



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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Gírlene 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^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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^ª 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^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliansi Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª 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^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª 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^ª 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^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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
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 β -(Ag₂MoO₄) 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 Cu²⁺, Fe²⁺ AND Zn²⁺ 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

SOBRE O ORGANIZADOR.....	203
ÍNDICE REMISSIVO.....	204

CAPÍTULO 5

QUALIDADE DO AR: MARCADORES DE PAPEL DE BIBLIOTECA

Data de aceite: 01/04/2021

Data de submissão: 07/03/2021

Thairine Lima dos Santos

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Química
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/4775662626390252>

Celeste Yara dos Santos Siqueira

Universidade Federal do Rio de Janeiro
Instituto de Química
Rio de Janeiro – RJ
<http://lattes.cnpq.br/3426538975710525>

RESUMO: A qualidade do ar de uma biblioteca no Rio de Janeiro foi monitorada em duas campanhas, em outubro/novembro de 2017 e agosto/setembro de 2018. O objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar os Compostos Orgânicos Semivoláteis (COSVs) e Compostos Orgânicos Voláteis (COVs) relacionados a degradação de papel. Foram coletados oito pontos internos e um externo a biblioteca, além de duas páginas de livros escolhidos aleatoriamente na biblioteca. Os COVs e COSVs foram coletados passando o ar através de tubos de carvão/XAD e sílica, respectivamente durante 24 horas. As análises dos COVs e COSVs foram feitas por Cromatografia Gasosa acoplada a Espectrometria de massas (CG-EM) para identificar os compostos, e por Cromatografia Gasosa acoplada a detector por Ionização em Chama (CG-DIC) para quantificação. Dentre

os COSVs, foi encontrado no ar Benzaldeído (0,01-0,09 ng m⁻³) e Vanilina (0,01-0,65 ng m⁻³) que são aldeídos originados da degradação da lignina ou da celulose. Em relação aos COVs foi encontrado o Furfural (marcador de papel) variando de 0,5–5,9 µg m⁻³ e Tolueno variando de 0,6 a 6,9 µg m⁻³. Nas páginas de livros foram encontrados principalmente vanilina (0,02 e 0,44 mg g⁻¹) e tolueno (0,01 mg g⁻¹). Conclui-se, a partir da análise do papel e do ar, que alguns livros e teses contribuem como fonte para presença de poluentes no ar.

PALAVRAS-CHAVE: Poluição Atmosférica, Biblioteca, Furfural, Vanilina.

AIR QUALITY: LIBRARY PAPER MARKERS

ABSTRACT: The air quality of a library in Rio de Janeiro was monitored in two campaigns, in October/November 2017 and August /September 2018. The objective of this work was to identify and quantify the Semi-volatile Organic Compounds (SVOCs) and Volatile Organic Compounds (VOCs) related to paper degradation. Eight points were collected inside and one outside the library, in addition two pages of books chosen at random in the library. VOCs and SVOCs were collected by passing the air through tubes of coal/XAD and silica, respectively for 24 hours. The analysis of VOCs and SVOCs were made by Gas Chromatography coupled to Mass Spectrometry (GC-MS) to identify the compounds, and by Gas Chromatography coupled to a Flame Ionization detector (GC-FID) for quantification. Among the SVOCs, benzaldehyde (0.01-0.09 ng m⁻³) and Vanillin (0.01-0.65 ng m⁻³) were found in the air,

which are aldehydes originated from the degradation of lignin or cellulose. In relation to VOCs, Furfural (paper marker) ranging from 0.5–5.9 $\mu\text{g m}^{-3}$ and Toluene 0.6 to 6.9 $\mu\text{g m}^{-3}$. Vanillin (0.02 and 0.44 mg g^{-1}) and Toluene (0.01 mg g^{-1}) were found on the book pages, in addition to other compounds related to paper degradation. It is concluded, from the analysis of the paper, that some books and theses contribute to the presence of pollutants in the air.

KEYWORDS: Air Pollution, Library, Furfural, Vanillin.

1 | INTRODUÇÃO

O ar é considerado de boa qualidade se seus constituintes tóxicos estiverem abaixo do considerado pela legislação, e na vida moderna em grandes centros urbanos, a qualidade do ar no ambiente interno tem um impacto significativo na saúde e conforto. As pessoas passam a maior parte do tempo em residências, escritórios e outros ambientes internos. A baixa qualidade do ar interno (QAI) pode causar desconforto, problemas de saúde e, no ambiente de trabalho, levar a absenteísmo e menor produtividade. A boa qualidade do ar interior protege a saúde dos ocupantes do edifício e contribui para o seu conforto e bem-estar (IAQ MANAGEMENT GROUP, 2019).

As fontes poluentes podem ser de origem natural, como por exemplo: as emissões vulcânicas, os incêndios florestais, os aerossóis dos oceanos, ou de origem antrópica, que resultam das inúmeras atividades humanas (PIRES, 2005).

Fontes típicas de poluição do ar incluem materiais de construção, de acabamento e de escritórios. Itens como, carpetes, móveis, roupas e tapetes não somente liberam fibras, formaldeído e outras substâncias químicas, como também fornecem ambiente propício para a proliferação de agentes biológicos, tais como bactérias, fungos e ácaros (BRICKUS *et al.*, 1999).

Uma grande variedade de leis e regulamentações existem em diversos países, inclusive no Brasil, no que concerne à exposição máxima tolerável de diversas substâncias químicas no ar (GIODA, 2013).

A Vanilina é atribuída a degradação da lignina ou celulose, e é considerada um marcador dessa deterioração (GIBSON, 2012). A vanilina tem um aroma de baunilha com odor doce característico que pode potencialmente contribuir para o aroma de livros antigos (ROCHA, 2008). Em altas concentrações, a vanilina é tóxica para as células vivas (GALLAGE *et al.*, 2014)

Compostos como hexanal, benzaldeído e furfural também são formados durante a degradação de materiais à base de papel. Em particular, o furfural, que está ligado à hidrólise ácida e à oxidação da celulose, arabinose e xilose, é considerado um composto relevante de degradação de carboidratos e tem um importante papel diagnóstico como marcador de degradação do material celulósico (LATTUATI-DERIEUX *et al.*, 2004; 2006; GIBSON *et al.*, 2012) e acidez de papel (STRLIČ *et al.*, 2009).

A exposição a benzoaldeído em ambientes fechados pode contribuir para um maior

risco de câncer (CAVALCANTE, 2006).

Apesar de não ser considerado um marcador de papel o tolueno é um composto de grande importância quando se trata de qualidade do ar.

Compostos orgânicos voláteis, como o tolueno são comumente encontrados no ar interior provenientes da emissão de solventes orgânicos da tinta utilizada para impressão de teses e livros. Dependendo da concentração e tempo de exposição, essa substância pode causar sonolência, tontura, fadiga, narcose e morte (PHILLIPS *et al.*, 1930).

Tolueno é um composto lipossolúvel e tóxico que age como depressor do sistema nervoso central e apresenta toxicidade mesmo em baixa concentração (WHO, 2000).

Valores de concentração limite para tolueno são estabelecidos apenas para ambientes externos e na legislação internacional. São Fontes externas de tolueno a combustão de combustíveis fósseis e práticas de cozimento (U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, 2007).

O estudo da qualidade do ar dentro da biblioteca evidencia a necessidade de se controlar, de forma urgente e planejada, as emissões para os poluentes encontrados. Desde o início da humanidade, o homem tem se preocupado em registrar todo o conhecimento por ele produzido. A história consolida a importância da existência das bibliotecas através do tempo para a preservação e conservação do conhecimento humano, e da preservação do patrimônio intelectual da nação (SANTOS, 2012).

O objetivo do trabalho é identificar e quantificar compostos marcadores de papel em sítios internos e externos, e inferir as possíveis fontes destas substâncias, e a influência no conforto e bem-estar dos usuários e funcionários da biblioteca.

2 | METODOLOGIA

As amostragens de ar aconteceram em duas campanhas, uma em outubro e Novembro de 2017 e outra em Agosto e Setembro de 2018, sendo realizadas em oito pontos internos e um externo da biblioteca.

2.1 Determinação de compostos orgânicos semi-voláteis (COSVs) no ar e no papel

As amostras de material particulado foram coletadas por filtração do ar ambiente através de um amostrador de ar de alto volume “Hi-Vol”, do inglês *High Volume Sampler*, seguindo os procedimentos estabelecidos pela USEPA (1992).

O amostrador foi equipado com filtros de fibra de quartzo com diâmetro de poros de 10 μm (superfície de 20 cm x 25cm) com fluxo de 1,26 m³/min. Antes da amostragem, os filtros de quartzo foram levados à uma mufla durante 8h a uma temperatura de 560°C a fim de remover o carbono orgânico.

A extração dos compostos orgânicos presentes no filtro e em folhas de papel da contracapa de livros de 1930 e de 2000 foi realizada através de agitação ultrassônica em

quatro períodos de 20 minutos utilizando 50 mL de solução de diclorometano:metanol (9:1) em ultrassom (40kHz) a temperatura ambiente.

Após o processo de extração dos compostos, foi realizada uma cromatografia à líquido a fim de fracionar os compostos orgânicos presentes na amostra em três fases: hidrocarbonetos alifáticos saturados, hidrocarbonetos aromáticos e compostos polares. A coluna cromatográfica foi feita utilizando uma suspensão de 2,5 g de sílica (previamente ativada por 24 h a 120 °C) em 10 mL de n-hexano que foi adicionada a uma coluna de vidro de tamanho 15 cm x 1 cm. Em seguida, a amostra foi adicionada à coluna e iniciou-se o fracionamento da amostra que se deu da seguinte forma: a fração 1 composta pelos hidrocarbonetos saturados foi eluída com 10 mL de n-hexano, a fração 2 composta de aromáticos foi eluída com 10 mL de n-hexano:diclorometano (8:2) e a fração 3 composta pelos compostos oxigenados foi eluída com 10 mL de diclorometano:metanol (9:1).

Na análise em CG-DIC foi utilizado um cromatógrafo a gás Agilent Technologies modelo 7890, com injetor automático, e coluna capilar de sílica fundida com fase estacionária DB-5 (J & W, 30 m x 0,25 mm di, df= 0,25 um). As condições analíticas utilizadas foram 40 °C a 150°C, à 15°C /min, e 150 °C a 300 °C, 6,0°C/min, e manutenção em isoterma por 20 min a 300°C. O injetor possuía temperatura de 290°C e o detector de 325 °C, sendo usado H₂ como gás de arraste e injeção sem divisão de fluxo de 1 µL de amostra.

Na análise em CG-EM foi utilizado um cromatógrafo a gás Agilent Technologies modelo 6890 e Espectrômetro de Massas de fabricação Agilent Technologies 5973. Foi utilizada uma coluna capilar de sílica fundida e condições analíticas similares a análise no CG-DIC. Foi usado He como gás de arraste e injeção sem divisão de fluxo de 1 µL de amostra.

Os espectros de massa obtidos foram comparados a espectros de referência, de acordo com a ordem de eluição e do perfil de distribuição dos compostos obtidos da literatura com objetivo de identificar os compostos nos cromatogramas.

A quantificação dos compostos de interesse do trabalho foi efetuada utilizando Pireno Deuterado (pireno-d10) como padrão interno.

2.2 Determinação de compostos orgânicos voláteis (COVs)

A coleta de ar para a determinação dos COVs foi realizada por meio de um sistema de amostragem constituído por uma bomba de vácuo conectada através de um tubo de Tygon a um tubo de vidro com quatro saídas laterais, onde foram acopladas torneiras de Teflon que funcionam como controladoras de fluxo. A essas torneiras foram conectados, em uma extremidade, rotâmetros com fluxos ajustados em 1,0 L/min e na outra extremidade os cartuchos colocados em série, sendo um cartucho de carvão ativo conectado em série a um cartucho de XAD-4, utilizados para adsorver os poluentes.

Para a extração das amostras os cartuchos foram cortados nas extremidades e os leitos transferidos separadamente para vials de 2,0 mL onde, em seguida, foi adicionado

500 μ L de uma solução 50 ng/ μ L de tolueno deuterado como padrão interno.

Na análise em CG-DIC foi utilizado um cromatógrafo a gás Hewlett-Packard 5890 GC com injetor automático e coluna capilar de sílica HP-VOC, com 60 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 1,2 μ m de espessura de filme (J & W Scientific). As condições analíticas utilizadas foram 30°C (por 5 minutos) até 280°C, 10°C/min. O injetor possuía temperatura de 260°C e o detector de 290 °C, sendo usado H₂ como gás de arraste e injeção sem divisão de fluxo de 1 μ L de amostra.

Na análise em CG-EM foi utilizado um cromatógrafo a gás Hewlett-Packard 5890 GC acoplado a um Espectrômetro de Massas modelo 5972. Foi utilizada uma coluna capilar de sílica fundida e condições analíticas similares a análise no CG-DIC. Foi usado He como gás de arraste e injeção sem divisão de fluxo de 1 μ L de amostra.

A identificação e quantificação dos COVs foi realizada de forma similar aos COSVs, porém neste caso a substância utilizada como padrão interno foi o Tolueno Deuterado.

3 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Marcadores de papel nos COSVs

A terceira fração eluída no fracionamento do material particulado, composta pelos compostos oxigenados, revelou uma diversidade de compostos, onde foram identificados marcadores de papel (Tabela 1).

Benzaldeído foi encontrado nos pontos TES I, COR e PER, com concentrações de 0,01-0,09 ng m⁻³. Benzaldeído é formado durante a degradação de materiais à base de papel (CINCINELLI *et al.*, 2016). A Figura 1(A) mostra a foto de papel em degradação encontrado no sítio TESI.

Vanilina foi encontrada no ponto OBR, com 0,65 ng m⁻³, onde obras antigas de Paris se encontram em estado de degradação (Figura 1(B)). Estudos recentes apresentam a concentração de subprodutos voláteis emitidos pelo papel à medida que se deterioram, e a Vanilina foi atribuída à degradação da lignina ou da celulose (GIBSON *et al.*, 2012).

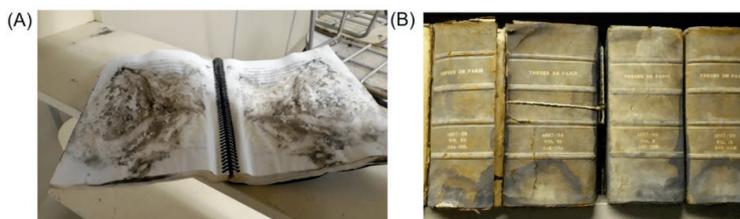


Figura 1: (A) Foto de tese em estado de degradação no sítio TESI, e (B) Foto de obras antigas de Paris no sítio OBR.

Foram identificados e quantificados compostos polares em folhas de livro de papel antigo (PAPAN) e de livro novo (PAPNO) da biblioteca (Tabela 1). Alguns compostos identificados nas análises de ar interno foram detectados nas análises de folhas de livros, sugerindo estes como fontes dos compostos.

Vanilina foi identificada nas folhas de papel novo e antigo, em concentrações de 0,02 e 0,44 mg g⁻¹, respectivamente, corroborando a degradação da lignina ou celulose em vanilina (Figura 2).

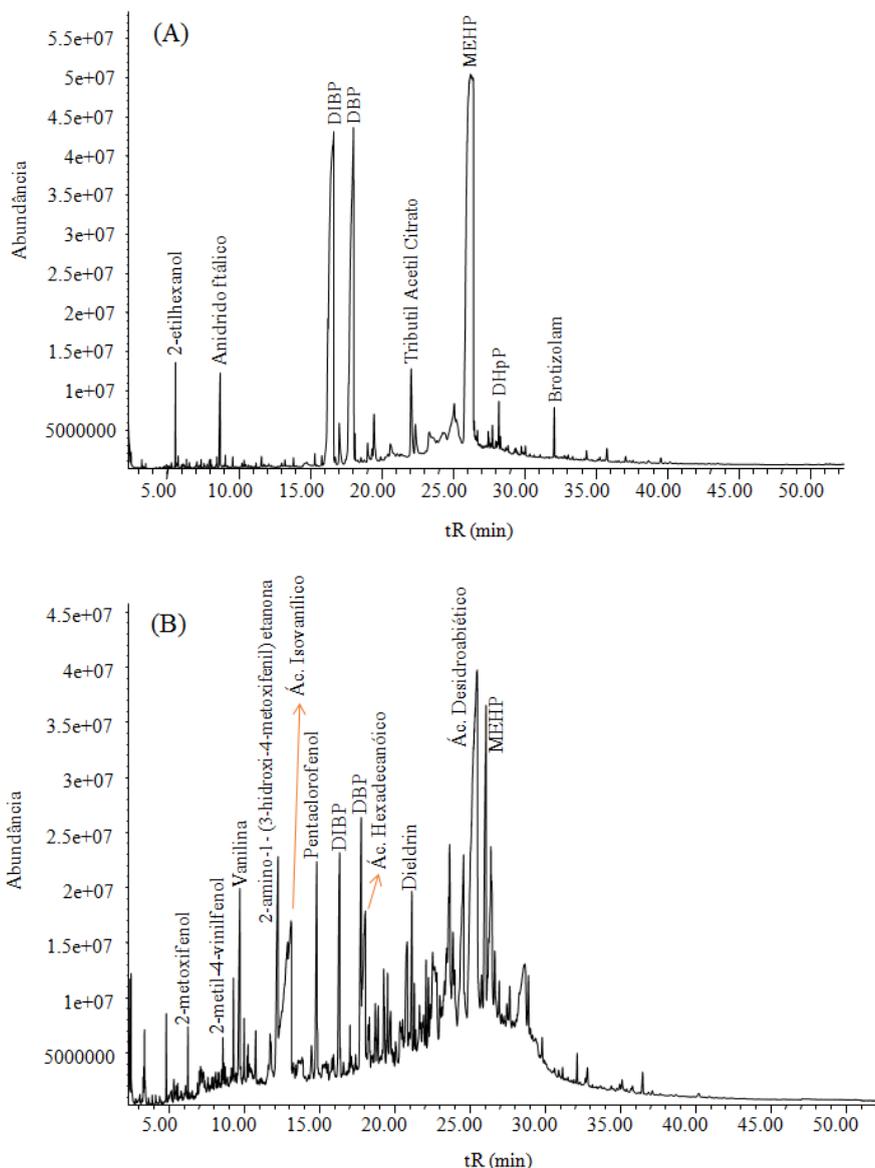


Figura 2: Cromatograma de íons totais da fração de compostos polares (A) do PAPNO, (B) do PAPAN.

O Isoeugenol é um precursor para a produção biotecnológica de vanilina, indicando que o isoeugenol é diretamente degradado para a vanilina (DAUGSCH & PASTORE, 2005; FURUKAWA et al., 2003). Isoeugenol foi detectado no papel antigo com concentração de 0,04 mg g⁻¹.

Guaiacol (2-metoxifenol) é um produto natural fenólico isolado a partir da oxidação da lignina, assim como Acetovanilona (RAWAT *et al.*, 2020). Ambos detectados no papel antigo com concentrações de 0,75 e 0,50 mg g⁻¹, respectivamente.

Ácido isovanílico é derivado estruturalmente tanto do ácido benzóico como a partir do guaiacol (2-metoxifenol), compostos presentes nas análises de papel (SILVA, 2017). Em estudos sobre a despolimerização da lignina por oxidação do ar úmido o ácido isovanílico foi o principal produto a 150 °C e pressão de oxigênio de 1000 psi (IRMAK *et al.*, 2020).

Porém isoeugenol, guaiacol, acetovanilona e ácido isovanílico não foram detectados em análises do ar, somente na análise do papel, indicando apenas sua ocorrência natural na presente pesquisa.

Composto	Composição	P. M.	TES I	COR	PER	OBR	PAPNO	PAPAN
Benzaldeído	C ₇ H ₆ O	106	0,01	0,01	0,09	nd	nd	nd
Vanilina	C ₈ H ₈ O ₃	150	nd	nd	nd	0,65	0,02	0,44
Ácido Isovanílico	C ₈ H ₈ O ₄	168	nd	nd	nd	nd	nd	1,29
2-metoxifenol (Guaiacol)	C ₇ H ₈ O ₂	124	nd	nd	nd	nd	nd	0,75
Isoeugenol	C ₁₀ H ₁₂ O ₂	164	nd	nd	nd	nd	nd	0,04
Acetovanilona	C ₉ H ₁₀ O ₃	166	nd	nd	nd	nd	nd	0,50

Tabela 1: Concentração em ng m⁻³ dos compostos polares identificados no ar e em mg g⁻¹ dos compostos polares identificados nas folhas de papel.

3.2 Marcadores de papel nos COVs

Tolueno é um composto abundante nas análises de ar, ausente apenas no sítio COR. Os níveis variaram de 0,6 a 6,9 µg m⁻³ (Tabela 2). Em seis pontos de amostragem (SUB, PER, ALU, TESII, OBR, HALL) o Tolueno tem maior contribuição de fontes internas que externas devido a razão entre a concentração interna/externa (Razão I/O) ser maior que um (Figura 3).

A contribuição interna pode ser atribuída à tinta das páginas impressas de livros (CASELLI *et al.*, 2009). Tolueno foi detectado nas folhas de papel novo com concentração de 0,1 ng m⁻³ (Tabela 2).

Os níveis de furfural variaram de 0,5-5,9 µg m⁻³ para os sítios SUB, PER, TES II e OBR (Tabela 2), devido ao maior número de livros contidos nesses pontos. Nos sítios HALL, COR e ALU, furfural não foi detectado, provavelmente porque não há fonte específica. Furfural é considerado um importante composto de degradação de carboidratos e tem

um importante papel diagnóstico como marcador da degradação do material celulósico (LATTUATI-DERIEUX *et al.*, 2004).

Composto	Tolueno	Hexanal	Furfural
Composição	C_7H_8	$C_6H_{12}O$	$C_5H_4O_2$
P.M.	92	100	96
TESI	0,6	nd	nd
COR	nd	nd	nd
SUB	3,8	nd	3,6
PER	3,5	nd	1,3
ALU	2,8	nd	nd
HALL	2,9	1,8	nd
TESII	3,0	nd	0,5
OBR	6,9	nd	5,9
EXT	2,5	nd	nd
PAPNO	0,01	nd	nd
PAPAN	nd	nd	nd

Tabela 2: Concentração em $\mu\text{g m}^{-3}$ dos Compostos Orgânicos Voláteis identificados no ar e em mg g^{-1} dos compostos Orgânicos Voláteis identificados nas folhas de papel.

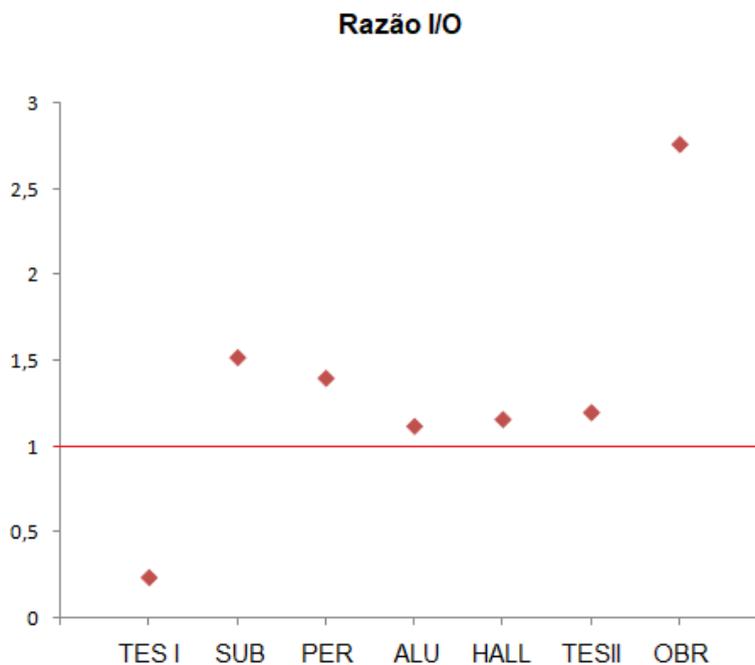


Figura 3: Gráfico da Razão indoor/outdoor (I/O) do Tolueno para os pontos amostrados na biblioteca.

4 | CONCLUSÃO

Foi encontrado um elevado número de compostos orgânicos na análise de ar e na análise de papel de uma biblioteca no Rio de Janeiro. Com relação à compostos que podem ser utilizados como marcadores para a identificação da degradação do papel, foram detectados benzaldeído, furfural e vanilina. Um composto importante é o tolueno, encontrado nas análises do ar devido a emissão por parte das tintas utilizadas na produção dos livros e de teses.

O monitoramento do ar interno na biblioteca e a verificação da insalubridade devem ser realizados periodicamente, visando principalmente os compostos que possuem toxicidade humana, a fim de verificar o aumento destes no ar.

REFERÊNCIAS

BRICKUS, L. S. R., AQUINO NETO, F.R. **A qualidade do ar de interiores e a química.** Química Nova (Online), Vol. 22, n.1, p. 65-74, 1999.

CASELLI, M., DE GENNARO, G., SARACINO, M.R., TUTINO, M. **Indoor contaminants from newspapers: VOCs emissions in newspaper stands.** Environ. Res. 109, 149–157, 2009.

CAVALCANTE, R. M., CAMPELO, C. S., BARBOSA, M. J., SILVEIRA, E. R., CARVALHO, T. V., NASCIMENTO, R. F. **Determination of carbonyl compounds in air and cancer risk assessment in an academic institute in Fortaleza, Brazil.** Atmospheric Environment, 40, 5701-5711, 2006.

CINCINELLI, A., MARTELLINI, T., AMORE, A., DEI, L., MARRAZZA, G., CARRETTI, E., BELOSI, F., RAVEGNANI, F., LEVA, P. **Measurement of volatile organic compounds (VOCs) in libraries and archives in Florence (Italy).** Science of The Total Environment, 572, 333-339, 2016.

DAUGSCH, A. & PASTORE, G. **Obtenção de vanilina: oportunidade biotecnológica.** Quim. Nova, Vol. 28, No. 4, 642-645, 2005.

FURUKAWA, H., MORITA, H., YOSHIDA, T., NAGASAWA T. **Conversion of isoeugenol into vanillic acid by *Pseudomonas putida* I58 cells exhibiting high isoeugenol-degrading activity.** Journal of Bioscience and Bioengineering, Volume 96, Issue 4, Pages 401-403, 2003.

GALLAGE, N., HANSEN, E., KANNANGARA, R. *et al.* **Vanillin information from ferulic acid in *Vanillaplanifolia* is catalysed by a single enzyme.** Nat Commun 5, 4037, 2014.

GIBSON, L.T., EWALD-AHMED, A., KNIGHT, B., HORIE, V., MITCHELL, G., ROBERTSON, C.J. **Measurement of volatile organic compounds emitted in libraries and archives: an inferential indicator of paper decay?** Chem. Cent. J. 6, 42, 2012.

GIODA, A. **Poliuição atmosférica e de interiores: influência mútua e seus reflexos na saúde.** Tese de Doutorado – Instituto de Química, UFR, Rio de Janeiro, 2003.

IAQ MANAGEMENT GROUP. **Guidance Notes for the Management of Indoor Air Quality in Offices and Public Places, 2019.** The Government of the Hong Kong Special Administrative Region. Disponível em: < https://www.iaq.gov.hk/media/82253/gn_officeandpublicplace_eng-2019.pdf>. Acesso em: Março de 2019.

IRMAK, S., KANG, J., WILKINS, M. **Depolymerization of lignin by wet air oxidation.** Bioresource Technology Reports, Volume 9, 100377, 2020.

LATTUATI-DERIEUX, A., BONNASSIES-TERMES, S., LAVÉDRINE, B. **Identification of volatile organic compounds emitted by a naturally aged book using solid-phase microextraction/gas chromatography/mass spectrometry.** J. Chromatogr. A 1026, 9–18, 2004.

LATTUATI-DERIEUX, A., BONNASSIES-TERMES, S., LAVÉDRINE, B. **Characterisation of compounds emitted during natural and artificial ageing of a book. Use of headspace solid-phase microextraction/gas chromatography/mass spectrometry.** J. Cult. Herit. 7, 123–133, 2006.

PHILLIPS, M.; GLEESON, K.; HUGHES, J.; GREENBERG, J.; CATANEO, R.; BAKER, L.; MCVAY, W.; **Volatile organic compounds in breath as markers of lung cancer: a cross-sectional study.** Lancet 1999, 353, 1930.

PIRES, D. O. **Inventário de Emissões Atmosféricas de Fontes Estacionárias e sua Contribuição para a Poluição do Ar na Região Metropolitana do Rio de Janeiro.** Dissertação de Mestrado - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2005.

RAWAT, S.; GUPTA, P.; SINGH, B.; BHASKAR, T.; NATTE, K.; NARANI, A. **Molybdenum-catalyzed oxidative depolymerization of alkali lignin: Selective production of Vanillin.** Applied Catalysis A: General, 598, 117567, 2020.

ROCHA, SÍLVIA MARIA, VIRGINIA GONÇALVES, DMITRY EVTUGUIN, IVONNE DELGADILLO, **Distinction and identification of lignins based on their volatile headspace composition.** Talanta, 75, 2, 594-597, 2008.

SANTOS, J. M. **O Processo Evolutivo das Bibliotecas da Antiguidade ao Renascimento.** Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação. São Paulo, v.8, n.2, p. 175-189, 2012.

SILVA, D. F. **Eficácia dos flavonóides hesperidina e naringenina e o fenol ácido isovanílico complexados com mg (II), para o controle da bactéria xanthomonascitrissp.** Citri. Tese de doutorado - Universidade Federal de São Carlos. São Paulos, 2017.

STRLIČ, M., THOMAS, J., TRAFELA, T., CSÉFALVAYOVÁ, L., CIGIĆ, I.K., KOLAR, J., CASSAR, M. **Material degradation: on the smell of old books.** Anal. Chem. 81, 8617–8622, 2009.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES: **Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry.** Toxicological profile for benzene. Atlanta, Georgia; 2007.

WHO - World Health Organization. **Environmental Health Criteria; 214. Human exposure assessment. International Programme on Chemical Safety.** Geneva: WHO, 2000.

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

 contato@atenaeditora.com.br

 @atenaeditora

 www.facebook.com/atenaeditora.com.br



Química:

Debate entre a Vida Moderna
e o Meio Ambiente

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