante (SALVIA-TRUJILLO *et al.*, 2013; SOLÈ *et al.*, 2010). A caracterização de formulações em nano-sistemas coloidais requer diversas técnicas básicas como o aspecto visual, pH, diâmetro médio de partícula, superfície de carga de partículas, estabilidade química dos componentes, fornecendo informações úteis do sistema nanoemulsificado (ANTON, BENOIT e SAULNIER, 2008).

No estudo de Santos e colaboradores (2018) foi demonstrado que o método de MCF reduziu o tamanho das NEs. Primeiramente as amostras foram processadas por homogeneização primária por meio de um rotor-estator, onde os tamanhos de partículas foram de 1µm, e com a utilização do Microfluidificador foi possível reduzir significativamente para tamanho médio abaixo de 10nm.

Salvia-Trujillo e colaboradores (2013) afirmaram que o tamanho médio das gotas de NEs diminuíram com o aumento da pressão e número de ciclos do processamento, apresentando valores médios de 53,5, 46,7 e 23,2nm, comparado com a emulsão preparada inicialmente que apresentou valor médio de 1410 a 366 nm.

Qian e McClements (2011) observaram uma redução considerável do tamanho médio de gotículas de nanoemulsões de óleo de milho processadas uma vez por MCF em diferentes pressões, até 165 nm, mas ciclos adicionais através do microfluidificador tiveram um efeito expressivo.

Em estudo de avaliação do efeito do Ultrassom, Gosh, Mukherjee e Chandrasekaran, (2013) prepararam uma emulsão de óleo essencial de Manjeriço em diferentes proporções de surfactante não-iônico de estabilização estérica das gotas, foi utilizado o Tween 80. As emulsões foram submetidas a ondas ultrassônica, tais amostras exibiram o maior diâmetro de gota (41,15nm) e à medida que a concentração de surfactante aumentava, o diâmetro médio diminuía, apresentando valores de 31,65 e 29,6nm.

Em outra avaliação de Ultrassom, Kentish e colaboradores, (2008) obtiveram NEs usando uma mistura de óleo de linhaça e água na presença de surfactante Tween 40 e encontraram com valor médio de 135 ± 5 nm. O tempo de armazenamento de NEs produzidas pelo Ultrassom apresentou um aumento desprezível de $143,2 \pm 2,6$ nm para $149,6 \pm 1,0$ nm, sugerindo estabilidade à coalescência e ao amadurecimento de Ostwald (MAZAREI e RAFATI, 2019).

Chandrasekaran, Sugumar e Mukherjee (2015) relataram que a baixa energia para formulação da NEs sem a sonicação foi considerada instável, por ter apresentado separação de fase, logo após a preparação. Tanto a Homogeneização de Alta pressão quanto a de Ultrassom apresentaram padrões semelhantes no tamanho das partículas primárias e estabilidade das NEs no intervalo de uma semana, apontando que o HAP foi mais eficiente mesmo que o nível de energia do Ultrassom seja mais alta. Topuz e colaboradores (2016) estudaram os efeitos do aumento de ciclos de homogeneização, onde as NEs apresentaram estabilidade no sistema em emulsão, com valores médios entre 117,2–275,7 nm após 8 ciclos de homogeneização na sua preparação.

2.2 Estabilidade de Nanoemulsões

A estabilidade de uma emulsão está relacionada com a capacidade desta em conservar suas propriedades frente a mudanças ao longo do tempo. Um dos fatores preponderantes na sua estabilidade é devido a presença de surfactantes, que são moléculas compostas por uma parte hidrofóbica, que fica em contato com o óleo, e uma parte hidrofílica, que fica em contato com a água (MCCLEMENTS, 2010;

RAMIREZ *et al.*, 2019).

Os surfactantes têm a função de diminuir a tensão interfacial, como já foi visto na Figura 1, entre as fases da emulsão, formando uma camada que impede agregação das micelas devido às forças eletrostáticas de repulsão. Íons também podem contribuir para a estabilização de emulsões, pois podem ser adsorvidos na superfície da gotícula de óleo e promover uma barreira eletrostática adicional, evitando a agregação das gotículas (SANTANA, PERRECHIL e CUNHA, 2013). Os surfactantes apresentam diferente balanço hidrofílico-lipofílico (BHL), que contribuem para a estabilidade de cada sistema em emulsão. O surfactante e o óleo devem apresentar o valor de BHL semelhante a fim de promover o menor tamanho médio de gota com distribuição estreita (NIRMAL *et al.*, 2018; MENDES *et al.*, 2018; MAZAREI e RAFATI, 2019).

Entre os surfactantes hidrofílicos, o Tween80 (T80) apresenta uma excelente solubilidade para OEs e miscibilidade em água, sendo um dos mais utilizados (SHARMA *et al.*, 2010; GHOSH, MUKHERJEE e CHANDRASEKARAN, 2013; CHANDRASEKARAN, SUGUMAR e MUKHERJEE, 2015; BAHADUR *et al.*, 2017; HASHEMI *et al.*, 2017; ZHANG *et al.*, 2017; LI *et al.*, 2018; MAZAREI e RAFATI, 2019). Na Figura 2 estão representados os possíveis tipos de instabilidade físico-química de sistemas associados à quebra de nanoemulsões.

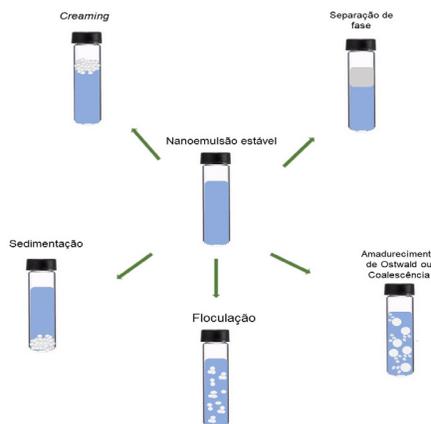


Figura 2 - Tipos de desestabilização de sistemas Nanoemulsificados

Fonte:Elaborada pela autora

Em alguns trabalhos relatou-se o uso de Etanol (EtOH) como co-surfactante, por ele apresentar solubilidade entre os OEs (HERCULANO *et al.*, 2015; ZHANG *et*

al., 2017; Li *et al.*, 2018). Em casos de baixo poder de emulsificação, pode-se recorrer a combinação de biopolímeros a fim de melhorar o processo de encapsulamento, preservar o bioativo e prolongar sua liberação para o meio (HERCULANO *et al.*, 2015; MAJEED *et al.*, 2016; MOGHIMI *et al.*, 2016; GHANI *et al.*, 2018;). No entanto, emulsões são sistemas termodinamicamente desfavoráveis que tendem a quebrar com o tempo como resultado de diversos mecanismos físico-químicos, formando suspensões através de processos como separação gravitacional, floculação, amadurecimento de Ostwald (MCCLEMENTS, 2010).

Para Karthik, Ezhilarasi e Anandharamakrishnan (2017) estes mecanismos estão relacionados com as diferentes forças do sistema, tais como interpolação de partículas repulsivas, forças de atração, forças gravitacionais, forças moleculares e forças de fluxo.

Dentre os processos de separação gravitacional existem o Creaming e Sedimentação. No Creaming ocorre movimento ascendente das gotículas devido ao fato de que elas têm uma densidade menor do que o líquido circundante; na sedimentação ocorre movimento descendente das gotículas devido ao fato de terem uma densidade maior do que o líquido circundante (MCCLEMENTS, 2010).

A separação de fases ocorre devido a incompatibilidade entre as fases. Geralmente está associada ao tipo e quantidade de agente emulsionante, onde quanto menor a concentração de agente surfactante, menor é a sua capacidade de revestir e estabilizar as gotículas de óleo, com isso ocorre a rápida coalescência das gotas (PENGON *et al.*, 2018).

O amadurecimento de Ostwald é um fenômeno que ocorre em emulsões e nanoemulsões nas quais a fase oleosa possui alguma solubilidade na fase aquosa circundante (BAHADUR *et al.*, 2017). Este mecanismo de desestabilização é devido à difusão de pequenas gotas de óleo através da fase contínua formando grandes gotas na fase dispersa em óleos relativamente solúveis em água (como óleos essenciais), levando a um aumento no tamanho da gota de óleo (NAZARZADEH, ANTHONYPILLAI e SAJJADI, 2013).

Martin-Piñero e colaboradores (2019), relataram que o creaming foi o principal processo de desestabilização de emulsões, em estudo da influência da concentração de fase dispersa e distribuição do tamanho das gotículas e tipo de agente surfactante. O amadurecimento de Ostwald pode ser inibido pelo acréscimo de inibidores de coalescência na fase oleosa antes da homogeneização. Foi utilizado óleo de milho, como inibidor de coalescência, por apresentar compostos de alta massa molecular, principalmente, o triacilgliceróis, e de baixa solubilidade (CHANG, MCLANDSBOROUGH e MCCLEMENTS, 2012).

Herculano e colaboradores (2015), realizaram estudos de nanopartículas de Goma de Caju carregadas de *Eucalyptus stageriana*, formuladas por

nanoemulsificação, para aplicação antimicrobiana, provaram a interação, estabilidade, poder emulsificante e adesiva.

Em NEs de *Eucalyptus globulus* produzidas por emulsificação de alta e baixa energia, onde foram avaliados alguns parâmetros do sistema, entre elas estabilidade, tamanho de partícula. Chandrasekaran, Sugumar e Mukherjee, (2015), realizaram estudo comparativo dos filmes de quitosana com e sem as NEs contra *S. aureus*, onde obtiveram maior atividade antimicrobiana os filmes de quitosana impregnado com as NES.

Foi investigado o efeito de diferentes tipos e concentrações de surfactantes nas características físicas de NEs de óleo de coco, apontando que as formulações que continham Lauril sulfato de sódio e Poloxâmero 407 obtiveram maior índice de desnaturação ou seja, menor estabilidade, e as formulações com Polietilenoglicol Octil fenil éter, Monoestearato de polioxietileno sorbitano, Óleo de rícino hidrogenado de polietilenoglicol apresentaram um menor índice de desnaturação, indicando excelente estabilidade (PENGON *et al.*, 2018).

2.3 Atividade Antimicrobiana de Nanoemulsões de Óleos Essenciais

A encapsulação de óleos essenciais em nanoescala representa uma abordagem viável e eficiente para aumentar a estabilidade física dos compostos bioativos, protegendo-os das interações com os ingredientes alimentares e, devido ao tamanho subcelular, aumentando sua bioatividade através da ativação de mecanismos passivos de absorção celular (WEISS *et al.*, 2009). Portanto, em muitos aspectos, o encapsulamento de componentes funcionais lipofílicos em nanoemulsões oferecem vantagens. Isto é particularmente verdadeiro para as OEs, onde as questões de estabilidade físico-química, de impacto minimizado nos produtos onde elas estão incorporadas, bem como de maior atividade antimicrobiana são de considerável interesse para aplicações industriais como antimicrobianos naturais (SAAD, MULLER e LOBSTEIN, 2013).

A capacidade das emulsões de incorporar e liberar moléculas funcionais, como nutracêuticos, aromas, agentes antimicrobianos entre outros, depende fortemente de sua composição e microestrutura, como polaridade, concentração, dimensões e estado físico da fase lipídica presente (MCCLEMENTS, 2010). Estes fatores determinam os coeficientes de partição de equilíbrio e a cinética de transporte molecular. Um sistema de emulsão pode ser usado como veículo para moléculas aromatizantes de caráter lipofílico que precisam ser liberadas na boca durante o consumo (LI *et al.*, 2018).

A Atividade antimicrobiana de nanoemulsões de óleo essencial de *Citrus medica* L. var. *sarcodactylis* foi testada contra bactérias (*E. coli*, *B. subtilis* e *S. aureus*) e fungos (*A. niger* e *P. citrinum*), no qual a nanoemulsão com surfactante

Cremophor EL, apresentou melhor atividade antibacteriana (LI *et al.*, 2018).

Salvia-Trujillo e colaboradores (2014) formularam nanoemulsões de óleos essenciais por microfluidização e testaram a atividade antimicrobiana contra a *E. coli*. Neste estudo foi apontado que as NEs de *C. citratus*, *Eugenia caryophyllata*, *T. vulgaris* e *Cymbopogon martinii* apresentaram maior ação bactericida, sem contar na inativação mais rápida e aprimorada e a cinética de liberação foi expressiva nas que continham óleos essenciais de capim-limão e cravo. No mesmo trabalho é discutido que a atividade antimicrobiana de cada óleo essencial é devido a presença de compostos fenólicos.

Propriedades antibacterianas da nanoemulsão de óleo essencial de *Zataria multiflora* foram avaliadas pelo tamanho das gotas e tempo de sonicação, e foi provado que quanto maior o tempo de sonicação melhor eram as zonas de inibição contra *E. coli* e *B. cereus* (MURUGRAN *et al.*, 2017). No estudo de Donsi e colaboradores (2011), foi proposto o encapsulamento por nanoemulsão como sistemas de distribuição baseados em dois compostos antimicrobianos, na qual o sinergismo de terpenos extraído de *Melaleuca alternifolia* e D-limoneno. Houve também um aumento considerável da atividade antimicrobiana dos compostos encapsulados.

Na Tabela 3, estão sumarizados os estudos de diversos autores sobre nanoemulsões com óleos essenciais, discriminados pelo tipo de Óleo essencial encapsulado, a técnica de emulsificação utilizada e o tipo de microrganismo testado na atividade antimicrobiana. Em outro relato foi possível provar a atividade antifúngica de nanoemulsões encapsulando óleo essencial de Orégano (OEO), onde ficou evidente que quando o OEO estava nanoencapsulado houve efeito inibitório sobre os fungos avaliados (BEDOYA-SERNA *et al.*, 2018).

A atividade antibacteriana do óleo essencial de *Thymus daenensis* puro e nanoemulsificados foi avaliada contra uma bactéria patogênica de origem entérica, a *E. coli*, ao qual houve um aumento considerável quando convertido em nanoemulsão, sendo atribuído ao acesso mais fácil do óleo à célula bacteriana (MOGHIMI *et al.*, 2016).

As atividades antimicrobianas in vitro de ambas as nanoemulsões de *Eugenia brejoensis* contra *Pseudomonas fluorescens* foram avaliadas qualitativa e quantitativamente pela presença ou ausência de zonas de inibição (MENDES *et al.*, 2018). NEs de óleo de Orégano foram formuladas e avaliadas quanto à eficiência em inativar o crescimento de bactérias de origem alimentar, onde foi observado redução do microrganismo durante a aplicação do sistema (BHARGAVA *et al.*, 2015).

O estudo de Topuz e colaboradores (2016), apontou que o óleo essencial de *Pimpinella anisum* inibiu o crescimento de *E. coli* e *L. monocytogenes* em 1,48 e 0,47 log ufc/mL, respectivamente, após 6h de contato. As nanoemulsões do óleo

essencial de *Poiretia latifolia* e a mistura de carvona e limoneno apresentou atividade antifúngica contra *Microspurum canis* e *Trychophyton rubrum* e *T. mentagrophytes* (PAIM *et al.*, 2018).

Sistema de encapsulamento	Óleos essenciais encapsulados	Técnica de Emulsificação	Microrganismos	Autor
T80, Span 80 (Sp80), Glutaraldeído e Lecitina	Tomilho (<i>T. daenensis</i>)	Uss ³	<i>E. coli</i>	(MOGHIMI <i>et al.</i> , 2016)
Amido de milho ceroso succinilado, T80	Cravo da Índia (<i>S. aromaticum</i> L.)	HAP ¹	<i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> e <i>E. coli</i>	(MAJEED <i>et al.</i> , 2016)
Óleo de rícino hidroxilado 40, Cremophor (Crp), e Sp80	Orégano (<i>O. vulgare</i>)	TIF ⁴	<i>Cladosporium sp.</i> , <i>Fusarium sp.</i> , e <i>Penicillium sp.</i>	(BEDOYA-SERNA <i>et al.</i> , 2018)
T80	Orégano (<i>O. vulgare</i>)	Uss ³	<i>L. monocytogenes</i> , <i>S. typhimurium</i> e <i>E. coli</i> O157: H7	(BHARGAVA <i>et al.</i> , 2015)
T80	Manjeriço (<i>O. basilicum</i>)	Uss ³	<i>E. coli</i>	(GHOSH <i>et al.</i> , 2013)
Goma de semente de manjeriço, Glicerol e T80	<i>Zataria multiflora</i>	Uss ³	<i>E. coli</i> , <i>B. cereus</i>	(HASHEMI <i>et al.</i> , 2017)
Goma de caju, Etanol 99% e T80	Eucalipto estageriana (<i>E. stageriana</i>)	Uss ³	<i>L. monocytogenese</i> <i>S. enteritidis</i>	(HERCULANO <i>et al.</i> , 2015)
T20, Propilenoglicol e Lecitina	Patchouli (<i>Pogostemon cablin</i>)	HAP ¹	<i>S. aureus</i> , <i>S. mutans</i> e <i>C. albicans</i>	(ADHAVAN <i>et al.</i> , 2017)
T20 e 80, Sp20 e 80	Satureja khuzestanica	HAP ¹	<i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> e <i>Salmonella enterica</i>	MZAREI e RAFATI, 2019)
Quitosana, T20 e 80	Eucalipto (<i>E. globulus</i>)	Uss ³	<i>S. aureus</i>	(CHANDRASEKARAN <i>et al.</i> , 2015)
T80	<i>Eugenia brejoensis</i>	HAP ¹	<i>P. fluorescenses</i>	(MENDES <i>et al.</i> , 2018)
Sp85, Éter oleílico de polioxietileno e etilenoglicol	Citral (3,7-dimethyl-2,6-octadienal)	Uss ³	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. aeruginosa</i> .	(LU <i>et al.</i> , 2018)
T20, T80, Sp80, 1, 2-propanodiol, polietilenoglicol, butanol e glicerol	Cidra (<i>Citrus medica</i> L. var. <i>sarcodactylis</i>)	TIF ⁴	<i>E. coli</i> , <i>B. subtilis</i> and <i>S. aureus</i> and molds (<i>A. niger</i> and <i>P. citrinum</i>)	(LI <i>et al.</i> , 2018)

Legenda: ¹ Homogeneização de alta pressão; ² Microfluidificação; ³ Ultrassom; ⁴ Temperatura de inversão de Fase

Tabela 2 - Óleos essenciais encapsulados e atividade antimicrobiana relatados na última década

Fonte: Elaborado pela autora

Sistema de encapsulamento	Óleos essenciais encapsulados	Técnica de Emulsificação	Microorganismos	Autor
T80 e Sp80	<i>S. multicaulis</i>	Uss ³	<i>Bacillus cereus</i> , <i>Enterococcus faecalis</i> , <i>Klebsiella pneumoniae</i> e <i>Moraxell acatarrhalis</i>	(KHIABANI <i>et al.</i> , 2017)
Alginato de sódio, T80, Sp80 e Glicerol	Timol (<i>T. vulgaris</i>), Capim Limão (<i>C. citratus</i>) e Sage (<i>S. officinalis</i>)	MCF ²	<i>E. coli</i>	(BAHADUR <i>et al.</i> , 2017)
T80 e Sp80	Mirtilo limão (<i>Backhousia citriodora</i>) myrtle (<i>S. anisatum</i>)	Uss ¹	<i>S. aureus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> e <i>P. aeruginosa</i>	(NIRMAL, MEREDDY e SULTANBAWA, 2018)
T80	<i>O. basilicum</i> L.	TIF ⁴	<i>E. faecalis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. paratyphie</i> e <i>K. pneumoniae</i>	(SUNDARARAJAN <i>et al.</i> , 2018)
T80, Sp80 e propileno glicol	<i>Poiretia latifolia</i>	TIF ⁴	<i>Candida spp.</i> , <i>Microsporium spp.</i> e <i>Trichophyton spp.</i>	(PAIM <i>et al.</i> , 2018)
T80 e Etanol	Cravo (<i>Syringa oblata</i>) e Canela (<i>C. cassia</i> Presl)	TIF ⁴	<i>E. coli</i> , <i>Bacillus subtilis</i> , <i>S. typhimurium</i> , e <i>S. aureus</i>	(ZHANG <i>et al.</i> , 2017)
Proteína isolada de soja e Lecitina	Canela (<i>C. cassia</i>)	Uss ³	<i>S. aureus</i> e <i>Streptococcus pyogenes</i>	(GHANI <i>et al.</i> 2018)
T80 e óleo de milho	Timol	MCF ²	<i>Z. bailii</i>	(CHANG <i>et al.</i> , 2012)
Lecitina de soja	Anis (<i>Pimpinella anisum</i>)	HAP ¹	<i>L. monocytogenes</i> e <i>E. coli</i>	(TOPUZ <i>et al.</i> , 2016)

Legenda: ¹ Homogeneização de alta pressão; ² Microfluidificação; ³ Ultrassom; ⁴ Temperatura de inversão de Fase

Tabela 2 - Óleos essenciais encapsulados e atividade antimicrobiana relatados na última década

Fonte: Elaborado pela autora

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da resistência dos microrganismos aos medicamentos convencionais tem incentivado a busca de substâncias alternativas para o controle de microrganismos. Os Óleos Essenciais (OEs) apresentam propriedades anti-sépticas contra microrganismos de origem bacteriana e fúngica causadores de doenças e tem apresentado, na forma livre ou combinada, resultados promissores no desenvolvimento de novos medicamentos. No entanto, devido a sua variada constituição química, são sensíveis ao meio, devendo ser preservados para maximizar suas atividades biológicas. As Nanoemulsões proporcionam proteção, estabilidade e biodisponibilidade destes biocompostos. Podem ser produzidos por aplicação de baixa energia a qual é analisado as propriedades químicas dos reagentes que irão compor o sistema, entre eles a avaliação do tensoativo, que

adsorve em sua interface promovendo a estabilização estérica. Por outro lado, as técnicas de alta energia, são aplicadas altas velocidades, pressão e ondas sonoras tornando as gotas nanométricas aumentando a superfície de contato, além disso apresentam melhor performance e potencial para utilização na indústria. A escolha de um agente surfactante compatível é um ponto chave para a estabilidade deste sistema, bem como a redução do tamanho de partícula. Para os OEs a técnica de encapsulamento oferece vantagens que protegem contra a oxidação, maximiza a estabilidade desses bioativos e oferece uma maior atividade antimicrobiana, no qual as aplicações industriais apresentam forte interesse. Para tais condições, são necessários estudos dos sistemas de distribuição baseados em nanoemulsões de OEs estabelecidos na seleção compatível dos emulsionantes e de técnicas de preparo, relacionando assim a desejada formulação de novos e mais eficazes antimicrobianos.

REFERÊNCIAS

- ADHAVAN, P.; KAUR, G.; PRINCY, A.; MURUGAN, R. Essential oil nanoemulsions of wild patchouli attenuate multi-drug resistant gram-positive, gram-negative and *Candida albicans*. **Industrial Crops Products**, v.100, n. 106, p. 107-116, 2017
- ANTON, N.; BENOIT, J. P.; SAULNIER, P. Design and production of nanoparticles formulated from nano-emulsion templates-A review. **Journal Controlled Release**, v. 128, n. 3, p.185-199, 2008
- ARTIGA-ARTIGAS, M.; LANJARI-PÉREZ, Y.; MARTÍN-BELLOSO, O. Curcumin-loaded nanoemulsions stability as affected by the nature and concentration of surfactant. **Food Chemistry**, v. 266, n. 6, p. 466-474, 2018
- BAHADUR, I. KATATA-SERU, L.; LEBEPE, T. C.; AREMU, O. S.; Application of Taguchi method to optimize garlic essential oil nanoemulsions. **Journal of Molecular Liquids**, v. 244, n. 20, p. 279-284, 2017
- BEDOYA-SERNA, C. M.; DACANAL, G. C.; FERNANDES, A. M.; PINHO, S. C. Antifungal activity of nanoemulsions encapsulating oregano (*Origanum vulgare*) essential oil: in vitro study and application in Minas Padrão cheese. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 49, n. 4, p. 929-935, 2018
- BHARGAVA, K.; CONTI, D. S.; SANDRO, R. P.; ZHANG, Y. Application of an oregano oil nanoemulsion to the control of foodborne bacteria on fresh lettuce. **Food Microbiology**, v. 47, n 14, p. 69-73, 2015
- SUGUMAR, S.; MUKHERJEE, A.; CHANDRASEKARAN, N. Eucalyptus oil nanoemulsion-impregnated chitosan film: antibacterial effects against a clinical pathogen, *Staphylococcus aureus*, in vitro. **International Journal Nanomedicine**, v. 10, n. 67. 2015
- CHANG, Y.; MCLANDSBOROUGH, L.; MCCLEMENTS, D. J. Physical properties and antimicrobial efficacy of thyme oil nanoemulsions: Influence of ripening inhibitors. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 60, n. 48, 20124

DONSÌ, F.; FERRARI, G. Essential oil nanoemulsions as antimicrobial agents in food. **Journal of Biotechnology**, v. 233, n. 106, 2016.

GHANI, S.; BARZEGAR, H.; NOSHAD, M.; HOJJATI, M. The preparation, characterization and in vitro application evaluation of soluble soybean polysaccharide films incorporated with cinnamon essential oil nanoemulsions. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 112, n. 145 p. 197-202, 2018

GHOSH, V.; MUKHERJEE, A.; CHANDRASEKARAN, N. Ultrasonics Sonochemistry Ultrasonic emulsification of food-grade nanoemulsion formulation and evaluation of its bactericidal activity. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 20, n. 13, p.338-344, 2013

HASHEMI GAHRUIE, H.; ZIAEE, E.; ESKANDARI, M. H.; HOSSEINI, S. M. H. Characterization of basil seed gum-based edible films incorporated with Zataria multiflora essential oil nanoemulsion. **Carbohydrates Polymers**, v.166, n. 93, 2017

HERCULANO, E. D.; DE PAULA, H. C. B.; DE FIGUEIREDO, E. A. T.; DIAS, F. G. B.; PEREIRA, V. DE A. Physicochemical and antimicrobial properties of nanoencapsulated Eucalyptus staigeriana essential oil. **Food Science and Technology**, v. 61, n. 2, p. 484-491, 2015

JAISWAL, M.; DUDHE, R.; SHARMA, P. K. Nanoemulsion: an advanced mode of drug delivery system. **3 Biotech**, v. 5, n. 2, p. 123-127, 2015

KENTISH, S.; WOOSTER, T. J.; ASHOKKUMAR, M.; BALACHANDRAN, S.; MAWSON, R.; SIMONS, L. The use of ultrasonics for nanoemulsion preparation. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 9, n 2, p 170-175, 2008

KHIABANI, M. S.; GHAREHNAGHADEH, S.; KAFIL, H. S.; JABBARI, V.; GHARENAGHADEH, S.; NOURAZARIAN, M.; FORGHANI, S.; KARIMI, N. Application of Salvia multicaulis essential oil-containing nanoemulsion against food-borne pathogens. **Food Bioscience**, v. 19, n. 3, p. 128-133, 2017

LANDFESTER, K. Miniemulsions for Nanoparticle Synthesis. **Colloid Chemistry II**, v. 277, n. 75, 2003

LANDFESTER, K.; MAILÄNDER, V. Nanocapsules with specific targeting and release properties using miniemulsion polymerization. **Expert Opinion on Drug Delivery**, v. 10, n. 593, 2013

LI, Z. HUA; CAI, M.; LIU, Y. SHUAI; SUN, P. long. Development of finger citron (*Citrus medica* L. var. *sarcodactylis*) essential oil loaded nanoemulsion and its antimicrobial activity. **Food Control**, v. 94, n. 317, 2018

LIN, L.; CHEN, W.; LI, C.; CUI, H. Enhancing stability of Eucalyptus citriodora essential oil by solid nanoliposomes encapsulation. **Ind. Crops Prod**, v. 140, n. 11, 2019LIU, Q.; ZHANG, M.; BHANDARI, B.; XU, J.; YANG, C. Effects of nanoemulsion-based active coatings with composite mixture of star anise essential oil, polylysine, and nisin on the quality and shelf life of ready-to-eat Yao meat products. **Food Control**, v. 107, n. 17, 2020

LU, W. C.; HUANG, D. W.; WANG, C. C. R.; YEH, C. H.; TSAI, J. C.; HUANG, Y. T.; LI, P. H. Preparation, characterization, and antimicrobial activity of nanoemulsions incorporating citral essential oil. **Journal of Food Drug Analysis**, v. 26, n. 82, 2018

MAJEED, H.; LIU, F.; HATEGEKIMANA, J.; RIZWAN, H.; QI, J.; ALI, B.; BIAN, Y.; MA, J.; YOKOYAMA, W.; ZHONG, F. Bactericidal action mechanism of negatively charged food grade clove oil nanoemulsions. **Food Chemistry**, v. 197, n. 75, 2016

MARTINI, É.; CARVALHO, E.; TEXEIRA, H.; LEÃO, F.; OLIVEIRA, M. C. Adsorção de Oligonucleotídeos em Nanoemulsões Obtidas por Emulsificação Espontânea. **Química Nova**, v. 30, n. 930, 2007

RAMIREZ, P.; MARTIN-PIÑERO, M. J.; MUÑOZ, J.; ALFARO, M. C. Development of rosemary essential oil nanoemulsions using a wheat biomass-derived surfactant. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 173, n. 486, 2019

MAZAREI, Z.; RAFATI, H. Nanoemulsification of Satureja khuzestanica essential oil and pure carvacrol; comparison of physicochemical properties and antimicrobial activity against food pathogens. **LWT**, v. 100, n. 328, 2019

MCCLEMENTS, D. J. Emulsion Design to Improve the Delivery of Functional Lipophilic Components. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 1, n. 241, 2010

MENDES, J. F.; MARTINS, H. H. A.; OTONI, C. G.; SANTANA, N. A.; SILVA, R. C. S.; DA SILVA, A. G.; SILVA, M. V.; CORREIA, M. T. S.; MACHADO, G.; PINHEIRO, A. C. PICCOLI, M.; OLIVEIRA, R. H. Chemical composition and antibacterial activity of Eugenia brejoensis essential oil nanoemulsions against Pseudomonas fluorescens. **LWT**, v. 93, n. 659, 2018

MOGHIMI, R.; GHADERI, L.; RAFATI, H.; ALIAHMADI, A.; MCCLEMENTS, D. J. Superior antibacterial activity of nanoemulsion of Thymus daenensis essential oil against E. coli. **Food Chemistry** 2016, 194, 410.

MOREIRA, D. R. **Géis à base de nanoemulsões de curcuminoides para aplicação cutânea** 2018. 95 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Química) - Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018

NAZARZADEH, E.; ANTHONYPILLAI, T.; SAJJADI, S. On the growth mechanisms of nanoemulsions. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 397, n. 154, 2013

NIRMAL, N. P.; MEREDDY, R.; LI, L.; SULTANBAWA, Y. Formulation, characterization and antibacterial activity of lemon myrtle and anise myrtle essential oil in water nanoemulsion. **Food Chemistry**, v. 254, n. 1, 2018

PAIM, L. F. N. A.; LANA, D. F. D.; GIARETTA, M.; JACOBI DANIELLI, L.; FUENTEFRIA, A. M.; APEL, M. A.; KÜLKAMP-GUERREIRO, C. I. Poiretia latifolia essential oil as a promising antifungal and anti-inflammatory agent: Chemical composition, biological screening, and development of a nanoemulsion formulation. **Industrial Crops and Products**, v. 126, n. 280, 2018

PENGMON, S.; CHINATANGKUL, N.; LIMMATVAPIRAT, C.; LIMMATVAPIRAT, S. The effect of surfactant on the physical properties of coconut oil nanoemulsions. **Asian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 13, n. 49, 2018

RAHN-CHIQUÉ, K.; PUERTAS, A. M.; ROMERO-CANO, M. S.; ROJAS, C.; URBINA-VILLALBA, G. Nanoemulsion stability: Experimental evaluation of the flocculation rate from turbidity measurements. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 178, n.1, 2012

RAO, J.; MCCLEMENTS, D. J. Food-grade microemulsions and nanoemulsions: Role of oil phase composition on formation and stability. **Food Hydrocolloids**, v. 29, n. 326, 2012

RYU, V.; CORRADINI, M. G.; MCCLEMENTS, D. J.; MCLANDSBOROUGH, L. Impact of ripening inhibitors on molecular transport of antimicrobial components from essential oil nanoemulsions. **J. Colloid Interface Sci**, v. 556, n. 59, p. 568–576, 2019

SALVIA-TRUJILLO, L.; ROJAS-GRAÜ, A.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Physicochemical characterization and antimicrobial activity of food-grade emulsions and nanoemulsions incorporating essential oils. **Food Hydrocoll**, v.43, n. 16, p. 547–556, 2014

SALVIA-TRUJILLO, L.; ROJAS-GRAÜ, M. A.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTÍN-BELLOSO, O. Effect of processing parameters on physicochemical characteristics of microfluidized lemongrass essential oil-alginate nanoemulsions. **Food Hydrocolloids**, v. 30, n. 401, 2013

SANTANA, R. C.; PERRECHIL, F. A.; CUNHA, R. L. High- and Low-Energy Emulsifications for Food Applications: A Focus on Process Parameters. **Food Engineering Reviews**, v. 5, n. 107, 2013

SANTOS, J.; RAMÍREZ, P.; LLINARES, R.; MUÑOZ, J.; TRUJILLO-CAYADO, L. A. Enhancing rosemary oil-in-water microfluidized nanoemulsion properties through formulation optimization by response surface methodology. **LWT**, v. 97, n. 370, 2018

SHARMA, N.; BANSAL, M.; VISHT, S.; SHARMA, P. K.; KULKARNI, G. T. Nanoemulsion: A new concept of delivery system. **Chronicles of Young Scientists**, v. 1, n. 2, 2010

SHTAY, R.; KEPLER, J. K.; SCHRADER, K.; SCHWARZ, K. Encapsulation of-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) in solid lipid nanoparticles for food applications. **J. Food Eng**, v. 244, n. 93, p. 91–100, 2019

SILVEIRA, G. P.; NOME, F.; GESSER, J. C.; SÁ, M. M.; TERENCEZI, H. - Estratégias utilizadas no combate a resistência bacteriana. **Química Nova**, v. 29, n. 844, 2006

SOLÈ, I.; PEY, C. M.; MAESTRO, A.; GONZÁLEZ, C.; PORRAS, M.; SOLANS, C.; GUTIÉRREZ, J. M. Nano-emulsions prepared by the phase inversion composition method: Preparation variables and scale up. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 344, n. 417, 2010

SOOD, S.; JAIN, K.; GOWTHAMARAJAN, K. Optimization of curcumin nanoemulsion for intranasal delivery using design of experiment and its toxicity assessment. **Colloids Surfaces B: Biointerfaces**, v.113, n. 330, 2014

SUNDARARAJAN, B.; MOOLA, A. K.; VIVEK, K.; KUMARI, B. D. R. Formulation of nanoemulsion from leaves essential oil of *Ocimum basilicum* L. and its antibacterial, antioxidant and larvicidal activities (*Culex quinquefasciatus*). **Microbial Pathogenesis**, v. 125, n. 475, 2018

TOPUZ, O. K.; ÖZVURAL, E. B.; ZHAO, Q.; HUANG, Q.; CHIKINDAS, M.; GÖLÜKÇÜ, M. Physical and antimicrobial properties of anise oil loaded nanoemulsions on the survival of foodborne pathogens. **Food Chemistry**, v. 203, n. 117, 2016

WEISS, J.; GAYSINSKY, S. DAVIDSON, M.; MCCLEMENTS, J. Nanostructured encapsulation systems: food antimicrobials. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G.V., MORTIMER, A., LINEBACK, D., SPIESS, W., BUCKLE, K. (Eds.). **IUFoST Livro do Congresso Mundial IUFoST: questões globais em ciência e tecnologia em alimentos**. Amsterdam: Elsevier, cap. 24. 2009. p. 426

ZHANG, S.; ZHANG, M.; FANG, Z.; LIU, Y. Preparation and characterization of blended cloves/cinnamon essential oil nanoemulsions. **LWT - Food Science and Technology** 2017, v. 75, n. 316, 2017

HELANDER, I. M. ; ALAKOMI, H.L. KALA, K. L., SANDHOLM, T. M., POL, I.; SMID, E. J; GORRIS, L. G. M. G.; **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 1998 46 (9), 3590-3595
DOI: 10.1021/jf980154m

SOLIMAN, K.M; BADEEA, R.I. Effect of oil extracted from some medicinal plants on different mycotoxigenic fungi. **Food Chem Toxicol**. 2002;40(11):1669-1675. DOI:10.1016/s0278-6915(02)00120-5

ALALI, H; BENYELLES, B; MOHAMED, E. A. D; NASSIM, D; TABTI, B; COSTA, J. Essential oil from *Rhaponticum acaule* L. roots: Comparative study using HS-SPME/GC/GC-MS and hydrodistillation techniques. **Journal of Saudi Chemical Society**, ISSN: 1319-6103, Vol: 18, Issue: 6, Page: 972-976. 2014. DOI10.1016/j.jscs.2011.12.001

ZOUAOUI N., CHENCHOUNI H., BOUGUERRA A., MASSOURAS T., BARKAT M. Characterization of volatile organic compounds from six aromatic and medicinal plant species growing wild in North African drylands. **NFS Journal**, Volume 18, 2020

SAAD, N; MULLER, C. LOBSTEIN, A. Major bioactivities and mechanism of action of essential oils and their components V. 28. **Flavour and Fragrance Journal**. 2013 DOI -10.1002/FFJ.3165

QIAN, C; MCCLEMENTS, D. Formation of nanoemulsions stabilized by model food-grade emulsifiers using high-pressure homogenization: Factors affecting particle size. **Food Hydrocolloids**. V – 25. p. 1000- 1008. DOI - 10.1016/j.foodhyd.2010.09.017. 2011

DONSÌ, F; ANNUNZIATA, M; VINCENSI, M; FERRARI, G. Design of nanoemulsion-based delivery systems of natural antimicrobials: Effect of the emulsifier. v.59. 342. 50. **Journal of biotechnology**. 2011 DOI - 10.1016/j.jbiotec.2011.07.001

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Ação antimicrobiana 97, 204
- Acidez 151, 154, 155, 157
- Adenantha pavonina 259, 260, 261, 268
- Aedes aegypti 221, 222, 226
- Agente geológico 134
- Agrupamento 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68
- Análise das demonstrações contábeis 46, 47, 60
- Análise multitemporal 123, 125
- Annona muricata 115, 116, 117, 121, 122
- Anonaceae 115, 116
- Aprendizagem 87, 88, 89, 92, 95, 96, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 242, 243, 257, 258
- Armazenamento 100, 103, 133, 152, 153, 154, 158, 201, 202, 204, 205, 207, 210, 229

B

- Biomineralizações de sílica 70, 82, 83
- Bosque nativo 32, 34, 36, 39, 40, 41, 44
- Broca da batata-doce 214

C

- Cambio climático 32, 33, 35
- Cartography 1, 2, 14, 124
- Cerconota anonella 115, 116, 117
- Clústeres 32, 37, 38, 40, 41, 42, 43
- Controle alternativo 227

D

- Dark Slope Streak 1, 2
- Datação 14C-AMS 70
- Dengue 221, 222, 226
- Desastres 235, 236, 238, 239, 241
- Detecção de queimadas 123, 124
- Digital image processing 1, 4, 9, 124, 160

DNIT 168, 169, 171, 172, 173, 174, 175, 179, 181, 183

E

Eletrofiação 184, 187, 188, 191, 192

Eletromagnetismo 86, 88, 90

Eletrônica orgânica 184, 192

Encapsulamento 97, 98, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Engenharia de custos 168

Ensino 63, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 95, 96, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 242, 243, 244, 257, 258

Euscepes postfasciatus 213, 214, 215, 218

Experimentos 16, 19, 21, 28, 29, 86, 89, 90, 92, 95, 117, 189, 218

Extração de pistas de aeroportos 159, 162

Extratos vegetais 203, 211, 227, 234

F

Filmes finos 184, 185, 189, 192, 193

Fitopatologia 227

Fuzzy 235, 236, 237, 239, 240, 241

G

Galactomanana 259, 260, 261, 262, 265, 266, 267, 268

H

Hematita 16, 18, 22, 25, 29

I

Imagens de satélite 123, 125

Imagens orbitais 159, 161, 162, 167

Indicadores financeiros 46, 54

Indução eletromagnética 86, 88, 89, 90, 95

Infraestrutura Rodoviária 168

Infravermelho 16, 19, 259, 261, 262, 263, 264

Infusões 201, 202, 204

INMET 61, 62, 63, 66, 67

Inpainting 1, 2, 3, 5, 8, 11, 12, 13, 14, 15

Insecta 214, 215

Integral dupla 242, 243, 244, 246, 248, 249, 250, 253, 258

Ipomoea batatas 214, 215, 216, 219

L

Lepidoptera 115, 116, 121, 122, 219

Lógica 52, 194, 196, 197, 198, 199, 236, 237, 241

M

Matemática 1, 25, 28, 123, 124, 159, 160, 161, 165, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 242, 243, 244, 257, 258

Mentha piperita 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233

Mentha sp 201, 202, 203

Metabólitos 116, 201, 202, 204, 207, 208, 209, 210, 212

Morfologia matemática 123, 124, 159, 161, 165

Multimídia 90, 194, 195, 196, 198, 199, 200

N

Nanoemulsão 97, 100, 106, 107

Nanofibras 184, 185, 187, 188, 189, 191, 192, 193

Nanopartículas 16, 18, 23, 24, 99, 105

O

Óleo de inajá 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157

Óleos essenciais 97, 98, 99, 105, 106, 107, 108, 109, 203, 211, 212, 213, 215, 216, 217, 218, 219

Oxidação 110, 151, 153, 156, 158, 208

P

Padrões 61, 62, 63, 103

Paleoambientes 70

Pechini 16, 17, 18, 23, 29

Penicillium citrinum 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233

Perfil químico 201, 202, 204, 207, 208, 210

Peróxido 17, 151, 154, 155

Politiofenos 184, 185, 189

Praia 134, 136, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 216

Processamento digital de imagens 123, 132

Processo foto-fenton heterogêneo 16

Q

Quitosana 106, 108, 118, 259, 261, 262, 265, 266, 267, 268

R

R 14, 15, 24, 25, 30, 31, 44, 45, 63, 65, 68, 69, 81, 82, 83, 84, 85, 95, 110, 111, 112, 113, 114, 121, 122, 132, 149, 150, 158, 193, 199, 200, 206, 211, 212, 218, 219, 226, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 241, 245, 246, 247, 258, 268

Raciocínio lógico 194, 195, 196, 197, 198, 199

Radical hidroxila 16

Remote sensing 1, 123, 124, 132

Resiliência 235, 236, 240, 241

Risco 58, 235, 236, 237, 238, 239

Rosmarinus officinalis 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233

S

Saponificação 151, 154, 156

Sedimentologia costeira 134

Semioquímicos 115, 221, 222

Sensoriamento remoto 2, 123, 124, 132, 159, 160, 161, 167

SICRO 168, 169, 170, 171, 172, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183

Software geogebra 242, 243

T

Técnicas geoestadísticas 32

Termogravimetria 16, 21, 259, 261, 264

Tomada de decisão 46, 47, 50, 60, 235, 237

X

Xantana 259, 260, 261, 262, 265, 266, 267, 268

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Ciências Exatas e da Terra: Exploração e Qualificação de Diferentes Tecnologias

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 