



Atena
Editora
Ano 2021

Química:

Debate entre a Vida Moderna
e o Meio Ambiente 2

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)



Atena
Editora
Ano 2021

Química:

Debate entre a Vida Moderna
e o Meio Ambiente 2

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua
(Organizador)

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

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

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

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

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

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

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

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

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

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

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

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Prof^ª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Livia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Química: debate entre a vida moderna e o meio ambiente 2

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Q6 Química: debate entre a vida moderna e o meio ambiente 2 / Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-979-0

DOI 10.22533/at.ed.790210804

1. Química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva (Organizador). II. Título.

CDD 540

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



Ano 2021

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

O E-book: “Química: Debate entre a Vida Moderna e o Meio Ambiente 2” em seu volume II é composto por dezoito trabalhos científicos em forma de capítulos que buscam apresentar e promover a discussão em relação à compressão do mundo físico pelo conhecimento científico e o despertar para a construção de uma relação mais harmoniosa do homem e do ambiente no qual é parte integrante que interage com o mesmo. Neste sentido, existe uma grande necessidade do despertar para uma consciência coletiva que possa proporcionar tanto o aumento da qualidade e expectativa de vida da atual geração quanto garantir condições para que as gerações vindouras possam dar continuidade à manutenção da própria espécie humana.

A atual sociedade vem construindo e aplicando ações tão destrutivas ao ambiente, ao ponto de se tornarem irreversíveis. Diante disso, o conhecimento científico adquire uma importância vital tanto do ponto de vista de sua aquisição quanto da materialização destes que sejam capazes de reconstruir um indivíduo apto a refletir e elaborar ações e comportamentos que manifestam seu grau de conhecimento científico. Neste sentido, as ciências da natureza são capazes de estabelecer as bases e ser uma “ponte” de conexão podendo ser desenvolvida em espaços formais e não formais, com destaque para a escola de educação básica. Entretanto, a falta ou deficiência de políticas públicas que promovam investimentos maciços tanto em infraestrutura adequada quanto em qualificação e valorização de recursos humanos, faz com que a comunidade escolar não obtenha o êxito satisfatório fazendo com que sejam protagonistas por si mesmas, o que tem levado ao constante aumento de alternativas que promovam e fortaleçam o processo de alfabetização científica por meio de instrumentos lúdicos que facilitem o processo de ensino-aprendizagem das ciências da natureza.

As consequências da não formação de indivíduos alfabetizados cientificamente deixam “sequelas” severas em todos os seguimentos da sociedade. *A priori* ao próprio indivíduo que não compreendendo suas atitudes e ações lhe causa danos a si e a outrem e a *posteriori* que se “enraíza” em toda a sociedade, visto que a predominância de uma incapacidade coletiva de refletir, distinguir e inferir em ações do seu cotidiano, que se materializam em comportamentos e atitudes que os deixam a mercê de uma condição em que acreditam não serem capazes de mudar e os tornam incapazes de acompanhar o desenvolvimento e progresso possibilitado pelo avanço do conhecimento científico.

Neste sentido e com a intenção de colaborar para a disseminação do conhecimento científico, universalizando e democratizando o acesso gratuito ao conhecimento em suas diferentes formas de investigação, a Atena Editora trabalha em prol da disseminação do conhecimento de forma gratuita tanto pelo seu site quanto por diferentes plataformas que facilitam o acesso do leitor estando em qualquer ambiente e espaço contribuindo para divulgação e aquisição do conhecimento em diferentes áreas da ciência.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ATIVIDADE DE CONSTRUÇÃO DA TABELA PERIÓDICA A PARTIR DA MONTAGEM DE CUBOS CONTENDO AS PRINCIPAIS INFORMAÇÕES DOS ELEMENTOS QUÍMICOS: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Rodrigo Aparecido de Souza Ribeiro

Valéria Ferreira de Aguiar

DOI 10.22533/at.ed.7902108041

CAPÍTULO 2..... 8

AULAS DE CIÊNCIAS E USO DE KITS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO NONO ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Davi Souza Ferreira

Vera Lúcia Neves Dias Nunes

Everaldo Nicomedio Santos Sousa

Raquel Maria Trindade Fernandes

Jackson Ronie Sá-Silva

DOI 10.22533/at.ed.7902108042

CAPÍTULO 3..... 16

MELHORIA DA APRENDIZAGEM DE QUÍMICA NO ENSINO FUNDAMENTAL: AULAS EXPERIMENTAIS ATRAVÉS DE KITS DIDÁTICOS PARA ESTUDANTES DO 9º ANO

Everaldo Nicomedio Santos Sousa

Vera Lúcia Neves Dias Nunes

Davi Souza Ferreira

Antônio Francisco Fernandes de Vasconcelos

Jackson Ronie Sá-Silva

DOI 10.22533/at.ed.7902108043

CAPÍTULO 4..... 24

A LUDICIDADE DENTRO DO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA

Yasmim Lorena Nunes Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.7902108044

CAPÍTULO 5..... 29

USO DO SOTWARE *CHEMSKETCH* PARA A CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES E SUAS POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO NO ENSINO SOB A PERSPECTIVA CTS/CTSA

Denise Vieira Miranda

Mariana Amorim Costa

Rayane Julio da Silva Scarpati

Vitor de Araújo Freitas

Vilma Reis Terra

DOI 10.22533/at.ed.7902108045

CAPÍTULO 6.....	38
EDUCAÇÃO AMBIENTAL: APRENDENDO A ANALISAR PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AMOSTRAS DE ÁGUA	
Carlos Torquato de Lima Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.7902108046	
CAPÍTULO 7.....	49
RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UMA ABORDAGEM POR PROJETO: A QUÍMICA DO COMBATE À DENGUE – UMA ALTERNATIVA AO ALCANCE DE TODOS	
Lahis Tavares Crespo Barbosa	
Isis Leal Melo	
DOI 10.22533/at.ed.7902108047	
CAPÍTULO 8.....	60
QUÍMICA E O UNIVERSO A NOSSA VOLTA	
Ricardo Francischetti Jacob	
Sérgio Delbianco Filho	
DOI 10.22533/at.ed.7902108048	
CAPÍTULO 9.....	70
CORES DE FRIDA	
Aline de Sousa	
Laurinéia Rodrigues Nicácio Freitas	
Lílian de Sousa Sena	
DOI 10.22533/at.ed.7902108049	
CAPÍTULO 10.....	80
REAÇÃO DE TRANSESTERIFICAÇÃO COM DELINEAÇÃO SIGNIFICATIVA DOS CONCEITOS DE QUÍMICA	
Vagner Cunha Lima	
DOI 10.22533/at.ed.79021080410	
CAPÍTULO 11.....	88
DETERMINAÇÃO DO TEOR DE GORDURA TOTAL NO SALGADO FRITO COMERCIALIZADO NA CANTINA DO IFES/LINHARES	
Rafael Torres Teixeira	
Marina Cominote	
Renato César de Souza Oliveira	
Alícia Sanders de Abreu	
DOI 10.22533/at.ed.79021080411	
CAPÍTULO 12.....	98
VERIFICAÇÃO DAS ALTERAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS QUE O ÓLEO DE SOJA PODE SOFRER COM A TEMPERATURA ELEVADA E A REUTILIZAÇÃO	
Alícia Sanders de Abreu	
Renato César de Souza Oliveira	
Marina Cominote	

Rafael Torres Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.79021080412

CAPÍTULO 13..... 109

EFEITO DA COBERTURA COMESTÍVEL À BASE DE AMIDO DE MANDIOCA E ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA (*Cinnamomum zeylanicum B.*) NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABAS (*Psidium guajava L.*)

Giovanna Macedo Garcia

Mary Leiva de Faria

Elaine Soares Amorim

DOI 10.22533/at.ed.79021080413

CAPÍTULO 14..... 123

MODELAGEM MOLECULAR POR HOMOLOGIA DA ENZIMA DIIDROOROTATO DESIDROGENASE DA LEISHMANIA MAJOR E APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE DOCAGEM E DINÂMICA MOLECULAR

João Augusto Pereira da Rocha

Elaine Cristina Medeiros da Rocha

João Lídio da Silva Gonçalves Vianez Júnior

Fabio Alberto de Molfetta

DOI 10.22533/at.ed.79021080414

CAPÍTULO 15..... 145

INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO SURFACTANTE/TIMOL PARA A OBTENÇÃO DE NANOEMULSÕES COM POTENCIAL USO NA AGRICULTURA E INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Davi Cardoso Aguiar de Melo

Caroline de Souza Fontes

Natália Assis Guedes

Lucas de Souza Soares

Adilson Vidal Costa

Vagner Tebaldi de Queiroz

DOI 10.22533/at.ed.79021080415

CAPÍTULO 16..... 154

GLICOPOLÍMEROS TERMORRESPONSIVOS: EFEITO DA D-GLICOSE NO COMPORTAMENTO ASSOCIATIVO

Karoline Nóbrega Celino

Nívia do Nascimento Marques

Marcos Antonio Villetti

Maurício Rodrigues Borges

Rosângela de Carvalho Balaban

DOI 10.22533/at.ed.79021080416

CAPÍTULO 17..... 166

PROPRIEDADES EM MEIO AQUOSO DE POLI(N-ISOPROPILACRILAMIDA-CO-LAURATO DE VINILA)

Mariana Alves Leite Dutra

Laura Gabriela Gurgel de Carvalho
Nívia do Nascimento Marques
Marcos Antonio Villetti
Maurício Rodrigues Borges
Rosângela de Carvalho Balaban

DOI 10.22533/at.ed.79021080417

CAPÍTULO 18..... 177

CATÁLISE DA CONVERSÃO DE FRUTOSE PARA HMF ATRAVÉS DE SÓLIDOS ÁCIDOS INORGÂNICOS

João Pedro Vieira Lima
Pablo Teles Aragão Campos
Mateus Freitas Paiva
José Joaquín Linares León
Sílvia Cláudia Loureiro Dias
José Alves Dias

DOI 10.22533/at.ed.79021080418

SOBRE O ORGANIZADOR..... 186

ÍNDICE REMISSIVO..... 187

INFLUÊNCIA DA RELAÇÃO SURFACTANTE/TIMOL PARA A OBTENÇÃO DE NANOEMULSÕES COM POTENCIAL USO NA AGRICULTURA E INDÚSTRIA DE ALIMENTOS

Data de aceite: 01/03/2021

Alegre - Espírito Santo

<https://orcid.org/0000-0003-2997-5349>

Davi Cardoso Aguiar de Melo

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde
Departamento de Química e Física
Alegre - Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0001-6180-0069>

Caroline de Souza Fontes

Universidade Federal do Espírito Santo
Centro de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Química
Vitória - Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0002-1340-857X>

Natália Assis Guedes

Universidade Federal do Espírito Santo
Centro de Ciências Exatas
Programa de Pós-Graduação em Química
Vitória - Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0003-1808-0427>

Lucas de Souza Soares

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Agroquímica
Grupo de Estudo Aplicado em Produtos Naturais e Síntese Orgânica (GEAPS-CNPq)
Alegre - Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0003-2997-5349>

Adilson Vidal Costa

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Agroquímica
Grupo de Estudo Aplicado em Produtos Naturais e Síntese Orgânica (GEAPS-CNPq)

Vagner Tebaldi de Queiroz

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Agroquímica
Grupo de Estudo Aplicado em Produtos Naturais e Síntese Orgânica (GEAPS-CNPq)
Alegre - Espírito Santo
<https://orcid.org/0000-0002-8170-125X>

RESUMO: O timol é um composto que possui comprovada ação inseticida, antioxidante e antifúngica. No entanto, sua baixa dispersibilidade em água dificulta a sua aplicação no biocontrole de patógenos. A inclusão deste composto em nanoemulsões é uma alternativa viável, visto que em tais sistemas a dispersibilidade do ingrediente ativo pode ser aumentada. Além disso, nanoemulsões de timol podem também melhorar a sua liberação controlada e a sua estabilidade. Assim, no presente trabalho objetivou-se avaliar a relação surfactante/timol (RST) usada na formulação de nanoemulsões do fenol natural acima citado. As nanoemulsões foram preparadas utilizando o surfactante Tween 80 nas RST de 0,1/1 e 1/1 e o processo de emulsificação envolvendo agitação em vortex seguida de homogeneização ultrassônica. Os testes para a avaliação das emulsões (aparência e determinação da distribuição de diâmetros, do diâmetro hidrodinâmico médio e do índice de polidispersidade das gotículas de timol nas emulsões) foram realizados 3 e 21 dias após a preparação das emulsões. A nanoemulsão

de timol preparada com a RST 1/1 apresentou gotículas com diâmetro médio < 300 nm, após 3 e 21 dias de armazenamento. Contudo, o aumento da concentração de surfactante não evitou a desestabilização macroscopicamente visível das emulsões, após 23 dias de armazenamento, visto que os dois tratamentos apresentaram uma nítida separação das fases. Assim, novos estudos devem ser conduzidos para melhorar as formulações dos sistemas, a fim de aumentar a estabilidade cinética e/ou reduzir o diâmetro de gotículas das emulsões.

PALAVRAS - CHAVE: Homogeneização ultrassônica; Diâmetro médio de gotículas; Índice de polidispersidade; Estabilidade cinética de emulsões.

INFLUENCE OF SURFACTANT/TIMOL RATIO FOR OBTAINMENT OF NANOEMULSIONS APPLICABLE IN AGRICULTURE AND FOOD INDUSTRY

ABSTRACT: Thymol is a compound that has a proven insecticidal, antioxidant and antifungal action. However, its low dispersibility in water prevents its application in formulations for pathogens biocontrol. The inclusion of this compound in nanoemulsions is a viable alternative, since in such systems the dispersibility of the active ingredient can be increased. In addition, thymol nanoemulsions can also improve their controlled release and stability. Thus, this study aimed to evaluate the surfactant/thymol ratio (STR) used in the formulation of nanoemulsions containing the natural phenol mentioned above. The nanoemulsions were prepared using the surfactant Tween 80 at the 0.1/1 and 1/1 RST values, and the emulsification process involved the mixture in vortex followed by ultrasonic homogenization. The tests for emulsions evaluation (appearance and determination of diameter distribution, average hydrodynamic diameter and polydispersity index of the thymol droplets in the systems) were carried out 3 and 21 days after emulsions preparation. Thymol nanoemulsion prepared with STR 1/1 presented average diameter droplets < 300 nm, after 3 and 21 days storage time. However, the surfactant concentration increase did not prevent macroscopically visible destabilization of emulsions, after 23 days storage period, since the two treatments showed a clear phase separation. Thus, further studies should be performed to improve the systems formulation, in order to increase the kinetic stability and/or reduce the droplet diameter of emulsions.

KEYWORDS: Ultrasonic homogenization; Average diameter of droplets; Polydispersity index; Kinetic stability of emulsions.

1 | INTRODUÇÃO

O timol é um monoterpreno aromático natural biossintetizado a partir de γ -terpineno e de p -cimeno, que é encontrado nos óleos essenciais (OEs) de tomilho (*Thymus vulgaris* L.) e de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* L.). Este composto químico é comumente comercializado no estado sólido e possui temperatura de ebulição entre 48 °C e 51 °C, além disso possui propriedades inseticidas, antifúngica e antioxidante (DAVOODI; KAVOOSI e SHAKERI, 2017; LA TORRE et al., 2016; ROZMAN, KALINOVIC e KORUNIC, 2007; AESCHBACH et al., 1994). O uso do timol em formulações aquosas de fungicidas e inseticidas é limitado, devido à característica hidrofóbica desse composto. Nesse sentido, o preparo de emulsões e nanoemulsões de timol podem ser uma alternativa promissora

para a obtenção de produtos comerciais contendo esse fenol natural, a fim de explorar as suas ações antifúngica e inseticida (NIEDDU et al., 2014; HU e COASTS, 2008).

As emulsões são sistemas coloidais formados por dois líquidos imiscíveis, em que um deles é disperso no outro na forma de gotículas micrométricas ou nanométricas (SOARES et al., 2019; SOARES et al., 2017; MCCLEMENTS, 2016). As emulsões podem ser classificadas em função do constituinte disperso, sendo que: i) nas emulsões óleo em água (O/A), o constituinte hidrofóbico encontra-se disperso na forma de gotículas; ii) nas emulsões água em óleo (A/O), o constituinte aquoso encontra-se disperso na forma de gotículas (MCCLEMENTS, 2016). Embora as emulsões sejam termodinamicamente instáveis, tendendo à separação das fases, com o intuito de minimizar o contato entre os líquidos imiscíveis, a produção de emulsões cineticamente estáveis pode ser possibilitada pelo emprego de energia mecânica (para a formação das gotículas) concomitantemente à adição de moléculas de surfactantes ao sistema. A aplicação de energia mecânica objetiva o rompimento das gotículas e a mistura das fases (TADROS et al., 2004), sendo os equipamentos de alta pressão, microfluidizadores e homogeneizadores ultrassônicos citados como exemplos de dispositivos utilizados para produzir as emulsões (MCCLEMENTS et al., 2011; KENTISH et al., 2008). A adição de surfactantes favorece a redução da tensão interfacial do sistema, pois essas moléculas apresentam regiões hidrofóbicas (parte apolar) e hidrofílicas (parte polar) que se posicionam entre as fases imiscíveis reduzindo o contato energeticamente desfavorável entre as mesmas. O aumento do diâmetro médio das gotículas pela adição de surfactante acima do limite de saturação pode ocorrer, levando à formação de uma fase cristalina líquida altamente viscosa ao redor do filme interfacial, que pode desacelerar a desestabilização das gotículas em função do tempo e a separação de fases (WANG et al., 2009). Além disso, variação do diâmetro médio das gotículas formadas interfere diretamente nas propriedades físicas e tecnológicas das emulsões (JAFARI, HE e BHANDARI, 2006).

Nanoemulsões possuem, geralmente, gotículas com diâmetro < 500 nm, o que pode modular a liberação dos compostos encapsulados na forma de gotículas em sua formulação e trazer vantagens tecnológicas para sua utilização pelas indústrias de agroquímicos, alimentos e fármacos (GAISFORD, 2018; FENG et al., 2016, 2018; LU et al., 2016; WALKER, DECKER e MCCLEMENTS, 2015; OSTERTAG, WEISS e MCCLEMENTS, 2012). Entre as vantagens da incorporação de ingredientes ativos nesses sistemas destacam-se a sua ampla faixa de aplicabilidade e baixo custo de produção (FENG et al., 2018; LU et al., 2016; WANG et al., 2007). Poucos são os relatos sobre trabalhos que propuseram a preparação de emulsões ou nanoemulsões contendo timol em sua formulação. Dentre esses, o trabalho desenvolvido por Robledo et al. (2018) objetivou a incorporação de nanoemulsões de timol em coberturas comestíveis e a avaliação do efeito antifúngico desses materiais quando aplicados em tomate cereja. Assim, inicialmente, foram preparadas nanoemulsões, contendo timol (10%; m/m) como composto antifúngico,

Tween 80 (8%; m/m) como surfactante e miglyol 812 (2%; m/m) como cossurfactante (RST 1/1), usando homogeneização ultrassônica para a dispersão da fase hidrofóbica. Nesse estudo, gotículas com diâmetro médio inferior a 200 nm e índice de polidispersidade (PDI) das gotículas menor que 0,2 foram obtidas. Evidencia-se, dessa forma, a importância dos constituintes da formulação, assim como do sistema de homogeneização, para a produção de nanoemulsões contendo o timol (FENG et al., 2016, 2018; MCCLEMENTS e RAO, 2011). Assim, a realização de pesquisas propondo o estudo do impacto da formulação e dos parâmetros de processo devem ser realizadas, a fim de se obter formulações para conter e preservar a estabilidade do timol, além de melhorar a estabilidade cinética de produtos emulsionados, o que poderia favorecer a sua utilização em aplicações da indústria tecnológica.

Diante do exposto, objetivou-se com a realização deste estudo avaliar o efeito da relação surfactante/timol (RST) no desenvolvimento de nanoemulsões do tipo óleo/água.

2 I METODOLOGIA

2.1 Material

Timol (NEON Ltda., Lote 35310), Tween 80 (Dinâmica Química Contemporânea Ltda., Lote 58767) e corante vermelho Sudan III (Sigma-Aldrich; ID = 931185).

2.2 Planejamento experimental

As nanoemulsões de timol foram produzidas nas relações surfactante/timol (RST) de 0,1/1 e 1/1. Os testes para a avaliação das emulsões foram realizados 3 e 21 dias após a preparação das emulsões.

2.3 Preparo das nanoemulsões

A água, o Tween 80, o timol e corante vermelho de Sudan III foram pesados em balança analítica para obtenção de formulações contendo relações surfactante/timol (RST) de 0,1/1 e 1/1. Inicialmente, o material foi grosseiramente misturado em agitador vórtex (2 min). Em seguida, o material foi emulsificado usando um homogeneizador ultrassônico (QR750, ECO SONICS, Brasil) com micro-ponteira de titânio 4 mm por 8 minutos (675 W; 20kHz).

2.4 Estabilidade ao longo do tempo

A avaliação visual das nanoemulsões de timol foi realizada durante 21 dias. A determinação da distribuição de diâmetros, do diâmetro hidrodinâmico médio e do índice de polidispersidade (PDI) das gotículas de timol nas emulsões foram realizados por meio de espalhamento dinâmico de luz (DLS), usando um analisador de partículas de bancada

(Zetasizer-Nano ZS, Malvern Instruments, Reino Unido). Inicialmente, alíquotas das emulsões foram diluídas (1:50) na mesma fase contínua usada para preparar cada um dos tratamentos. Em seguida, as amostras diluídas foram submetidas à análise instrumental. O procedimento experimental baseou-se em uma análise com três acumulações (45 s, cada), em triplicata.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aspecto visual das nanoemulsões de timol é apresentado na Figura 1.

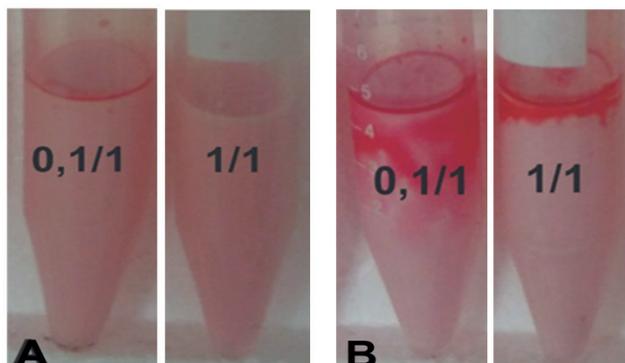


Figura 1 - Aspecto visual das emulsões de timol preparadas em diferentes RST (01/1 e 1/1) e fotografadas 3 dias (A) e 23 dias (B) após o preparo.

Na Figura 1-A, pelo aspecto visual das emulsões após 3 dias da sua preparação, observa-se que o aumento da concentração de surfactante promoveu o aumento da dispersão do timol, uma vez que no tratamento “1/1” não se notam evidências da separação de fases (indicadas pelo aumento da intensidade da cor vermelha). O diâmetro hidrodinâmico médio e PDI das gotículas de timol estão apresentados na Tabela 1.

RST	Tempo de armazenamento (dias)	Diâmetro médio da gotícula (nm) ^a	PDI
0,1/1	3	388,9 ± 72,24	0,034
0,1/1	23	1498 ± 1078	0,517
1/1	3	278,6 ± 70,4	0,064
1/1	23	224,6 ± 171,3	0,581

^a Valores apresentados em termos de média ± desvio padrão

Tabela 1 - Efeito da variação da RST no diâmetro hidrodinâmico médio e PDI das gotículas de timol presentes nas emulsões

Na Tabela 1, observa-se uma redução no diâmetro médio das gotículas e do PDI das emulsões com o aumento da RST. Para a RST 0,1/1, o diâmetro médio das gotículas aumentou de 388,9 para 1498 nm, no intervalo de 23 dias. Enquanto isso, para a RST 1/1, o diâmetro médio se manteve inferior a 300 nm no mesmo intervalo de tempo. Observa-se que o aumento da concentração de surfactante pode ter sido o principal fator que causou a redução do diâmetro das gotículas e, conseqüentemente o aumento da área interfacial. Nos dois tratamentos, observou-se um aumento no PDI, o que pode indicar a ação de mecanismos de desestabilização nas emulsões. Nanoemulsões podem se desestabilizar com o tempo por amadurecimento de Ostwald, separação gravitacional (cremeação ou sedimentação), floculação ou coalescência (MCCLEMENTS, 2016; TADROS et al., 2004). O amadurecimento de Ostwald é o processo pelo qual o volume das gotículas menores diminui enquanto o volume das gotículas maiores aumenta, por meio da difusão mássica das moléculas da fase dispersa através da fase contínua. A separação gravitacional é o processo pelo qual as gotículas se movem para cima (cremeação) ou para baixo (sedimentação), uma vez que a densidade da fase dispersa é geralmente menor ou maior do que aquela mostrada pela fase aquosa. A floculação é o processo pelo qual duas ou mais gotículas se associam umas às outras e formam aglomerados pela ação das forças atrativas que agem entre elas, sem a ocorrência de perda da integridade interfacial. A coalescência é o processo pelo qual várias gotículas colidem e se fundem, levando à formação de uma gotícula maior.

O aumento da concentração de surfactante não evitou a desestabilização macroscopicamente visível das fases (Figura 1), após 23 dias de armazenamento, visto que os dois tratamentos apresentaram uma nítida separação das fases. Concentrações insuficientes de surfactante promovem a re-coalescência das gotículas durante o processo de emulsificação, promovendo a formação de gotículas com diâmetro médio maior, além de acelerar os processos de desestabilização, levando à separação de fases (KENTISH et al., 2008; MCCLEMENTS, 2016; TADROS et al., 2004). Os achados apresentados nesse trabalho estão de acordo com os relatos da literatura, que indicam que o teor de surfactante representa um fator a ser otimizado, a fim de possibilitar a formação e/ou estender a estabilidade cinética das emulsões.

De forma geral, o aumento da RST influencia na estabilidade cinética, na formação de gotículas menores e no aumento da dispersão do ingrediente ativo (ANTON; VANDAMME, 2009; LAMAALLAM et al., 2005). Nesse caso, os resultados apresentados mostram que a preparação de nanoemulsões de timol e Tween 80 usando o método de alta energia foi possível. No entanto, novos estudos devem ser conduzidos para melhorar as formulações dos sistemas, a fim de aumentar a estabilidade cinética e/ou reduzir o diâmetro de gotículas das emulsões.

4 | CONCLUSÃO

Concluiu-se que a produção de nanoemulsões de timol com a relação surfactante/timol (RST 1/1) utilizando o Tween 80 como surfactante foi possível. Nanoemulsões com a RST 1/1 apresentaram diâmetros inferiores a 300 nm, quando avaliadas após 3 e 23 dias de armazenamento. Contudo, observou-se que a desestabilização macroscopicamente visível das fases nas nanoemulsões com a RST 1/1 após 23 dias de armazenamento. Assim, faz-se necessária a otimização das formulações contendo timol e/ou do processo de preparo das emulsões, a fim de melhorar a estabilidade cinética dos sistemas obtidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Código de Financiamento 001) e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES). Ao Programa de Pós-Graduação em Agroquímica da Universidade Federal do Espírito Santo e aos pesquisadores do Grupo de Estudo Aplicado em Produtos Naturais e Síntese Orgânica (GEAPS-CNPq) pelo suporte em infraestrutura e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

AESCHBACH, R.; LÖLIGER, J.; SCOTT, B. C.; MURCIA, A.; BUTLER, J.; HALLIWELL, B.; ARUOMA, O. I. Antioxidant actions of thymol, carvacrol, 6-gingerol, zingerone and hydroxytyrosol. **Food and Chemical Toxicology**, v. 32, n. 1, p. 31-36, 1994.

ANTON, N.; VANDAMME, T. F. The universality of low-energy nano-emulsification. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 377, n. 1, p. 142-147, 2009.

DAVOODI, M.; KAVOOSI, G.; SHAKERI, R. Preparation and characterization of potato starch-thymol dispersion and film as potential antioxidant and antibacterial materials. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 104, p. 173-179, 2017.

FENG, J.; SHI, Y.; YU, Q.; SUN, C.; YANG, G. Effect of emulsifying process on stability of pesticide nanoemulsions. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 497, p. 286-292, 2016.

FENG, J.; ZHANG, Q.; LIU, Q.; ZHU, Z.; MCCLEMENTS, D. J.; JAFARI, S. M. Application of Nanoemulsions in Formulation of Pesticides. In: JAFARI, S. M.; MCCLEMENTS, D. J. **Nanoemulsions**, Academic Press, 2018, p. 379-413.

GAISFORD, S. Pharmaceutical Preformulation. In: AULTON, M. E.; TAYLOR, K. **Aulton's pharmaceuticals. The design and manufacture of medicines**. Elsevier, 2018, p. 380-406.

HU, D.; COASTS, J. Evaluation of the environmental fate of thymol and phenethyl propionate in the laboratory. **Pest Management Science**, v. 7, n. 12, p. 775-779, 2008.

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

JAFARI, M. S.; HE, Y.; BHANDARI, B. Nano-emulsion production by sonication and microfluidization - A comparison. **International Journal of Food Properties**, v. 9, n. 3, p. 475-485, 2006.

LA TORRE, A.; CARADONIA, F.; MATERE, A.; BATTAGLIA, V. Using plant essential oils to control Fusarium wilt in tomato plants. **European Journal of Plant Pathology**, v. 144, n. 1, p. 487-496, 2016.

LAMAALLAM, BATALLER, S. H.; DICHARRY, C.; LACHAISE, J. Formation and stability of miniemulsions produced by dispersion of water/oil/surfactants concentrates in a large amount of water. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 270-271, n. 1, p. 44-51, 2005.

LU, W.-C.; HUANG, D.-W.; WANG, C.-C. R.; YE, 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 and Drug Analysis**, v. 26, n. 1, p. 82-89, 2016.

MCCLEMENTS, D. J.; RAO, J. Food-Grade nanoemulsions: Formulation, fabrication, properties, performance, Biological fate, and Potential Toxicity. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 51, n. 4, p. 285-330, 2011.

MCCLEMENTS, D. J. **Food Emulsions - Principles, Practices, and Techniques**, 3 ed., Boca Raton: CRC Press, 2016.

NIEDDU, M.; RASSU, NIEDDU, G.; BOATTO, G.; BOSI, P.; TREVISI, P.; GIUNCHEDI, P.; CARTA, A.; GAVINI, E. Improvement of thymol properties by complexation with cyclodextrins: In vitro and in vivo studies. **Carbohydrate Polymers**, v. 102, n. 1, p. 393-399, 2014.

OSTERTAG, F.; WEISS, J.; MCCLEMENTS, D. J. Low-energy formation of edible nanoemulsions: Factors influencing droplet size produced by emulsion phase inversion. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 388, n. 1, p. 95-102, 2012.

PEY, C. M.; MAESTRO, A.; SOLÉ, I.; GONZÁLEZ, C.; SOLANS, C.; GUTIÉRREZ, J. M. Optimization of nano-emulsions prepared by low-energy emulsification methods at constant temperature using a factorial design study. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 288, n. 1, p. 144-150, 2006.

ROBLEDO, N. VERA, P.; LÓPEZ, L.; YAZDANI-PEDRAM, M.; TAPIA, C.; ABUGOCH, L. Thymol nanoemulsions incorporated in quinoa protein/chitosan edible films; antifungal effect in cherry tomatoes. **Food Chemistry**, v. 246, n. 8, p. 211-219, 2018.

ROZMAN, V.; KALINOVIC, I.; KORUNIC, Z. Toxicity of naturally occurring compounds of Lamiaceae and Lauraceae to three stored-product insects. **Journal of Stored Products Research**, v. 43, n. 4, p. 349-355, 2007.

SOARES, L. S.; MILIÃO, G. L.; TONOLE, B.; SOUZA, G. B.; SOARES, N. F. F.; TEIXEIRA, A. V. N. C.; COIMBRA, J. S. R.; OLIVEIRA, E. B. Chitosan dispersed in aqueous solutions of acetic, glycolic, propionic or lactic acid as a thickener/stabilizer agent of O/W emulsions produced by ultrasonic homogenization. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 59, n. 12, p. 104754, 2019.

SOARES, L. S.; FARIA, J. T.; AMORIM, M. L.; ARAÚJO, J. M.; MINIM, L. A.; COIMBRA, J. S. R.; TEIXEIRA, A. V. N. C.; OLIVEIRA, E. B. Rheological and physicochemical studies on emulsions formulated with chitosan previously dispersed in aqueous solutions of lactic acid. **Food Biophysics**, v. 12, n. 1, p; 109-118, 2017.

TADROS, T.; IZQUIERDO, P.; ESQUENA, J. SOLANS, C. Formation and stability of nano-emulsions. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 108, n. 5; p. 303-318, 2004.

WALKER, R. M.; DECKER, E. A.; MCCLEMENTS, D. J. Physical and oxidative stability of fish oil nanoemulsions produced by spontaneous emulsification: Effect of surfactant concentration and particle size. **Journal of Food Engineering**, v. 164, n. 1, p. 10-20, 2015.

WANG, L. LI, X.; ZHANG, G.; DONG, J.; EASTOE, J. Oil-in-water nanoemulsions for pesticide formulations. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 314, n. 1, p. 230-235, 2007.

WANG, L.; DONG, J.; CHEN, J., EASTOE, J., LI, X. Design and optimization of a new self-nanoemulsifying drug delivery system. **Journal of Colloid and Interface Science**, v. 330, n. 2, p. 443-448, 2009.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Água 7, 18, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 67, 89, 91, 92, 93, 94, 100, 102, 103, 109, 111, 112, 113, 114, 117, 129, 145, 147, 148, 154, 155, 156, 157, 160, 161, 162, 163, 167, 168, 169, 174, 179, 181, 184

Álcool 80, 83, 84, 85, 101, 158, 159, 163

Alimentação 88, 89, 90, 96, 97, 98, 100, 107, 108, 159, 163

Alimentos 8, 19, 67, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 107, 108, 110, 111, 112, 121, 145, 147, 155

Aminoácidos 123, 130

Amostras 7, 12, 38, 40, 41, 42, 45, 46, 88, 92, 93, 98, 102, 103, 104, 105, 106, 109, 114, 115, 120, 149, 154, 157, 158, 160, 161, 166, 169, 172, 173

Antioxidante 59, 112, 121, 145, 146

Atividade Lúdica 24, 25, 26

Avaliação 4, 7, 11, 14, 48, 56, 57, 58, 59, 61, 95, 107, 108, 115, 120, 121, 145, 147, 148, 160

B

Biodiesel 81, 86, 87

Biomassa 177, 178

C

Carboidratos 89, 90, 93, 100

Catalisador 179, 180, 182, 183, 184

Catálise 9, 87, 156, 177, 184

Cidadania 24, 57, 61, 62, 63, 72

Ciências 5, 6, 2, 7, 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 37, 47, 48, 49, 54, 56, 60, 61, 62, 63, 68, 69, 79, 81, 87, 141, 142, 145

Cinética 146, 148, 150, 151, 183

Conceitos 7, 1, 2, 3, 7, 16, 17, 18, 22, 25, 31, 38, 39, 45, 47, 56, 62, 64, 65, 67, 73, 80, 81, 83, 86

Conhecimento Científico 9, 62, 80

Conteúdo 2, 5, 8, 9, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 33, 66, 68, 81, 93, 94

Contexto 1, 31, 37, 39, 46, 50, 51, 72, 73, 74, 87, 168

Contextualização 5, 17, 31, 37, 51, 69

Copolímero 154, 161, 166, 170, 171, 173, 174, 175

Cores 7, 4, 12, 27, 42, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77
Cotidiano 5, 17, 22, 26, 27, 31, 57, 70, 71, 74, 86

D

Didática 1, 3, 12, 14, 25, 26, 30, 80
Discente 25, 50, 68
Disciplinares 39, 81
Docente 21, 31, 51, 68
Doenças 58, 89, 99, 100, 123, 124

E

Educação Ambiental 7, 38, 39, 40, 47, 48, 186
Educação Básica 5, 2, 38
Efeito Estufa 178
Emulsificação 145, 150
Energia 6, 89, 90, 93, 98, 99, 100, 123, 126, 127, 131, 132, 134, 136, 140, 147, 150, 178
Ensinoaprendizagem 5
Ensino de ciências 8, 9, 14, 15, 22, 23, 24, 31, 37, 48, 61, 68, 87
Ensino de química 6, 1, 8, 16, 24, 29, 48, 69, 87
Enzima 8, 111, 123, 125, 126, 127, 129, 131, 132, 134, 135, 136, 140, 141, 156
Espectroscopia no infravermelho 166
Éster 80, 83, 84, 85, 158, 159, 163, 169
Experimento 12, 80, 83, 85, 109, 115, 179, 180

F

Fármacos 124, 125, 126, 143, 147, 156, 167, 178
Fibras 33, 89, 100, 110
Funções Orgânicas 80

G

Gordura 7, 81, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 108

H

Hidrofílico 111, 123, 138, 141
Hidrofóbico 147
Hidrólise 98, 104, 106

I

Ingestão 89, 90, 95, 100

Inibidores 123, 125, 126, 140, 141

Insolúvel 161, 167

Interdisciplinar 27, 38, 39, 45, 48, 76, 79

L

Laboratório 18, 27, 40, 45, 49, 61, 65, 66, 68, 88, 90, 94, 107, 154, 166

Lipídeos 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 98, 100, 111

O

Óleo Essencial 8, 53, 58, 59, 109, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 120, 121

Oxidação 98, 104, 105, 107, 111, 125

P

Parâmetros físico-químicos 7, 38, 41, 45, 46, 47, 186

Polímeros 26, 154, 155, 163, 166, 167, 173, 174, 175

Práticas Pedagógicas 39

Proteína 111, 126, 130, 132, 137, 138

Q

Qualitativo 24, 25, 56

Química 2, 5, 6, 7, 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 40, 45, 47, 48, 49, 50, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 76, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 90, 107, 108, 121, 123, 128, 141, 145, 148, 154, 155, 166, 168, 177, 186

Química Orgânica 6, 24, 25, 26, 27, 28, 80, 85, 87

R

Recurso Pedagógico 1, 2

S

Senso Comum 62, 80

Solúvel 154, 167

Solventes 94, 167, 168, 184, 186

T

Tecnologia 9, 30, 31, 32, 60, 62, 63, 66, 67, 70, 121, 123

Tema 25, 27, 30, 35, 36, 39, 40, 45, 50, 51, 57, 59, 81, 93

Temperatura 7, 41, 42, 46, 88, 91, 94, 98, 104, 109, 110, 112, 113, 115, 116, 117, 118, 119, 146, 155, 162, 163, 167, 173, 174, 175, 179, 180, 181

Transesterificação 7, 80, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 154, 155, 156

U

Umidade 88, 91, 92, 94, 95, 110, 111, 114, 118

V

Vitamina 110

Z

Zinco 110

Química:

Debate entre a Vida Moderna
e o Meio Ambiente 2

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Química:

Debate entre a Vida Moderna
e o Meio Ambiente 2

 www.atenaeditora.com.br

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br