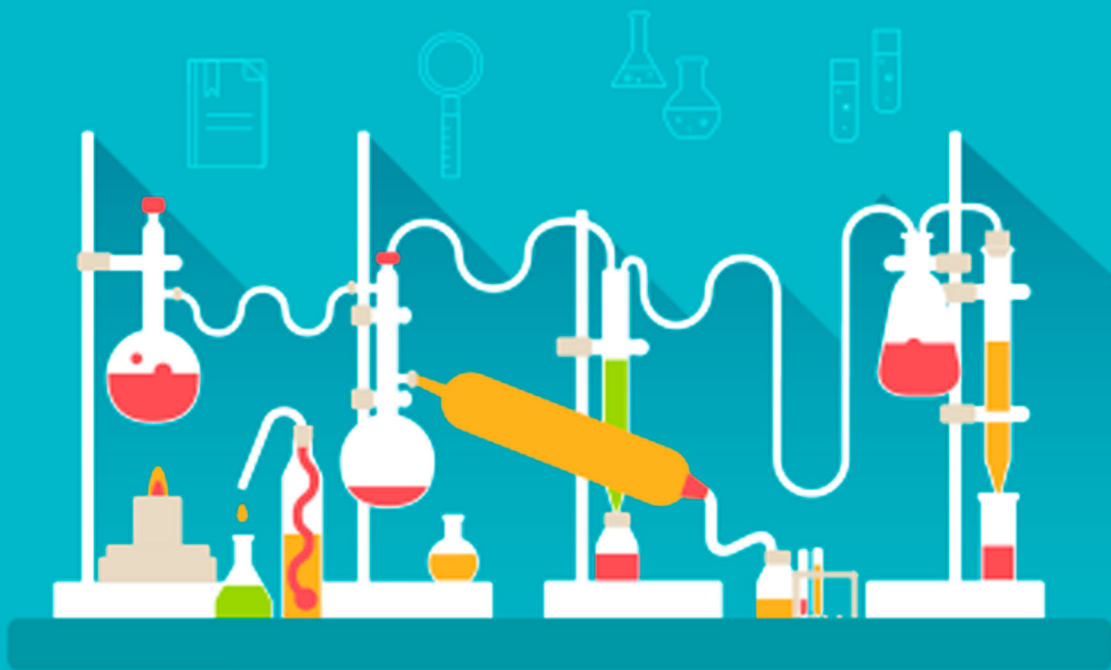


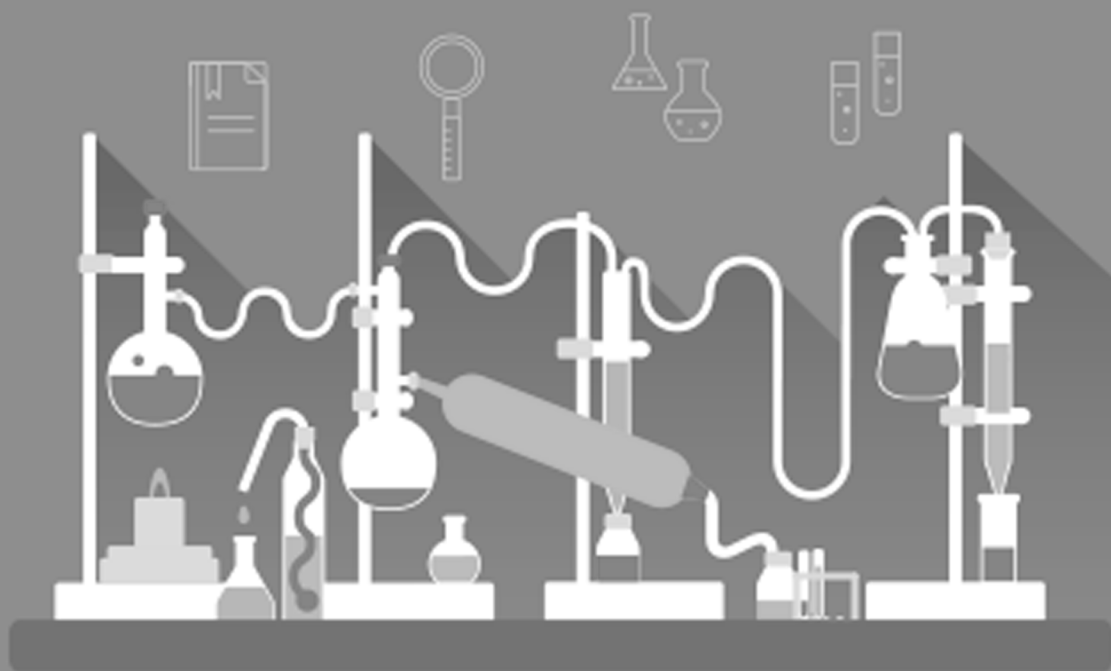
# A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



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 Andrezza 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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)</b> <b>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
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.
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

**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**

Kivia Mislaine Albano

Vania Regina Nicoletti

**DOI 10.22533/at.ed.85920170929**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 333**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 334**



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

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 22/06/2020

### **Roberta Sorhaia Samayara Sousa Rocha de França**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Dois Vizinhos – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/6379516860903935>

### **Leticia Pinto**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Dois Vizinhos – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/1583847839337434>

### **Andréia Anschau**

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Dois Vizinhos – Paraná  
<http://lattes.cnpq.br/3961734985713527>

**RESUMO:** Sendo a casca de soja um dos resíduos agropecuários mais abundantes no Brasil, a utilização da mesma em processos biotecnológicos torna-se atraente não apenas por sua abundância e baixo custo, como também por suas características físico-químicas. O processo de adsorção encontra-se dentre as possíveis utilizações deste resíduo. A utilização intensiva de agrotóxicos no Brasil a fim de combater pragas na agricultura tem corroborado no aumento da contaminação de efluentes. Devido a ineficiência do tratamento de água na remoção de herbicidas processos adicionais devem ser utilizados para que seja possível a utilização da mesma sem maiores prejuízos. Nesse estudo avaliou-se a eficiência do carvão

ativado produzido a partir da casca de soja na adsorção de corantes e herbicidas Trueno® e Jaguar®. Para a obtenção do carvão, a casca de soja *in natura* foi submetida a moagem para a obtenção de granulometrias de 20, 35, 60 mesh. A biomassa foi caracterizada quanto ao teor de extrato etéreo, celulose, hemicelulose e lignina e ponto de carga zero. Posteriormente foi produzido o carvão a o mesmo foi ativado química e fisicamente. A casca de soja apresentou 26% de hemicelulose, 31% de celulose e 5,7 de lignina. Nos estudos de adsorção com os herbicidas Jaguar® e Trueno®, a remoção foi superior 99,99% para todos os carvões ativados obtidos. O carvão obtido da casca de soja apresentou-se como uma alternativa sustentável e de baixo custo na remoção de herbicidas e corantes, apresentando resultados estatisticamente iguais aos do carvão comercial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomassa vegetal, bioadsorção, resíduo agrícola, ativação química.

### ACTIVATED SOY HUSK COAL PRODUCTION AND APPLICATIONS IN ADSORPTION PROCESSES

**ABSTRACT:** As soy husk is one of the most abundant agricultural residues in Brazil, its use in biotechnological processes becomes attractive not only for its abundance and low cost, but also for its physical-chemical characteristics. The adsorption process is among the possible uses of this waste. The intensive use of pesticides in Brazil in order to combat pests in agriculture has corroborated the increase in effluent contamination. Due to the inefficiency of water treatment in the removal of herbicides, additional

processes should be used so that it can be used without further damage. In this study, the efficiency of activated carbon produced from soy husk in the adsorption of Trueno® and Jaguar® herbicides and dyes was evaluated. In order to obtain the charcoal, the raw soy hulls, it was milled to obtain granulometries of 20, 35, 60 mesh. The biomass was characterized as to the content of ethereal extract, cellulose, hemicellulose and lignin and point of zero charge. Subsequently, the coal was produced and chemically and physically activated. Soy husk present 26% hemicellulose, 31% cellulose and 5.7 lignin. In adsorption studies with Jaguar® and Trueno® herbicides, the removal was higher than 99.99% for all activated charcoal obtained. The charcoal obtained from soy husk presented itself as a sustainable and low-cost alternative in the removal of herbicides and dyes, with results statistically equal to those of commercial charcoal.

**KEYWORDS:** Vegetable biomass, biosorption, agricultural waste, chemical activation.

## 1 | INTRODUÇÃO

Dentre os processos conhecidos para o tratamento de efluentes, o processo físico de adsorção vem sendo bastante utilizado para remoção de corantes em efluentes líquidos industriais. Esse tratamento possui inúmeras variáveis que podem ser estudadas, sendo que para cada adsorvente alternativo escolhido são necessários novos estudos (HONORIO, 2013).

A região sul é a maior produtora de soja do Brasil. A casca de soja é a parte externa do grão, obtida por separação durante o processo de extração do óleo. Para cada tonelada de soja processada são produzidos cerca de 50 kg da casca. Devido à importância da cultura da soja no Brasil e ao volume de material processados diariamente, a casca de soja surge com um resíduo agroindustrial interessante para ser utilizado como material adsorvente (GOEDERT, 2017).

Os pesticidas estão entre os poluentes mais encontrados em águas naturais, isto devido a sua alta solubilidade em água e a velocidade de decomposição ser relativamente lenta (YAHIAOUI et al., 2011). Em função dos problemas ambientais gerados por esses contaminantes, muitos estudos relacionados a minimização ou eliminação desses impactos vem sendo desenvolvidos em escala acadêmica e agroindustrial.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo estudar a obtenção de carvão obtido a partir da casca de soja e aplicação como um adsorvente alternativo de baixo custo na remoção dos herbicidas Jaguar® e Trueno®, proporcionando uma nova aplicação para a casca de soja.

## 2 | METODOLOGIA

### 2.1 Matérias-primas

A casca de soja foi adquirida junto à Agropecuária da cidade de Dois Vizinhos-PR. A biomassa seca foi submetida à moagem em moinho de facas e peneirada para obtenção da granulometrias de 20, 35 e 60 mesh. Os herbicidas comerciais usados neste estudo foram Trueno® e Jaguar®.

### 2.2 Caracterização do adsorvente *in natura*

Foram quantificados os teores de umidade, matéria mineral, extrato étereo e proteína bruta, de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). As análises foram feitas em duplicata para cada granulometria. Foram realizadas análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). A FDN compreende a hemicelulose, celulose e lignina com alguma contaminação de pectina, proteína e cinzas. A FDA, por sua vez, corresponde a celulose, lignina, sílica e proteína servindo para quantificar a hemicelulose quando da sua diferença com a FDN. Além disso, sequencialmente à FDA, também se obtém a lignina e celulose isoladamente pelo método do permanganato ou ácido sulfúrico (ALVES et al., 2016). Todas as análises foram feitas em duplicata.

### 2.3 Ponto de carga zero (PCZ)

O ponto de carga zero é definido como o pH em que a superfície do adsorvente possui carga neutra. A metodologia empregada para sua determinação é denominada “experimento dos 11 pontos” (REGALBUTO & ROBLES, 2004). Em Erlenmeyers de 125 mL foram adicionados 20 mg de biomassa e 20 mL de solução de NaCl a 0,1 mol/L, com pH ajustado de 1 a 11, com o auxílio de soluções de NaOH e HCl 0,1 mol/L. As soluções foram mantidas em agitador Shaker a 25°C, 100 rpm durante 24 horas. Após o equilíbrio, o pH final foi medido. O ponto de carga zero foi obtido pela diferença entre pH inicial e final, e corresponde à faixa onde o pH final é constante, onde se observa o efeito tampão.

### 2.4 Obtenção do carvão de casca de soja (CCS)

Para a carbonização, foram feitos testes pré-determinados, foram pesados 5 g de casca de soja *in natura* em cápsulas de porcelana e, foram feitos vários testes em mufla em diferentes tempos (10 min a 1 h) e temperaturas (150 a 250°C) para cada granulometria, até encontrar o tempo necessário e a temperatura ideal para carbonização.

### 2.5 Ativação química

Amostras de 1 g de CCS foram ativadas quimicamente pela impregnação de 100 mL de soluções de 1% , 2% e 3% (m/m) de acetato de sódio ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ) 85%,

ou hidróxido de potássio (KOH) ou ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) 85% (m/m) e agitadas em shaker a 160 rpm por 1h a 25 °C. Após, a mistura foi filtrada com água destilada duas vezes para remover o excesso de ativante. Em seguida, o carvão foi colocado em estufa por 24 horas à 105°C.

## 2.6 Ativação Física

Para a ativação física, foram usadas as amostras obtidas na ativação química, colocando-as em mufla a 180°C por 1h.

## 2.7 Caracterização do carvão ativado de casca de soja (CACS)

### 2.7.1 Densidade aparente

A densidade aparente do CACS foi determinada pela relação peso/volume “empacotado” do carvão ativado, em uma proveta (OLIVEIRA,1982).

### 2.7.2 Condutividade

Para a medida de condutividade elétrica foi usado o método descrito por Ahmedna (1998, apud NG et al., 2002) que consiste inicialmente em preparar uma solução a 1% (p/p) do carvão em água sob agitação durante 20 minutos a 25°C. As análises foram feitas em condutivímetro.

### 2.7.3 Mesoporosidade – Índice de Azul de Metileno (IAM)

A determinação do IAM significa a massa de azul de metileno removida por massa de carvão ativado utilizado e é baseada nas metodologias de Mocelin, (2007) e Moreno et al., (2005). O método consiste em utilizar uma massa de 0,1 g de carvão ativado em 10 mL de solução de 50 mg/L de azul de metileno e submeter esse conjunto à agitação na mesa agitadora a 160 rpm até que a concentração de equilíbrio seja estabelecida. Após 24h, o sobrenadante é centrifugado a 3000 rpm por 20 minutos. A partir do comprimento de onda 665 nm foi obtida a concentração remanescente do azul de metileno (MOCELIN, 2007). A partir da Equação 1 são realizados os cálculos da massa de azul de metileno adsorvida por grama de carvão ativado.

$$IAM (mg / g) = 50(mg / L) * 0,1(L) - AMr (mg) \quad (1)$$

Em que:

IAM = Miligramas de azul de metileno adsorvida por um grama de carvão ativado;

AMr = Miligramas de azul de metileno remanescente em solução.

### 2.7.4 Microporosidade – Número de Iodo (NI)

Para a determinação do NI utilizou-se 0,1 g de carvão em 10 mL de solução de Iodo 0,05 mol/L. Esse conjunto ficou sob agitação em mesa agitadora a 160 rpm durante 15 minutos. Para separar a fase líquida da sólida, centrifugou-se a 3000 rpm durante 20 minutos. Por meio de titulação com solução 0,5 mol/L de tiosulfato de sódio, foi possível determinar a concentração remanescente de Iodo. Essa solução foi preparada a partir do procedimento descrito por Souza Filho (2012). Os microcristais de tiosulfato de sódio penta-hidratados foram dissolvidos em água destilada e aferidos para 1 L. Em seguida, adicionou-se 0,2 g de carbonato de cálcio anidro com a finalidade de estabilizar a solução, evitando assim a precipitação do enxofre. O NI foi determinado pela Equação 2:

$$NI (mg / g) = Ci (mg / L) * 0,1(L) - Ir (mg) \quad (2)$$

Em que:

NI = Miligramas de Iodo adsorvido por um grama de carvão ativado;

Ci = Concentração inicial da solução de Iodo;

Ir = Miligramas de Iodo remanescente em solução.

### 2.7.5 Rendimento

O rendimento foi determinado conforme método utilizado por Vargas (2010), utilizando a Equação 3 a seguir:

$$Rendimento(\%) = (M_F / M_P) * 100 \quad (3)$$

Em que:

MF = massa do carvão resultante da etapa analisada (g)

MP = massa pós estufa (g)

## 2.8 Determinação espectral dos herbicidas Jaguar e Trueno

Foi utilizada a metodologia de espectrofotometria UV-Vis na determinação dos herbicidas Jaguar® (aminopiralde + 2,4-D) e Trueno® (aminopiralde + fluoxipir). Para isso, foi estudado o comprimento de onda específico para cada herbicida através da construção de uma curva de absorção espectral (varredura). Foi determinado o comprimento de onda de 290 nm para o herbicida Jaguar® e 287 nm para o Trueno® e após, foi feita uma curva da calibração utilizando diferentes concentrações de Jaguar® e Trueno®, separadamente. Foram preparadas soluções com diferentes concentrações para cada herbicida a fim de se identificar uma faixa em que houvesse linearidade para determinar a curva-padrão. Assim, foi possível utilizar a faixa linear da relação entre absorbância e concentração até 300uL/mL do Trueno® e 100uL/mL do Jaguar®, obedecendo à lei de Lambert-Beer e

quantificar a concentração do corante através de leituras das absorvâncias em espectrofotômetro (PERUZZO, 2003). Água destilada foi usada nas diluições e como branco das análises. As soluções foram preparadas em triplicata e as análises em espectrofotômetro também foram feitas em triplicata.

## **2.9 Adsorção de Jaguar e Trueno usando CCS**

Para os dois herbicidas foi definida a concentração de (65 µg/L) para os estudos de adsorção, definidas com base no limite máximo permitido pela legislação brasileira (CONAMA, resolução nº 357, de 17 de março de 2005) para 2,4-D em águas doce da classe III que é de 30 µg/L. Os ensaios de adsorção serão feitos em Erlenmeyers de 125 mL contendo 50 mL de solução de herbicida e adicionados de 50 mg da casca de soja. Os experimentos foram conduzidos em incubadora orbital tipo Shaker à 25°C e 100 rpm durante 24 horas até atingir o equilíbrio. Amostras em triplicata foram retiradas em intervalos de tempo pré-determinados, centrifugadas para posterior leitura em espectrofotômetro no comprimento de onda de 290 nm para o herbicida Jaguar® e 287 nm para o Trueno®, respectivos picos de absorção de luz identificados em varredura feita de 200 a 1.000 nm para cada herbicida.

## **2.10 Adsorção de Jaguar® e Trueno® utilizando CACS e carvão ativado comercial**

Foram feitos estudos em triplicata para avaliar a remoção dos herbicidas por carvão ativado comercial, através de processo em batelada. Foram adicionados 50 mg de carvão ativado em Erlenmeyer de 125 mL, adicionados de 50 mL de soluções dos herbicida Jaguar® ou Trueno®. Os frascos foram colocados em Shaker a 25°C 100 rpm por 24 horas até atingir o equilíbrio. Amostras foram retiradas em intervalos de tempo pré-determinados, centrifugadas para posterior leitura em espectrofotômetro nos respectivos comprimentos de onda dos herbicidas.

## **2.11 Adsorção de azul de metileno**

Foram feitos estudos para avaliar a remoção dos herbicidas por carvão ativado comercial, através de processo em batelada. Foram adicionados 20 mg de CACS em Erlenmeyer de 125 mL, adicionados de 20 mL de soluções do corante de azul de metileno. Os frascos em triplicata foram colocados em Shaker a 25°C 100 rpm por 24 horas até atingir o equilíbrio. Amostras foram retiradas em intervalos de tempo pré-determinados, centrifugadas em tubos eppendorf a 14.500 rpm por 5 min para posterior leitura em espectrofotômetro nos respectivos comprimentos de onda do corante. Os resultados foram apresentados e discutidos estatisticamente através do uso do teste Tukey.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O teor de cinzas obtido para a casca de soja variou de 96,4 a 97,7%. (Tabela 1). Os teores de hemicelulose, celulose e lignina encontrados foram similares aos de outros autores. A casca de soja apresentou baixo conteúdo de lignina e alto conteúdo de celulose. O teor de lignina identificado refere-se a lignina solúvel (4,3%) apresenta valor aproximado aos autores Cassales et al. (2011).

	Granulometria (mesh)		
	20	35	60
<b>Massa seca (%)</b>	97,7 ± 8,12	97,0 ± 10,7	96,4 ± 4,79
<b>Matéria mineral (%)</b>	9,18 ± 0,00	5,65 ± 0,00	14,3 ± 0,10
<b>Proteína bruta (%)</b>	11,1 ± 0,80	5,74 ± 0,67	9,18 ± 0,14
<b>Extrato etéreo (%)</b>	1,62 ± 0,09	0,26 ± 0,19	0,83 ± 0,03
<b>Celulose (%)</b>	30,1 ± 0,00	37,0 ± 0,01	33,5 ± 0,00
<b>Hemicelulose (%)</b>	10,1 ± 0,00	14,3 ± 0,00	10,1 ± 0,00
<b>Lignina (%)</b>	8,13 ± 0,00	7,86 ± 0,00	10,1 ± 0,00

Tabela 1. Caracterização físico-química da casca de soja.

Fonte: Autoria própria, 2020.

O PCZ obtido para a casca de soja é apresentado na Figura 1. O cálculo do PCZ foi realizado pela média aritmética de pH final e inicial. O valor encontrado para o adsorvente casca de soja foi de 8, valor no qual o adsorvente atua como tampão, mostrando que soluções com pH acima deste ponto fornecerão carga superficial negativa, favorecendo a adsorção de cátions e abaixo do PCZ apresentarão carga superficial positiva, favorecendo a adsorção de ânions, como é o caso do corante azul de metileno usado na caracterização de carvão ativado.

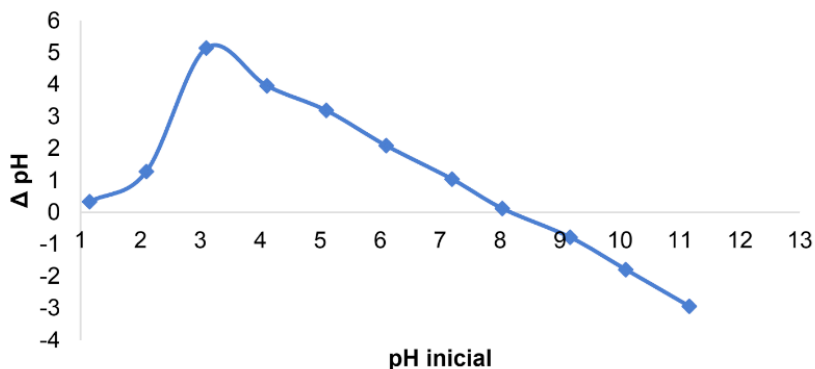


Figura 2. Ponto de Carga Zero (PCZ)

Fonte: Autoria própria, 2019.

Após a obtenção dos carvões ativados, é necessário conhecer suas características, pois estas determinam o comportamento dos mesmos no processo de adsorção. A capacidade de adsorção do carvão ativado é definida pela sua alta porosidade, distribuição de tamanho dos poros, área superficial e volume de poros (SCHIMMEL, 2008). Foram feitos ensaios de microporosidade e mesoporosidade (Tabela 2) com  $H_3PO_4$  a 1 e 3% na granulometria 20 mesh e o KOH a 1 e 3% nas mesma granulometria e com  $CH_3COONa$  a 2% na granulometria 35 mesh.

Em relação à microporosidade, valor médio da microporosidade do NI para a casca de soja, granulometria 20 mesh  $543,3 \text{ mg.g}^{-1}$  e granulometria 35 mesh  $552,50 \text{ mg.g}^{-1}$ , outras literaturas estudadas apresentaram resultados superiores aos apresentados acima. Fernandes (2008) obteve resultados na ordem de  $1200 \text{ mg.g}^{-1}$  utilizando carvão oriundo do mesocarpo do coco ativado com cloreto de zinco. Moreno (2005) atingiu o patamar médio de  $1000 \text{ mg.g}^{-1}$  utilizando carvões provenientes de resíduos agrícolas, enquanto Loureiro (2012) obteve valores que variaram entre  $465,53$  a  $654,51 \text{ mg.g}^{-1}$  para carvões obtidos comercialmente a partir da casca de coco e pinus, valores aproximados ao presente estudo.

Para a mesoporosidade, a variação dos resultados apresentaram valores muito aproximados apesar da granulometria diferente, possibilitando capacidade de adsorção aproximadas. Os resultados experimentais obtidos estão variando com médias de  $4.979$  para 20 mesh e  $4.974$  para 35 mesh (Tabela 2).



Granulometria	Mesoporosidade	Microporosidade	Rendimento
	IAM (mg.g <sup>-1</sup> )	NI (mg.g <sup>-1</sup> )	(%)
20 mesh	4,979	543,3	66,06
35 mesh	4,974	552,50	60,6

Tabela 2 - Médias da microporosidade, mesoporosidade e rendimento do CCS ativados quimicamente

Fonte: Autoria própria, 2019.

O IAM representa a massa de azul de metileno removida por massa de adsorvente utilizada, normalmente dado em mg.g<sup>-1</sup>. Este parâmetro, por sua vez, reflete a quantidade e qualidade de mesoporos presentes no adsorvente. Enquanto a molécula de azul de metileno é acessível aos mesoporos (poros entre 2 e 50 nm), a de iodo é aos microporos (poros menores que 2 nm) (FUKUMOTO & FURODA, 2019).

A Tabela 3, apresenta os resultados de massa específica, pH e condutividade dos CCS a 20 mesh ativado quimicamente. A massa específica pode estar relacionada ao tamanho de partícula. Carvões ativados com elevada densidade não necessitam de regeneração com a mesma frequência que outros por possuem maior poder de adsorção por unidade de volume (NG et al., 2002).

CACS		Respostas		
Ativante	Concentração (%)	Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	pH	Condutividade (µS/cm)
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	(1)	0,21	3,86	58
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	(3)	0,18	3,34	144
KOH	(1)	0,27	9,92	565
KOH	(3)	0,18	9,91	778

Tabela 3 - Densidades, pH e condutividade dos CCS a 20 mesh ativados quimicamente

Fonte: Autoria própria, 2019

Os valores experimentais obtidos apresentaram variações significativas na condutividade elétrica. O CACS de 20 mesh ativado por ácido foi o que apresentou menor condutividade, passando de 58 µS/cm a 144 µS/cm para as concentrações de 1 a 3%, respectivamente. Em águas naturais os valores de condutividade se apresentam na faixa de 10 a 100 µS/cm e, em ambientes poluídos por esgoto

doméstico ou industrial, os valores de condutividade podem chegar a 1.000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (BRIGANTE et al., 2003). A condutividade, está relacionada com a quantidade de minerais presentes no carvão, assim os carvões ativados com KOH apresentaram melhor condutividade em relação ao ácido de  $\text{H}_3\text{PO}_4$ .

Nos estudos de adsorção dos carvões sem ativação (adsorção física), as taxas de remoção foram acima de 99% já na primeira hora de processo se mantendo constante no decorrer de 24h. Mesmo comportamento foi observado nos estudos de adsorção dos herbicidas Jaguar® e Trueno® nas concentrações estudadas usando CACS e carvão ativado comercial, apresentando remoção acima de 99 % instaneamente, permanecendo estável até o final das 24h de reação.

Em sistemas de adsorção simultânea, a matéria orgânica não só compete com os micropoluentes pelos sítios de adsorção, mas também pode bloquear a sua passagem para os microporos, onde os micropoluentes são preferencialmente adsorvidos (EBIE, et al., 2001). O uso da água destilada contribuiu para a baixa ou nula atividade de competição pelos sítios de adsorção

A Tabela 4 apresenta as taxas de remoção dos carvões ativados quimicamente com  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , KOH e  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , na concentração de 2% ao longo de 24h. O carvão ativado com  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , apresentou melhor remoção em 24hs de ensaio (97,5%), seguido do carvão ativado com  $\text{CH}_3\text{COONa}$  (96%), do carvão ativado com KOH (94,4%).

Tratamento	0 h	1 h	4 hs	20 hs	24 hs
<b><math>\text{H}_3\text{PO}_4</math> 2%</b>	59.3 $\pm$ 12.5 <sup>a</sup>	93,42 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>	96,1 $\pm$ 0,2 <sup>ac</sup>	97,5 $\pm$ 0,2 <sup>ac</sup>	97,5 $\pm$ 0,4 <sup>a</sup>
<b>KOH 2%</b>	65.8 $\pm$ 1.2 <sup>a</sup>	92,8 $\pm$ 0,1 <sup>a</sup>	92,3 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	94,2 $\pm$ 0,3 <sup>a</sup>	94,4 $\pm$ 0,2 <sup>b</sup>
<b><math>\text{CH}_3\text{COONa}</math> 2%</b>	54.6 $\pm$ 9.3 <sup>a</sup>	79,7 $\pm$ 10,2 <sup>b</sup>	83,5 $\pm$ 2,7 <sup>b</sup>	84,3 $\pm$ 3,1 <sup>b</sup>	96 $\pm$ 1,1 <sup>a</sup>
<b>Carvão ativado comercial</b>	95.8 $\pm$ 4.1 <sup>b</sup>	99,3 $\pm$ 1,2 <sup>a</sup>	97,1 $\pm$ 2,4 <sup>c</sup>	99,6 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>	99,4 $\pm$ 0,1 <sup>c</sup>

Tabela 4 - Médias de remoção e graus de liberdade de tratamentos a 2% de concentração de CCS e carvão comercial

Fonte: Autoria própria, 2019.

Assim é possível afirmar que em relação ao carvão comercial, o carvão feito pela casca de soja apresentado possui uma boa taxa de remoção, possibilitando a utilização para adsorção do corante de azul de metileno, pois as taxas de remoção são maiores que 94% ao final do intervalo de 24 hs nas condições de temperatura e velocidade de agitação da água mencionadas.

## 4 | CONCLUSÃO

Foi possível caracterizar a biomassa e analisar a adsorção do carvão carbonizado e ativado com diferentes compostos químicos e diferentes concentrações, estudando a remoção de dois tipos de herbicidas ainda não divulgados na literatura e um corante têxtil.

Os resultados obtidos nos estudos com método de produção de carvão através da carbonização foram altamente satisfatórios, tendo como principal vantagem a quantidade de carvão produzido em função da quantidade de insumo utilizado e o menor custo de produção, pois quando comparados ao carvão ativado comercial estes possuem maiores gastos e uma maior demanda de processos.

Outro ponto que pode ter contribuído para esses resultados foi a ativação posterior à produção do carvão. Baseando-se em todos os resultados obtidos, pode-se concluir que dentre os ativantes estudados o  $H_3PO_4$  apresentou os melhores resultados. Foi capaz de remover 97,5% de azul de metileno, 99,9% dos herbicidas Jaguar® e Trueno®. Seguidos do  $CH_3COONa$  com 96% de remoção do azul de metileno, e 99,9% dos herbicidas Jaguar® e Trueno®.

É importante ressaltar que o fluroxipir e aminopiralde moléculas principais do herbicida Trueno®, ainda são pouco conhecidos seus efeitos tóxicos para os organismos aquáticos ou mesmo sua persistência no meio ambiente, deve-se levar em conta que apesar de desconhecidos os efeitos desse herbicida, é necessário conhecer e aprimorar as soluções sustentáveis de descontaminação desse e de qualquer agrotóxico que são utilizados no meio.

## REFERÊNCIAS

ALVES A.R., AUGUSTO L., PASCOAL F., BRITO G., TRAJANO S., MARIA C., GOIS G.C. **Fibra para ruminantes : Aspecto nutricional , metodológico e funcional.** Pubvet 10:568–579. 2016.

BRIGANTE, J.; ESPINDOLA, E. L. G. **Limnologia fluvial:** Um estudo no Rio Mogi Guaçu. São Carlos: RiMa. 255p. 2003.

CONAMA. Resolução CONAMA Nº 357/2005- **“Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.”.** - Data da legislação: 17/03/2005 - p. 58-63 - Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005.

EBIE, K.; LI, F.; AZUMA, Y.; YUASA, A.; HAGISHITA, T. **Pore distribution effect of activated carbon in adsorbing organic micropollutants from natural water.** Wat. Res. v. 35, n. 1, p. 167-179, 2001.

FERNANDES, F. L. **Carvão de endocarpo de coco da baía ativado quimicamente com  $ZnCl_2$  e fisicamente com vapor d'água: produção, caracterização, modificações químicas e aplicação na adsorção de íon cloreto.** Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Química - Universidade Federal da Paraíba. Paraíba. 116f. 2008.

FILHO, J. E. R. V.; FISHLOW A. **Agricultura e indústria no Brasil: inovação e competitividade**. Brasília : Ipea. p.305. 2017.

FUKUMOTO, A. A. F., KURODA E. K. **Seleção de carvões ativados para adsorção de microcistinas**. Revista Engenharia Sanitária Ambiental. vol. 24 no.2 Rio de Janeiro – RJ. Mar./ Apr. 2019.

GOEDERT, Bruna dos Santos Cunha. **Biossorção do corante têxtil reativo azul 5G comparando resíduos industriais casca de soja e serragem**. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira,90f. 2017.

HONORIO, J. F. **Emprego da casca de soja como adsorvente na remoção de corantes reativos têxteis**. (Dissertação de Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química; Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 114 p. 2013.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ . **Normas Analíticas: Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4 ed. São Paulo. 2008.

LOUREIRO, L. F. **Avaliação da adsorção do herbicida 2,4-D em carvão ativado em pó e granular por meio de análises de isotermas de adsorção utilizando diferentes qualidade de água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Programa De Pós-Graduação Em Engenharia Ambiental. Centro Tecnológico. Universidade Federal Do Espírito Santo.129f. 2012.

MOCELIN, C.; **Pirólise de lodo de esgoto sanitário: produção de adsorvente e óleos combustíveis**. Dissertação ( Mestrado em engenharia mecânica e de materiais) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba. 113f .2007.

MORENO, R. M.; JUNIOR, E.C. A.; FRANCO, T. T. **Predição da porosidade e capacidade de adsorção em carvões ativados utilizando iodo e azul de metileno**. In: VI Congresso brasileiro de engenharia química em iniciação científica. São Paulo. 2005.

NG, C. et al. **Physical and chemical properties of selected agricultural byproduct-based activated carbons and their ability to adsorb geosmin**. Bioresource Technology, v. 84, p. 177-185, 2002.

OLIVEIRA JR., R. S. **Mecanismo de ação de herbicidas**. Cap. 7. Biologia e manejo de plantas daninhas.pg 141-192, 2011.

PERUZZO, L. C. **Influência de agentes auxiliares na adsorção de corantes de efluentes da indústria têxtil em colunas de leito fixo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina – USFC, Florianópolis, 2003.

REGALBUTO, J. R.; ROBLES, J. **The engineering of Pt/Carbon Catalyst Preparation – For application on Proton Exchange Fuel Cell Membrane (PEFCM)**. University of Illinois, Chicago. p.4-7, 2004.

SCHIMMEL, D. **Adsorção dos corantes reativos azul 5G e azul turquesa QG em carvão ativado comercial**. 2008. 83 f. Dissertação (Mestrado) – PósGraduação em Engenharia Química, Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Toledo, 2008.

VARGAS, A. M. M. **Preparação e caracterização de carvões ativados obtidos a partir de vagens de Flamboyant (Delonix regia) mediante ativação química com NaOH**. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.

YAHIAOUI, O. et al. **Evaluating removal of metribuzim pesticide from contaminated groundwater using an electrochemical reactor combined with ultraviolet oxidation**. Desalination. v. 270, p. 84–89. 2011.

## 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 leito 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](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)



# 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)