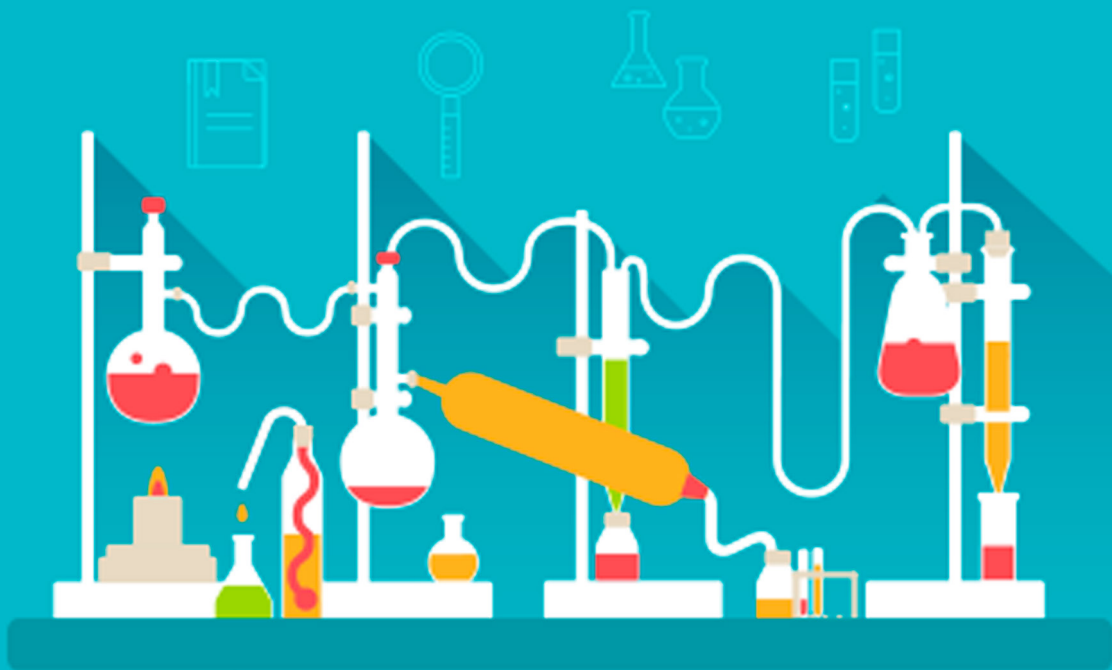


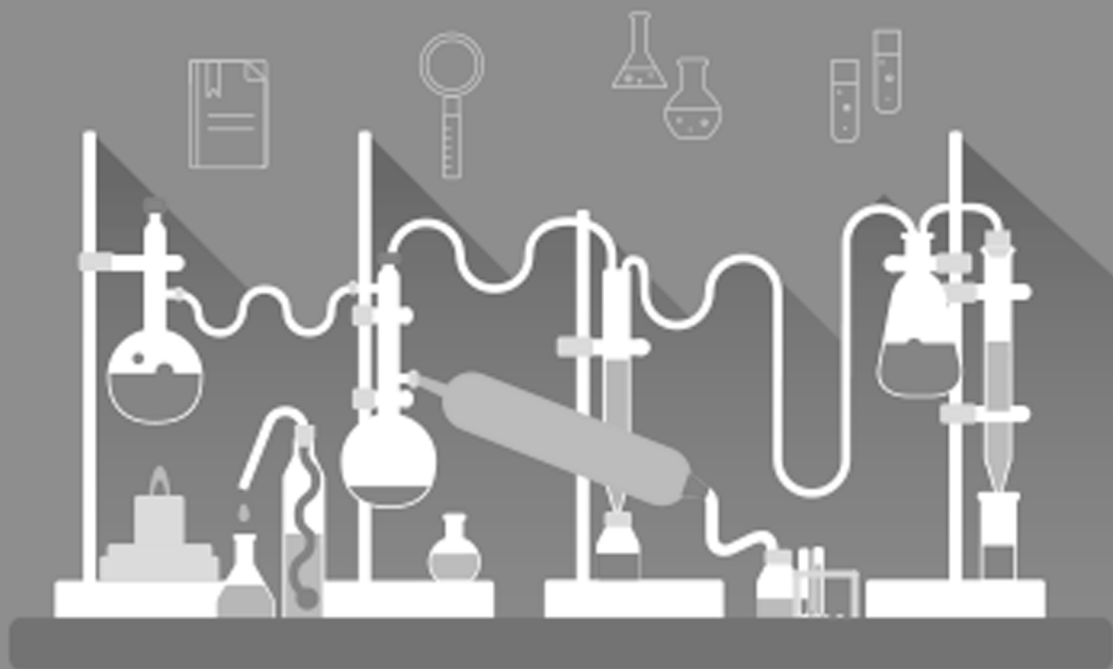
# A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> 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**

<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>224</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.85920170921</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>236</b>
PECTINA: UM SUBPRODUTO VALIOSO DA INDÚSTRIA CITRÍCOLA	
Camila Souza da Mata Losque	
Patrícia Reis Pinto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.85920170922</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>247</b>
PROJETO DE CERTIFICAÇÃO PARA PLÁSTICOS RECICLADOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA: DE REFUGO A RECURSO	
Ormene Carvalho Coutinho Dorneles	
Daniel Coutinho Dorneles	
<b>DOI 10.22533/at.ed.85920170923</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>258</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.85920170924</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>277</b>
PROPRIEDADES DE ESPUMAS DE POLI(URETANO-CO-ISOCIANURATO) BASEADAS EM DIFERENTES DIÓIS	
Thiago do Carmo Rufino	
José Giaretta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.85920170925</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>292</b>
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 polianiónico 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( $\epsilon$ -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  $\gamma$ -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.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)

# A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



[www.arenaeditora.com.br](http://www.arenaeditora.com.br)



[contato@arenaeditora.com.br](mailto:contato@arenaeditora.com.br)



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



[www.facebook.com/arenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/arenaeditora.com.br)