

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Geisa Mayana Miranda de Souza  
Ana Carolina Sousa Costa  
(Organizadoras)



# Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade

**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos**  
**Geisa Mayana Miranda de Souza**  
**Ana Carolina Sousa Costa**  
(Organizadoras)

# **Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade**

**Atena Editora**  
**2019**

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Geraldo Alves  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

| <b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)<br/>(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b> |   |
|---|---|
| M514  | Meio ambiente: inovação com sustentabilidade 1 [recurso eletrônico]<br>/ Organizadoras Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos,<br>Geisa Mayana Miranda de Souza, Ana Carolina Sousa Costa. –<br>Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Meio Ambiente.<br>Inovação com Sustentabilidade; v. 1)<br><br>Formato: PDF<br>Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader<br>Modo de acesso: World Wide Web<br>Inclui bibliografia<br>ISBN 978-85-7247-645-4<br>DOI 10.22533/at.ed.454190110<br><br>1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio<br>ambiente – Preservação. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano<br>da. II. Souza, Geisa Mayana Miranda de. III. Costa, Ana Carolina<br>Sousa. IV. Série.<br><br>CDD 363.7 |
| <b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>   |   |

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

A obra “*Meio Ambiente Inovação com Sustentabilidade*” engloba 58 trabalhos científicos, que ampliam o conceito do leitor sobre os ecossistemas urbanos e as diversas facetas dos seus problemas ambientais, deixando claro que a maneira como vivemos em sociedade impacta diretamente sobre os recursos naturais.

A interferência do homem nos ciclos da natureza é considerada hoje inequívoca entre os especialistas. A substituição de combustíveis fósseis, os disseminadores de gases de efeito estufa, é a principal chave para resolução das mudanças climáticas. Diversos capítulos dão ao leitor a oportunidade de refletir sobre essas questões.

Dois grandes assuntos também abordados neste livro, interessam bastante ao leitor consciente do seu papel de cidadão: Educação e Preservação ambiental que permeiam todos os demais temas. Afinal, não há consciência ecológica sem um árduo trabalho pedagógico, seja ele em ambientes formais ou informais de educação.

A busca por análises históricas, métodos e diferentes perspectivas, nas mais diversas áreas, as quais levem ao desenvolvimento sustentável do planeta é uma das linhas de pesquisas mais contempladas nesta obra, que visa motivar os pesquisadores de diversas áreas a estudar e compreender o meio ambiente e principalmente a propor inovações tecnológicas associadas ao desenvolvimento sustentável.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos  
Geisa Mayana Miranda de Souza  
Ana Carolina Sousa Costa

## SUMÁRIO

### I. MEIO AMBIENTE E PERCEPÇÃO AMBIENTAL

|   |           |
|---|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....   | <b>1</b>  |
| NA NATUREZA, AS HISTÓRIAS SÃO ASSIM   |           |
| <i>Eliana Santos do Nascimento Sousa</i><br><i>Juliana de Oliveira Verro Coelho</i>   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.4541901101</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....   | <b>7</b>  |
| A PERCEPÇÃO DOS UNIVERSITÁRIOS A RESPEITO DA DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS ELETROELETRÔNICOS  |           |
| <i>Ana Paula dos Santos Silva</i><br><i>Carlos Otávio Rodrigues dos Santos</i><br><i>Milla Cristina Santos da Cruz</i><br><i>Raissa Jennifer da Silva de Sá</i><br><i>Túlio Macus Lima da Silva</i><br><i>Mateus Henrique Trajano Brasil</i><br><i>Antônio Gabriel Sales de Souza</i><br><i>Isabelle Brasil Félix</i><br><i>Nathalia de Souza Lima</i><br><i>Giliam de Matos Araújo</i> |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.4541901102</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....   | <b>16</b> |
| PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS RESIDENTES SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA NOS BAIRROS PROMISSÃO II E TROPICAL NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS –PA   |           |
| <i>João Paulo Sousa da Silva</i><br><i>Ana Vitoria Silva Barral</i><br><i>Antônio Pereira Junior</i><br><i>Edmir dos Santos Jesus</i>   |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.4541901103</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 4</b> .....   | <b>28</b> |
| PERCEPÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DA LAGUNA DA JANSEN EM DECORRÊNCIA DE AÇÕES ANTRÓPICAS   |           |
| <i>Ana Carolina Lopes Ozorio</i><br><i>Bianca Estefane Paiva Veiga</i><br><i>Marcelo Vieira Sodré Barbosa</i><br><i>Thamia Cristina Rosa Sá</i><br><i>Rafael Ferreira Maciel</i>  |           |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.4541901104</b>  |           |
| <b>CAPÍTULO 5</b> .....   | <b>34</b> |
| PERCEPÇÃO DO CONHECIMENTO DE AGRICULTORES DA COMUNIDADE DO CUBITEUA, CAPITÃO POÇO, PA, SOBRE A UTILIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS: RISCOS E IMPACTOS   |           |
| <i>Paloma da Silva Oliveira</i><br><i>Michele Menezes de Barros</i><br><i>Juce Silva de Souza</i><br><i>Thalita Christine de Lima Mendes</i>  |           |

*Fernanda Carneiro Romagnoli*

**DOI 10.22533/at.ed.4541901105**

**CAPÍTULO 6 ..... 43**

DIAGNÓSTICO DA PERCEPÇÃO TURÍSTICA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL NA FOZ DO RIO SÃO FRANCISCO, EM PIAÇABUÇU-AL

*Anderson Gonçalves Ramos*

*Karwhory Wallas Lins da Silva*

*Daniela Calumby de Souza Gomes*

*Alan César Vanderlei Moura*

*Fabiola de Almeida Brito*

**DOI 10.22533/at.ed.4541901106**

**II. IMPACTOS AMBIENTAIS**

**CAPÍTULO 7 ..... 54**

ESTUDO SOBRE O IMPACTO CAUSADO NA ADOÇÃO DE MÓDULO ESTRUTURAL EM TORA DE EUCALIPTO TRATADA QUIMICAMENTE

*Carla Lopes Simonis Seba*

*Cristina Veloso de Castro*

**DOI 10.22533/at.ed.4541901107**

**CAPÍTULO 8 ..... 63**

AValiação DO TEOR DE CARBONO EM AMOSTRAS DE SOLUÇÃO SOLO EM DIVERSOS AGROSSISTEMAS DO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ AÇÚ – PARÁ

*Leonardo Lemos Almeida*

*Patricia Silva dos Santos*

*Juliana Feitosa Felizzola*

**DOI 10.22533/at.ed.4541901108**

**CAPÍTULO 9 ..... 72**

DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE 28 MUNICÍPIOS DO RIO GRANDE DO SUL

*Ian Rocha de Almeida*

*Ana Raquel Pinzon de Souza*

*Paula Sulzbach Rilho*

*Carla Fernanda Trevizan*

*Dieter Wartchow*

**DOI 10.22533/at.ed.4541901109**

**CAPÍTULO 10 ..... 81**

ABORDAGEM MULTIVARIADA DE PARÂMETROS FISIOLÓGICOS RELACIONADOS COM ESTRESSE HÍDRICO EM ESPÉCIES FLORESTAIS

*David de Holanda Campelo*

*Claudivan Feitosa de Lacerda*

*João Alencar De Sousa*

*Antônio Marcos Esmeraldo Bezerra*

*José Dionis Matos Araújo*

*Antônia Leila Rocha Neves*

*Carlos Henrique Carvalho Sousa*

*Diva Correia*

*Breno Leonan de Carvalho Lima*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011010**

**CAPÍTULO 11 ..... 97**

**AGRICULTURA URBANA: CULTIVO VERTICAL DE *Talinum triangulare* e *Allium fistulosum***

*Mário Marcos Moreira da Conceição*  
*Ana Cláudia de Sousa da Silva*  
*Estefani Danielle de Araújo Barros*  
*Ruana Regina Negrão de Souza*  
*Talyson de Lima Queiroz*  
*John Enzo Vera Cruz da Silva*  
*Matheus Henrique Trajano Brasil*  
*Gabriela Brito de Souza*  
*Túlio Marcus Lima da Silva*  
*Antônio Pereira Júnior*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011011**

**CAPÍTULO 12 ..... 106**

**USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DAS SUB-BACIAS DO MUNICÍPIO DE FERNANDÓPOLIS – SP**

*Diéssica Talissa Burdo Timóteo da Silva*  
*Luiz Sérgio Vanzela*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011012**

**CAPÍTULO 13 ..... 110**

**ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DE UM MATADOURO FRIGORÍFICO**

*Mário Marcos Moreira da Conceição*  
*Ana Cláudia de Sousa da Silva*  
*Estefani Danielle de Araújo Barros*  
*Talyson de Lima Queiroz*  
*Daniel Batista Araújo Ferreira*  
*John Enzo Vera Cruz da Silva*  
*Matheus Henrique Trajano Brasil*  
*Antônio Pereira Júnior*  
*Túlio Marcus Lima da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011013**

**CAPÍTULO 14 ..... 120**

**CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DE ONDAS, NO OESTE DA BAHIA**

*Joaquim Pedro Soares Néto*  
*Newton Moreira de Souza*  
*Maurício Leite Lopes*  
*Heliab Bomfim Nunes*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011014**

**CAPÍTULO 15 ..... 136**

**CARACTERIZAÇÃO DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS PELOS PROCESSADORES DE AÇAÍ NA ZONA URBANA DE CAPITÃO POÇO, PARÁ**

*Antonio Maricélio Borges de Souza*  
*Ana Helena Henrique Palheta*  
*Maria Sidalina Messias de Pina*  
*Tiago Farias Peniche*  
*Iolly Barbara dos Santos Mesquita*



*Maria Lidiane da Silva Medeiros  
Caio Douglas Araújo Pereira  
Luã Souza de Oliveira  
Wesley Nogueira Coutinho  
Silas da Silva Guimarães Júnior  
Bruno Maia da Silva  
Leidiane Gonçalves Tavares*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011015**

**CAPÍTULO 16 ..... 145**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MELAÇO DE CAJÚ  
(*Anacardium occidentale* L.) PRODUZIDO ARTESALMENTE EM SALVATERRA,  
PARÁ**

*Raiane Gonçalves dos Santos  
Rayra Evangelista Vital  
Aldejane Vidal Prado  
Gerlainny Brito Viana  
Jean Santos Silva  
Filipe Portal Lima  
João José Farias dos Anjos  
Carmelita de Fátima Amaral Ribeiro*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011016**

**CAPÍTULO 17 ..... 151**

**CO-DIGESTÃO DE RESÍDUOS DE FRUTAS E VEGETAIS E RESÍDUOS DE  
RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO PARA A PRODUÇÃO DE BIOGÁS**

*Jhenifer Aline Bastos  
João Henrique Lima Alino  
Laércio Mantovani Frare  
Thiago Edwiges*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011017**

**CAPÍTULO 18 ..... 158**

**COMPARAÇÃO ENTRE PROCESSOS DE AMOSTRAGEM PARA ESTIMAR O  
VOLUME EM UMA FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA**

*Mario Lima dos Santos  
Larissa da Silva Miranda  
Welton dos Santos Barros  
Beatriz Cordeiro Costa  
Eder Silva de Oliveira  
Dione Dambrós Raddatz  
Francisco de Assis Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011018**

**CAPÍTULO 19 ..... 168**

**CRESCIMENTO POPULACIONAL E GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: O CASO  
DA REGIÃO NORTE**

*Mário Marcos Moreira da Conceição  
Talyson de Lima Queiroz  
Ana Cláudia de Sousa da Silva  
Lucimar Costa Pereira  
Gabriela Brito de Souza  
Ayla Fernanda Muniz Miranda*

*John Enzo Vera Cruz da Silva*  
*Túlio Marcus Lima da Silva.*  
*Antônio Pereira Júnior*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011019**

**CAPÍTULO 20 ..... 177**

OCORRÊNCIAS DE INCÊNDIOS REGISTRADAS PELO CORPO DE BOMBEIRO MILITAR (1º GPA) E OS PRINCIPAIS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS, ARAGOMINAS – PA

*Felipe da Silva Sousa*  
*Antônio Pereira Junior*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011020**

**III. MEIO AMBIENTE E SAÚDE**

**CAPÍTULO 21 ..... 187**

O CATADOR DE LIXO E OS FATORES DE RISCO À SAÚDE EM UM LIXÃO DO MUNICÍPIO DE BARGARENA – PA

*Lucas Mateus Coelho Nunes*  
*Nildson Henrique Ferreira Silva*  
*Danilo Assunção Almeida*  
*Ana Clara Silva Garcia*  
*Felipe da Costa da Silva*  
*Raymundo David Pinheiro Fernandes Baia*  
*Andréa Fagundes Ferreira Chaves*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011021**

**CAPÍTULO 22 ..... 197**

IMPORTÂNCIA DO MANEJO CORRETO DE RESÍDUOS GERADOS NOS SERVIÇOS DE SAÚDE

*Vitor de Faria Alcântara*  
*Maria Lúcia Vieira de Britto Paulino*  
*Julielle dos Santos Martins*  
*Michella Grey Araújo Monteiro*  
*Jonas dos Santos Sousa*  
*Alan John Duarte de Freitas*  
*Jessé Marques da Silva Júnior Pavão*  
*Joao Gomes da Costa*  
*Aldenir Feitosa dos Santos*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011022**

**CAPÍTULO 23 ..... 204**

RELAÇÃO ENTRE SANEAMENTO E DOENÇAS DIARREICAS AGUDAS: EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SEU PAPEL FUNDAMENTAL NO AUXÍLIO À PREVENÇÃO DE DOENÇAS

*Francisco Rodrigo Cunha do Rego*  
*Érica Joziélen Cunha da Silva*  
*Joyce Torres de Souza*  
*Maria Josiérika Cunha da Silva*  
*Fernanda Carneiro Romagnoli*

**DOI 10.22533/at.ed.45419011023**

|   |            |
|---|------------|
| <b>CAPÍTULO 24</b> .....  | <b>212</b> |
| <b>MELHORIA NA QUALIDADE DE VIDA EM AMBIENTES INTERNOS COM PLANTAS REMOVEDORAS DE FORMALDEÍDO DO AR</b> |            |
| <i>Ana Paula Ferreira</i>   |            |
| <i>Brennda Ribeiro Paupitz</i>  |            |
| <i>Débora Elisa Antunes de Mendonça</i>   |            |
| <i>Emmanuel Predestin</i>   |            |
| <i>Fernanda Amaral Della Rosa</i>   |            |
| <i>Gustavo Fernando da Silva</i>  |            |
| <i>Joice Lazarin Romão</i>  |            |
| <i>Keila Mileski Pontes</i>   |            |
| <i>Marcelo Teixeira Silva</i>   |            |
| <i>Helio Conte</i>  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.45419011024</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 25</b> .....  | <b>223</b> |
| <b>AGRAVOS À SAÚDE POR ACIDENTES COM ESCORPIÕES</b>   |            |
| <i>Alex Henrique de Mello Feitosa</i>   |            |
| <i>Marco Antônio de Andrade Belo</i>  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.45419011025</b>   |            |
| <b>CAPÍTULO 26</b> .....  | <b>233</b> |
| <b>MOBILIDADE URBANA – A DIFÍCIL ARTE DE CAMINHAR</b>   |            |
| <i>Renilson Dias de Souza</i>   |            |
| <i>Evandro Roberto Tagliaferro</i>  |            |
| <b>DOI 10.22533/at.ed.45419011026</b>   |            |
| <b>SOBRE AS ORGANIZADORAS</b> .....   | <b>237</b> |
| <b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....   | <b>238</b> |

## MELHORIA NA QUALIDADE DE VIDA EM AMBIENTES INTERNOS COM PLANTAS REMOVEDORAS DE FORMALDEÍDO DO AR

**Ana Paula Ferreira**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá –  
Paraná

**Brennda Ribeiro Paupitz**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá –  
Paraná

**Débora Elisa Antunes de Mendonça**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá –  
Paraná

**Emmanuel Predestin**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá –  
Paraná

**Fernanda Amaral Della Rosa**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá –  
Paraná

**Gustavo Fernando da Silva**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá –  
Paraná

**Joice Lazarin Romão**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá –  
Paraná

**Keila Mileski Pontes**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá –  
Paraná

**Marcelo Teixeira Silva**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá –  
Paraná

**Helio Conte**

Universidade Estadual de Maringá, Maringá –  
Paraná

**RESUMO:** A poluição atmosférica, que ocorre tanto de modo natural quanto pela ação antrópica, vem causando preocupações à sociedade. Desde a revolução industrial, esse problema tem evoluído, interferindo na saúde dos seres vivos. Portanto, o objetivo deste levantamento bibliográfico foi destacar efeitos dos formaldeídos e alertar sobre outros poluentes existentes no ar, bem como reduzir suas quantidades em ambientes fechados com a utilização de plantas. Para este fim, foram utilizadas plataformas de bancos de dados eletrônicos: Scielo, Pubmed, Science Direct, Periódicos CAPES, Google Acadêmico e sites de órgãos fomentadores. Pesquisas com fitorremediação avançaram na despoluição atmosférica, mostrando que as relações simbióticas entre plantas e microrganismos apontam resultados eficientes metabolizando substâncias nocivas em compostos inertes. No campo biotecnológico, há pesquisas que buscam minimizar concentrações desses poluentes em ambientes fechados, reduzindo seus impactos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Poluição do ar, Fitorremediação, Saúde humana, Descontaminação, Compostos orgânicos voláteis

INDOOR QUALITY OF LIFE IMPROVEMENT  
BY FORMALDEHYDE-REMOVING PLANTS

**ABSTRACT:** Atmospheric pollution can happen naturally or by anthropic action and is a serious concern to the society. This issue evolved since the industrial revolution, and it affects all living beings. Therefore, this literature review focus on formaldehyde and alerts about other air pollutants as well as the reduction of their concentrations in environment by plants. Source databases, such as Scielo, Pubmed, Science Direct, CAPES, Google, besides development agencies websites were used for this purpose. Phytoremediation has emerged as an effective way for indoor depollution. Researches have shown that the symbiotic relationship between plants and microorganisms can be very efficient in metabolizing harmful substances into inactive compounds. In the biotechnological field, there is research seeking to reduce indoor pollutant concentration, reducing its impact.

**KEYWORDS:** Air pollution, Phytoremediation, Human health, Decontamination, Volatile organic compounds

## INTRODUÇÃO

A poluição do ar é ocasionada por partículas e compostos químicos liberados na atmosfera por meio de: atividades humanas, indústrias, veículos e produtos utilizados diariamente, os quais liberam chumbo (Pb), dióxido de nitrogênio (NO<sub>2</sub>), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), fumaça, partículas inaláveis (MP<sub>10</sub> e MP<sub>2,5</sub>), monóxido de carbono (CO), ozônio (O<sub>3</sub>), e partículas totais em suspensão (PTS) (MMA, 2019). A exposição a esses agentes causa danos à qualidade de vida dos seres vivos e com o tempo pode acarretar agravamento da saúde, resultando no aparecimento de doenças respiratórias, cardiovasculares e neurais (WHO, 2019).

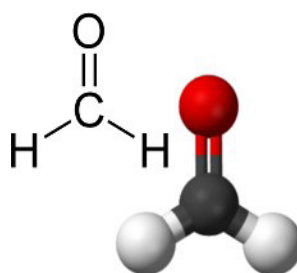
A poluição atmosférica é um dos problemas que mais causa mortes no mundo, e recebe grande atenção da Organização Mundial da Saúde (OMS). A OMS estabelece parâmetros toleráveis de poluentes presentes no ar (WHO, 2019). Além da poluição externa, existe a poluição interna produzida por aquecedores, equipamentos, queima da biomassa, produção de alimentos e produtos de limpeza (TEIRI *et al.*, 2018; AUNAN *et al.*, 2019). Os padrões da qualidade do ar no Brasil estão no decreto nº 491/2018 do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) e possuem o objetivo de preservar o ecossistema e a saúde humana de qualquer elemento que torne o ar inadequado. Tais padrões levam em consideração o valor da concentração do poluente na atmosfera, associando-o a um intervalo de tempo de exposição (MMA, 2019).

Dentre as substâncias que poluem o ar estão os compostos orgânicos voláteis (COVs), incolores, aromatizados e estão presentes em ambientes internos, aparelhos eletrônicos, materiais de construção, móveis, tintas. Estes elementos químicos são encontrados em materiais naturais ou sintéticos, com alta pressão de vapor, e ao entrar na atmosfera transformam-se em gás sólido ou líquido, tais como aldeído, benzeno, cetona, cloro metano, xileno, formaldeído, entre outros (EPA, 2019). Além

disso, a curto e a longo prazo podem apresentar riscos ao ecossistema e a saúde, desde irritação aos olhos, até câncer, dependendo da reação do organismo em contato com cada composto (TEIRI *et al.*, 2018; EPA, 2019).

O formaldeído, também conhecido como metanal e aldeído fórmico, é um composto orgânico volátil que causa preocupação quando o assunto é poluição atmosférica. Esse produto possui propriedade física líquida, incolor, forte odor, é solúvel em água, altamente reativo e possui moderada flamabilidade (VERONEZ *et al.*, 2010).

A Figura 1 descreve uma molécula que possui um átomo de carbono (C), um de oxigênio (O) (ligados por uma ligação dupla - grupo carbonilo) e dois de hidrogênio (H) (ligados ao carbono por ligações simples). Sua fórmula molecular é CH<sub>2</sub>O.



**Figura 1-** Fórmula estrutural do formaldeído.

Fonte: Mundo educação (2008)

Foi descoberto por Butlerov em 1859 e identificado por Hofmann em 1867, através da passagem de uma corrente de ar carregada de metanol sobre uma espiral de platina. É muito utilizado como germicida desinfetante e antisséptico. Usado em laboratórios para embalsamar cadáveres, o formol também é útil em soluções de uréia, tiouréia, resinas melamínicas e também em vidros, espelhos e explosivos (ECYCLE, 2019). É igualmente utilizado na fabricação de cosméticos; açúcar; agricultura como conservante de grãos e sementes; produção de fertilizantes; indústria da borracha, produção de látex; preservação da madeira e produção de filmes fotográficos (MACAGNAN *et al.*, 2011).

Para reduzir a poluição do ar e remover formaldeído de ambientes internos utiliza-se a fitorremediação. Esta prática consiste na utilização de plantas naturais ou modificadas, através da biotecnologia onde se obtém uma característica desejada, capaz de resgatar um ecossistema contaminado, além de ser um procedimento de baixo custo com alta eficácia (PANDEY *et al.*, 2016).

Diversas plantas possuem características fitorremediadoras, e segundo a NASA as que mais se destacaram na redução do formaldeído no ambiente foram: *Chlorophytum comosum* (clorofito), *Hedera nepalensis* var. *sinensis* (hera), *Aloe vera* (babosa), *Dracaena sanderiana* (bambu da sorte), *Dracaena marginata* (dracena de madagascar), *Dracaena fragrans* cv. *Massangeana* (dracena), *Sansevieria trifasciata*

(espada-de-São-Jorge), *Gerbera jamesonii* (gérbera), *Aglaonema* spp. (aglaonema), *Spathiphyllum floribundum* cv. *Clevelandii* (lírio-da-paz) e *Pritchardia gaudichaudii* (palmeira leque de Fiji) (WOLVERTON *et al.*, 1985; WOLVERTON, 1997).

## EFEITOS DO FORMALDEÍDO NA SAÚDE HUMANA

Os sinais relacionados a uma exposição de baixo nível ao formol podem ser irritantes à mucosa nasal, oral e ocular. A exposição a altas doses, há o risco de envenenamento agudo. Em casos de intoxicação por inalação, os sintomas mais comuns são: tosse, dores de cabeça, falta de ar, dificuldade para respirar, vertigem, e em casos mais graves, bronquite, pneumonia, laringite e edema pulmonar. Em contato com a pele, ele fica com um aspecto esbranquiçado e com forte sensação de anestesia superficial. Se ingerido, as chances de óbito são altas. A substância tem o potencial de causar dores na boca, faringe e abdômen, náusea, vômito e perda da consciência. Podem ocorrer diarreia com sangue, convulsões, necrose da mucosa gastrointestinal, danos em órgãos como fígado, cérebro e coração, colapso circulatório e falência renal (PORTAL EDUCAÇÃO, 2008).

O formaldeído é um dos compostos responsáveis pela “Síndrome do Edifício Doente”, caracterizada por ambientes fechados e sem a ventilação necessária, interferindo na qualidade do ar e saúde dos frequentadores do local. Esta contaminação pode ocasionar reações como ardência nos olhos e tosse, crises de asma e rinite, afetando a saúde e a qualidade de vida (GUO *et al.*, 2013).

Segundo a OMS e a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC), o formaldeído é um composto carcinogênico. Estudos também demonstraram que o composto é teratogênico, ou seja, pode causar problemas reprodutivos e má formação fetal. Não há um nível seguro para a exposição ao formaldeído em relação ao câncer. Assim sendo, o composto pode causar danos mesmo em concentrações pouco detectáveis (INCA, 1996).

| CONCENTRAÇÃO | CONSEQUÊNCIA                                  |
|--------------|---|
| 0,8 à 1 ppm  | Percepção olfativa                            |
| 1 à 2 ppm    | Irritante aos olhos, nariz e garganta         |
| 3 à 5 ppm    | Lacrimação e intolerância por algumas pessoas |
| 10 à 20 ppm  | Dificuldade na respiração e forte lacrimação  |
| 25 à 50 ppm  | Fechamento do sistema respiratório            |
| 50 à 100 ppm | Risco de vida                                 |

**Tabela 1-** Concentração de formaldeído e consequência sobre o homem.

Fonte: Adaptada de Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto - USP

|                 | RATOS                  | CAMUNDONGOS            |
|-----------------|------------------------|------------------------|
| DL50 (Oral)     | 800 mg/kg (30 minutos) | 300 mg/kg (subcutâneo) |
| DL50 (Dermal)   | 420 mg/kg (subcutâneo) |                        |
| CL50 (Inalação) | 80 mg/kg (30 minutos)  |                        |

**Tabela 2-** Valores de DL50 risco de morte dos formaldeídos.

Fonte: Adaptada de Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto - USP

## LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

A Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981 estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), definindo instrumentos e mecanismos para a proteção do meio ambiente no Brasil. Há ainda o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que coordena e emite as normas para a aplicação da legislação em todo o país, dividindo a responsabilidade entre os municípios, estado e união, e do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que tem a função de assessorar o governo quanto às medidas que devem ser tomadas para a exploração e preservação dos recursos naturais (PLANALTO, 1981).

Segundo a Resolução nº 36, de 17 de junho de 2009, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária proíbe a exposição, venda e entrega ao consumo de formaldeído (solução a 37%) em drogarias, farmácias, supermercados, armazéns, empórios e lojas de conveniência (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009).

## UM AMBIENTE POLUÍDO E SEU PROCESSO DE RECUPERAÇÃO

Devido a poluição que atinge o solo, a água e o ar, afetando a vida dos animais e vegetais, vários estudos vêm sendo feitos para melhorar a qualidade desses ambientes, empregando práticas de remediação, biorremediação e fitorremediação (PROCÓPIO *et al.*, 2009; VASCONCELLOS *et al.*, 2012).

A remediação consiste na aplicação de medidas de controle e tratamento da poluição de um determinado local. Pode ser feita através da utilização de substâncias químicas, físicas (forma mecânica) ou biológicas (microrganismos e plantas). A biorremediação se caracteriza pela utilização de organismos vivos, como microrganismos que reduzem a poluição presente em um determinado ambiente. E a fitorremediação utiliza plantas para descontaminar o solo, a água e o ar (PROCÓPIO *et al.*, 2009).



## **SOBRE A FITORREMEDIAÇÃO**

A fitorremediação abrange poluentes como os produtos químicos inorgânicos (como os metais pesados), produtos orgânicos persistentes - POP (como os agrotóxicos) e os elementos radioativos. Devido ao seu baixo custo e alta aplicabilidade, a fitorremediação vem ganhando destaque e foco de estudos da descontaminação de ambientes (PANDEY *et al.*, 2016).

O sucesso da técnica depende de diversos fatores, sendo que para a remediação de um ambiente em específico se faz necessário conhecimento da química do solo, da sua microbiologia, da fisiologia da espécie de planta que se pretende usar e da ecologia do ambiente. Plantas fitorremediadoras precisam ter um crescimento acelerado e possuir a capacidade de acumular um número elevado de contaminantes. A arquitetura de suas raízes, a relação simbiótica com rizobactérias e a formação de micorrizas são fatores determinantes que influenciam na capacidade de absorção de contaminantes específicos pelo vegetal (ODOH *et al.*, 2019).

## **COMO A FITORREMEDIAÇÃO OCORRE?**

Durante o processo de fitorremediação, o vegetal faz uso de mais de um mecanismo de forma simultânea (PARSEH *et al.*, 2018). Com o mecanismo de fitoextração, a planta modifica o solo absorvendo, condensando e depositando poluentes em sua raiz e, posteriormente, transfere tais componentes para seus órgãos aéreos. Tal método pode ser utilizado para modificar compostos não orgânicos. A fitoextração permite reciclar os poluentes acumulados nas estruturas aéreas da planta através da colheita da biomassa, a qual pode ser utilizada na produção de biogás, na recuperação de metais ou ser queimada (ROSTAMI; AZHDARPOOR, 2019).

A rizodegradação é a degradação de poluentes na região da rizosfera, na qual ocorre a atividade de microrganismos que estão associados ao vegetal fitorremediador. A ação desses microrganismos é influenciada pela interação com a raiz da planta das seguintes formas: a raiz excreta aminoácidos e carboidratos que estimulam a atividade das rizobactérias e fornece a estes microrganismos oxigênio para atividades aeróbicas (como a degradação de alguns poluentes); a biomassa da raiz aumenta a quantidade de carbono orgânico disponível. Na rizosfera também estão presentes fungos que formam as micorrizas, capazes de degradar substâncias que nem a planta ou as rizobactérias conseguem (ASHRAF *et al.*, 2019).

A fitotransformação consiste na quebra de compostos orgânicos por processos metabólicos ou através da ação de enzimas produzidas pelas plantas de forma independente da comunidade microbiana. A fitovolatilização está atrelada a fitotransformação de forma que a planta absorve o poluente do solo e o transforma em compostos voláteis menos tóxicos, os quais são liberados na atmosfera pela transpiração da planta (ASHRAF *et al.*, 2019).

A fitofiltração atua na recuperação da água com baixo nível de contaminantes.

Neste método são utilizadas raízes, plântulas ou calos. Os contaminantes são absorvidos pela estrutura, que após saturação, é colhida. No caso de raízes, plantas terrestres e aquáticas são utilizadas, entretanto, as terrestres são preferíveis devido ao seu sistema radicular longo e fibroso (ASHRAF *et al.*, 2019).

Na fitoestabilização as plantas diminuem a mobilidade e a biodisponibilidade dos poluentes na água ou no solo. O vegetal pode absorver o poluente ou sedimentá-lo próximo às suas raízes, de forma que o contaminante não seja transferido para outros locais ou consumido por organismos vivos. Essa técnica envolve a imobilização física e química da substância, entretanto consiste apenas em uma solução temporária, já que os contaminantes ainda estariam inseridos no solo (ROSTAMI; AZHDARPOOR, 2019).

Durante as trocas gasosas realizadas no processo de transpiração, os poluentes presentes na atmosfera são fixados na superfície foliar ou absorvidos pelos tecidos através dos estômatos, para posterior metabolização dessas partículas. Por conta dessa capacidade de retirar poluentes do ar, muitas plantas estão sendo empregadas pela biotecnologia na remediação de contaminantes no ambiente (GAWRONSKI *et al.*, 2017).

## ESPÉCIES FITORREMEIADORAS DE FORMALDEÍDO

Estudos conduzidos por Kim *et al.* (2010), identificaram nove espécies com alta capacidade de remover este poluente. São elas: *Osmunda japonica* (samambaia real asiática), *Selaginella tamariscina* (selaginela), *Davallia mariesii* (samambaia rendaportuguesa), *Polypodium formosanum* (outro tipo de samambaia), *Psidium guajava* (goiabeira), *Lavandula* spp. (lavanda), *Pteris dispar* e *Pteris multifida* (variedades de samambaias) e *Pelargonium* spp. (gerânio sul-africano).

Foi observado que a atividade de remediação do formaldeído está relacionada com o período do dia (SON *et al.*, 2008). A luminosidade aumenta a taxa de absorção de formaldeído para determinadas espécies, como o *Nerium indicum* (oleandro ou espirradeira) (KONDO *et al.*, 1995). Da mesma maneira, a temperatura também influencia, como no caso do *Phoenix roebelenii* (palmeira fênix) (BAOSHENG *et al.*, 2009). Tais estudos mostram a importância da compreensão da forma como a planta reage a ambientes diversos, temperaturas, taxa de luminosidade, concentrações de COVs, entre outras variáveis, de forma a encontrar melhores condições para a realização da fitorremediação (CRUZ *et al.*, 2014).

Além disso, plantas podem ser geneticamente modificadas para expressar o gene de enzimas chave que participam da degradação do formaldeído, como foi feito com a *Nicotiana tabacum* (tabaco). Os resultados atestaram que a eficiência da remoção deste composto foi 20% maior nas plantas transgênicas (SAWADA *et al.*, 2007).

*Chamaedorea elegans* possui destaque como fitorremediadora, pois além da

alta capacidade de absorção do formaldeído, é facilmente encontrada no ambiente urbano, proporcionando sua utilização em ambientes internos (HAJIZADEH *et al.*, 2018).

A imagem a seguir mostra três plantas com potencial fitorremediador, *Chamaedorea* sp. (Camedórea ou camedoria), *Spathiphyllum* sp. (Lírio-da-paz) e *Sansevieria trifasciata* (Espada-de-São-Jorge), retratadas consecutivamente na figura 2.



Figura 2 - A. *Chamaedorea* sp.; B. *Spathiphyllum* sp.; C. *Sansevieria trifasciata*.

Fonte: Os autores

## CONCLUSÃO

A poluição em ambientes internos é uma preocupação devido a forma de vida das pessoas, que passam grande parte do dia em ambientes fechados. Uma das causas de poluição nestes ambientes são os compostos orgânicos voláteis (COVs), presentes em muitos produtos de uso diário, sendo o formaldeído um dos elementos, muito usado na indústria de cosméticos e produtos de limpeza. Apesar de existirem leis que regulam a quantidade tolerável de formaldeído, muitas vezes são negligenciadas. Diversas plantas possuem características fitorremediadoras de formaldeído, proporcionando uma alternativa ecológica na remediação de ambientes. Portanto, a identificação de plantas remediadoras capazes de serem cultivadas em ambientes internos se faz necessária. Além disso, há necessidade de conscientizar a população para obtenção de um ambiente sustentável.

## REFERÊNCIAS

ASHRAF, S.; ALI, Q.; ZAHIR, Z. A.; ASHRAF, S.; ASGHAR, H. N. **Phytoremediation: Environmentally sustainable way for reclamation of heavy metal polluted soils.** *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 174, p. 714-727, 2019.

- AUNAN, K.; HANSEN, M. H.; LIUC, Z.; WANGD, S. **The hidden hazard of household air pollution in rural China.** *Environmental Science and Policy*, v. 93, p. 27-33, 2019.
- BAOSHENG, K.; SHIBATA, S.; SAWADA, A.; OYABU, T.; KIMURA, H.; **Air purification capability of potted Phoenix roebelenii and its installation effect in indoor space.** *Sensor Mater*, v. 21, p. 445–455, 2009.
- CRUZ, M. D.; CHISTENSEN, J. H.; THOMSEN, J. D.; MULLER, R. **Can ornamental potted plants remove volatile organic compounds from indoor air? — a review.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 21, p. 13909–13928, 2014.
- ECYCLE. **O que é formaldeído e como evitar seus perigos.** Disponível em <<https://www.ecycle.com.br/2105-formaldeido>>. Acesso em: Junho de 2019.
- GAWRONSKI, S. W.; GAWRONSKA, H.; LOMNICKI, S.; SAEBO, A.; VANGRONSVELD, J. **Chapter eight: Plants in air phytoremediation.** In: *Advances in Botanical Research*, v. 83, p. 319-346, 2017.
- GUO, P.; YOKOYAMA, K.; PIAO, F.; SAKAI, K.; KHALEQUZZAMAN, M.; KAMIJIMA, M.; NAKAJIMA, T.; KITAMURA, F. Sick Building Syndrome by Indoor Air Pollution in Dalian, China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 10, p. 1489-1504, 2013.
- HAJIZADEH, Y.; TEIRI, H.; POURZAMANI, H. **Phytoremediation of VOCs from indoor air by ornamental potted plants: A pilot study using a palm species under the controlled environment.** *Chemosphere*, v. 197, p. 375-381, 2018.
- HOSPITAL DAS CLÍNICAS DE RIBEIRÃO PRETO - USP (2008) Disponível em: <<http://www.hcrp.fmrp.usp.br/sitehc/fispq/SOLU%C3%87%C3%83O%2DE%20>>. Acesso em: jun. 2019.
- INSTITUTO NACIONAL DO CÂNCER (INCA). 1996. Disponível em: <<http://www1.inca.gov.br/impressao.asp?op=cv&id=795>>. Acesso em: jun. 2019.
- KIM, K. J.; JEONG, M. I.; LEE, D. W.; JEONG, S. S.; KIM, H. D.; YOO, E. A.; JEONG, S. J.; HAN, S. W.; KAYS, S. J.; LIM, Y. W.; KIM, H. H. **Variation in Formaldehyde Removal Efficiency among Indoor Plant Species.** *Hortscience*, v. 45, n. 10, p. 1489–1495, 2010.
- KONDO, T.; HASEGAWA, K.; UCHIDA, R.; ONISHI, M.; MIZUKAMI, A.; OMASA, K. Absorption of formaldehyde by oleander (*Nerium indicum*). *Environmental Science & Technology*, v. 29, p. 2901-2903, 1995.
- MACAGNAN, K. K.; SARTORI M. R. K.; CASTRO F. G. **Sinais e Sintomas da Toxicidade do Formaldeído em Usuários de Produtos Alisantes Capilares.** *Cadernos da Escola de Saúde*, v. 1, n. 4, p. 46-63, 2011.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). 2009 Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2009/res0036\\_17\\_06\\_2009.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2009/res0036_17_06_2009.html)>. Acesso em: jun. 2019.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Padrões de Qualidade do Ar. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/padroes-de-qualidade-do-ar.html>>. Acesso em: Jun. 2019.
- MUNDO EDUCAÇÃO Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/formaldeido.htm>>. Acesso em: jun. 2019.

ODOH, C. H.; ZABBEY, N.; SAM, K.; EZE, C. N. **Status, progress and challenges of phytoremediation - An African scenario.** *Journal of Environmental Management*, v. 237, p. 365-378, 2019.

PANDEY, V. C.; BAJPAI, O.; SINGH, N. **Energy crops in sustainable phytoremediation.** *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 54, p. 58-73, 2016.

PARSEH, I.; TEIRI, H.; HAJIZADEH, Y.; EBRAHIMPOUR, K. **Phytoremediation of benzene vapors from indoor air by *Schefflera arboricola* and *Spathiphyllum wallisii* plants.** *Atmospheric Pollution Research*, v. 9, Issue 6, p. 1083-1087, 2018.

PLANALTO. 1981 Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm)>. Acesso em: jun. 2019.

PORTAL EDUCAÇÃO. 2008 Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/enfermagem/formo-l-ou-formaldeido/750>> Acesso em: jun. 2019.

PROCÓPIO, S. O.; PIRES, F. R.; SANTOS, J. B.; SILVA, A. A. **Fitorremediação de solos com resíduos de herbicidas.** 1º ed. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009.

ROSTAMI, S.; AZHDARPOOR, A. **The application of plant growth regulators to improve phytoremediation of contaminated soils: A review.** *Chemosphere*, v. 220, p. 818-827, 2019.

SAWADA, A.; OYABU, T.; CHEN, L. M.; LI, K. Z.; HIRAI, N.; YURIMOTO, H.; ORITA, I.; SAKAI, Y.; KATO, N.; IZUI, K. **Purification capability of tobacco transformed with enzymes from a methylotrophic bacterium for formaldehyde.** *International Journal of Phytoremediation*, v. 9, p. 487-496, 2007.

SON, K. C.; KIM, K. j.; KIL, M. J.; SONG, J. S.; YOO, E. A.; KAYS, S. J. **Efficiency of Volatile Formaldehyde Removal by Indoor Plants: Contribution of Aerial Plant Parts versus the Root Zone.** *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 133, n. 4, p. 521-526, 2008.

TEIRI, H.; POURZAMANI, H.; HAJIZADEH, Y. **Phytoremediation of VOCs from indoor air by ornamental potted plants: A pilot study using a palm species under the controlled environment.** *Chemosphere*, v. 197, p. 375-381, 2018.

TEIRI, H.; POURZAMZNI, H.; HAJIZADEH, Y. **Phytoremediation of formaldehyde from indoor environment by ornamental plants: An approach to promote occupants health.** *International Journal of Preventive Medicine*, v. 9, n. 70, 2018.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Introduction to Indoor Air Quality. Disponível em: <<https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/introduction-indoor-air-quality>>. Acesso em: Jun. 2019.

VASCONCELLOS, M. C.; PAGLIUSO, D.; SOTOMAIOR, V. S. **Fitorremediação: Uma proposta de descontaminação do solo.** *Estudo de Biologia, Ambiente e Diversidade*, v. 34, n. 83, p. 261-267, 2012.

VERONEZ, D. A. L.; FARIAS, E. L. P.; FRAGA, R.; FREITAS, R. S.; PETERSEN, M. L.; SILVEIRA, J. R. P. **Potencial de risco para a saúde ocupacional de docentes, pesquisadores e técnicos de anatomia expostos ao formaldeído.** *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, v. 5, n. 2, p. 1-14., 2010.

WOLVERTON, B. C., DONALD, R. C. MESICK, H. H. **Foliage plants for the indoor removal of the primary combustion gases carbon monoxide and nitrogen oxides.** *Journal of the Mississippi Academy of Sciences*, v. 30, p. 1-8, 1985.

WOLVERTON, B. C. **How to Grow Fresh Air: 50 House Plants That Purify Your Home or Office**. 1ª ed. New York: Penguin Books, p. 18-19, 1997.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Ambient (outdoor) Air Quality and Health. Disponível em: <[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)>. Acesso em: Jun. 2019.

## **SOBRE AS ORGANIZADORAS**

**Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009), Mestre em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal do Piauí - UFPI (2012), com bolsa do CNPq. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - UFPI (2016), com bolsa da CAPES. Atualmente é professora adjunta do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais (CCAA) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em fitotecnia, fisiologia das plantas cultivadas, propagação vegetal, manejo de culturas, nutrição mineral de plantas, adubação, atuando principalmente com fruticultura e floricultura. E-mail para contato: [raissasalustriano@yahoo.com.br](mailto:raissasalustriano@yahoo.com.br) Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0720581765268326>

**Geisa Mayana Miranda de Souza:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco (2010). Foi bolsista da FACEPE na modalidade de Iniciação Científica (2009-2010) e do CNPq na modalidade de DTI (2010-2011) atuando na área de Entomologia Aplicada com ênfase em Manejo Integrado de Pragas da Videira e Produção Integrada de Frutas. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba, na área de concentração em Agricultura Tropical, linha de pesquisa em Biotecnologia, Melhoramento e Proteção de Plantas Cultivadas. Possui experiência na área de controle de insetos sugadores através de joaninhas predadoras. E-mail para contato: [geisamayanas@gmail.com](mailto:geisamayanas@gmail.com) Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5484806095467611>

**Ana Carolina Sousa Costa:** Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade de Pernambuco - UPE (2009). Mestre em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - PB (2012), com bolsa da CAPES. Doutora em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba - PB (2017), com bolsa da CAPES. Tem experiência na área de Fisiologia, com ênfase em Pós-colheita, atuando principalmente nos seguintes temas: qualidade, atmosfera modificada, vida útil, compostos de alto valor nutricional. E-mail para contato: [anna\\_karollina@yahoo.com.br](mailto:anna_karollina@yahoo.com.br) Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9930409169790701>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Análise de cluster 82, 93  
Análise de componentes principais 82, 88, 90  
Aprendizagem 1, 3, 6, 9

### C

Ciências 1, 2, 6, 9, 12, 16, 27, 42, 54, 62, 71, 94, 104, 106, 136, 151, 165, 196, 199, 211, 223, 231, 232, 233

### D

Danos 12, 17, 28, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 39, 107, 110, 111, 117, 137, 138, 142, 169, 194, 201, 202, 213, 215

### E

Ensino 1, 6, 7, 11, 14, 15, 21, 38, 192, 204, 206, 207, 208, 210, 211  
Eucalipto tratado 54, 55, 57, 58, 60

### F

Fluxo de carbono 63, 70  
Funasa 80, 176

### H

Hortalças 3, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 141, 153

### I

Impacto ambiental 8, 55, 140, 178, 189, 201  
Impacto positivo 54, 55  
Impactos ambientais 9, 12, 14, 15, 29, 32, 34, 46, 59, 110, 111, 112, 118, 119, 137, 138, 142, 169, 170, 173, 178, 179, 193, 196  
Intoxicação 34, 36, 39, 40, 41, 215, 229

### L

Laguna da Jansen 28, 29, 30, 31, 32

### M

Manejo de bacias hidrográficas 106  
Microbacias paraenses 63, 65  
Módulo 54, 55, 56, 57, 60  
Municípios 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 106, 138, 200, 203, 207, 216

### N

Natureza 1, 2, 7, 10, 12, 48, 49, 51, 52, 97, 100, 122, 152, 168, 177, 179, 188, 196, 201, 225



## **P**

Piaçabuçu 43, 44, 45, 46, 50, 51, 52

Plantas 1, 2, 3, 4, 17, 40, 64, 82, 83, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 101, 102, 141, 201, 212, 214, 216, 217, 218, 219

Plantas lenhosas 82

Preservação 5, 28, 30, 43, 45, 47, 48, 49, 51, 55, 59, 60, 121, 195, 214, 216

Produção 4, 5, 15, 35, 38, 42, 55, 56, 60, 61, 62, 83, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 131, 132, 133, 134, 137, 138, 141, 143, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 157, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 178, 180, 188, 189, 197, 198, 206, 213, 214, 217

Produção sustentável 110, 111, 118

## **R**

Recursos hídricos 102, 106

Redução do calor 16, 23, 26

Resíduos sólidos 8, 9, 13, 15, 31, 33, 62, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 110, 112, 115, 116, 117, 118, 137, 152, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 187, 188, 189, 195, 196, 198, 199, 200, 201, 202, 203

Riscos à saúde 34, 39, 110, 115, 137, 138, 142, 169, 187

## **S**

Sensibilização 7, 8, 9, 14, 16, 26, 116, 118

Sistematização 110, 111, 118

Solução solo 63, 66

Sombra 16, 22, 23, 26

Sustentabilidade 2, 5, 9, 14, 33, 50, 54, 61, 62, 71, 97, 98, 106, 129, 176

## **T**

Trabalhadores do turismo 43, 46, 47

Trocas gasosas 82, 85, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 218

## **U**

Universidade 7, 8, 9, 10, 12, 14, 16, 27, 34, 41, 52, 53, 54, 62, 71, 73, 81, 97, 106, 110, 120, 136, 143, 145, 147, 150, 151, 153, 158, 165, 168, 177, 187, 197, 203, 204, 211, 212, 223, 231, 232, 233, 236

## **V**

Visitantes excursionistas 43, 45, 46, 47, 49, 50

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-645-4



9 788572 476454