



Atena  
Editora  
Ano 2021

# Química:

Debate entre a Vida Moderna  
e o Meio Ambiente

**Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua**  
(Organizador)



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

# Química:

Debate entre a Vida Moderna  
e o Meio Ambiente

**Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua**  
(Organizador)

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 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-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial**

**Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

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  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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 Alfnas

### **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> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

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. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

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> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

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. 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. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
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  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. 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. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> 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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
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  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Prof<sup>a</sup> 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  
Prof<sup>a</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>a</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>a</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>a</sup> 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

## Química: debate entre a vida moderna e o meio ambiente

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Kimberlly Elisandra Gonçalves Carneiro  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Q6 Química: debate entre a vida moderna e o meio ambiente /  
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. –  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5706-978-3  
DOI 10.22533/at.ed.783211204

1. Química. I. Paniagua, Cleiseano Emanuel da Silva  
(Organizador). II. Título.

CDD 540

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

## APRESENTAÇÃO

O E-book: “Química: Discutindo a Vida Moderna e o Meio Ambiente” em seu volume I é composto por dezoito trabalhos científicos em forma de capítulos que buscam apresentar e promover a discussão em relação à busca por alternativas e soluções que visem ampliar o aproveitamento de matéria-prima de origem vegetal que são tratados como resíduos e até passivos ambientais. Neste sentido, a incorporação de materiais lignocelulósicos (rico em fibras, vitaminas e outros nutrientes) como matéria-prima na composição de outros alimentos vem sendo cada vez mais investigado e aplicado tanto na nutrição animal quanto na humana. Além disso, a biomassa vegetal vem sendo estudada para: (i) produção de materiais e utensílios com propriedades semelhantes às encontradas em matérias-primas virgens provenientes de fontes não renováveis e que causam grandes impactos ao ambiente tanto em sua extração quanto no descarte após sua utilização; (ii) produção de combustíveis oriundos de fontes renováveis e que causam menor impacto ao meio ambiente; (iii) materiais com alta capacidade de remoção de poluentes presentes em diferentes matrizes aquosas e com enorme potencial para serem utilizados tanto em substituição quanto na complementação de etapas convencionais de tratamento de água e esgoto.

Neste contexto a busca por novos materiais; tecnologias que proporcionam maior rapidez, menor consumo de reagentes, reaproveitamento de materiais, solventes menos tóxicos e produzidos a partir de fontes renováveis vêm ganhando cada vez mais espaço e se constituindo na chamada Química Verde.

No entanto, apesar de todos os esforços que vem sendo feitos nos diferentes setores da indústria, pesquisa e tecnologia na busca por processos ecologicamente mais corretos e sustentáveis, o estilo de vida da população fundamentado no consumo além da necessidade vem ocasionando inúmeros impactos ambientais tanto a biota aquática quanto aos diferentes ecossistemas do planeta Terra, tendo nos recursos hídricos o principal meio de propagação de substâncias provenientes de inúmeras fontes, em especial pelo sistema de saneamento básico e pela aplicação de pesticidas nas atividades agropecuárias.

Neste contexto, inúmeras técnicas de detecção e quantificação em escala traço (ng a  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) vem se destacando pela miniaturização ou capacidade de detectar e quantificar inúmeras classes de compostos (resíduos de fármacos, pesticidas, drogas ilícitas, hormônios, dentre outros) que se constituem em uma classe de substâncias na qual não se conhece os possíveis efeitos deletérios a médio e longo prazo para a saúde humana e do ambiente.

Com o intuito de colaborar tanto na divulgação quanto na disseminação de novos conhecimentos, a Atena Editora organiza e publica trabalhos de alta relevância, disponibilizando de forma gratuita em diferentes plataformas de busca e pesquisa.

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **REAPROVEITAMENTO DAS CASCAS DE BANANA, LIMÃO E LARANJA NA PREPARAÇÃO DE PANQUECAS**

Flávia Morais da Silva  
Eliane de Fátima Souza  
Vitoria Marques Cesar Leite

**DOI 10.22533/at.ed.7832112041**

### **CAPÍTULO 2..... 7**

#### **DESENVOLVIMENTO DE BIOFILME A PARTIR DO BAGAÇO DA LARANJA**

Lucas Fernandes Domingues

**DOI 10.22533/at.ed.7832112042**

### **CAPÍTULO 3..... 16**

#### **ELABORAÇÃO DE UM IMPERMEABILIZANTE TÊXTIL À BASE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) COM PROPRIEDADES ANTIMICROBIANAS PROVENIENTES DO ÓLEO DA *MORINGA OLEIFERA***

Livia Mazuche Freire e Silva  
Marcela Andrade Chagas  
Maria Gabrielli Maciel Gonçalves  
Mariana Ramos de Moraes  
Ana Paula Ruas de Souza  
Isabel Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.7832112044**

### **CAPÍTULO 4..... 29**

#### **PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO DE CASCA DE LARANJA ATIVADO COM CLORETO DE CÁLCIO E SUA APLICAÇÃO EM TRATAMENTO DE ÁGUA CONTAMINADA COM NITRATO**

Lucas Fernandes Domingues  
Greice Queli Nardes Cruz  
Idel Perpetua Castro  
Isadora Aparecida Archioli  
Lorena Cristina Lopes

**DOI 10.22533/at.ed.7832112045**

### **CAPÍTULO 5..... 37**

#### **QUALIDADE DO AR: MARCADORES DE PAPEL DE BIBLIOTECA**

Thairine Lima dos Santos  
Celeste Yara dos Santos Siqueira

**DOI 10.22533/at.ed.7832112046**

### **CAPÍTULO 6..... 47**

#### **RESTRAINTS ANALYSIS FOR THE RENEWABLE ENERGY EXPANSION IN BRAZIL SENSITIVE BIOMES FROM THE IRP PERSPECTIVE**

Ivo Leandro Dorileo

Leonardo G. de Vasconcelos

Mauro Donizeti Berni

**DOI 10.22533/at.ed.7832112047**

**CAPÍTULO 7.....65**

**REAPROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO POLIESTIRENO**

Miriam Lucia Chiquetto Machado

Lucas Barreto Santos

Nilson Casimiro Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.7832112048**

**CAPÍTULO 8.....77**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE ADEQUAÇÃO DA SÍNTESE DO CICLOEXENO AO CONTEXTO DA QUÍMICA VERDE**

Gabriely Golombieski

Marilei Casturina Mendes Sandri

Cássia Gonçalves Magalhães

**DOI 10.22533/at.ed.7832112049**

**CAPÍTULO 9.....85**

**PRESENÇA DE PESTICIDAS EM ALIMENTOS DE ORIGEM VEGETAL NO BRASIL: O “VENENO” LEGALIZADO E INGERIDO DE FORMA HOMEOPÁTICA**

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

**DOI 10.22533/at.ed.78321120410**

**CAPÍTULO 10.....98**

**PRESENÇA DE COCAÍNA/CRACK, HORMÔNIOS E MICROPLÁSTICOS EM DIFERENTES MATRIZES AQUÁTICAS NO BRASIL E TOXICOLOGIA AOS ORGANISMOS EXPOSTOS**

Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

**DOI 10.22533/at.ed.78321120411**

**CAPÍTULO 11.....110**

**CAFEÍNA, UM MARCADOR ANTROPOGÊNICO DE POLUIÇÃO AMBIENTAL – REVISÃO**

Ismael Laurindo Costa Junior

Christiane Schineider Machado

Adelmo Lowe Plestch

Yohandra Reyes Torres

**DOI 10.22533/at.ed.78321120412**

**CAPÍTULO 12.....132**

**IDENTIFICAÇÃO DO COMPOSTO TRICLOSAN EM AMOSTRAS DE ÁGUA SUPERFICIAL POR MEIO DE ESPECTROSCOPIA DE ABSORÇÃO MOLECULAR**

Gabrielle Delfrate

Renato Itamar Duarte Fonseca

Elizabeth Weinhardt de Oliveira Scheffer

**DOI 10.22533/at.ed.78321120413**

**CAPÍTULO 13..... 138**

**APLICAÇÃO DE MICROCRISTAIS DE  $\beta$ -(Ag<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>) NA DESCOLORAÇÃO DOS CORANTES ORGÂNICOS AZUL DE METILENO E RODAMINA B**

Francisco Henrique Pereira Lopes  
Luis Fernando Guimarães Noletto  
Vitória Eduardo Mendes Vieira  
Amanda Carolina Soares Jucá  
Keyla Raquel Batista da Silva Costa  
Marta Silva de Oliveira  
Priscila Brandão de Sousa  
Yáscara Lopes de Oliveira  
Gustavo Oliveira de Meira Gusmão

**DOI 10.22533/at.ed.78321120414**

**CAPÍTULO 14..... 153**

**MÉTODOS ANALÍTICOS APLICADOS A POLUENTES EM ÁGUAS NATURAIS**

Marciano Fabiano de Almeida  
Ewerton Ferreira Cruz

**DOI 10.22533/at.ed.78321120415**

**CAPÍTULO 15..... 167**

**ELECTROANALYTICAL DETECTION OF Cu<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup> AND Zn<sup>2+</sup> BY BORON DOPED DIAMOND ELECTRODE IN AMAZON BASIN**

Neila de Almeida Braga  
Lidiane Martins Moura Ferreira  
Maurício Ribeiro Baldan  
Neidenêi Gomes Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.78321120416**

**CAPÍTULO 16..... 181**

**A STATISTICAL MULTIVARIATE APPROACH TO EVALUATE FLUORINE CONTENT IN BRAZILIAN TOOTHPASTES**

Viviane Maria Schneider  
Bryan Brummelhaus de Menezes  
Lucas Mironuk Frescura  
Sérgio Alexandre Gehrke  
Marcelo Barcellos da Rosa

**DOI 10.22533/at.ed.78321120417**

**CAPÍTULO 17..... 196**

**TÉCNICA DE FOTOCATÁLISE COMO FORMA DE TRATAMENTO DE EFLUENTES: UM ESTUDO**

Jéssica Torres dos Santos  
Jéssica da Rocha Alencar Bezerra de Holanda  
Julia Kaiane Prates da Silva  
Louise Hoss  
Guilherme Pereira Schoeler

Luiza Beatriz Gamboa Araújo Morselli  
Josiane Pinheiro Farias  
Vitória Sousa Ferreira  
Maurizio Silveira Quadro  
Robson Andreazza  
Cicero Coelho de Escobar

**DOI 10.22533/at.ed.78321120418**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>203</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>204</b>

# CAPÍTULO 7

## REAPROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DO POLIESTIRENO

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 15/01/2021

### Miriam Lucia Chiquetto Machado

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
São Paulo – SP  
<http://lattes.cnpq.br/6055131505316210>

### Lucas Barreto Santos

Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM)  
São Paulo - SP  
<http://lattes.cnpq.br/7787482371333016>

### Nilson Casimiro Pereira

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares  
(IPEN), Centro de Tecnologia de Radiações  
(CETER)  
São Paulo – SP  
<http://lattes.cnpq.br/0007203552115915>

**RESUMO:** O Poliestireno é um polímero amplamente utilizado em diversas aplicações e comercialmente vendido em três formas ou tipos: Cristal ou Standard, Poliestireno Expandido (EPS, conhecido comercialmente como Isopor®) e Poliestireno de Alto Impacto (HIPS). Uma das soluções para minimizar o impacto causado por este polímero ao meio ambiente é a reciclagem, cujos métodos são conhecidos. No entanto, sua reciclagem é relativamente pouco explorada quando se trata de Poliestireno Expandido e seu acúmulo representa significativo impacto ambiental. Como solução para uma reciclagem viável e útil, foi proposto o desenvolvimento de uma tinta que utiliza resíduos de EPS, como base

polimérica, solubilizado em acetato de etila para aplicação em artefatos de madeira. Buscou-se, através de ensaios preliminares, a composição mais adequada à dispersão de pigmentos, variando a concentração do solvente em relação à massa do EPS na mistura. Foram realizados testes com a tinta produzida a partir de EPS reciclado, de acordo com normas específicas, tais como avaliação de viscosidade, elasticidade, aderência ao substrato, teor de compostos não voláteis e massa específica. Os ensaios também foram realizados com tinta comercial adquirida no mercado, para comparação dos resultados obtidos. Os resultados obtidos mostraram que é possível a obtenção de uma tinta para aplicação em madeira, empregando-se como matéria-prima o EPS reciclado dissolvido em acetato de etila, com adição de pigmentos viabilizando, desta forma, importante proposta de reciclagem do EPS que, além de contribuir com a preservação do meio ambiente, agrega valor econômico ao EPS usado e descartado, colaborando com a sustentabilidade do planeta.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reciclagem. Poliestireno Expandido. Tinta.

### SUSTAINABLE REUSE OF POLYSTYRENE

**ABSTRACT:** Polystyrene is a polymer widely used in various applications and commercially sold in three forms or types: Crystal or Standard, Expanded Polystyrene (EPS, known commercially as Isopor®) and High Impact Polystyrene (HIPS). One of the solutions to minimize the impact caused by this polymer to the environment is recycling, whose methods

are known. However, its recycling is relatively little explored when it comes to Expanded Polystyrene and its accumulation represents significant environmental impact. As a solution for a viable and useful recycling, it was proposed the development of an ink that uses EPS residues as a polymeric base solubilized in ethyl acetate for application in wood artifacts. Through preliminary tests, we sought the composition most appropriate to pigment dispersion, varying the concentration of the solvent in relation to the EPS mass in the mixture. Tests were performed with the ink produced from recycled EPS, according to specific standards, such as viscosity, elasticity, adhesion to the substrate, nonvolatile compound content and specific mass. The tests were also carried out with commercial ink acquired in the market, to compare the results obtained. The results showed that it is possible to obtain an ink for application in wood, using as raw material the recycled EPS, dissolved in ethyl acetate, with the addition of pigments, thus enabling an important proposal for recycling the EPS, which, in addition to contributing to the preservation of the environment, adds economic value to the EPS used and discarded, collaborating with the sustainability of the planet.

**KEYWORDS:** Recycling. Expanded Polystyrene. Ink.

## 1 | INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos tem se tornando um assunto cada vez mais complexo ao redor do mundo, ao longo da última década, chamando a atenção de todos os segmentos envolvidos no assunto (ABRELPE, 2020).

No Brasil, em 2010 foi sancionada a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2020), entre 2010 e 2019, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), no Brasil, registrou considerável incremento, passando de 67 milhões para 79 milhões de tonelada por ano, enquanto a geração *per capita* aumentou de 348 kg/ano para 379 kg/ano. A quantidade de resíduos coletados cresceu em todas as regiões do país passando, nessa década, de cerca de 59 milhões de toneladas/ano, em 2010, para 72,7 milhões de toneladas/ano, em 2019. Nesse período, a cobertura de coleta passou de 88% para 92%. Ainda segundo dados da ABRELPE (2020) a maior parte dos RSU coletados segue para disposição em aterros sanitários, sendo registrado um aumento de 10 milhões de toneladas em uma década, passando de 33 milhões de toneladas/ano para 43 milhões de toneladas/ano. Por outro lado, a quantidade de resíduos que segue para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também cresceu, passando de 25 milhões de toneladas/ano para pouco mais 29 milhões de toneladas/ano.

O poliestireno expandido surgiu em 1949, na Alemanha, por meio de experimentos realizados pelos químicos Fritz Stasny e Karl Buchholz. No Brasil, o material chegou por volta dos anos 60, onde foi posteriormente registrado como EPS Isopor®, pela multinacional, também de origem alemã, Knauf. Esse material é composto de 2% de matéria-prima a base de petróleo, o poliestireno, e 98% de ar. O poliestireno passa por um processo de expansão, exposto a vapor e altas temperaturas, no qual as pérolas de EPS crescem, de

forma separada, conforme o tamanho determinado pelo fabricante. No Brasil, a produção de EPS Isopor® chega a 100.000 toneladas por ano. O material pode ser fabricado em diversos formatos, tamanhos, padrões e densidades (MUNDO ISOPOR, 2018).

De acordo com o Relatório de Sustentabilidade de 2017/2018 da Empresa Termotécnica, brasileira, fundada em 1961, o EPS é 100% reciclável, com baixo consumo de água e energia. No Brasil, 34,5% do EPS pós-consumo são reciclados, sendo que 1/3 desse volume é feito por essa empresa, através da prática da economia circular em todas as etapas do processo produtivo. Em 11 anos, foram recicladas cerca de 40 mil toneladas de EPS.

O EPS possui ampla aplicação em diversas áreas do comércio. Seu baixo peso facilita o transporte e armazenamento de objetos, especialmente alimentos, e devido à sua resistência mecânica e à compressão é utilizado na proteção de equipamentos em geral. A sua principal dificuldade de reciclagem está relacionada à viabilidade econômica, visto que ocupa um espaço muito grande o que reduz seu preço de venda. Dentre a porcentagem reciclada, pode-se destacar a geração de energia e a fabricação de concreto leve como métodos de reutilização do EPS (PENSAMENTO VERDE, 2013). Todavia, a pesquisa de métodos ainda mais viáveis e eficazes se faz necessária.

Antigamente, as tintas desenvolvidas utilizavam resinas naturais de origem animal ou vegetal. Entretanto, atualmente, com poucas exceções, essas resinas são obtidas pelas indústrias químicas, através da polimerização de determinados monômeros, constituindo uma estrutura macromolecular de determinado polímero.

A resina é a parte não-volátil da tinta, à qual as partículas dos pigmentos aderem, formando uma película íntegra. A formação dessa película de tinta está relacionada com o mecanismo de reações químicas do sistema polimérico. Outros componentes, como solventes, pigmentos e aditivos têm influência no sentido de retardar, acelerar e até inibir essas reações. A resina é o componente mais importante da tinta e é por meio das características das resinas que se classificam as tintas, sendo as mais usuais as vinílicas, acrílicas, alquídicas, poliuretânicas, epóxi, poliéster e nitrocelulose. Um dos principais parâmetros para uma boa especificação da tinta é a escolha da resina empregada (ANGHINETTI, 2012).

O objetivo deste trabalho foi a obtenção de uma tinta a partir da solubilização de resíduos de isopor, buscando-se a elaboração de um produto de alto valor agregado, sendo uma tinta para aplicação em madeira. Procurou-se produzir uma tinta de boa qualidade a partir da formulação adequada da resina veículo, obtendo-se um produto de caráter econômico e sustentável uma vez que foram usados resíduos de EPS descartados. O desenvolvimento de produtos desse tipo viabiliza o descarte correto do EPS e a preservação do meio ambiente.

## 2 I METODOLOGIA

### 2.1 Materiais utilizados

Neste trabalho foi utilizado isopor descartado pós-uso, em boas condições, ou seja, sem sinais de deterioração.

O Acetato de etila é uma substância pura conhecida como um solvente da família dos ésteres, sendo um líquido aquoso sem coloração com agradável odor de fruta, inflamável e obtido pela reação do ácido acético com o etanol. Possui um Ponto de Ebulição de 77 °C, Ponto de Fulgor – 4°C e Temperatura de Auto-ignição 426 °C; Fórmula Química:  $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$ ; Massa Molar: 88,105 g/mol e densidade 902 kg/m<sup>3</sup>. O acetato de etila encontra, devido ao seu alto poder de solvência e demais propriedades, ampla aplicação nas indústrias de tintas, venizes, esmaltes, lacas e thinners, tintas para impressão, adesivos, colas e removedores, filmes fotográficos, entre outras (QUIMIDROL, 2013; PETROBRÁS, 2018). Neste trabalho foi utilizado acetato de etila de marca comercial NEON 99,5% P.A.

A característica funcional dos corantes é o fornecimento de cor ao sistema. São materiais orgânicos sintéticos, obtidos por meio de sínteses químicas, partindo-se do petróleo ou carvão. Quando se trata de coloração de materiais submetidos ou processados a temperaturas muito altas, como é o caso de cerâmicas e vidros, devem ser utilizados os pigmentos inorgânicos. (FAZENDA, 2005).

Neste trabalho foram utilizados pigmentos orgânicos e pigmentos de cádmio, ambos de colorações vermelha e amarela. Foi utilizado também o dióxido de titânio,  $\text{TiO}_2$ , pigmento responsável por dar cobertura, resistência a intempéries e brilho, além de conferir alvura à tinta, sendo o único corante das tintas brancas. Os Pigmentos em pó e o  $\text{TiO}_2$  em pó utilizados neste trabalho foram doados pela empresa Multicel Pigmentos.

A fim de se avaliar as propriedades da tinta obtida a partir de isopor descartado, os parâmetros analisados foram comparados com os mesmos parâmetros de uma tinta comercial. A tinta comercial foi escolhida de acordo com os seguintes fatores: aplicação exclusiva para madeiras e metais, e com  $\text{TiO}_2$  em sua composição, sendo escolhida a tinta Metalatex Esmalte Sintético Sherwin Williams®, de cor branca.

### 2.2 Preparação da tinta

A superfície do isopor descartado que possuía quantidade excessiva de contaminantes ou sujeira foi removida e, a seguir, o material foi quebrado em pequenos pedaços manualmente a fim de se aumentar a área superficial, e facilitar a eficácia da limpeza por jato de água. Após a lavagem, o material foi secado a temperatura ambiente, estando pronto para a dissolução no solvente acetato de etila.

Para a obtenção da resina foram realizados testes preliminares de misturas compostas de 20 g de EPS e diferentes volumes de Acetato de Etila. Após a dissolução do EPS foi realizado o peneiramento da resina afim de separar o sólido sobrenadante

de resíduos de material não dissolvido, presentes em quantidade muito pequena. Em seguida, a solução foi deixada sob agitação magnética de 1300 rpm durante 30 minutos a temperatura ambiente, a fim de homogeneizar a solução. Nessa etapa, parte do solvente evaporou, devido à sua volatilidade, contribuindo para melhorar o desempenho da resina como filmogênica. O aparelho usado para agitação e mistura foi o agitador magnético Quimis – Q261.

Como resultado da dissolução do EPS em diferentes volumes de acetato de etila foram obtidas soluções com diferentes viscosidades e turbidez. A melhor resina encontrada para formulação de uma tinta foi a mistura composta de 20 g de EPS e 120 ml de Acetato de Etila, sendo obtida uma resina com propriedades reológicas e poder de cobertura similares à da tinta comercial.

Foi adicionado dióxido de titânio,  $\text{TiO}_2$ , na solução, pigmento responsável por dar cobertura, resistência a intempéries e brilho, além de dar alvura à tinta, sendo o corante exclusivo das tintas brancas. O pigmento foi adicionado à resina ainda sob agitação magnética em 1300 rpm. Foram realizados testes de adição de  $\text{TiO}_2$  à mistura durante a fase de agitação para obtenção de tinta de cor branca, obtendo-se o melhor resultado com a adição de massa de 10 g de  $\text{TiO}_2$  à mistura.

Após a adição do pigmento  $\text{TiO}_2$  em pó à resina para a obtenção da tinta branca, foram adicionados em diferentes amostras de tinta outros dois tipos de pigmentos, orgânico e de cádmio, ambos em colorações vermelha e amarela. Em todas as amostras adicionou-se 20 g de corante. Na figura 1 observa-se a tinta branca obtida após a dispersão de  $\text{TiO}_2$  sob agitação magnética, bem como as tintas coloridas obtidas após mistura dos corantes vermelho e amarelo.



Figura 1. Tintas branca e coloridas, obtidas após a mistura dos pigmentos na tinta branca.

Como corpos de provas foram utilizados quadrados de madeira maciça e de madeira OSB (*Oriented Strand Board*), ambos obtidos na marcenaria da Universidade Presbiteriana

Mackenzie. As superfícies dos corpos de provas foram preparadas de forma que toda a superfície fosse mantida limpa, seca, lixada, isenta de impurezas e resto de pó.

Para a aplicação da tinta, foi utilizado pincel de tamanho pequeno de forma que apenas 2/3 do comprimento dos pelos do pincel fossem mergulhados na tinta. A aplicação da tinta na superfície dos corpos de prova foi feita com leve inclinação do pincel para favorecer uma direção à pintura por deslizamento uniforme. A segunda aplicação foi realizada perpendicularmente em relação à primeira camada (ABNT NBR 13006,1993).

## **2.3 Testes de caracterização**

Foram realizados testes de caracterização das propriedades mecânicas e reológicas das tintas preparadas, e da tinta comercial escolhida, a fim de se comparar os resultados obtidos. Os testes foram realizados de acordo com normas específicas.

### **Determinação da viscosidade**

Para determinação da viscosidade da tinta foi utilizado o Copo de Ford. O teste baseia-se na contagem do tempo de escoamento para 100 ml de tinta através de um orifício padronizado (ABNT NBR 5849, 2015).

### **Teor de compostos não voláteis**

Para a determinação do teor de compostos não voláteis, pesou-se 1g de tinta em papel alumínio. O material foi mantido em estufa a 105 °C por 2 horas, de modo que todo material volátil presente na amostra evaporasse. Em seguida, a amostra foi resfriada até temperatura ambiente e pesada novamente (ABNT NBR 16388, 2015).

### **Teste de secagem**

O teste de secagem foi realizado para determinação do tempo necessário para que a tinta concluísse os três estágios de secagem: secagem ao toque, ao manuseio e completamente endurecida. O teste foi aplicado sobre o corpo de prova, exposto a temperatura ambiente (ASTM D1640/D1640M, 2014).

### **Determinação da massa específica**

Para a determinação da massa específica foi utilizado um picnômetro de 50 ml. O picnômetro foi preenchido com tinta, a massa de tinta foi determinada e a densidade calculada (ABNT NBR 5829, 2014).

### **Teste de elasticidade (*Cold Check*)**

Este teste permite avaliar a resistência do filme a estiramentos e contrações sequenciais, sob variações térmicas de 49°C a -15°C, seguido a temperatura ambiente. O teste foi realizado em ciclos de três em três horas e repetido dez vezes. A cada três horas os corpos de prova foram submetidos a determinada temperatura, a inclinação de 45°, em

local iluminado para análise do aspecto físico do filme (ASTM D358, 2012). Para melhor observação dos efeitos após os testes foram obtidas imagens em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) TM3000, marca HITACHI, do Centro de Pesquisas Avançadas em Grafeno, Nanomateriais e Nanotecnologia da Universidade Presbiteriana Mackenzie (MackGraphe).

### Teste de adesão ao substrato

Este teste permite perceber a formação de bolhas de ar e de umidade, que deterioram a película. Foram feitos cortes em X, ou em grade, sobre o filme de tinta aplicado sobre a madeira, formando 25 quadrados. A superfície foi mantida em contato com fita adesiva de 25 g/cm<sup>3</sup> e dimensões de 25 mm de largura e 0,2 mm de espessura, durante um minuto, para então retirar a fita e analisar a área destacada da película. Os resultados são percentuais de adesão tabelados de acordo com a norma ABNT NBR 11003, 2009. Este procedimento é realizado após o teste de elasticidade *Cold Check*.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta resultados referentes aos testes de viscosidade realizados em ambas as tintas.

Viscosidade (tempo, s)	
Tinta comercial	32± 2
Tinta pigmento orgânico (vermelho)	67± 3
Tinta pigmento de cádmio (vermelho)	62± 2

Tabela 1. Teste de viscosidade.

A tinta à base de EPS apresenta viscosidade aproximadamente 2 vezes maior que a tinta comercial testada.

A tinta preparada neste trabalho, no entanto, demonstrou boa fixação, além de não apresentar escorrimientos ou textura irregular ao ser aplicada em superfície de madeira (figura 2).



Figura 2. Tinta aplicada em superfície de madeira.

Os resultados das análises do teor de compostos não voláteis são apresentados na tabela 2.

<b>Tinta</b>	<b>% teor compostos não voláteis</b>
<b>Comercial</b>	20,62 ± 3,41
<b>Tinta com pigmento orgânico (vermelho)</b>	2,66 ± 0,96
<b>Tinta com pigmento de cádmio (vermelho)</b>	5,71 ± 3,19

Tabela 2. Teor de compostos não voláteis

As tintas produzidas em laboratório obtiveram resultados próximos entre si, porém bem inferiores ao obtido com a tinta comercial que, por sua vez, possui uma composição mais elaborada.

Os resultados dos testes de tempo de secagem são apresentados na tabela 3.

<b>Estágio</b>	<b>Intervalo</b>		
	Secagem ao toque	Ao manuseio	Endurecida
<b>Tinta comercial</b>	30 min	3-4 horas	6 horas.
<b>Tinta pigmento orgânico</b>	1 min	7 min	15 min
<b>Tinta pigmento de cádmio</b>	1 min	7 min	15 min

Tabela 3. Tempo de secagem da tinta

As duas tintas obtidas neste trabalho apresentaram tempos de secagem iguais para os três testes. A secagem destas consistiu apenas na evaporação do solvente. A tinta comercial apresentou tempos muito superiores para os três testes realizados, provavelmente devido a presença de aditivos específicos.

Na tabela 4 estão apresentados os valores obtidos de massa específica.

Tintas	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )
Pigmento orgânico (vermelho)	0,952± 0,003
Pigmento de cádmio (vermelho)	0,942± 0,012
Comercial (branco)	0,9779± 0,0002

Tabela 4. Massa específica.

Os valores obtidos de densidade para as três tintas foram bem próximos.

Após a realização do teste *Cold Check* para as tintas preparadas em laboratório, com pigmento orgânico e de cádmio, foram observadas poucas deformidades geradas nas duas tintas.

A análise do filme de tinta aplicada sobre superfície de madeira foi realizada utilizando o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Foram analisadas a superfície da madeira pura, livre de impurezas, e a superfície da mesma madeira após a adição da camada de filme para as duas tintas produzidas em laboratório. Os resultados dessa análise estão mostrados nas figuras 3, 4 e 5

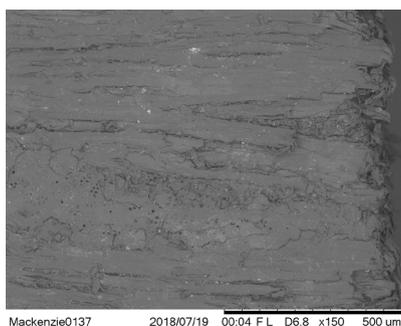


Figura 3. Análise da superfície da madeira maciça.

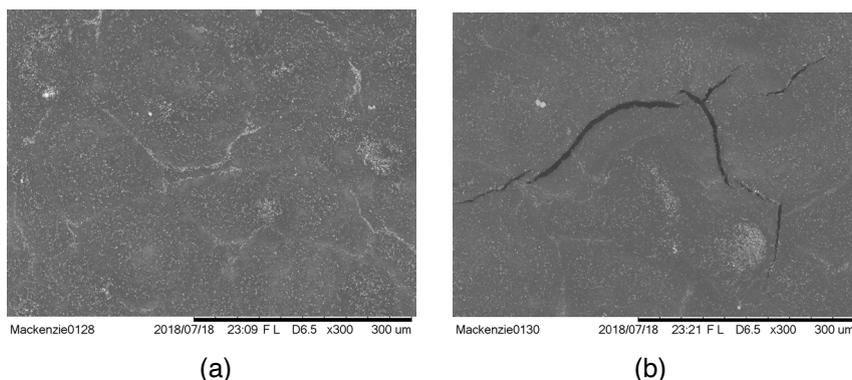


Figura 4. (a) Tinta com pigmento orgânico sem realização do teste *Cold Check*, (b) Tinta com pigmento orgânico após realização do teste *Cold Check*.

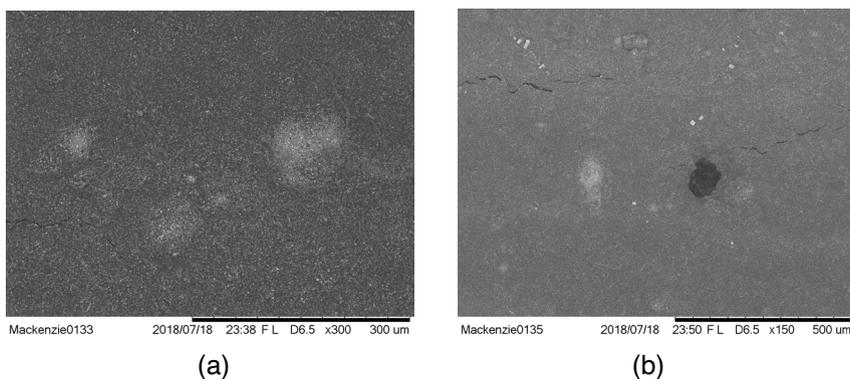


Figura 5. (a) Tinta com pigmento cádmio sem realização do teste *Cold Check*;  
(b) Tinta com pigmento de cádmio após realização do teste *Cold Check*.

Analisando-se os resultados obtidos da análise dos materiais pelo MEV, observa-se que a tinta produzida com pigmento orgânico apresenta aspecto heterogêneo após a aplicação da mesma sobre o substrato, com traços esbranquiçados provavelmente devido à dispersão inadequada dos sólidos no solvente. Após o teste *Cold Check*, no qual a tinta sofre drásticas variações de temperatura, houve a formação de rachaduras.

Através das análises pelo MEV, observou-se que a tinta produzida com pigmento de cádmio apresenta uma coloração mais escura e menos heterogênea comparada com a tinta com pigmento orgânico. Esta formulação apresenta ao invés de traços brancos, manchas esbranquiçadas que também podem ser devido à dispersão inadequada dos sólidos do sistema na resina. Quando submetida ao ensaio de elasticidade, o filme apresenta rachaduras que são geradas devido à intensa variação térmica onde ocorre o desprendimento do filme no substrato. Após o teste *Cold Check*, no qual a tinta sofre drásticas variações de temperatura, também houve a formação de rachaduras, embora bem menores comparado-se as rachaduras apresentadas na tinta preparada com pigmento orgânico.

Os resultados do Teste de adesão ao substrato são mostrados na tabela 5. Os valores apresentados representam as porcentagens de tinta destacadas pela fita adesiva (em termos de área). O teste foi realizado com as tintas sem serem submetidas ao *Cold Check* e após a realização do *Cold Check*.

<b>Tintas</b>	<b>Adesão sem <i>Cold Check</i> (%)</b>	<b>Adesão com <i>Cold Check</i> (%)</b>
<b>Pigmento orgânico</b>	15	35
<b>Pigmento de Cádmi</b>	15	35
<b>Tinta comercial</b>	15	35

Tabela 5. Teste de adesão ao substrato (porcentagem de tinta destacadas pela fita adesiva)

Verificou-se que para as três tintas testadas os resultados foram os mesmos.

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos nos testes, conclui-se que a tinta obtida neste trabalho apresentou características reológicas e poder de cobertura inferior à tinta comercial, provavelmente devido ao fato da mesma não possuir aditivos específicos em sua formulação. Nos demais testes, de caracterização e de aplicação, a tinta obtida apresentou desempenho semelhante à tinta comercial demonstrando-se que é possível a produção de tinta à base de EPS dissolvido em acetato de etila.

Sendo o isopor um material descartado em grandes quantidades, ocupando muito espaço em aterros sanitários, a tinta obtida neste trabalho apresenta uma proposta de reciclagem do isopor que, além de contribuir com a preservação do meio ambiente, agrega valor econômico ao material descartado, colaborando com a sustentabilidade do planeta.

Como proposta para futuros trabalhos propõe-se o aprofundamento do estudo através de adição de cargas e/ou aditivos específicos visando a obtenção de tinta com características reológicas e poder de cobertura semelhantes às tintas encontradas no mercado, para aplicação em madeira.

## AGRADECIMENTO

Agradecimento ao Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Presbiteriana Mackenzie (UPM) pela concessão de Bolsa ao aluno Lucas Barreto Santos (Curso de Engenharia de Materiais).

## REFERÊNCIAS

- ABNT. NBR 5829 - Tintas, vernizes e derivados: determinação da massa específica. São Paulo: ABNT, 2014
- ABNT. NBR 13006 - Pintura de corpos-de-prova para ensaios de tintas. São Paulo: ABNT, 1993.
- ABNT. NBR 11003 - Tintas, vernizes e derivados: determinação da aderência. São Paulo: ABNT, 2009.

ABNT. NBR 16388 - Tintas, vernizes e derivados: determinação do teor de compostos orgânicos voláteis (VOC). São Paulo: ABNT 2015.

ABNT. NBR 5849:2015, Tintas, vernizes e derivados: Determinação de viscosidade pelo copo de Ford. São Paulo: ABNT, 2015.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020. Disponível em: < <http://www.abrelpe.org.br/Panorama-2020/>>. São Paulo: 2020.

ANGHINETTI. Tintas, suas propriedades e aplicações imobiliárias. Disponível em <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/90.pdf>> Belo Horizonte: 2012.

ASTM-D358 - Standard Specification for Wood to Be Used as Panels in Weathering Tests of Coatings, 2012.

ASTM D1640 / D1640M – Standard Test Methods for Drying, Curing, or Film Formation of Organic Coatings, 2014.

FAZENDA, J. M. R. Tintas e Vernizes: Ciência & Tecnologia. Editora Edgard Blucher. São Paulo, 2005.

MUNDO ISOPOR. Disponível em : <EPS Isopor®: Da produção à reciclagem - Mundo Isopor® >. São Paulo: 2018.

PENSAMENTO VERDE. Dados de reciclagem no Brasil. Disponível em: <<https://pensamentoverde.com.br/reciclagem/dados-sobre-a-reciclagem-no-brasil/>>. 2013.

PETROBRAS. Acetato de Etila. Disponível em: <Acetato de Etila BR - Petrobras Distribuidora (yumpu.com) >. Acesso em: 25 Out. 2018.

QUIMIDROL. Acetato de Etila – Ficha Técnica. Código: FT – 037. 2013

TERMOTECNICA. Relatório de Sustentabilidade Termotécnica 2017/2018 Disponível em: <[relatorio\\_2017\\_2018\\_digital\\_FINAL.pdf](#) (termotecnica.ind.br) >. São Paulo.2018.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Agrotóxicos 99, 100, 102, 108, 109, 172, 176

Água 2, 7, 11, 16, 18, 21, 22, 29, 30, 31, 32, 33, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 79, 80, 97, 101, 102, 103, 109, 111, 113, 114, 115, 121, 125, 127, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 144, 145, 146, 147, 148, 152, 153, 154, 161, 165, 166, 175, 176, 180, 209, 211, 212, 213

Águas superficiais 43, 113, 114, 115, 118, 122, 132, 133, 134, 135, 137, 144, 165, 170, 174, 212

Amostras ambientais 166, 170, 171

Analito 133, 147, 167, 168, 169, 170, 173, 174

Antimicrobiana 28, 29, 30, 31, 33, 38, 39, 144

Atividades antrópicas 110

### B

Bactérias 9, 31, 32, 35, 37, 50, 118, 119, 124, 131, 152

Bioacumulação 145

Biodegradabilidade 131, 209

Biofilme 7, 8, 11, 12, 13, 14, 119

Biomarcadores 124, 128, 134, 136

Biomassa 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 48, 213

Biota aquática 111, 114, 118, 119

### C

Carvão 18, 23, 24, 27, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 80

Catalisadores 150, 159

Celulose 8, 16, 18, 20, 21, 22, 40, 44, 49, 50, 53, 54

Compartimentos aquáticos 101, 102, 110, 112, 117

Compostos orgânicos 1, 40, 49, 51, 52, 56, 88, 124, 152, 213

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 166

Contaminantes de Interesse Emergente (CIE) 110, 111, 215

Corantes 80, 81, 111, 124, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 169, 174, 211

Cromatografia Gasosa (GC) 49, 136, 172, 175, 176

Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (HPLC) 136, 173, 175

## **D**

Degradação 49, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 92, 105, 115, 118, 122, 127, 130, 131, 132, 137, 152, 153, 161, 162, 163, 164, 210, 211, 212, 213

Desregulação endócrina 110, 117, 166

Drogas ilícitas 110, 113, 114, 119

## **E**

Ecosistemas 97, 110, 111, 114, 116, 117, 118, 119, 122, 123, 125, 128, 130, 131, 132, 136, 212

Ecotoxicidade 212

Efeitos deletérios 110, 115, 117

Efluentes industriais 150, 152, 208, 209, 211, 213

Energia renovável 17, 23, 25

Esgoto 115, 116, 122, 124, 126, 127, 128, 132, 133, 135, 136, 137, 144, 145, 212, 215

Estação de tratamento de esgoto 116, 144, 215

## **F**

Fármacos 111, 122, 124, 128, 130, 133, 135, 136, 137, 213

Fotoativação 161, 162

Fotocatalisador 211, 212

Fotocatálise heterogênea 150, 162, 208, 210

Fungos 31, 32, 37, 50, 213

## **H**

Hemicelulose 16, 18, 20, 21, 22, 44

Hormônios 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117

## **I**

Impacto ambiental 31, 77, 91, 212

## **L**

Lignina 16, 18, 19, 20, 21, 49, 50, 53, 54, 55

Limite de detecção 134, 170

luz solar 212

luz ultravioleta 212

## **M**

Meio ambiente 6, 8, 32, 38, 47, 77, 79, 87, 90, 99, 100, 105, 119, 122, 123, 125, 128, 131,

132, 145, 149, 165, 166, 167, 176, 209, 212

Metais 42, 80, 111, 165, 166, 168, 170, 171, 174, 175, 179, 180, 212, 213, 215

Métodos analíticos 165, 166, 167, 168, 173, 175

Métodos eletroquímicos 173

Micro-organismos 40

Microplásticos 110, 112, 113, 117, 118, 119

Micropoluentes 122, 127, 128, 130, 133, 135, 136, 144

## O

Óxidos metálicos 150, 153

## P

Pesticidas 42, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 111, 165, 166, 168, 169, 172, 174

Poliestireno 28, 30, 32, 39, 40, 77, 78, 118, 119

Polímero 7, 10, 32, 77, 79

Poluentes 22, 43, 48, 49, 50, 51, 52, 110, 117, 118, 119, 122, 124, 128, 144, 152, 159, 162, 163, 165, 166, 168, 169, 172, 173, 174, 175, 210

Processos convencionais de tratamento 115, 210

Processos oxidativos avançados 150, 152, 208, 209, 213, 215

## Q

Química 7, 14, 16, 17, 18, 21, 25, 26, 28, 32, 33, 36, 38, 39, 40, 46, 48, 49, 57, 80, 89, 90, 91, 92, 95, 96, 97, 110, 113, 118, 123, 125, 126, 145, 149, 162, 163, 164, 173, 174, 176, 177, 179, 208, 210, 212, 213, 215

Química orgânica 90, 96

Química verde 7, 89, 90, 91, 92, 96

## R

Radical hidroxila 153

Reaproveitamento 1, 2, 5, 7, 41, 44, 77

Reciclagem 32, 36, 37, 77, 79, 87, 88

Recursos hídricos 102, 103, 121, 163, 165, 166, 208, 209

Resíduos 1, 3, 4, 7, 8, 14, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 42, 43, 44, 47, 77, 78, 79, 81, 88, 90, 92, 105, 106, 117, 118, 123, 152, 212, 213

Reutilização 7, 32, 39, 79, 215

## **S**

Sistema endócrino 99, 112, 113, 115, 116

Sistemas aquáticos 118

Substâncias tóxicas 90

## **T**

Toxicidade aguda 110, 114

Toxicidade crônica 166

Tratamento biológico 178

Tratamento de água 33, 41, 43, 44, 47, 48, 115, 144

Tratamento de efluentes 47, 150, 208, 209, 210, 211, 213



# Química:

Debate entre a Vida Moderna  
e o Meio Ambiente

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



# Química:

Debate entre a Vida Moderna  
e o Meio Ambiente

-  [www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)
-  [contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)
-  @atenaeditora
-  [www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)