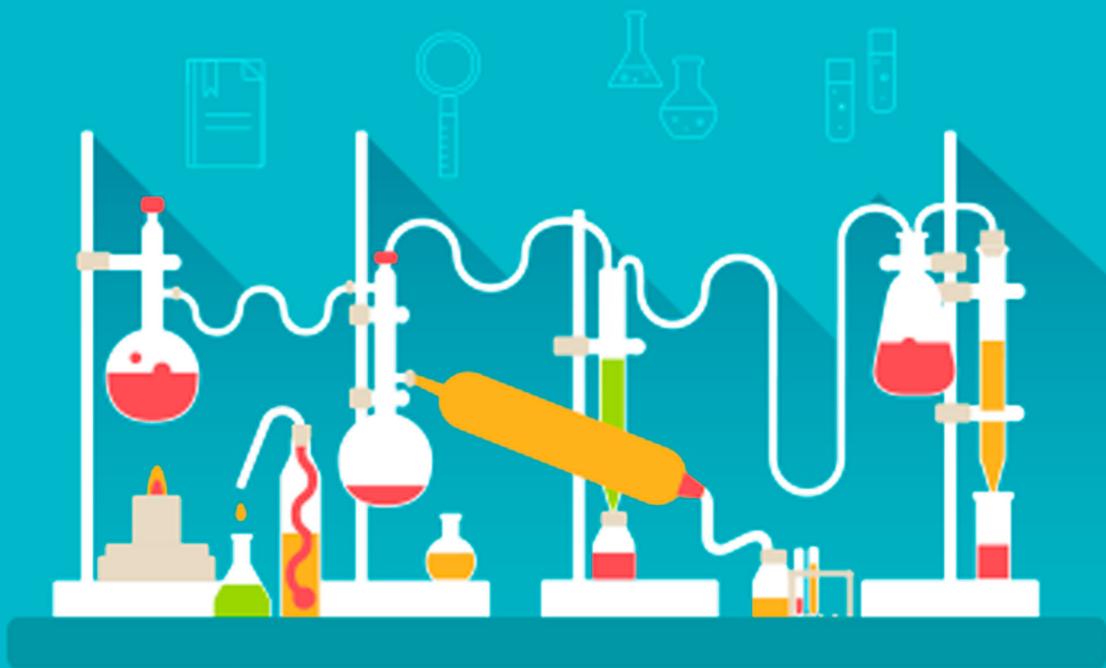


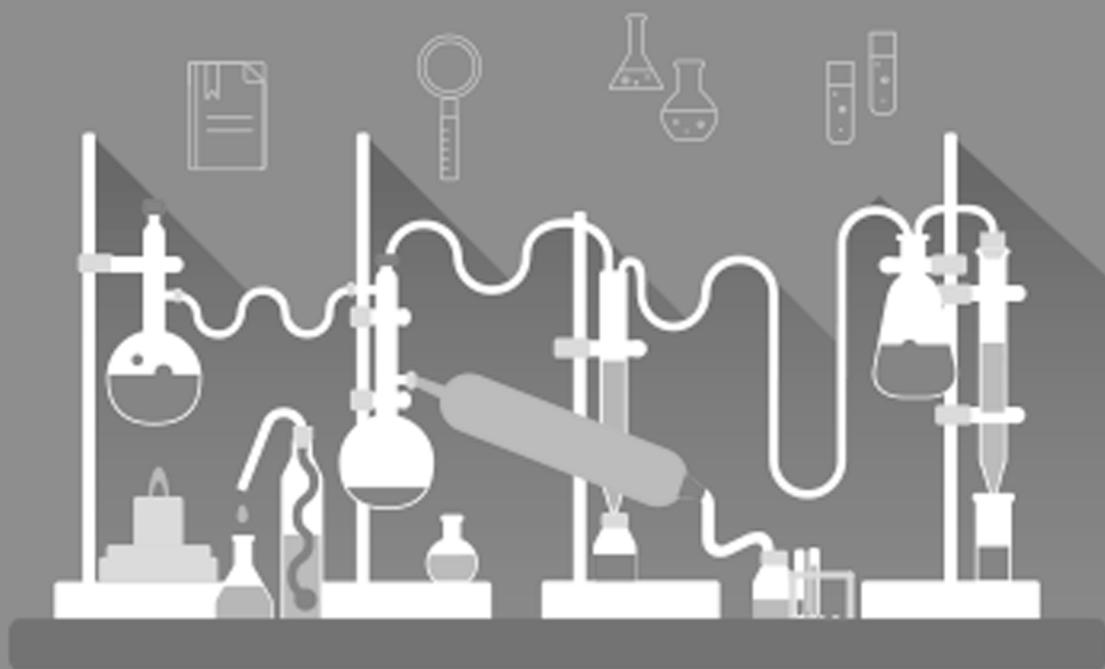
# A Química nas Áreas Natural, Tecnológica e Sustentável



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**

Kívia Mislaine Albano

Vania Regina Nicoletti

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

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

**ÍNDICE REMISSIVO..... 334**

## PREPARAÇÃO E MEDIÇÃO DE PROPRIEDADES TÉRMICAS DO COMPÓSITO EPÓXI - PZT

Data de aceite: 01/09/2020

Data de submissão: 20/06/2020

### Victor Ciro Solano Reynoso

Universidade Estadual Paulista  
Ilha Solteira- São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/9800039813867116>

### Edinilton Morais Cavalcante

Universidade Estadual Paulista  
Ilha Solteira- São Paulo  
<http://lattes.cnpq.br/3967372991649627>

**RESUMO:** Amostras do compósito epóxi-PZT, foram preparados na forma de discos de 1cm diâmetro em dois grupos: (1) na proporção de: 1, 2, 2.5, 3, 3.5, 4 e 5 mg de PZT resultando transparentes à luz visível; (2) com maiores concentrações de 100; 250; 350; 450, 600 e 750 mg resultando opacas. Utilizou-se a resina epóxi comercial conhecida como vidro líquido e pó de PZT com diâmetro médio entre 10-15  $\mu\text{m}$ . A medição térmica foi realizada em vácuo na temperatura ambiente; é produzido o aquecimento através de um sistema que contém um substrato aquecedor implementado no laboratório. Um primeiro método, pelo aquecimento contínuo numa face da amostra foi para determinar a capacidade calorífica por unidade de volume ( $\rho C_p$ ), e o outro método, do transiente de calor produzido pela aplicação de um pulso de corrente para a determinação da difusividade térmica ( $\alpha$ ). A condutividade térmica ( $k$ ) está relacionada com as outras propriedades

por:  $k = \alpha \rho C_p$ . Das medições foi avaliado o tempo de relaxação térmica pela radiação ( $\tau_r$ ) e obtidos entre 100 e 600 seg, relacionados com a capacidade calorífica por unidade de volume; pelo método transiente os tempos  $t_{1/2}$  foram da ordem de 1000 ms é obtido a difusividade térmica ( $\alpha$ ); a condutividade térmica ( $k$ ) calculada é da ordem de 0,21 a 1,18 W/mK. Se observa que a adição do PZT no epóxi induz variações levando ao aumento das propriedades térmicas do compósito em função da composição.

**PALAVRAS - CHAVE:** Compósito, Epóxi-PZT, capacidade calorífica, condutividade térmica, difusividade térmica.

### PREPARATION AND THERMAL PROPERTIES MEASUREMENT OF EPOXY- PZT COMPOSITE

**ABSTRACT:** Samples of the epoxy-PZT composite were prepared in the form of 1 cm diameter discs, in two groups: (1) in the proportion of: 1, 2, 2.5, 3, 3.5, 4 and 5 mg of PZT transparent to visible light; (2) with higher concentrations of 100; 250; 350; 450, 600 and 750 mg resulting opaque. The commercial epoxy resin known as liquid glass and PZT powder with an average diameter between 10-15  $\mu\text{m}$  was used. The thermal measurement was performed in a vacuum at room temperature; heating is produced through a system containing a heating substrate implemented in the laboratory. A first method, by continuous heating on one side of the sample, was to determine the heat capacity per unit volume ( $\rho C_p$ ), and the other method, of the heat transient produced by applying an electrical

current pulse to the substrate to determine the thermal diffusivity ( $\alpha$ ). The thermal conductivity ( $k$ ) is related to the other properties by:  $k = \alpha\rho C_p$ . From the measurements, the thermal relaxation time by radiation ( $\tau_R$ ) is evaluated between 100 and 600 sec related to the heat capacity per unit volume; by the transient method the times  $t_{1/2}$  were in the order of 1000 ms and the thermal diffusivity ( $\alpha$ ) was obtained; the thermal conductivity ( $k$ ) calculated is in the range of 0.21 to 1.18 W / mK. It is observed that the addition of PZT in the epoxy induces variations leading to an increase in the thermal properties of the composite as a function of the composition.

**KEYWORDS:** Composite, Epoxy-PZT, heat capacity, thermal diffusivity, thermal conductivity.

## 1 | INTRODUÇÃO

O estudo de muitas propriedades de compósitos de cerâmicas e polímeros têm merecido grande atenção pelas suas potenciais aplicações (J. R. BARTOLI et al. 1999; R. F. BHAJANTRI. et al. 2006). Na pesquisa tem-se compósitos preparados com materiais ferroelétricos, o quais podem introduzir modificações de propriedades interessantes ao conjunto do material; tal é o caso do Titanato Zirconato de Chumbo (PZT) que é conhecido amplamente por suas propriedades piezelétricas. O composto polimérico do presente trabalho utiliza a resina epóxi que é amplamente utilizado em diversas aplicações e pode-se encontrá-la misturados com diversos materiais formando compósitos. O interesse deste trabalho está relacionado com um tipo de epóxi altamente transparente conhecido no comércio como “vidro líquido”. Este epóxi é adequado como meio hospedeiro devido a sua facilidade de incorporar estruturas policristalinas como requerido para algumas aplicações (M. M. DEMIR,. et al. 2007; MONTE A. F. G. et al. 2006; SOLANO-REYNOSO, CAVALCANTE, 2019). Dentro dessa possibilidade, neste trabalho foi preparado amostras com micro partículas de PZT em diferentes concentrações, visando o estudo das suas propriedades térmicas associadas como a difusividade térmica ( $\alpha$ ) que mede a rapidez do material mudar a sua temperatura em resposta à aplicação de calor (W. N. DOS SANTOS, et.al, 2005) ou seja, mede a velocidade de propagação do calor por condução durante a mudança de temperatura no tempo; o calor específico ( $C_p$ ) que é uma propriedade que relaciona como é a variação térmica do material ao receber determinada quantidade de calor, por sua vez, uma propriedade muito difícil de ser medido é a condutividade térmica ( $k$ ) que quantifica a habilidade do material de conduzir calor; foi incluindo a determinação da densidade ( $\rho$ ) do material; todas estas propriedades físicas estão relacionadas pela expressão:  $\alpha=k/\rho C_p$ . Se espera que a adição das partículas de PZT no epóxi influenciem nestas propriedades com o aumento da sua concentração no compósito.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Preparação do Compósito Resina Epóxi-PZT

A resina epóxi utilizada neste trabalho vem na forma bi-componente onde se encontra especificado em cada vasilhame como “*Componente 1*” e “*Componente 2*” estes equivalem, respectivamente, à resina e ao catalisador, onde a mistura de ambos fornece a resina epóxi com características vítreas. O pó de PZT comercial foi submetido a um processo de diminuição do tamanho das suas partículas utilizando um moinho de bolhas durante vários dias até conseguir tamanhos de partículas menores que 15  $\mu\text{m}$ .

Nome da amostra	Concentração de PZT	Condição óptica do compósito
E-PZT0	Isenta de PZT	Transparente (92%)
E-PZT1	1,0 mg de PZT	Transparente (84%)
E-PZT2	2,5 mg de PZT	Transparente (73%)
E-PZT3	3,0 mg de PZT	Transparente (63%)
E-PZT4	3,5 mg de PZT	Transparente (56%)
E-PZT5	4,0 mg de PZT	Transparente (47%)
E-PZT6	4,5 mg de PZT	Transparente (33%)
E-PZT7	100 mg de PZT	opaco
E-PZT8	250 mg de PZT	opaco
E-PZT9	350 mg de PZT	opaco
E-PZT10	450 mg de PZT	opaco
E-PZT11	500 mg de PZT	opaco
E-PZT12	750 mg de PZT	opaco

Tabela 1 – Concentração de PZT por amostra.

Para preparação das diferentes amostras foi separada um volume equivalente

a 100 mg da resina epóxi e foi adicionado o pó do PZT nas quantidades em massa como descritas na Tabela acima.

A solução foi submetida à agitação até a homogeneização da mistura; após esses processos a solução foi depositada em moldes metálicos circulares de diferentes tamanhos de 1, 1,5 e 2 cm de diâmetro, onde foram mantidas por 72 horas para completar o processo de polimerização.

A Fig. 1 ilustra as amostras preparadas, conseguimos produzir amostras com as partículas de PZT distribuídas com certa homogeneidade. Para este compósito epóxi/PZT, pode-se notar a transparência de algumas com pouco conteúdo de PZT, as outras ficaram altamente opacas devido ao aumento da concentração de partículas de PZT.



Fig. 1 - Amostras do compósito com diferentes concentrações de PZT

Terminado o processo de cura, foram separadas as amostras na forma de discos com espessuras em torno de 1 mm e 10mm de diâmetro. Em seguida as faces das amostras foram polidas com lixas de diferentes tamanhos de grãos, terminando com o polimento óptico em panos contendo óxido de cério de tamanhos < 1  $\mu\text{m}$ . Todas as amostras não sofreram nenhum tratamento térmico após o seu preparo. Estas amostras possuem a sua transição vítrea no entorno de 56°C, valor baixo devido ao método de preparação e tipo de catalisador utilizado para a polimerização.

## 2.2 Método de Relaxação Térmica

A teoria aplicada no método de relaxação térmica é baseado na aplicação contínua de calor numa fase da amostra e pela outra fase é monitorado a variação da temperatura. O modelo teórico para o caso da variação do calor Q desenvolvido na amostra em função do tempo obedece à relação (E. MARIN, et. al. 2003):

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = P_o - P \quad (1)$$

Onde,  $P_o$  é a potência de aquecimento e  $P$  é a perda de potência por convecção. Assumindo que a medição é realizada no vácuo a perda de potência pela convecção é desprezada. A solução da equação diferencial para o incremento e esfriamento da temperatura é:

$$\Delta T_{\downarrow}(t) = \frac{P_o}{\gamma} \text{Exp}\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (2)$$

$$\Delta T_{\uparrow}(t) = \frac{P_o}{\gamma} \left[1 - \text{Exp}\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right] \quad (3)$$

$$\gamma = A(4\sigma\varepsilon T_o^3 + h) \quad (4)$$

$$\tau_R = \frac{LC}{2(4\varepsilon\sigma T_{amb}^3 + h)} \quad (5)$$

Nas relações acima, os parâmetros são:  $A$  área da superfície da amostra,  $\sigma$  é a constante de Stefan-Boltzmann,  $\varepsilon$  emissividade, e  $h$  mede a influência da convecção na superfície da amostra dentro do sistema fechado. O tempo de relaxação característico  $\tau$  é relacionado por:

Onde  $t_R$  é o tempo de relaxação devido as perdas por radiação e  $L$  é a espessura da amostra. A medição no vácuo é realizado para minimizar as perdas de potência por convecção, quer dizer,  $h \approx 0$ , assim, temos um único tempo de relaxação devido as perdas por radiação. Durante o experimento a amostra pode ser aquecida até alcançar a saturação em certa temperatura, após é desligado a fonte de calor para esfriar. Durante o processo de esfriamento da amostra os dados foram coletados até atingir a temperatura ambiente inicial; observamos que os dados ajustam muito bem à Equação 2 permitindo avaliar o tempo de relaxação  $\tau_R$  deste processo.

Deste resultado foi calculada a capacidade calorífica por unidade de volume, pela relação:

$$C_{\varepsilon} = \rho c = \frac{2\tau_R}{L} (4\varepsilon\sigma T_{amb}^3) \quad (6)$$

### 2.3 Método Transiente de Calor

Neste método, após estabilizar a amostra na temperatura  $T_o$ , é aplicado um pulso instantâneo de energia ou calor numa face da amostra em contato com o substrato aquecedor e sobre a outra face é monitorado a temperatura, a qual incrementa em  $\Delta T(t)$ ; esta variação é coletada em função do tempo. Para alcançar este objetivo foi feito uma montagem experimental ao vácuo com um sistema de

aquisição de dados de alta velocidade para monitorar a temperatura em função do tempo na faixa de mili segundos. Este método proposto por Parker (W. J. PARKER, et al. 1996), assume que a amostra é isotrópica e adiabática. Tivemos cuidado de atingir estas condições durante o experimento. De acordo com o modelo proposto a difusividade térmica é determinado da espessura  $L$  da amostra e o tempo,  $t_{1/2}$ , no qual a variação da temperatura alcança a metade do seu valor máximo na saturação. A relação é:

$$\alpha = 0.1398 \frac{L^2}{t_{1/2}} \quad (7)$$

## 2.4 Sistema de Medição

Para realizar a medição experimental, utilizou-se um sistema desenvolvido no laboratório preparado para medir em vácuo, foi desenvolvido um substrato aquecedor que numa face contém um filme fino metálico depositado ao qual se aplica corrente elétrica para gerar o calor para o aquecimento controlado na amostra em contato com este; o conjunto consiste de dois suportes condutores, e o substrato é uma lâmina de vidro sílica. Para a medição, uma face da amostra é colocada em contato com a fonte de calor criada pela passagem de corrente no filme metálico, na outra face da amostra se monitora a variação da temperatura utilizando um termopar tipo K de fios finos de 0.25 mm altamente sensível.

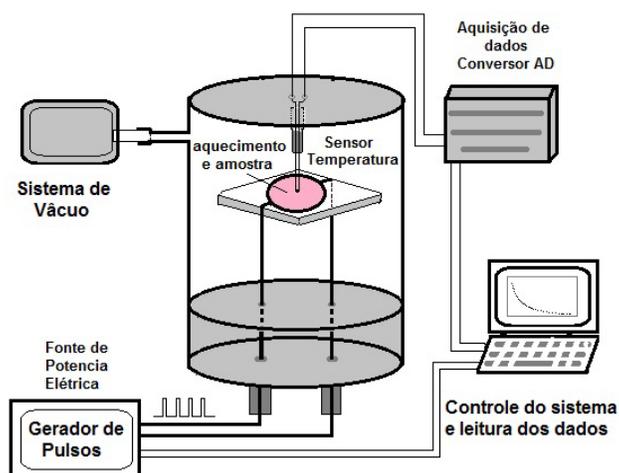


Figura 2. Esquemático do sistema de medição utilizado

O sinal elétrico que vem do termopar é condicionado eletronicamente e na

saída é feito a aquisição dos dados pelo uso de um sistema NI-USB-6009 no modo de leitura rápida, utilizando um programa computacional em LabView 5.0; o programa mostra a aquisição na tela do computador e armazena os dados da temperatura em função do tempo; controla o gerador de pulsos HP 8111a e a fonte de alimentação. A figura 2, ilustra o sistema de medição automatizado com os equipamentos utilizados.

O sistema da figura acima pode ser utilizado em modo de aquecimento contínuo, aplicando uma corrente contínua constante controlada pelo computador para medição pelo método de relaxação e no modo transiente de calor, onde o sistema é capaz de aplicar pulsos de corrente que aquece o filme metálico criando pulsos de calor. Para cada modo de medição foi calibrado e estabelecido uma metodologia de medição.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Avaliação da densidade

Os resultados das medições e cálculos estão na tabela abaixo:

Amostra	Espessura ( $\times 10^{-3}\text{m}$ )	Area ( $\times 10^{-6}\text{m}^2$ )	Massa (mg)	Densidade ( $\text{Kg/m}^3$ ) $\times 10^3$
Epxxi	1,10	78,54	97,6	1,130
1,0 mg	1,12	78,12	98,6	1,127
2,5 mg	1,25	78,54	100,1	1,020
3,0 mg	1,33	78,36	100,6	0,965
3,5 mg	1,13	78,22	101,1	1,14
4,5 mg	1,21	78,30	102,1	1,078
100 mg	1,15	78,40	197,6	2,192
250 mg	1,35	78,41	347,6	3,284
350 mg	1,28	78,39	447,6	4,461
450 mg	1,30	78,20	547,6	5,536
500 mg	1,45	78,22	597,6	5,269
750 mg	1,30	60,00	847,6	8,867

Tabela 2. Dados das dimensões e densidades avaliadas

Devido ao polimento das amostras temos pequenas variações na espessura e da área das amostras quedando um pouco acima de 1 mm e áreas na faixa de 78 mm<sup>2</sup>. Os dados na tabela 2 foram medidos utilizando um micrometro de precisão de 0,05 mm para aferir as dimensões, espessura ( $L$ ) e diâmetro ( $d$ ) já estas tem a forma de discos, foi feita várias medições dos diâmetros ( $d$ ) em diferentes direções e calculado um valor médio que foi preenchido na tabela; as áreas de cada amostra foram calculadas pela relação  $A=\pi(d/2)^2$ . As massas ( $m$ ) das amostras foram determinadas utilizando uma balança de precisão de 0,1mg. e tabelados em miligramas. Com as dimensões da área e espessura foi calculado o volume ( $V$ ); pela relação  $\rho=m/V$  foram calculadas a densidade de cada amostra. Como esperado a maior quantidade de massa de PZT agregado no compósito a densidade foi aumentando em função deste. Os dados calculados da densidade e dimensões preenchidos na tabela servirão para determinar as propriedades térmicas das amostras

## 3.2 Resultados e Discussão

### Medidas de Calor

O sistema permite fazer a aquisição de dados tanto durante o aquecimento e o esfriamento da amostra. Foi optado primeiro aquecer a amostra com calor contínuo até a saturação. Após esse instante é desligado a fonte de calor e simultaneamente se inicia a coleta dos dados da variação da temperatura em função do tempo; para a aquisição de dados a contagem do tempo é iniciado imediatamente após desligar a fonte de calor e finaliza quando a temperatura da amostra se estabiliza na temperatura ambiente.

A tabela 3 ilustra o resultado das medições e cálculos realizadas para todas as amostras deste trabalho. O tempo de relaxação  $t_R$  do processo de esfriamento sofre um aumento de 124. 5 s até 541.5 s, conforme se incrementa a quantidade de PZT, ver a figura 3. Isto indica a influência do PZT no compósito.

Os valores obtidos, para o calor específico por unidade de volume seguem a mesma tendencia se incrementando (ver figura 4), se observa aparentemente indo a uma saturação no entorno de  $5 \times 10^6$  J/m<sup>3</sup>K com maiores quantidade de partículas de PZT, podemos notar que isto é devido possivelmente ao grande aumento da densidade do compósito, porém também indicado pelo tempo de relaxação experimental das amostras.

A rápida variação da temperatura medida pelo uso no método do pulso transiente para as amostras medidas indicam tempos de  $t_{1/2}$  da ordem de um pouco acima de 1 segundo (este é um indicativo que o método proposto para a medição foi adequado dentro das condições do modelo teórico).

Amostra	$T_R$ (s)	$\rho C_p \times 10^6$ (J/m <sup>3</sup> K)	$t_{1/2}$ (s)	$\alpha \times 10^{-7}$ (m <sup>2</sup> /s)	$K$ (W/mK)
Epoxi	124,3	1,374	1,09	1,55	0,21
1,0 mg	135,9	1,477	1,13	1,56	0,23
2,5 mg	171,3	1,667	1,40	1,56	0,26
3,0 mg	243,9	2,231	1,58	1,57	0,35
3,5 mg	237,1	2,553	1,14	1,57	0,40
4,5 mg	301,3	3,029	1,29	1,58	0,48
100 mg	373,0	3,946	1,06	1,75	0,69
250 mg	519,7	4,684	1,29	1,97	0,92
350 mg	533,7	5,072	1,12	2,05	1,04
450 mg	561,6	5,256	1,11	2,15	1,13
500 mg	617,6	5,182	1,34	2,20	1,14
750 mg	541,4	5,067	1,01	2,33	1,18

Tabela 3 - Dados das propriedades térmicas determinados para o sistema epóxi-PZT

A difusividade Térmica sofre um aumento quase linear a partir de 200 mg de PZT indicando que nestas amostras a velocidade de propagação do calor aumenta rapidamente; ver os dados plotados na figura 5.

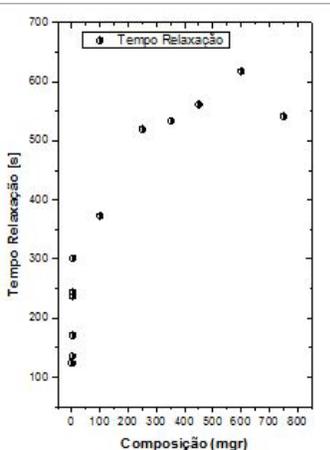


Fig. 3 - Tempo de relaxação pela radiação em função da quantidade de PZT no epóxi

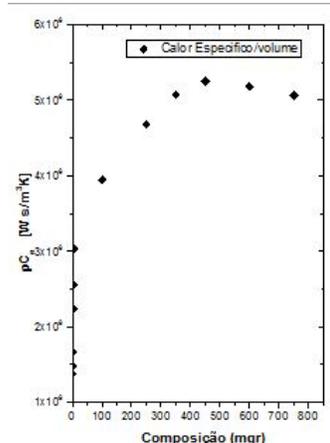


Fig. 4 - Calor Específico por volume em função da quantidade de PZT no epóxi

Em relação à Condutividade Térmica, figura 6, segue a mesma tendência de aumentar em função do incremento de partículas de PZT, mas, a variação não é grande indo de 0.2 a próximo de 1.2 W/mK e possivelmente indo a uma saturação.

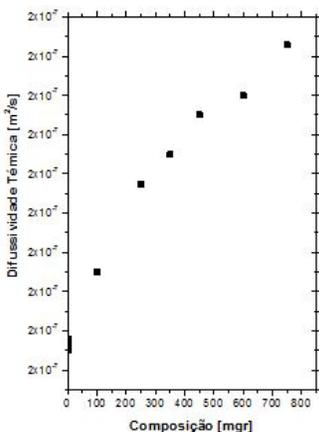


Fig. 5 - Difusividade Térmica em função da quantidade de PZT no epóxi

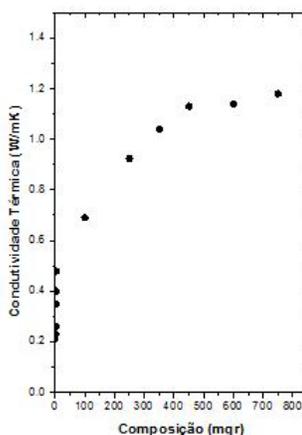


Fig. 6 - Condutividade Térmica em função da quantidade de PZT no epóxi

Pode ser inferido destes resultados que a introdução das partículas do PZT não modifica grandemente as propriedades térmica do epóxi que por ser um material amorfo, na sua microestrutura aceita apenas que as partículas de PZT

estejam dentro da sua rede ocupando espaços intersticiais na forma de um sistema “guest host”. Se entende assim, que os fenômenos térmicos associados não sejam de grande magnitude, se aproximando mais à magnitudes associadas à propriedade térmica do epóxi que do material policristalino PZT do compósito.

## 4 | CONCLUSÕES

Foram preparadas amostras do compósito epóxi-PZT. Os resultados correspondem com valores obtidos tanto para o epóxi puro como para o PZT puro. A conectividade entre partículas de PZT aumenta com seu incremento no sistema “guest host” do polímero, mas não é suficiente para favorecer a propagação do calor principalmente em relação à condutividade térmica. Os métodos implementados no nosso laboratório foram adequados para medir os tempos de relaxação do processo de esfriamento e dos tempo  $t_{1/2}$  da ordem de pouco acima de 1 segundo pela aplicação de pulsos de alta corrente para produzir os transientes de calor para a resposta térmica das amostras estudadas.

## REFERÊNCIAS

- E. MARIN O. DELGADO-VASALLO, and H. VALIENTE, *American Journal of Physics* **71**, 1032 (2003).
- J. R. BARTOLI et al. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 148-155, 1999.
- M. M. DEMIR, et al. **Optical properties of composites of PMMA and surface-modified**. *Macromolecules*, Easton, n. 40, p.1089-1100, 2007.
- MONTE A. F. G. et al. Synthesis and characterization of CdS **nanoparticles in mesoporous copolymer template**. *Brazilian Journal of Physics*, São Paulo, vol. 36, p. 427-429, 2006.
- R. .F. BHAJANTRI. et al., *Polymer*, n. 47, p.3591-3598, 2006.
- W. J. PARKER, et al. Flash method of determining thermal diffusivity , heat capacity and thermal conductivity, *Journal of Applied Physics* 32 (1961) 1679-1684.
- SOLANO REYNOSO, V. C., CAVALCANTE, E. **Caracterização Térmica do compósito Epoxi-partículas de PZT**, Anais, 15º Congresso Brasileiro de Polímeros, 2019.
- W. N. DOS SANTOS, P. MUMMERY, A. WALLWORK, **Thermal diffusivity of polymer by the laser flash technique**, *Polymer testing* 24 (2005) 628-634.

## 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)