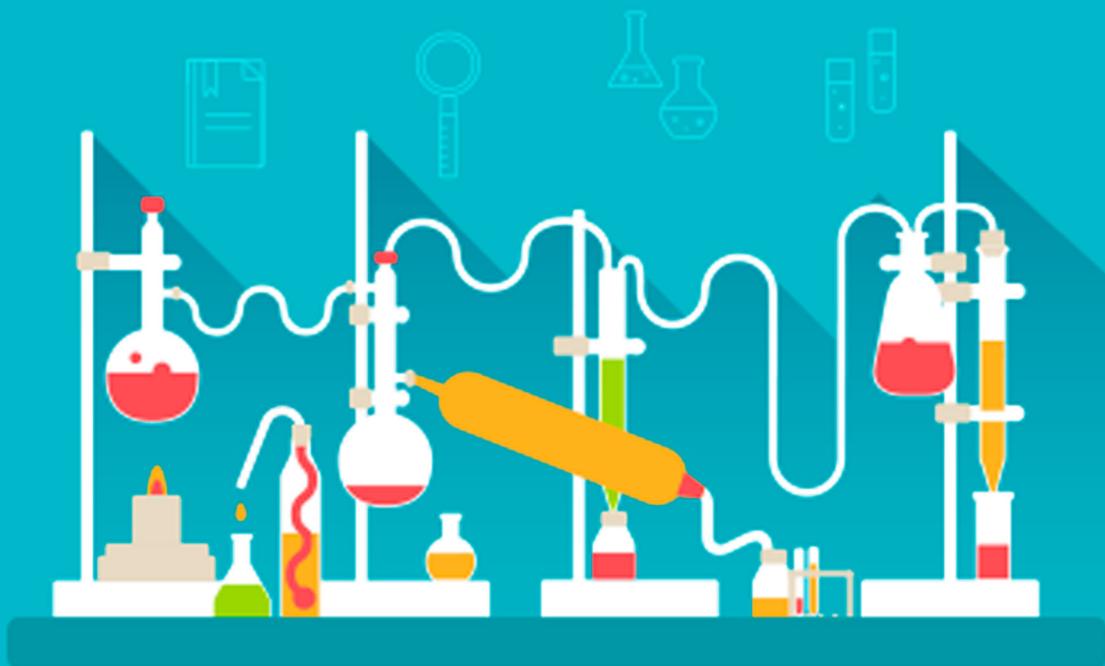


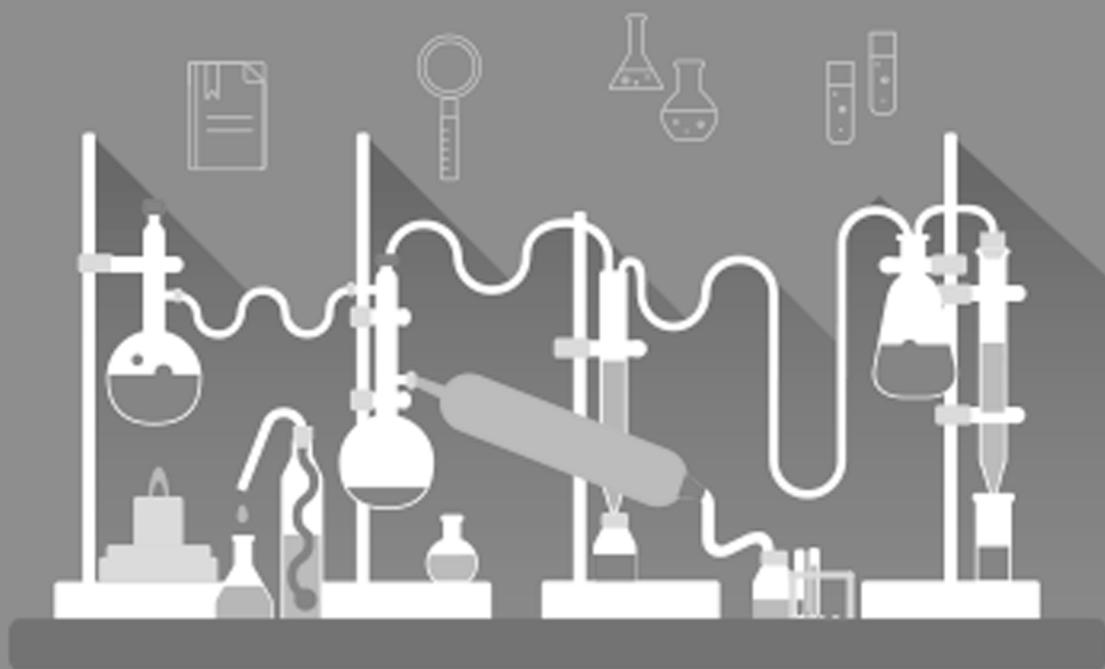
A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

 **Atena**
Editora
Ano 2020

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima Wisniewski

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

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

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

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

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
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 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. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
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. 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

Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
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. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
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. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Camila Alves de Cremona
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
Q6	A química nas áreas natural, tecnológica e sustentável 1 [recurso eletrônico] / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020. Formato: PDF Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-385-9 DOI 10.22533/at.ed.859201709 1. Química – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. 3. Sustentabilidade. I. Azevedo, Érica de Melo.
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A Coleção “A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável” apresenta artigos de pesquisa na área de química e que envolvem conceitos de sustentabilidade, tecnologia, ensino e ciências naturais. A obra contém 69 artigos, que estão distribuídos em 3 volumes. No volume 1 são apresentados 29 capítulos sobre aplicações e desenvolvimentos de materiais adsorventes sustentáveis e polímeros biodegradáveis; o volume 2 reúne 20 capítulos sobre o desenvolvimento de materiais alternativos para tratamento de água e efluentes e propostas didáticas para ensino das temáticas em questão. No volume 3 estão compilados 20 capítulos que incluem artigos sobre óleos essenciais, produtos naturais e diferentes tipos de combustíveis.

Os objetivos principais da presente coleção são apresentar aos leitores diferentes aspectos das aplicações e pesquisas de química e de suas áreas correlatas no desenvolvimento de tecnologias e materiais que promovam a sustentabilidade e o ensino de química de forma transversal e lúdica.

Os artigos constituintes da coleção podem ser utilizados para o desenvolvimento de projetos de pesquisa, para o ensino dos temas abordados e até mesmo para a atualização do estado da arte nas áreas de adsorventes, polímeros, análise e tratamento de água e efluentes, propostas didáticas para ensino de química, óleos essenciais, produtos naturais e combustíveis.

Após esta apresentação, convido os leitores a apreciarem e consultarem, sempre que necessário, a coleção “A Química nas áreas natural, tecnológica e Sustentável”. Desejo uma excelente leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO EMPREGANDO BAGAÇO DE UVA (*VITIS LABRUSCA*) IN NATURA E MODIFICADO COMO ADSORVENTE

Júlia Cristina Diel
Isaac dos Santos Nunes
Dinalva Schein
Joseane Sarmento Lazarotto
Vitória de Lima Brombilla
Carolina Smaniotto Fronza

DOI 10.22533/at.ed.8592017091

CAPÍTULO 2..... 14

ADSORÇÃO DE CONTAMINANTE ORGÂNICO EM ÁGUA POR RESÍDUO AGROINDUSTRIAL TRATADO SIMULTANEAMENTE COM ÁCIDO E ULTRASSOM

Matias Schadeck Netto
Carlos Heitor Fernandez Cervo
Jivago Schumacher de Oliveira
Edson Luiz Foletto
Evandro Stoffels Mallmann
Osvaldo Chiavone-Filho
Guilherme Luiz Dotto

DOI 10.22533/at.ed.8592017092

CAPÍTULO 3..... 24

ADSORÇÃO DE ÍONS CÁDMIO POR DERIVADOS CARBOXIMETILADOS E SULFATADOS DE QUITOSANA

João Lucas Isidio de Oliveira Almeida
Micaele Ferreira Lima
Shirley Abel Barboza Coelho
Emanuela Feitoza da Costa
Flavia Oliveira Monteiro da Silva Abreu
Carlos Emanuel de Carvalho Magalhães

DOI 10.22533/at.ed.8592017093

CAPÍTULO 4..... 32

AGGLOMERATED BOARDS EVALUATION WITH WASTE OF POLYURETHANE SKIN AND NON-HALOGENATED FLAME RETARDANTS

Aguinaldo Oliveira Machado
Jocelei Duarte
Maria Fernanda de Oliveira
Ana Maria Coulon Grisa
Mara Zeni Andrade

DOI 10.22533/at.ed.8592017094

CAPÍTULO 5..... 43

POLIURETANOS BIODEGRADÁVEIS: UMA ABORDAGEM DOS ELEMENTOS

ENVOLVIDOS NO PROCESSO DE SÍNTESE

Amanda Furtado Luna
Andressa Lima Delfino
Glenda Kélvia Ferreira Bezerra
Domingos Rodrigues da Silva Filho
Fernando da Silva Reis
José Milton Elias de Matos

DOI 10.22533/at.ed.8592017095

CAPÍTULO 6..... 56

CARACTERIZAÇÃO DA *PHORMIUM TENAX* PARA USO COMO REFORÇO EM COMPOSITO DE POLIPROPILENO

Fábio Furtado
Thais Helena Sydenstricker Flores-Sahagun
Talita Szlapak Franco
Harrison Lourenço Corrêa

DOI 10.22533/at.ed.8592017096

CAPÍTULO 7..... 67

CARACTERIZAÇÃO DO HIDROGEL À BASE DE POLIACRILATO DE AMÔNIO E A SUA UTILIZAÇÃO NA ADUBAÇÃO POTÁSSICA DO TOMATEIRO

Ivonete Oliveira Barcellos
Raíssa dos Santos Conceição
Ana Lúcia Bertarello Zeni

DOI 10.22533/at.ed.8592017097

CAPÍTULO 8..... 80

PREPARAÇÃO E MEDIÇÃO DE PROPRIEDADES TÉRMICAS DO COMPOSITO EPÓXI - PZT

Victor Ciro Solano Reynoso
Edinilton Moraes Cavalcante

DOI 10.22533/at.ed.8592017098

CAPÍTULO 9..... 91

CULTIVO DE *Aspergillus niger* EM ESTADO SÓLIDO EM BIORREATOR DE LEITO EMPACOTADO SEGUIDO DE EXTRAÇÃO DE ENZIMAS POR PERCOLAÇÃO

Fernanda Perpétua Casciatori
Natalia Alvarez Rodrigues
Samuel Pratavieira de Oliveira
Eric Takashi Katayama

DOI 10.22533/at.ed.8592017099

CAPÍTULO 10..... 104

EFEITO DA TEMPERATURA NA ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO USANDO BAGAÇO DE MALTE *IN NATURA*

Renata Cândido Araújo de Lima
Kevyn Zapelão
Andréia Anschau

DOI 10.22533/at.ed.85920170910

CAPÍTULO 11.....113

EFEITO DAS CONDIÇÕES DE REPROCESSAMENTO NA DEGRADAÇÃO DO POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE

Lisete Cristine Scienza
Amanda Vecila Cheffer de Araújo
Haniel Marçal Kops Hubert
Vinícius Martins
Luis Henrique Alves Cândido
Ademir José Zattera

DOI 10.22533/at.ed.85920170911

CAPÍTULO 12..... 124

ENCAPSULAMENTO DE ZEÓLITA FERTILIZANTE UTILIZANDO BIOPOLÍMERO

Suzana Frighetto Ferrarini
Beatriz Bonetti
Marta Eliza Hammerschmitt
Camila Fensterseifer Galli
Marçal José Rodrigues Pires

DOI 10.22533/at.ed.85920170912

CAPÍTULO 13..... 135

ENVELHECIMENTO NATURAL: COMPARAÇÃO DE TECIDOS DE POLIETILENO DE ULTRA ALTA MASSA MOLAR APLICADOS EM PROTEÇÃO BALÍSTICA

Vitor Hugo Cordeiro Konarzewski
Ruth Marlene Campomanes Santana
Edson Luiz Fancisquetti

DOI 10.22533/at.ed.85920170913

CAPÍTULO 14..... 149

ESTUDO DA PRODUÇÃO DE PISOS DE BORRACHA SBR, E DE SILICONE, UTILIZANDO A BORRACHA DE SILICONE RECICLADA COMO CARGA

Miriam Lucia Chiquetto Machado
Blenda de Assunção Cardoso Gaspar
Nilson Casimiro Pereira
Max Filipe Silva Gonçalves
Cícera Soares Pereira

DOI 10.22533/at.ed.85920170914

CAPÍTULO 15..... 162

SUPORTE HÍBRIDO CONTENDO Fe₃O₄ E QUITOSANA PARA IMOBILIZAÇÃO DA PAPAÍNA

Aurileide Maria Bispo Frazão Soares
Lizia Maria Oliveira Gonçalves
Samuel de Macêdo Rocha
Wallonilson Veras Rodrigues
Anderson Fernando Magalhães dos Santos

Anderson Nogueira Mendes
Welter Cantanhêde da Silva
DOI 10.22533/at.ed.85920170915

CAPÍTULO 16..... 177

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE PÓS-CURA NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DO COMPOSITO POLIMÉRICO NANOESTRUTURADO REFORÇADO COM ÓXIDO DE GRAFENO

Marivaldo Batista dos Santos Junior
Erica Cristina Almeida
Alan Santos Oliveira
Vaneide Gomes

DOI 10.22533/at.ed.85920170916

CAPÍTULO 17..... 184

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO UTILIZANDO FIBRA DO MESOCARPO DO COCO *IN NATURA* E PRÉ-TRATADA COM PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO ALCALINO

Isabela Nogueira Marques Ribeiro
Geovanna Miranda Teixeira
Emanuel Souza e Souza
Êmile dos Santos Araujo
Luciene Santos de Carvalho
Luiz Antônio Magalhães Pontes
Leila Maria Aguilera Campos

DOI 10.22533/at.ed.85920170917

CAPÍTULO 18..... 197

MÉTODOS DE SÍNTESE E A CLASSIFICAÇÃO DOS POLIANIDRIDOS BIODEGRADÁVEIS

Jairo dos Santos Trindade
Vanessa Karen Ferreira dos Santos Guimarães
José Milton Elias de Matos

DOI 10.22533/at.ed.85920170918

CAPÍTULO 19..... 209

O USO DA BORRACHA DE PNEUS EM LIGANTES ASFÁLTICOS

Matheus Borges Lopes

DOI 10.22533/at.ed.85920170919

CAPÍTULO 20..... 212

OBTENÇÃO DE CARVÃO ATIVADO DE CASCA DE SOJA E APLICAÇÕES EM PROCESSOS DE ADSORÇÃO

Roberta Sorhaia Samayara Sousa Rocha de França
Letícia Pinto
Andréia Anschau

DOI 10.22533/at.ed.85920170920

CAPÍTULO 21	224
PARTÍCULAS DE P(BA-CO-MMA)/PMMA CONTENDO ÁCIDO ITACÔNICO OBTIDAS ATRAVÉS DA COPOLIMERIZAÇÃO EM EMULSÃO	
Leonardo Zborowski	
Daniela Beirão Porto	
Jesus Roberto Taparelli	
Lucia Helena Innocentini Mei	
Diego de Holanda Saboya Souza	
DOI 10.22533/at.ed.85920170921	
CAPÍTULO 22	236
PECTINA: UM SUBPRODUTO VALIOSO DA INDÚSTRIA CITRÍCOLA	
Camila Souza da Mata Losque	
Patrícia Reis Pinto	
DOI 10.22533/at.ed.85920170922	
CAPÍTULO 23	247
PROJETO DE CERTIFICAÇÃO PARA PLÁSTICOS RECICLADOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: DE REFUGO A RECURSO	
Ormene Carvalho Coutinho Dorneles	
Daniel Coutinho Dorneles	
DOI 10.22533/at.ed.85920170923	
CAPÍTULO 24	258
PROPRIEDADES DE COMPÓSITOS FABRICADOS COM RESÍDUO INDUSTRIAL, PROJETO E PROSPECÇÃO DE CUSTO DE PRODUÇÃO DE MOBILIÁRIO URBANO COM CONCEITO DE ECONOMIA CIRCULAR	
Fernanda Pereira de Castro Negreiros	
Paula Bertolino Sanvezzo	
Marcia Cristina Branciforti	
DOI 10.22533/at.ed.85920170924	
CAPÍTULO 25	277
PROPRIEDADES DE ESPUMAS DE POLI(URETANO-CO-ISOCIANURATO) BASEADAS EM DIFERENTES DIÓIS	
Thiago do Carmo Rufino	
José Giaretta	
DOI 10.22533/at.ed.85920170925	
CAPÍTULO 26	292
SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE SÍLICA MESOPOROSA E SEU POTENCIAL USO COMO ADSORVENTE NA DESCONTAMINAÇÃO DE EFLUENTES	
Cezar Augusto Moreira	
Matheus Devanir Custódio	
Jéssica de Lara Andrade	
Angélica Gonçalves Oliveira	
Edgardo Alfonso Gómez Pineda	
Ana Adelina Winkler Hechenleitner	

Daniela Martins Fernandes de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.85920170926

CAPÍTULO 27..... 307

**USO DOS POLÍMEROS NA LIBERAÇÃO CONTROLADA DE MEDICAMENTOS
PARA O TRATAMENTO DO CÂNCER**

Ingrid Ribeiro

Wanyr Romero Ferreira

Aline Pereira Leite Nunes

DOI 10.22533/at.ed.85920170927

CAPÍTULO 28..... 315

**INFLUÊNCIA DO HÍBRIDO NANOARGILA COM ÓLEOS ESSENCIAIS NA BLEND
DE PEBD/ATP**

Marília Cheis Farina

Rafaela Reis Ferreira

Anderson Maia

Rondes Ferreira da Silva Torin

DOI 10.22533/at.ed.85920170928

CAPÍTULO 29..... 322

**EFEITO DA HOMOGENEIZAÇÃO À ALTA PRESSÃO NA ESTABILIZAÇÃO DE
EMULSÕES OBTIDAS POR SISTEMAS DE BIOPOLÍMEROS WPC:ALG**

Kívia Mislaine Albano

Vania Regina Nicoletti

DOI 10.22533/at.ed.85920170929

SOBRE A ORGANIZADORA..... 333

ÍNDICE REMISSIVO..... 334

USO DOS POLÍMEROS NA LIBERAÇÃO CONTROLADA DE MEDICAMENTOS PARA O TRATAMENTO DO CÂNCER

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 12/06/2020

Ingrid Ribeiro

Instituição de Educação Tecnológica
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/6194796620953047>

Wanyr Romero Ferreira

Instituição de Educação Tecnológica
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5287040686973900>

Aline Pereira Leite Nunes

Instituição de Educação Tecnológica
Belo Horizonte – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/8535313996764809>

RESUMO: Realizou-se uma revisão sobre o uso recente dos polímeros na liberação controlada de medicamentos para o tratamento do câncer com o intuito de fornecer uma visão geral sobre o tema. Observou-se que são usados polímeros naturais e sintéticos cada um com vantagens específicas. Os polímeros mais utilizados são os responsivos à mudança de pH e ao potencial redox. A maior parte dos trabalhos publicados até o momento está no nível de prova de conceito, e vários fatores, como a eficácia e segurança *in vivo* desses nanocarreadores, ainda precisam ser avaliados para preparar sistemas eficazes com risco mínimo.

PALAVRAS-CHAVE: Liberação controlada de medicamentos, Polímeros inteligentes, Câncer.

USE OF POLYMERS IN CONTROLLED RELEASE OF MEDICATIONS FOR THE CANCER TREATMENT

ABSTRACT: A review was made of the recent use of polymers in the controlled release of drugs for the treatment of cancer in order to provide an overview of the topic. It has been found that natural and synthetic polymers are each used with particular advantages. The most widely used polymers are those responsive to pH change and redox potential. Most of the works published to date is at the proof-of-concept level, and several factors, such as the *in vivo* efficacy and safety of these nanocarriers, still need to be evaluated to prepare effective systems with minimal risk.

KEYWORDS: Controlled drug delivery, Smart polymers, Cancer.

1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o uso de polímeros para o desenvolvimento de sistemas de liberação controlada de medicamentos no tratamento do câncer se tornaram mais aprimorados (PANDEY *et al.*, 2019). Vários estudos mostram que a formulação desses sistemas usando polímeros biocompatíveis, como polissacarídeos naturais, sensíveis a estímulos e polímeros inteligentes, apresenta comportamento de liberação superior aos demais (AMJADI; HAMISHEHKAR; GHORBANI, 2019; ANANDHAKUMAR *et al.*, 2017; DAVOODI; SRINIVASAN; WANG, 2016; DING *et al.*, 2017; GHORBANI; HAMISHEHKAR, 2017; JIAO *et al.*, 2016; JOHNSON *et al.*, 2017;

KHAN; CHAUDHARY; MEENA, 2019; LI *et al.*, 2018; LIU *et al.*, 2017; LUCKANAGUL *et al.*, 2018; NARMANI *et al.*, 2018; OUYANG *et al.*, 2018; PILLARISSETTI *et al.*, 2017; RAFI *et al.*, 2016; SASIKALA *et al.*, 2016; WU *et al.*, 2019; XIONG *et al.*, 2018; YAN *et al.*, 2018).

Os polímeros são pensados para ser uma alternativa melhor para lidar com preocupações em relação a medicamentos, como a meia-vida curta, a baixa biodisponibilidade e a alta frequência da dosagem. No caso dos sistemas controlados de entrega de medicamentos, o objetivo principal do polímero é proporcionar a liberação controlada ou prolongada do fármaco de tal modo que a droga seja liberada por um período de tempo mais longo, diminuindo a dosagem necessária do medicamento (PANDEY *et al.*, 2019; PRASANNA *et al.*, 2018).

Atualmente as pesquisas têm sido dedicadas a melhorar o desempenho de portadores poliméricos por meio de nanotransportadores inteligentes e sensíveis a estímulos. Basicamente, esses portadores alteram suas características físico-químicas em resposta a estímulos internos ou externos, dependendo de sua farmacocinética e farmacodinâmica seguindo uma via de administração e chegada ao local de ação, levando à dissociação do veículo e liberação do fármaco. Os estímulos internos mais importantes e comumente usados são o pH, presença de enzimas específicas, potencial redox, entre outros. Outros estímulos aplicados externamente incluem luz, ultrassom e campos magnéticos (DURO-CASTANO *et al.*, 2019).

É um fato conhecido que um melhor controle sobre a liberação do fármaco pode aumentar a segurança, eficácia e biodisponibilidade de qualquer droga com maior adesão do paciente ao tratamento de doenças como o câncer (PANDEY *et al.*, 2019; PRASANNA *et al.*, 2018).

Essa doença é o nome dado a um conjunto de mais de 100 doenças que têm em comum o crescimento desordenado de células, que invadem tecidos e órgãos. Estas células se dividem rapidamente e tendem a ser muito agressivas e incontroláveis, determinando a formação de tumores, que podem espalhar-se para outras regiões do corpo (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

De acordo com a importância desses sistemas para pacientes diagnosticados com câncer esta revisão se concentra em fornecer uma visão geral sobre o uso dos polímeros como sistemas eficazes de liberação de medicamentos em terapias contra o câncer.

2 | METODOLOGIA

Os termos de busca utilizados nesta revisão foram “*controlled drug delivery*” (entrega de medicamentos controlados), “*smart polymers*” (polímeros inteligentes),

“*polymers for controlled drug delivery*” (polímeros para entrega controlada de medicamentos) e “*cancer*” (câncer) aparecendo no título ou no resumo dos artigos. A base de dados escolhida foi o *Science Direct* (<https://www.sciencedirect.com/>).

Os resultados foram filtrados por um período específico de tempo de 2015 a 2019 e a investigação foi realizada em artigos de pesquisa e revisão. Essa busca inicial retornou 26 resultados. O passo seguinte foi selecionar os artigos com acesso livre. Os critérios de inclusão foram a presença de resumos, a descrição do estímulo a qual cada polímero responde melhor à liberação controlada de medicamentos, seguido do nome do medicamento pesquisado.

Como resultado desse processo, foram escolhidos 19 artigos. Essas publicações foram então numeradas e avaliadas.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a leitura dos artigos selecionados montou-se a Tabela 1 mostrando o uso dos polímeros em cada trabalho, o estímulo pelo qual cada polímero responde melhor na liberação do medicamento, seguido do fármaco pesquisado em cada um dos artigos.

Autores	Ano	Uso do polímero para liberação de fármaco na pesquisa	Estímulo sensível para liberação do fármaco	Medicamento
Sasikala <i>et al.</i>	2016	Matriz de nanofibras inteligentes desenvolvida por eletrofiação de um polímero biocompatível e bio-reabsorvível	pH	Bortezomibe
Davoodi; Srinivasan; Wang	2016	Copolímero anfifílico sintetizado através da conjugação de polímeros	Redox	Doxorrubicina
Rafi <i>et al.</i>	2016	Sistema híbrido composto por nanopartículas e polímero	pH	Metotrexato
Jiao <i>et al.</i>	2016	Polímero polianiônico usado na preparação de pontos de carbono do nanocarreador inteligente	Redox e bioimagem	Doxorrubicina
Anandhakuma <i>et al.</i>	2017	Nanopartículas de gel polimérico usados na encapsulação de fármacos	pH	Doxorrubicina
Ding <i>et al.</i>	2017	Uso nas nanomicelas responsáveis do carregamento do fármaco	pH e redox	Doxorrubicina
Johnson <i>et al.</i>	2017	Nanocarreadores baseados em copolímeros de bloco híbrido zwitteriônico/anfifílico	pH e redox	Doxorrubicina

Liu <i>et al.</i>	2017	Polímeros de coordenação em nanoescala aplicados como nanocarreadores	Luz	Doxorrubicina
Pillariseti <i>et al.</i>	2017	Polímeros utilizados na preparação de nanopartículas para liberação de curcumina	pH e redox	Curcumina
Ghorbani; Hamishehkar	2017	Nanocarreadores preparados através de nanopartículas de ouro com casca polimérica tiolada	pH	Metotrexato
Luckanagul <i>et al.</i>	2018	Desenvolvimento de partículas de hidrogel a partir de um polímero natural (quitosana) para entrega de curcumina	Temperatura	Curcumina
Ouyang <i>et al.</i>	2018	Polímero sulfonado modificado com quitosana	pH e teor de quitosana	Doxorrubicina
Xiong <i>et al.</i>	2018	Obtenção de micelas poliméricas	pH e redox	Doxorrubicina
Li <i>et al.</i>	2018	Compósitos híbridos polímero-lipídico	pH e redox	Doxorrubicina
Narmani <i>et al.</i>	2018	Nanocomplexo polimérico funcionalizado e modificado em superfície	pH	Oxaliplatina
Yan <i>et al.</i>	2018	Micelas poliméricas para administração direcionada	pH	Doxorrubicina
Khan; Chaudhary; Meena	2019	Hidrogel superabsorvente a base de polímeros	pH e sal	Doxorrubicina
Wu <i>et al.</i>	2019	Hidrogel formado a partir de polímeros	pH	Diversos
Amjadi; Hamishehkar; Ghorbani	2019	Nanocarreador projetado através de nanopartículas de gelatina poliméricas	pH	Doxorrubicina e Betanina

Tabela 1 – Características dos artigos avaliados.

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que o controle da liberação, na maioria dos sistemas de entrega, usou uma combinação de polímeros de acordo com as propriedades físico-químicas do fármaco.

Os polímeros utilizados nas pesquisas foram polímeros naturais e sintéticos. O benefício dos polímeros naturais é a sua natureza altamente compatível e biodegradável em comparação com os polímeros sintéticos. Já os polímeros sintéticos têm como benefício o aumento do tempo de circulação do fármaco e a farmacocinética básica, o que é importante para o tratamento de câncer.

Em relação aos mecanismos de liberação de medicamentos as formas utilizadas nos artigos foram o mecanismo de controle temporal e o sistema de controle de distribuição. O sistema de controle temporal se concentra na entrega

do medicamento de forma controlada por um longo período de tempo, enquanto o sistema de controle de distribuição se concentra na entrega do medicamento em um local específico.

Analisando os estímulos apresentados na Tabela 1 observou-se que polímeros responsivos à mudança de pH e ao potencial redox foram os mais utilizados. Os responsivos a estímulos de pH mostram uma mudança repentina nas propriedades de seu sistema polimérico devido à mudança no pH. A liberação do fármaco é desencadeada através da degradação da cadeia principal do polímero e/ou através da degradação de ligantes polímero-fármaco sensíveis ao pH. Isso contribui muito para a particularidade do tratamento, pois a liberação do medicamento ocorre seletivamente nas áreas de interesse.

O potencial redox tira proveito das diferenças de potencial redox no ambiente extra (oxidativo) e intracelular (reduativo). Tais polímeros são preparados por adição de ligantes de resposta redox ou já estão presentes na matriz polimérica. Essas pontes são fragmentadas sob condições redutoras e resultam na desestabilização do transportador, levando à liberação do fármaco encapsulado, ou à fragmentação do ligante entre o transportador e a droga, novamente liberando o agente terapêutico. Verificou-se também que estes polímeros possuem em sua estrutura química uma parte polar e hidrofílica e outra apolar e hidrofóbica, sendo capaz de promover a interação entre meios que apresentam polaridades diferentes. Devido a natureza altamente redutora do microambiente tumoral esses polímeros representam uma propriedade fisiológica útil para a liberação intracelular de moléculas bioativas.

Em relação aos medicamentos utilizados têm-se seis fármacos diferentes, sendo a Doxorrubicina a mais utilizada nos estudos. Esse fato se deve à grande aplicação dessa droga nos diversos tipos de câncer de acordo com ANVISA (2010). Este medicamento é destinado ao tratamento das neoplasias como: carcinoma da mama, pulmão, bexiga, tireoide e também carcinoma ovariano; sarcomas ósseos e dos tecidos moles; linfomas; neuroblastoma; tumor de Wilms; leucemia aguda. A Doxorrubicina tem proporcionado resultados positivos nos tumores superficiais da bexiga por administração intravesical após ressecção transuretral.

Em resumo, observou-se que o uso dos polímeros como sistemas eficazes de liberação de medicamentos em terapias contra o câncer vem sendo melhorado constantemente devido aos avanços da indústria farmacêutica. Os artigos selecionados provaram através de suas pesquisas que a eficácia dos polímeros no desenvolvimento de sistemas de distribuição é uma área promissora para tratamentos futuros.

4 | CONCLUSÕES

O uso de polímeros inteligentes é uma área emergente para a entrega direcionada de medicamentos. Várias formulações controladas por pH, potencial redox, entre outros estão sendo desenvolvidas e a ciência médica está experimentando uma mudança positiva e rápida nesse sentido.

No geral, este artigo resumiu os avanços mais recentes do uso dos polímeros no desenvolvimento de sistemas de distribuição de medicamentos inteligentes. A maior parte dos trabalhos publicados até o momento está no nível de prova de conceito, e vários fatores, como a eficácia e segurança *in vivo* desses nanocarreadores, ainda precisam ser avaliados para preparar sistemas eficazes com risco mínimo.

Apesar disso, os autores acreditam que os estudos demonstram claramente que esses tipos de portadores têm grande potencial no tratamento do câncer. Mostrando que o futuro próximo definitivamente será fundamental para o desenvolvimento de novos polímeros.

REFERÊNCIAS

AMJADI, S.; HAMISHEHKAR, H.; GHORBANI, M. **A novel smart PEGylated gelatin nanoparticle for co-delivery of doxorubicin and betanin: A strategy for enhancing the therapeutic efficacy of chemotherapy.** *Materials Science and Engineering C*, v. 97, p. 833–841, 2019.

ANANDHAKUMAR, S. *et al.* **Preparation of collagen peptide functionalized chitosan nanoparticles by ionic gelation method: An effective carrier system for encapsulation and release of doxorubicin for cancer drug delivery.** *Materials Science and Engineering C*, v. 70, p. 378–385, 2017.

ANVISA. **Cloridrato de doxorubicina.** Disponível em: <<https://consultas.anvisa.gov.br/#/medicamentos/253510191610037/>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

DAVOODI, P.; SRINIVASAN, M. P.; WANG, C. H. **Synthesis of intracellular reduction-sensitive amphiphilic polyethyleneimine and poly(ϵ -caprolactone) graft copolymer for on-demand release of doxorubicin and p53 plasmid DNA.** *Acta Biomaterialia*, v. 39, p. 79–93, 2016.

DING, Y. *et al.* **Preparations and doxorubicin controlled release of amino-acid based redox/pH dual-responsive nanomicelles.** *Materials Science and Engineering C*, v. 77, p. 920–926, 2017.

DURO-CASTANO, A. *et al.* **Smart Polymeric Nanocarriers for Drug Delivery.** In: AGUILAR, M. R.; ROMÁN, J. S. *Smart Polymers and their Applications*. 2. ed. Espanha: Elsevier Ltd., 2019. p. 439–479.

GHORBANI, M.; HAMISHEHKAR, H. **Decoration of gold nanoparticles with thiolated pH-responsive polymeric (PEG-b-p(2-dimethylamio ethyl methacrylate-co-itaconic acid) shell: A novel platform for targeting of anticancer agent.** *Materials Science and Engineering C*, v. 81, p. 561–570, 2017.

JIAO, J. *et al.* **Fluorescent carbon dot modified mesoporous silica nanocarriers for redox-responsive controlled drug delivery and bioimaging.** *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 483, p. 343–352, 2016.

JOHNSON, R. P. *et al.* **Glutathione and endosomal pH-responsive hybrid vesicles fabricated by zwitterionic polymer block poly(L-aspartic acid) as a smart anticancer delivery platform.** *Reactive and Functional Polymers*, v. 119, p. 47–56, 2017.

KHAN, H.; CHAUDHARY, J. P.; MEENA, R. **Anionic carboxymethylagarose-based pH-responsive smart superabsorbent hydrogels for controlled release of anticancer drug.** *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 124, p. 1220–1229, 2019.

LI, J. *et al.* **Dual redox/pH-responsive hybrid polymer-lipid composites: Synthesis, preparation, characterization and application in drug delivery with enhanced therapeutic efficacy.** *Chemical Engineering Journal*, v. 341, p. 450–461, 2018.

LIU, J. *et al.* **Light-controlled drug release from singlet-oxygen sensitive nanoscale coordination polymers enabling cancer combination therapy.** *Biomaterials*, v. 146, p. 40–48, 2017.

LUCKANAGUL, J. A. *et al.* **Chitosan-based polymer hybrids for thermo-responsive nanogel delivery of curcumin.** *Carbohydrate Polymers*, v. 181, p. 1119–1127, 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **O que é câncer?** Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/o-que-e-cancer>>. Acesso em: 26 abr. 2019.

NARMANI, A. *et al.* **Targeting delivery of oxaliplatin with smart PEG-modified PAMAM G4 to colorectal cell line: In vitro studies.** *Process Biochemistry*, v. 69, p. 178–187, 2018.

OUYANG, L. *et al.* **Smart release of doxorubicin loaded on polyetheretherketone (PEEK) surface with 3D porous structure.** *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 163, p. 175–183, 2018.

PANDEY, S. P. *et al.* **Use of polymers in controlled release of active agents.** In: TEKADE, R. K. *Basic Fundamentals of Drug Delivery*. Índia: Elsevier Inc., 2019. p. 113–172.

PILLARISETTI, S. *et al.* **Tunable pH and redox-responsive drug release from curcumin conjugated γ -polyglutamic acid nanoparticles in cancer microenvironment.** *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 159, p. 809–819, 2017.

PRASANNA, A. *et al.* **Smart Drug Delivery Systems for Cancer Treatment Using Nanomaterials.** *Materials Today: Proceedings*, v. 5, n. 10, p. 21047–21054, 2018.

RAFI, A. A. *et al.* **A Smart pH-responsive Nano-Carrier as a Drug Delivery System: A hybrid system comprised of mesoporous nanosilica MCM-41 (as a nano-container) & a pH-sensitive polymer (as smart reversible gatekeepers): Preparation, characterization and in vitro release studies of an anti-cancer drug.** *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 93, p. 64–73, 2016.

SASIKALA, A. R. K. *et al.* **An implantable smart magnetic nanofiber device for endoscopic hyperthermia treatment and tumor-triggered controlled drug release.** *Acta Biomaterialia*, v. 31, p. 122–133, 2016.

WU, R. S. *et al.* **pH-Sensitive Black Phosphorous-Incorporated Hydrogel as Novel Implant for Cancer Treatment.** *Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 108, n. 8, p. 2542–2551, 2019.

XIONG, D. *et al.* **Smart pH-sensitive micelles based on redox degradable polymers as DOX/GNPs carriers for controlled drug release and CT imaging.** *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 163, p. 29–40, 2018.

YAN, T. *et al.* **Acid-sensitive polymeric vector targeting to hepatocarcinoma cells via glycyrrhetic acid receptor-mediated endocytosis.** *Materials Science and Engineering C*, v. 87, p. 32–40, 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 174, 184, 185, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 195, 196, 212, 213, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 292, 293, 294, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303

Alginato de sódio 322, 323, 324, 325

Asfalto-borracha 209

Ativação química 14, 15, 19, 212, 214, 215, 223

Azul de metileno 1, 4, 12, 13, 104, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 184, 185, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 215, 217, 218, 220, 221, 222, 223, 295, 299

B

Bagaço de uva 1, 3, 4, 6, 11, 12

Biodegradável 24, 25, 43, 44, 46, 49, 110, 114, 126, 198, 202, 203, 206, 236, 310, 315

Biomassa lignocelulósica 184, 186

Biorreator de leite empacotado 91, 101

Biossorção 24, 104, 110, 111, 186, 212, 223

Borracha de silicone 149, 151, 152, 153, 157, 158, 159, 160, 161

Borracha SBR 149, 153

C

Câncer 203, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313

Cápsulas de zeólita fertilizante 124

Caracterização térmica 90, 282

Carboximetilação 24, 25, 26, 28, 30

Chitosan 13, 24, 125, 134, 162, 163, 174, 175, 176, 195, 312, 313

Coacervação complexa 322

Comportamento reológico de emulsões 322, 329, 332

Compósito 41, 56, 64, 80, 81, 82, 83, 87, 90, 124, 129, 132, 177, 178, 179, 180, 182, 183, 203, 260, 261, 272, 273

Corante 1, 4, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 21, 104, 105, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 184, 185, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 217, 218, 221, 222, 223, 292, 295, 296, 298, 299, 300, 301, 302, 303

E

Economia circular 45, 247, 251, 254, 255, 256, 258, 260, 261, 263, 270, 274, 275

Efluente têxtil 104

Envelhecimento natural 135, 138, 143, 144, 145, 258, 262, 265, 266, 267, 268, 269, 274

Enzymatic Immobilization 163

Epóxi-PZT 80, 82

Eugenol 315, 316, 320, 321

Extração de enzimas 91

Extrusão 113, 115, 116, 118, 119, 261, 263, 272, 273

G

Geleificantes 236

H

Hidrofilicidade 56, 64

Hidrogéis 67, 68, 69

I

Insumo agrícola 67

L

Liberação controlada de medicamentos 198, 307, 309

Ligantes asfálticos 209

M

Montmorilonita 127, 315, 316

O

Óxido de grafeno 177, 178, 179, 182

P

Papain 162, 163, 175, 176

Partículas core-shell 224, 225

PEAD 113, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122

Pectina 214, 236, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 328

PEUAM 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

Poliacrilatos 67, 73, 78

Poliisocianurato 277, 278

Polimerização em emulsão 224, 225, 228, 235
Poliol 43, 45, 46, 47, 49, 50, 279, 280, 281, 283, 287
Poliuretano 32, 33, 40, 41, 42, 45, 47, 48, 50, 51, 277
Prospecção de custo de produção 258

R

Resíduo agroindustrial 11, 14, 16, 21, 213
Resíduos 1, 3, 4, 12, 14, 15, 17, 21, 32, 33, 40, 41, 44, 52, 78, 93, 102, 106, 111, 113, 125, 134, 150, 151, 152, 153, 156, 157, 158, 159, 160, 184, 186, 187, 195, 212, 219, 223, 227, 240, 241, 246, 251, 256, 258, 259, 260, 261, 275, 321, 333
Retardante de chamas 33

S

Sílica mesoporosa 292, 293, 294, 295, 303
Sulfatação 24, 25, 26

U

Ultrassom 14, 16, 17, 19, 20, 21, 179, 180, 308, 324, 326, 332
Uso de Biopolímero 124

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável

-  www.arenaeditora.com.br
-  contato@arenaeditora.com.br
-  [@arenaeditora](https://www.instagram.com/arenaeditora)
-  www.facebook.com/arenaeditora.com.br

A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



www.arenaeditora.com.br



contato@arenaeditora.com.br



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



www.facebook.com/arenaeditora.com.br