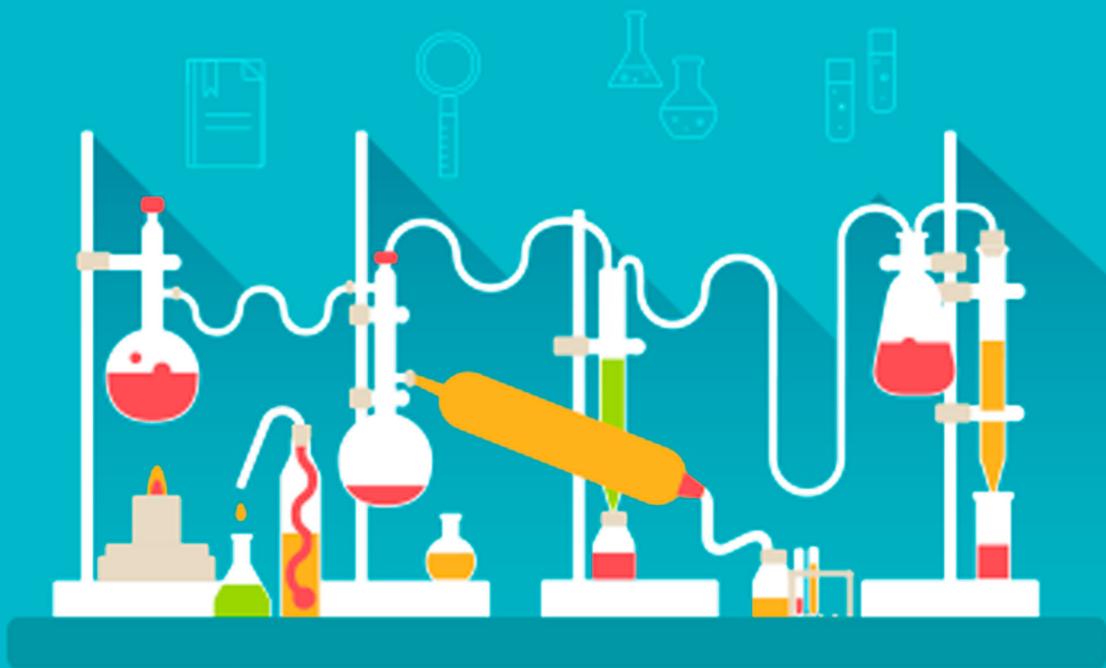


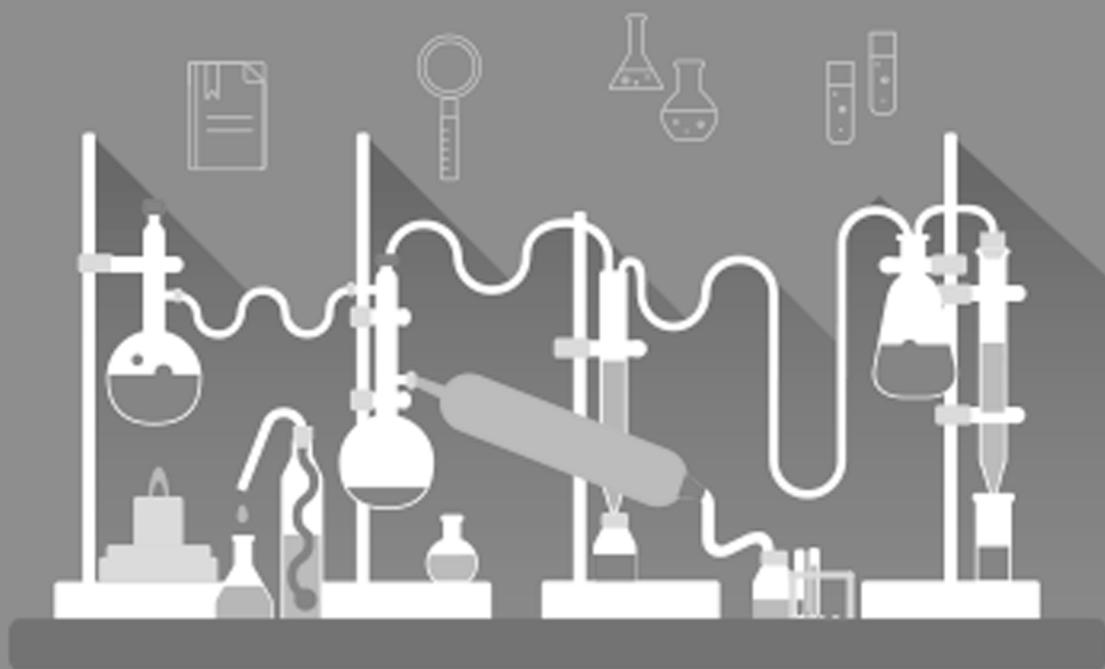
# A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



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 Cremona

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**

Kívia Mislaine Albano

Vania Regina Nicoletti

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

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

**ÍNDICE REMISSIVO..... 334**

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

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 29/06/2020

### Ivonete Oliveira Barcellos

Universidade Regional de Blumenau  
Blumenau - SC  
<http://orcid.org/0000-0002-8725-5027>

### Raíssa dos Santos Conceição

Universidade Regional de Blumenau  
Blumenau - SC  
<http://lattes.cnpq.br/8082385280876713>

### Ana Lúcia Bertarello Zeni

Universidade Regional de Blumenau  
Blumenau - SC  
<http://orcid.org/0000-0002-9904-9861>

**RESUMO:** Vem crescendo investigações de formas alternativas para melhorar a produção de culturas agrícolas no mundo sem afetar diretamente o meio ambiente. Por outro lado, existem algumas indústrias do setor agrícola que vêm se preocupando menos com os impactos ambientais incentivando a aprovação de leis no Brasil visando a flexibilização do uso de insumos agrícolas tóxicos na agricultura. Uma forma de aperfeiçoar a produção seria com a utilização de polímeros superabsorventes, juntamente com um fertilizante necessário para a cultura, visando aumentar a quantidade de água disponível no solo e reduzindo o consumo de água potável para irrigação. Este estudo traz como proposta a utilização de um polímero superabsorvente a base de poliacrilato de amônio juntamente com

uma fonte de potássio no plantio de tomateiro. A pesquisa com duração de 04 meses obteve dados pelas técnicas de análises de DSC e IR-ATR, bem como pela determinação do pH e do grau de intumescimento do hidrogel. Também foi realizada a determinação dos índices fisiológicos de crescimento da planta. Análise de IR-ATR mostrou bandas características de acrilatos com banda de estiramento de C=O em  $1681\text{cm}^{-1}$  e banda larga de NH em  $2900\text{-}3300\text{ cm}^{-1}$ . A DSC apresentou pico endotérmico de Tm entre  $208\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $213,42^{\circ}\text{C}$  e possível Tg em  $262,38\text{ }^{\circ}\text{C}$ . O pH obtido foi de 5,83 para o hidrogel, e 5,80 para o solo. O grau de intumescimento atingiu até 13479% e o teor de água 99,2%. Apesar do curto período para avaliação do crescimento do tomateiro, os índices da variação no desenvolvimento e crescimento das mudas de tomateiro com a presença de Hidrogel e de KCl, evidenciaram a eficácia. O hidrogel também se mostrou eficiente na liberação de água, deixando a terra por mais tempo umedecida, permitindo a diminuição na frequência de irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrogéis, Tomateiro, Poliacrilatos, Insumo agrícola.

### CHARACTERIZATION OF HYDROGEL BASED ON AMMONIUM POLYACRYLATE AND ITS USE IN POTASSIUM FERTILIZER OF TOMATO

**ABSTRACT:** Investigations of alternative ways to improve the production of agricultural crops in the world without directly affecting the environment have grown. On the other hand, there are some industries in the agricultural sector that have been less concerned with environmental impacts,

encouraging the approval of laws in Brazil aiming at easing the use of toxic agricultural supplies in agriculture. One way to improve production would be with the use of superabsorbent polymers, together with a fertilizer necessary for the crop, aiming at increasing the amount of water available in the soil and reducing the amount of drinking water for irrigation. This study proposes the use of a superabsorbent polymer known as ammonium polyacrylate together with a potassium source in tomato planting. The 3-month survey presented data obtained by DSC and IR-ATR analysis techniques, as well as by determining the pH and the degree of swelling of the hydrogel. The physiological growth index of the plant was also determined. IR-ATR analysis showed characteristic bands of acrylates with C = O stretch band at  $1681\text{ cm}^{-1}$  and NH broadband at  $2900\text{-}3300\text{ cm}^{-1}$ . DSC analysis showed an endothermic peak of  $T_m$  between  $208\text{ }^\circ\text{C}$  -  $213.42\text{ }^\circ\text{C}$  and possible  $T_g$  at  $262.38\text{ }^\circ\text{C}$ . The pH obtained was 5.83, and the degree of swelling reached up to 13479% and the water content was 99.2%. Despite the short period for assessing tomato growth, the rates of variation in the development and growth of tomato seedlings with the presence of Hydrogel and KCl showed the effectiveness. The hydrogel was also shown to be efficient in releasing water, leaving the soil moist for a longer time, allowing a decrease in the frequency of irrigation.

**KEYWORDS:** Hydrogels, Tomato, Polyacrylates, Agricultural supplies.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em 2018 o substitutivo do Projeto de Lei (PL) 6.299/2002 (BRASIL, 2002) propõe flexibilizar o uso, fabricação, liberação e regulamentação de agrotóxico, reunindo projetos que tramitavam de 1999 até 2017, prevendo a mudança do conceito de agrotóxico por “produtos fitossanitários” e retirando da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) diversas atribuições no processo de licenciamento e ampliando os poderes regulatórios do Ministério da Agricultura.

Os polímeros superabsorventes (SAP) surgiram para substituir os naturais como a polpa de celulose possuindo redes hidrofílicas com a capacidade de absorver água ou solução aquosa igual ou superior a mil vezes a sua massa (SANTOS, 2015), ultrapassando outros polímeros absorventes. A absorção dos hidrogéis é controlada e beneficia o aumento da eficiência funcional de nutrientes, microrganismos, inseticidas, herbicidas e entre outros ativos (BOGARIM, 2014).

A utilização de um hidrogel com fertilizante incorporado possibilitaria a aplicação de uma quantidade menos tóxica para o meio ambiente, diminuindo a taxa de perda e contaminação, fornecendo cuidados para a planta de uma forma sustentável além da diminuir a frequência de irrigação em áreas áridas.

Somente no Brasil foram consumidos no ano de 2014 32,3 milhões de toneladas de fertilizantes (BLEY, 2015). Segundo a legislação brasileira os fertilizantes são definidos como “substâncias minerais ou orgânicas, naturais ou

sintéticas, fornecedoras de um ou mais nutrientes das plantas”, repondo ao solo os elementos absorvidos pelas culturas. Os hidrogéis de liberação controlada de fertilizante atuam na absorção de alguns nutrientes em sua estrutura, retendo e retardando sua difusão (RABAT, 2016).

Segundo COSTA (2018), o Nitrogênio e o Potássio são dois dos maiores nutrientes utilizados na adubação de tomateiros, alterações em suas quantidades podem alterar o crescimento, desenvolvimento, produtividade e a qualidade dos frutos. Somente no Brasil, foram produzidos entre os anos de 2005 a 2011, 126.358 mil de toneladas de hortaliças, o tomate em segundo lugar após a mandioca com 4.097.481 toneladas anuais 2008 a 2010 (IBGE, 2013). O Brasil ocupa o nono lugar na produção mundial de tomate com 4.302.777 toneladas (FAOSTAT, 2013; CARVALHO, *et al.*, 2014).

Desse modo, um dos desafios no mercado é implantar esta tecnologia dos hidrogéis na agricultura. Entretanto, precisa haver a compreensão dos mecanismos que controlam a liberação do fertilizante. Assim, este estudo preliminar teve como objetivo principal a caracterização de um hidrogel à base de Poliacrilato de Amônio (PAA) e a avaliação do seu potencial na adubação potássica do tomateiro.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo utilizou-se hidrogel à base de Poliacrilato de Amônio (PAA), doado pela empresa Nova Brasil, Itajaí –SC, preparado em planta piloto com a mistura de Ácido Acrílico 99% com Ácido Ascórbico e  $H_2O_2$ , como catalisadores e neutralizado com Hidróxido de Amônio 24%. Como fonte de potássio foi utilizado KCl da marca Biotec e para a semeadura de tomate foi utilizado semente San Marzano da marca Isla.

### 2.1 Metodologia

#### 2.1.1 Espectroscopia de Infravermelho (IR-ATR)

Para a caracterização da estrutura molecular utilizou-se a espectroscopia no infravermelho. Para obtenção dos espectros, uma pequena quantidade de amostra foi colocada diretamente no espectrômetro de IR-ATR (Espectroscopia de Infravermelho), Bruker Vertex 70 com Platinum ATR acoplado e os espectros foram registrados à temperatura ambiente.

#### 2.1.2 Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC)

Para a determinação da temperatura de fusão ( $T_m$ ) e a temperatura de transição vítrea ( $T_g$ ), foi utilizado o método por calorimetria diferencial de varredura

(DSC). Os dados de DSC foram registrados entre -60 a 300 °C, sob um fluxo de N<sub>2</sub> no instrumento Parkin Elmer 8000. Uma quantidade de aproximadamente 4 mg de amostras foram encapsuladas em painéis de alumínio sendo aquecidos e resfriados em duas corridas, a uma taxa de 20 °C/min e de 10 °C/min.

### 2.1.3 Determinação do pH do Polímero e do Solo

A determinação do pH do polímero, foi realizada com análise do extrato aquoso, adaptado de NBR 13433:2007, pois devido a capacidade de absorção do polímero foi necessário uma quantidade 1400 ml de água para 6 g de polímero e deixado ferver por mais 5 min. Deixou-se resfriar até aproximadamente 32 °C e então foi medido o pH. O pH do solo foi determinado segundo método de TEIXEIRA (2017).

### 2.1.4 Estudo do Intumescimento (método gravimétrico)

Para a avaliação do intumescimento, foram colocadas amostras de polímero na estufa para serem secas em uma temperatura de 95 à 100 °C durante 1 hora, após colocados em dessecador com sílica-gel, assim repetido o procedimento até que atingisse massa constante, esta foi denominada a massa do amostra seca (A<sub>ms</sub>). Em seguida, uma quantidade de 1 g de amostra foi colocada em béquer e de 10 em 10 min adicionado 20 ml de água destilada e mantido em banho-maria a 30 °C. Amostras foram retiradas de 10 em 10 min e colocadas sobre papel filtro e assim foi pesada, para determinar a massa da amostra úmida (A<sub>mu</sub>). Este procedimento foi repetido até que a massa da amostra fosse constante e atingido o equilíbrio de intumescimento. Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

Para determinação do índice de intumescimento (%I) foi utilizado o cálculo onde:

A<sub>mu</sub>: massa da amostra úmida, valor da média.

A<sub>ms</sub>: massa da amostra seca, valor da média.

$$I\%: \frac{A_{mu} - A_{ms}}{A_{ms}} * 100$$

Para determinação do teor de água (TA) foi utilizado o cálculo onde:

A<sub>mu</sub>: massa da amostra úmida, valor da média.

A<sub>ms</sub>: massa da amostra seca, valor da média

$$TA: \frac{A_{mu} - A_{ms}}{A_{mu}} * 100$$

### 2.1.5 Incorporação do Insumo Potássico

O insumo potássico utilizado para a incorporação ao polímero foi KCl, pelo método de difusão, 1,5 g de polímero em um béquer contendo uma solução de 0,1413g KCl em 160 mL de água e mantido sob agitação mecânica a 30 °C por 24 h (EMBRAPA).

Para avaliar a incorporação do KCl ao polímero foram realizados testes com  $\text{AgNO}_3$ , apresentados na Figura 1. A coloração branca e turva indica a presença de KCl retido no hidrogel.

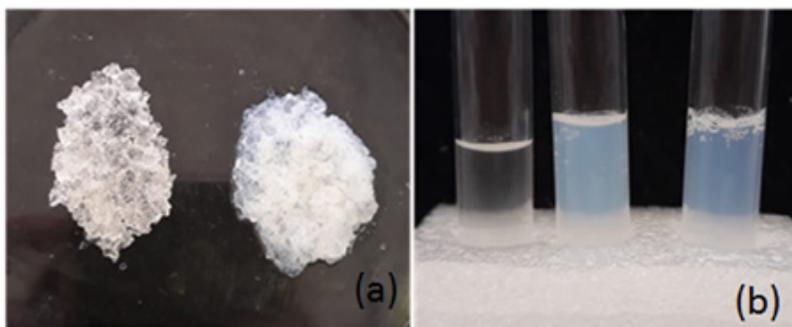


Figura 1: Teste de Detecção de KCl com  $\text{AgNO}_3$ :(a) Polímero com KCl e polímero + KCl +  $\text{AgNO}_3$ . (b) solução de KCl remanescente, solução de KCl remanescente com  $\text{AgNO}_3$  e solução obtida da lavagem do hidrogel com adição de  $\text{AgNO}_3$  (da esquerda para direita).

### 2.1.6 Avaliação do Crescimento do Tomateiro.

O plantio de 07 a 09 sementes de tomate por vaso, foi realizado em casa de vegetação no dia 26 de abril e avaliou-se até o dia 26 de julho de 2019, dividiu-se em cinco diferentes condições:

- Terra e tomate;
- Terra, KCl e tomate, no qual 200 mL de uma solução de  $\text{KCl } 0.0095 \text{ molL}^{-1}$  foi adicionada sobre a terra;
- Terra, hidrogel e tomate, no qual o hidrogel foi adicionado no meio da terra (sanduiche);
- Terra, hidrogel, KCl e tomate, no qual o hidrogel juntamente com o KCl foi adicionado no meio da terra;
- Disposição diferente de hidrogel com a terra, no qual o hidrogel foi colocado na superfície.

As mudas receberam de 20 a 150 mL de água adicionada a cada dois dias, a rega ocorreu durante todo o período de avaliação, a quantidade de água variou conforme a condição do solo, do clima e temperatura no período de plantio, foi então observado o crescimento dos tomateiros diariamente no período de três meses. Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

### 2.1.7 Índices Fisiológicos

#### 2.1.7.1 Taxa de Crescimento Relativo (TCR):

A TCR foi calculada por meio da razão entre o logaritmo natural da massa seca total de duas amostragens sucessivas ( $P_2$  e  $P_1$ ) e o intervalo de tempo ( $t_2$  e  $t_1$ ) entre estas duas amostragens; Unidade: g/g/dia. A taxa de crescimento relativo foi calculada com a média dos valores obtidos a partir da equação abaixo:

$$TCR = \frac{(\ln P_2 - \ln P_1)}{t_2 - t_1}$$

#### 2.1.7.2 Razão do Peso da Folha (RPF):

A RPF é um importante índice quando se deseja estudar o desempenho de uma cultivar considerando que 90% dos assimilados são produzidos na folha e transportados para o resto da planta. Este é um parâmetro fisiológico que expressa a fração de massa seca não exportada das folhas para o resto da planta. (SANTOS, 2018). A razão de peso de folhas é calculada pela razão entre a massa seca de folhas ( $M_f$ ) e a massa seca total ( $M_t$ ), de acordo com equação abaixo em g/g:

$$RPF = \frac{M_f}{M_t}$$

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A espectroscopia no infravermelho foi empregada como técnica para caracterizar o hidrogel estudado a partir de suas bandas características.

Observa-se na Figura 2 a presença das bandas características de carboxilatos no espectro, onde o estiramento assimétrico forte de C=O se encontra em  $1681 \text{ cm}^{-1}$  e estiramento simétrico forte se encontra em  $1403 \text{ cm}^{-1}$ , isso ocorre com a carbonila pois a frequência de absorção é reduzida devido a ressonância da ligação entre os Oxigênios. Já os estiramentos N-H, apresenta banda larga que ocorre entre  $3300\text{-}2600 \text{ cm}^{-1}$ , sais de amônio como no caso do poliácrlato de amônio absorvem na faixa, entre  $2900\text{-}3300 \text{ cm}^{-1}$ , e o dobramento forte de N-H ocorre em  $1542 \text{ cm}^{-1}$ . A banda em  $1443 \text{ cm}^{-1}$  demonstra estiramento  $\text{CH}_2$ , e em  $1198 \text{ cm}^{-1}$  de C-C (PAVIA,

et al., 2010).

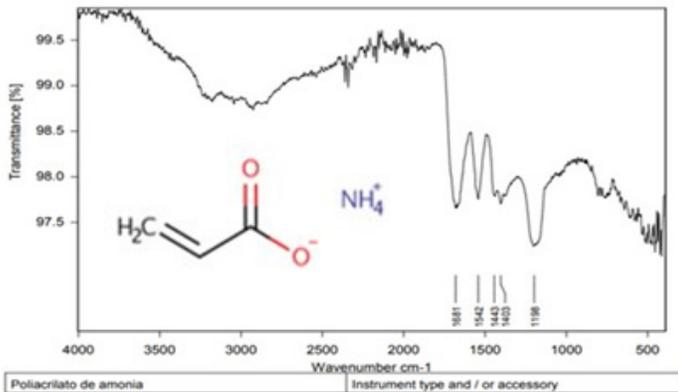


Figura 2: Espectro de IR-ATR do polímero.

Para a análise por DSC foi preparada uma amostra de hidrogel, onde foi realizado dois aquecimentos e dois resfriamentos em taxas de 20°C/min e de 10°C/min (Figura 3). A amostra do polímero apresentou pico endotérmico de T<sub>m</sub> (temperatura de fusão) em 213,42 °C e uma possível transição T<sub>g</sub> (temperatura de transição vítrea) em 262,38°C, devido a descontinuidade da curva observada. Com base na literatura encontram-se valores de T<sub>g</sub> para poliacrilatos em torno de 228°C, a qual muda dependendo do grupo substituinte do hidrogênio.

Na determinação do pH do hidrogel foi obtido o valor de pH:5,83 com característica ácida, um pH ótimo para o plantio de tomate que seria entre 5,5 e 6,8 (NAIKA, *et al.*, 2006). Quanto a determinação de pH nos solos obteve-se 5,87 para o solo com somente hidrogel; 6,13 para o solo com somente KCL; 5,80 e para o solo sem KCl e sem hidrogel, o que indica que estes solos também estão na faixa de pH ótimo para o plantio de tomate, porém o solo com Hidrogel e KCl apresentou um pH mais ácido (4,55), um pouco abaixo do indicado para o plantio de tomates.

Na figura 4, verifica-se a variação da massa do hidrogel com as quantidades de água adicionada (intumescimento). Foi possível observar uma grande variação no volume da amostra do hidrogel dentro do recipiente. O hidrogel apresentou valores elevados de intumescimento chegando a 13479% e de teor de água retida no hidrogel de aproximadamente 100%. Devido esta capacidade de absorção podemos confirmar a potencialidade desse material para ser utilizado com finalidades relacionadas a manutenção de umidade de solos áridos e de difícil irrigação. Na literatura para o poliácrlato de sódio encontram-se valores de intumescimento de aproximadamente 633% e de teor de água de 99,28% (MARCONATO e FRANCHETTI, 2002).

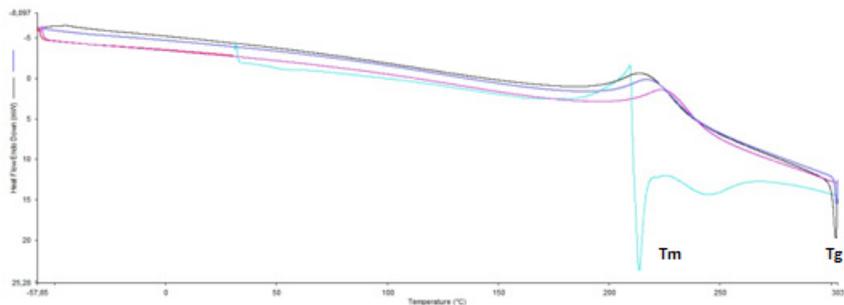


Figura 3: Curva da Análise de DSC para amostra do polímero (hidrogel).

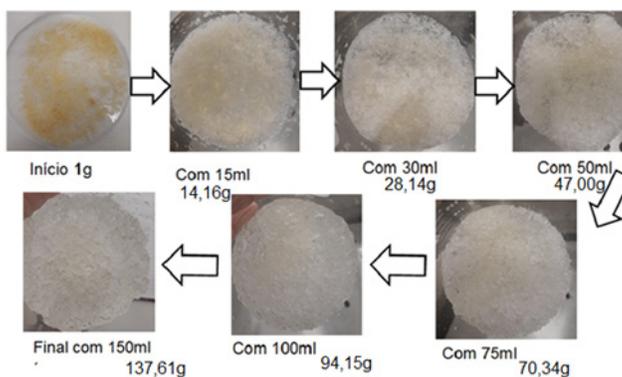


Figura 4: Evolução do intumescimento do hidrogel.

As figuras 5 a 7 mostram a evolução das mudas ao longo dos três meses. Foi observado após o 1º mês do plantio os números de mudas formados que estão apresentados na tabela 1. As mudas sobressalentes foram retiradas (poda) no 1º mês e permaneceram três mudas em cada vaso. As mudas colhidas após o 3º mês foram utilizadas para determinar o comprimento e a massa, como os índices fisiológicos.

Observou-se ao longo do tempo a evolução no crescimento das mudas, durante a avaliação do crescimento foram adicionadas semanalmente pequenas quantidades de água que chegaram a um valor total de 660 ml para as mudas com somente terra ou com terra e KCl, e um valor menor de 530 ml para os vasos contendo hidrogel. Foi observado que as mudas dos vasos com hidrogel e com hidrogel e KCl se desenvolveram mais rapidamente, necessitando de mais água ao longo do crescimento, chegando a 940 ml, em 03 meses, pois a absorção da planta era maior.



Figura 5: Muda de tomate com 1 mês. Da esquerda para direita: tomate + terra; tomate + terra + hidrogel; tomate + terra + hidrogel + KCl; tomate + terra + KCl.

	T	T + H	T + H + KCl	T + KCl
	33	31	19	28
	48	20	39	16
	43	10	34	28
<b>Média</b>	<b>41,30</b>	<b>20,30</b>	<b>30,60</b>	<b>24,00</b>
<b>DP</b>	<b>7,64</b>	<b>10,50</b>	<b>10,41</b>	<b>6,93</b>

Tabela 1: Número de mudas por vaso obtidos após 1 mês.

Legenda: T = terra, H= hidrogel. DP=desvio padrão

A figura 6 mostra o desenvolvimento das mudas com diferença em seus tamanhos, mostrando que as mudas tanto com Hidrogel como somente KCl, na terra, se desenvolveram mais que as mudas só com terra.



Figura 6: Mudanças com 2 Meses de Plantio. Da esquerda para direita: tomate + terra; tomate + terra + hidrogel; tomate + terra + hidrogel + KCl; tomate + terra + KCl; muda mais afastada a esquerda com disposição diferente de hidrogel depositados na superfície.

Ao terceiro mês de plantio quando as mudas foram colhidas também foi observado o início de um cacho de botão de flor nas mudas contendo hidrogel com KCl. Segundo a literatura o tomateiro começa frutificar em 90 dias após o plantio, porém variáveis como temperatura e água podem tornar o desenvolvimento mais lento, o que acontece também quando a plantação se dá em ambiente protegido como neste, em casa de vegetação, entretanto o período ótimo para plantio de tomateiro no Sul do Brasil ocorre de agosto a dezembro, tendo em vista que o plantio deste estudo foi no outono e início do inverno (com temperaturas variando de 30 a 8 °C), isso explica o aparecimento tardio de botões de flores nas mudas e o desenvolvimento pobre de algumas delas.

As raízes apresentaram valores médios de 3 cm para somente terra, de 17,5 cm com hidrogel, de 13 cm com hidrogel + KCl e de 12,6 cm para as mudas só com KCl na terra, conforme figura 7. A tabela 2 apresenta os valores obtidos de comprimento médio das plantas por vaso na 1ª poda (início) e ao final do plantio (03 meses) com as mudas colhidas, mostrando que as mudas nos vasos que continham hidrogel na terra se desenvolveram mais que os demais.

A tabela 3 mostra as massas médias das mudas do primeiro e terceiro mês de plantio. Pode-se observar a variação de massa entre as mudas, indicando também um desenvolvimento maior na presença do hidrogel, sendo o valor maior ainda quando o hidrogel foi colocado na superfície da terra (27,009g). A massa das folhas (tabela 4) reflete o desenvolvimento da planta, pois a luz absorvida pelas folhas determina a fotossíntese. Observa-se que o maior desenvolvimento da parte aérea foi também quando o hidrogel estava depositado sobre a superfície da terra (8,0684 g).

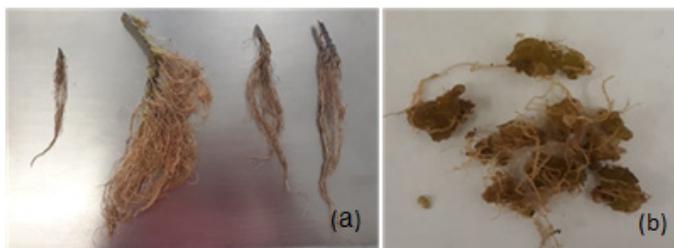


Figura 7: (a) Raízes das Mudas (da esquerda para direita: tomate + terra; tomate + terra + hidrogel; tomate + terra + hidrogel + KCl; tomate + terra + KCl). (b) Hidrogel removido das raízes e levados.

-	T (cm)		H (cm)		H + KCl (cm)		KCl (cm)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
-	7,30	22,3	8,78	55,0	9,59	36,6	7,65	29,0
-	5,90	25,3	8,67	42,2	8,31	30,6	8,15	33,3
-	5,51	22,0	6,85	53,0	8,77	36,6	8,27	42,5
					7,80	67,30		
<b>Média</b>	<b>6,23</b>	<b>23,20</b>	<b>8,10</b>	<b>50,06</b>	<b>8,61</b>	<b>42,77</b>	<b>8,02</b>	<b>34,93</b>
<b>DP</b>	<b>0,941</b>	<b>1,825</b>	<b>1,084</b>	<b>6,886</b>	<b>0,759</b>	<b>16,593</b>	<b>0,329</b>	<b>6,896</b>

Tabela 2: Valores de Comprimento (cm) Médio das Plantas por Vaso.

Legenda: T= terra, H= hidrogel DP=desvio padrão

	T (g)		T + H (g)		T + H + KCl (g)		T + KCl (g)	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
	0,029	0,719	0,071	13,849	0,085	1,425	0,051	2,335
	0,024	1,016	0,056	7,905	0,075	2,281	0,039	2,991
	0,021	0,699	0,016	8,129	0,082	2,063	0,052	5,572
					0,096*	27,009*		
<b>Média</b>	<b>0,024</b>	<b>0,812</b>	<b>0,047</b>	<b>9,961</b>	<b>0,085</b>	<b>1,923</b>	<b>0,047</b>	<b>3,633</b>
<b>DP</b>	<b>0,004</b>	<b>0,177</b>	<b>0,028</b>	<b>1,732</b>	<b>0,009</b>	<b>0,152</b>	<b>0,007</b>	<b>1,711</b>

Tabela 3: Valores Médios de Massa (g) das Mudanças do Primeiro e Terceiro Mês de Plantio.

Legenda: T= terra, H= hidrogel DP=desvio padrão \*Hidrogel na superfície

	Folha T (g)	Folha T + H(g)	Folha T + KCl + H(g)	Folha T + KCl(g)
	0,347	2,872	0,935	1,287
	0,498	4,592	0,974	2,222
	0,306	1,258	0,681	1,070
			8,0684*	
<b>Média</b>	<b>0,384</b>	<b>2,907</b>	<b>0,863</b>	<b>1,526</b>
<b>DP</b>	<b>0,101</b>	<b>1,667</b>	<b>0,202</b>	<b>0,612</b>

Tabela.4: Massa das Folhas das Mudanças ao Final.

Legenda: T= terra, H= hidrogel DP=desvio padrão \*Hidrogel na superfície

Houve uma variação de TCR entre mudas com terra que foi de 0,017 g/g/dia comparando com os vasos que possuem algum tipo de incremento onde o valor médio foi de 0,069 g/g/dia, mostrando que tanto o hidrogel quanto o KCl influenciaram no desenvolvimento da planta (~74,71%), sendo ainda maior com o hidrogel. Já a RPF apresentou variação baixa(0,479-0,390g:g), (~20,3%) o que

mostra que os assimilados absorvidos das folhas são em sua maioria transportados para outras partes da planta, as quais crescem à custa das folhas (SANTOS, 2018).

## 4 | CONCLUSÕES

A análise de DSC apresentou picos endotérmicos de  $T_m$  entre 208 °C - 213,42 °C para o hidrogel, porém não se pode afirmar com certeza sua  $T_g$ . A técnica de caracterização por Infravermelho, para análise do hidrogel, apresentou bandas características de acrilatos, entretanto não é possível afirmar com certeza o tipo de poliacrilato. Com relação ao pH do hidrogel o valor obtido foi de 5,83, sendo um valor adequado para que este seja utilizado no solo. A análise do grau de intumescimento apresentou resultados satisfatórios quando comparado aos outros poliacrilatos, evidenciando que o teor de água absorvida e retida é de aproximadamente 100%. O índice de intumescimento de 13479% demonstra que ele pode ser eficiente em ambientes para irrigação. Apesar do curto período de avaliação (03 meses) a utilização do hidrogel no plantio apresentou resultados favoráveis (raízes, crescimento, TCR) no desenvolvimento das mudas na presença de Hidrogel com ou sem KCl evidenciando esta alternativa para plantio de tomate.

## REFERÊNCIAS

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **A Cultura do Tomate**. [s.d] Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalias/tomate-de-mesa/insumos>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

BLEY, H. **Liberação, nutrição de plantas e lixiviação de potássio de fertilizante revestido**. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2015.

BOGARIM, E. P. A. **Uso de hidrogel no desenvolvimento de espécies nativas, visando aplicação em áreas degradadas**. 2014. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, Dourados, 2014.

BRASIL, Senado Federal. **Projeto de lei Nº 6.299 de 2002**. Altera os arts 3º e 9º da Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=46249>>. Acesso em: 01 de jun. 2020.

CARVALHO, C.R.F. *et al*. Viabilidade econômica e de risco da produção de tomate no município de Cambuci/RJ, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 12, p. 2293-2299, dez. 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131570>>. Acesso em: 22 maio 2020.

COSTA, L. C. **Produtividade do tomateiro de indústria e qualidade dos frutos em função de nitrogênio e potássio**. 2018. 81 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo), Universidade Estadual Paulista, UEP, Jaboticabal, 2018.

FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations **Produtividade mundial**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#home>>. Acesso em: 10 de mar 2020

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Relatório da produção de lavouras temporárias dos anos 2008 a 2011**. 2013. Disponível em: <[http://serieestatisticas.ibge.gov.br/lista\\_tema.aspx?op=0&no=1](http://serieestatisticas.ibge.gov.br/lista_tema.aspx?op=0&no=1)>. Acesso em: 01 de jun. de 2020.

MARCONATO, J. C.; FRANCHETTI, S. M. Polímero superabsorvente e as fraldas descartáveis: um material alternativo para o ensino de polímeros. **Química Nova na Escola**, n. 15, p. 42-44, mai, 2002.

NAIKA, S. *et al.* **A cultura do tomate. Produção, processamento e comercialização**. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, 2006.

PAVIA, D. L. *et al.* **Introdução à Espectroscopia**. 4. ed. Washington: Cengage Learning, 2010.

RABAT, N. E.; HASHIM, S.; MAJID, R. A. Effect of Different Monomers on Water Retention Properties of Slow Release Fertilizer Hydrogel. **Procedia Engineering**, v. 148, p. 201-207, 2016.

SANTOS, D. M. M. **Análise do crescimento vegetal**. Material da disciplina de Fisiologia Vegetal, UNESP, Jaboticabal, SP, 2018. Disponível em: <<https://www.fcav.unesp.br>>. Acesso em: 22 maio 2020.

SANTOS, R. V. A. **Polímeros superabsorventes: processos de produção, aplicações e mercado**. 2015. 218 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial), Universidade Federal da Bahia, UFBA, Salvador, 2015.

TEIXEIRA, P. C.; FONTANA, G. K. D. A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3 ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2017.

## 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)