



Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

# As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente

Henrique Ajuz Holzmann  
(Organizador)

As Engenharias frente a Sociedade, a  
Economia e o Meio Ambiente

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Executiva: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores

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**

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. 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  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> 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 Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista  
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

#### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

E57 As engenharias frente a sociedade, a economia e o meio ambiente  
[recurso eletrônico] / Organizador Henrique Ajuz Holzmann. –  
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (As Engenharias Frente  
a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente; v. 1)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-429-0  
DOI 10.22533/at.ed.290192506

1. Engenharia – Aspectos sociais. 2. Engenharia – Aspectos  
econômicos. 3. Desenvolvimento sustentável. I. Holzmann, Henrique  
Ajuz. II. Série.

CDD 658.5

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

Atena  
Editora

Ano 2019

## APRESENTAÇÃO

As obras As Engenharias frente a Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente Volume 1, 2, 3 e 4 abordam os mais diversos assuntos sobre métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação do homem com o meio ambiente e seus recursos.

O Volume 1 está disposto em 31 capítulos, com assuntos voltados a engenharia do meio ambiente, apresentando processos de recuperação e reaproveitamento de resíduos e uma melhor aplicação dos recursos disponíveis no ambiente, além do panorama sobre novos métodos de obtenção limpa da energia.

Já o Volume 2, está organizado em 32 capítulos e apresenta uma vertente ligada ao estudo dos solos e águas, com estudos de sua melhor utilização, visando uma menor degradação do ambiente; com aplicações voltadas a construção civil de baixo impacto.

O Volume 3 apresenta estudos de materiais para aplicação eficiente e econômica em projetos, bem como o desenvolvimento de projetos mecânico e eletroeletrônicos voltados a otimização industrial e a redução de impacto ambiental, sendo organizados na forma de 28 capítulos.

No último Volume, são apresentados capítulos com temas referentes a engenharia de alimentos, e a melhoria em processos e produtos.

Desta forma um compendio de temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CIDADES SUSTENTÁVEIS: PRÁTICAS PARA A RECUPERAÇÃO DAS ÁGUAS	
Aline Pereira Gaspar Karen Niccoli Ramirez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2901925061</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>14</b>
APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA EM EMPREENDIMENTOS RURAIS: CAPTAÇÃO, ARMAZENAMENTO E UTILIZAÇÃO	
Natalia da Rocha Pinto Elfride Anrain Lindner	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2901925062</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>31</b>
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA DOMÉSTICA UTILIZANDO PROCESSOS DE FILTRO BIOLÓGICO, FOTOCATÁLISE DE TiO <sub>2</sub> E ADIÇÃO DE MORINGA	
Maria Marcyara Silva Souza Francisco Wellington Martins da Silva Antônia Mayara dos Santos Mendes Quezia Barboza Rodrigues Juan Carlos Alvarado Alcócer	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2901925063</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
DETERMINAÇÃO DO DESEMPENHO DO SISTEMA DE RECUPERAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA UTILIZANDO BOMBA DE ÁGUA COM ENERGIA MOLECULAR E TUBOS DE BOROSSILICATO	
Igor José Langer Luis Eduardo Palomino Bolivar	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2901925064</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>47</b>
CARACTERIZAÇÃO DA PRODUÇÃO E REVISÃO DAS TÉCNICAS DE GERENCIAMENTO DA ÁGUA PRODUZIDA NOS CAMPOS MADUROS DA BACIA DO RECÔNCAVO	
Thaís Freitas Barbosa Victor Menezes Vieira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2901925065</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>60</b>
CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DE QUATRO SUB-BACIAS DE DRENAGEM DE PONTA GROSSA-PR	
Rafaela Paes de Souza Barbosa Gustavo Forastiere Simoneli Maria Magdalena Ribas Döll Mayra Alves Donato	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2901925066</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>73</b>
VERIFICAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE HÍDRICA DA LAGOA COSTEIRA DE JACAREPAGUÁ NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
<a href="#">Ana Carolina Silva de Oliveira Lima</a> <a href="#">Ana Cláudia Pimentel de Oliveira</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2901925067</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>77</b>
POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E TOXICIDADE DE PRODUTOS COMERCIAIS À BASE DE FUMO ( <i>NICOTIANA TABACUM</i> ) UTILIZADOS EM AGRICULTURA ORGÂNICA	
<a href="#">Magda Regina Santiago</a> <a href="#">Lígia Maria Salvo</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2901925068</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>85</b>
CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL E GEOTÉCNICA: CARTILHA INFANTIL E O PROJETO GEOPREVENÇÃO	
<a href="#">Carla Vieira Pontes</a> <a href="#">Talita Gantus de Oliveira</a> <a href="#">Vitor Pereira Faro</a> <a href="#">Roberta Bomfim Boszczowski</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2901925069</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>95</b>
AVALIAÇÃO DO EFEITO DA CAMADA DE COBERTURA NA ESTABILIDADE EM ATERROS DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	
<a href="#">Alison de Souza Norberto</a> <a href="#">Rafaella de Moura Medeiros</a> <a href="#">Maria Odete Holanda Mariano</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250610</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>104</b>
AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (RSS) DE UM HOSPITAL MATERNIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO	
<a href="#">Leonardo de Lima Moura</a> <a href="#">Claudio Fernando Mahler</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250611</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>117</b>
UM ESTUDO SOBRE A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA USINA DE RECICLAGEM DE PAPEL PARA UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM MANHUAÇU	
<a href="#">Millena Gabriela Gualberto de Souza</a> <a href="#">Nandeyara de Oliveira Costa</a> <a href="#">Glaucio Luciano de Araujo</a> <a href="#">Marcela Moreira Couto</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250612</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>126</b>
BIOGÁS: O APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DO GÁS METANO GERADO EM ATERROS SANITÁRIOS	
<a href="#">Daniela Cristiano Rufino</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250613</b>	

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>138</b>
PRODUÇÃO DE BIOETANOL UTILIZANDO HIDROLISADO CELULÓSICO DE BIOMASSA	
Cristian Jacques Bolner de Lima	
Francieli Fernandes	
Charles Souza da Silva	
Juniele Gonçalves Amador	
Charles Nunes de Lima	
Monique Virões Barbosa dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250614</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>146</b>
PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DEJETOS DE SUÍNOS PARA A GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM PROPRIEDADES RURAIS DA REGIÃO DE CANOINHAS-SC	
Bruna Weinhardt da Silveira	
Leila Cardoso	
Olaf Graupmann	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250615</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>150</b>
MODELAGEM DE BIORRETORES EM SÉRIE E COM RECICLO PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL ATRAVÉS DE UM ESTUDO DE CASO INDUSTRIAL	
Guilherme Guimaraes Ascendino	
Juan Canellas Bosch Neto	
Laura de Oliveira Martins Torres	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250616</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>166</b>
O USO DO HIDROGÊNIO EM MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	
Gustavo Destefani Picheli	
Luiz Carlos Vieira Guedes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250617</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>183</b>
ENERGIA SOLAR: PANORAMA BRASILEIRO	
Douglas Mito Cerezoli	
Leonardo Vinhaga	
Camila Ricci	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250618</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>195</b>
ECONOMIA DE ENERGIA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL – ESTUDO DE CASO NO BLOCO I DO UNIPAM	
Daniel Marcos de Lima e Silva	
Maísa de Castro Silva	
Marcelo Ferreira Rodrigues	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250619</b>	

<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>211</b>
USINAS SOLARES FLUTUANTES EM RESERVATÓRIOS DE HIDRELÉTRICAS: UMA SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA AUMENTAR A DEMANDA DE GERAÇÃO DE ENERGIA NA REGIÃO NORDESTE	
<a href="#">Jéssica Beatriz Dantas</a> <a href="#">Antonio Ricardo Zaninelli do Nascimento</a> <a href="#">Thayse Farias de Barros</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250620</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>222</b>
CÉLULAS SOLARES SENSIBILIZADAS POR CORANTES NATURAIS	
<a href="#">José Waltrudes Castanheira Pereira</a> <a href="#">Márcio Cataldi</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250621</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>238</b>
AVALIAÇÃO ANALÍTICA DAS EFICIÊNCIAS TÉRMICAS E ELÉTRICAS DE UM MÓDULO FOTOVOLTAICO ACOPLADO A UM COLETOR SOLAR DE PLACA PLANA	
<a href="#">Maxwell Sousa Costa</a> <a href="#">Anderson da Silva Rocha</a> <a href="#">Lucas Paglioni Pataro Faria</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250622</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>252</b>
ESTUDO DO POTENCIAL EÓLICO NAS REGIÕES NOROESTE E SUL DO ESTADO DO CEARÁ NO PERÍODO DE 2013 À 2016	
<a href="#">Amanda Souza da Silva</a> <a href="#">Rejane Félix Pereira</a> <a href="#">Umberto Sampaio Madeiro Junior</a> <a href="#">Guilherme Geremias Prata</a> <a href="#">Ivandro de Jesus Moreno de Oliveira</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250623</b>	
<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>258</b>
INVESTIGAÇÃO SOBRE A IMPORTÂNCIA E UTILIZAÇÃO DE PAPEL RECICLADO EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR EM MINAS GERAIS	
<a href="#">Nandeyara de Oliveira Costa</a> <a href="#">Millena Gabriela Gualberto de Souza</a> <a href="#">Glaucio Luciano de Araújo</a> <a href="#">Marcela Moreira Couto</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250624</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>270</b>
UTILIZAÇÃO DA CINZA RESULTANTE DA INCINERAÇÃO DOS RESÍDUOS DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAPEL	
<a href="#">Olaf Graupmann</a> <a href="#">Susan Hatschbach Graupmann</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250625</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>273</b>
PRODUÇÃO DE LUMINÁRIAS A PARTIR DE RESÍDUOS DE MADEIRA	
<a href="#">Ana Luiza Enders Nunes Vieira</a>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250626</b>	

<b>CAPÍTULO 27 .....</b>	<b>279</b>
REAPROVEITAMENTO DE MATERIAL FRESADO EM CAMADAS DE BASE DE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS FLEXÍVEIS	
<p>Marcos Túlio Fernandes  Jouséberon Miguel da Silva  Henrique Lopes Jardim  Alaor Afonso Ramos Soares  Glaucimar Lima Dutra</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250627</b>	
<b>CAPÍTULO 28 .....</b>	<b>289</b>
NOVA PROPOSTA DE ANTENA TÊXTIL COM SUBSTRATO BIODEGRADÁVEL PARA COMUNICAÇÕES SEM FIO	
<p>Matheus Emanuel Tavares Sousa  Humberto Dionísio de Andrade  Samanta Mesquita de Holanda  Idalmir de Souza Queiroz Júnior</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250628</b>	
<b>CAPÍTULO 29 .....</b>	<b>296</b>
RISCOS DE INCÊNDIO ASSOCIADOS AO USO DE LÍQUIDOS IÔNICOS EM DIFERENTES PROCESSOS	
<p>Milson dos Santos Barbosa  Isabela Nascimento Souza  Juliana Lisboa Santana  Isabelle Maria Duarte Gonzaga  Lays Carvalho de Almeida  Aline Resende Dória  Luma Mirely Souza Brandão  Débora da Silva Vilar  Priscilla Sayonara de Sousa Brandão</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250629</b>	
<b>CAPÍTULO 30 .....</b>	<b>307</b>
CENÁRIO DAS PESQUISAS SOBRE IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE IMPLANTAÇÃO OU DUPLICAÇÃO DE RODOVIAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA	
<p>Zeferino José Alencar Bezerra  Emerson Acácio Feitosa Santos  João Gomes da Costa  Thiago José Matos Rocha  Aldenir Feitosa dos Santos  Jessé Marques da Silva Júnior Pavão</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250630</b>	
<b>CAPÍTULO 31 .....</b>	<b>323</b>
A MECÂNICA DOS AGENTES IMPONDERÁVEIS: UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO PARA AS DISCIPLINAS DE QUÍMICA E MECÂNICA NO ENSINO TÉCNICO	
<p>Maria Lia Scalli Fonseca  Felipe de Lucas Barbosa  José Otavio Baldinato</p>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.29019250631</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>341</b>

## POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E TOXICIDADE DE PRODUTOS COMERCIAIS À BASE DE FUMO (*NICOTIANA TABACUM*) UTILIZADOS EM AGRICULTURA ORGÂNICA

**Magda Regina Santiago**

Instituto Biológico, Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Proteção Ambiental, São Paulo – SP

**Lígia Maria Salvo**

Universidade de São Paulo (USP), Instituto de Ciências Biomédicas, São Paulo, SP

**RESUMO:** O caráter ecotoxicológico para organismos não alvo dos produtos comerciais de venda livre à base de ingredientes naturais vegetais para agricultura orgânica apresenta raros estudos no Brasil. Por este motivo elencamos os produtos mais utilizados para controle de lagartas e pulgões em hortas e jardinagem, testando-se produto comercial à base de pó de fumo (*Nicotiana tabacum*). Para ensaios sobre a poluição das águas e de substâncias químicas a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OECD e a Organização Internacional para Padronização - ISO preconizam o zebrafish (*Danio rerio*). Objetivamos analisar e comparar a toxicidade aguda em zebrafish de produtos comerciais à base de pó de fumo analisados no Laboratório de Toxicologia do Instituto Biológico da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo nos últimos nove anos. A sobrevivência dos peixes nos quais os

produtos foram testados foi afetada. Portanto, destacamos a importância de não aplicar o produto comercial próximo às áreas de lagos e lagoas, entretanto, devido ao pó de fumo ser de amplo uso em agricultura orgânica, salientamos que são necessárias mais pesquisas com produtos comerciais que utilizam este ingrediente ativo, pois podem prejudicar a fauna benéfica e a cadeia alimentar, incluindo peixes, devido a sua composição ou forma de aplicação.

**PALAVRAS-CHAVE:** zebrafish; *Danio rerio*; toxicidade de *Nicotiana tabacum*

### POTENTIAL FOR CONTAMINATION OF WATER RESOURCES AND TOXICITY OF TOBACCO (*NICOTIANA TABACUM*) BASED COMMERCIAL PRODUCTS USED IN ORGANIC AGRICULTURE

**ABSTRACT:** The ecotoxicological character for non-target organisms from commercial over-the-counter products based on natural plant ingredients for organic agriculture presents rare studies in Brazil. For this reason we list the most used products for caterpillars and aphids control in garden and gardening, testing a commercial product based on tobacco dust (*Nicotiana tabacum*). For tests on water pollution and chemical substances, the Brazilian Association

of Technical Standards - ABNT, the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) and the International Organization for Standardization (ISO) recommend zebrafish (*Danio rerio*). We aimed to analyze and compare the acute zebrafish toxicity of commercial tobacco dust based products analyzed at the Toxicology Laboratory of the Biological Institute of the Agriculture and Supply Secretariat of the State of São Paulo in the last nine years. The survival of the fish in which the products were tested was affected. Therefore, we emphasize the importance of not applying the commercial product near the areas of lakes and ponds; however, because the tobacco is widely used in organic agriculture, we emphasize that more research is needed with commercial products that use this active ingredient, since may adversely affect beneficial fauna and the food chain, including fish, due to their composition or application.

**KEYWORDS:** zebrafish; *Danio rerio*; toxicity of *Nicotiana tabacum*

## 1 | INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira segue um modelo de produção que emprega fortemente agrotóxicos, esta utilização indiscriminada, prejudica o equilíbrio ecológico, afetando a biodiversidade, a saúde humana e a qualidade ambiental como um todo (ABRASCO, 2015; CARVALHO *et al.*, 2006). Todavia, os métodos de manejo de integrado de pragas (MIP), incluindo o uso racional de pesticidas, e otimização da conservação dos recursos hídricos são amplamente debatidos na pesquisa científica (SCHIAVINI; CARDOSO; RODRIGUES, 2011).

A produção agrícola mundial na atualidade está ainda relacionada à invenção e descoberta de novos pesticidas, também denominados defensivos agrícolas, produto fitossanitários, inseticidas, fungicidas, herbicidas ou agrotóxicos.

Entretanto, ao nível nacional, a prática de controle químico de pragas agrícolas, principalmente nas duas últimas décadas, vem sendo repensada devido à resistência dos insetos às moléculas de pesticidas, ocasionada pelo uso abusivo e repetitivo de vários produtos fitossanitários e novas espécies de insetos introduzidas com novos cultivos pelos agricultores. Há maior preocupação com o ambiente, especialmente com a qualidade ambiental dependente da conservação dos recursos hídricos como responsável pela manutenção das comunidades e ecossistemas, incluindo o Homem. Portanto, este olhar para a conservação da biodiversidade vem sinalizando às empresas multinacionais e nacionais que novas técnicas de produção no campo precisam ser adotadas, como por exemplo o manejo integrado de pragas, conhecido há aproximadamente 40 anos, que vem sendo incentivado com maior ênfase atualmente também pelas empresas produtoras de agrotóxicos. O manejo integrado de pragas envolve, além do controle químico com alternância de ingredientes ativos, o uso de inimigos naturais (que podem ser outros insetos, ácaros, plantas ou microrganismos) que são produzidos em grandes quantidades por laboratórios especializados em

controle biológico e liberados nas plantações e, também, medidas culturais como rotação de culturas ( que é o plantio de diferentes famílias de plantas em épocas consecutivas na mesma área), controle da umidade do solo, por exemplo, usando o método de irrigação mais adequado a determinado cultivo, dentre outras. Essas técnicas conduzem ao uso racional da terra, fruto da crescente preocupação com a toxicidade dos produtos fitossanitários sintéticos e uma tendência técnica atual ao uso de produtos à base de ingredientes ativos naturais para o controle de pragas (FORIM *et al* 2010).

Porém, a História é cíclica também na área de controle de pragas: para o controle de plantas daninhas que surgiam no meio das plantações de trigo os romanos utilizavam o sal, bem como queimavam o enxofre para controlar com a sua fumaça os pulgões da cultura. Já, o arsênio adicionado à água era utilizado pelos chineses para controle de insetos no século XIX (BOHMONT, 1981 *apud* CHAIM, 1999). Na década de 1930 extraía-se o piretro da flor do crisântemo e a nicotina do fumo que são produtos orgânicos e os outros produtos inorgânicos como o arsênio e enxofre continuavam a ser usados e ainda o mercúrio era usado para o controle de insetos. Na II Guerra Mundial, foram introduzidas novas substâncias com a síntese do gás mostarda e do gás-de-nervos (organofosfatos), utilizados como armas químicas por alemães e americanos para desfolhamento das florestas tropicais, o que auxiliava na busca dos inimigos. Daí em diante, os pesticidas eram sintetizados com cadeias ou anéis mais ou menos extensos de átomos de carbono, juntamente com outros elementos químicos, principalmente o fósforo, enxofre, nitrogênio e o cloro (BULL; HATHAWAY, 1986). Posteriormente, foi sintetizado o Dicloro-Difenil-Tricloroetano (DDT), utilizado na II Guerra para controle de piolhos, carrapatos e outros vetores de microrganismos agentes etiológicos de doenças, como o tifo, em soldados ingleses e americanos. Esse composto foi sintetizado por Ottmar Zeidler, químico alemão, em 1872 e teve a confirmação de sua forte ação pesticida em 1939, pelo químico suíço Paul Muller que ganhou o prêmio Nobel de Medicina em 1948, graças a pesquisa descobrindo a eficiência do DDT para a erradicação de vários artrópodes, com destaque para insetos e carrapatos, para prevenir as doenças perigosas transmitidas pelos mesmos. Por exemplo, o emprego do DDT contra o mosquito anófeles (transmissor do agente causal da malária) salvou a vida de milhões de pessoas desde o final dos anos 1940. O DDT foi utilizado no combate a outras doenças transmitidas por insetos vetores, como a febre amarela, encefalite e outras. Apesar destes benefícios, na década de 1960 houve uma grande movimentação para a proteção ambiental, pois a degradação do DDT é muito lenta e sendo lipossolúvel se acumula nas gorduras dos animais e Homem, além de haver uma tendência indubitável de se espalhar por todo o globo terrestre, pois também 50% de agrotóxicos pulverizados permanecem algum tempo no ar e chegam a longas distâncias da plantação, em ambientes naturais. A degradação lenta deste inseticida no meio ambiente, é responsável pela sua proibição no Brasil e muitos outros países, uma vez que os organoclorados, grupo químico do DDT, interferem na

produção de estrógenos, que são os hormônios da reprodução (CARRARO, 1997).

Novas gerações de produtos químicos continuaram a ser desenvolvidas com eficiência agrônômica, como os organofosforados e carbamatos, e mais recentemente os piretroides e neonicotinoides, mas geralmente com toxicidade ao sistema nervoso central de insetos não alvo e mamíferos.

Os inseticidas com princípios ativos vegetais tem tido boa aceitação como alternativa aos inseticidas sintéticos para o manejo de pragas, uma vez que são caracterizados frequentemente por apresentarem poucos problemas ao ambiente ou à Saúde Pública. A literatura científica, abordando produtos botânicos para o controle de insetos vem crescendo, ainda versando sobre um pequeno número de produtos comerciais, que são correntemente utilizados na agricultura dos países industrializados (ISMAN, 2006, AHMAD; ANSARI, 2011). Mas, os produtos comerciais de uso na agricultura orgânica precisam ser mais estudados do ponto de vista da ecotoxicidade, uma vez que o produto formulado pode apresentar maior toxicidade que o ingrediente ativo puro (BEVILACQUA; SUFFREDINI; BERNARDI, 2008).

Os produtos comerciais de venda livre à base de ingredientes naturais vegetais para agricultura orgânica são pouco estudados no Brasil do ponto de vista da ecotoxicidade. Dentre os principais usados na agricultura orgânica destaca-se o pó de fumo (*Nicotiana tabacum*) do qual o mais importante princípio ativo é a nicotina, mas a planta possui outros compostos muito tóxicos, como, terebintina, formol, amônia, naftalina (CEBRID/UNIFESP, 2014).

Na agricultura orgânica por definição não se utiliza nenhum agrotóxico químico, porém, na legislação nacional brasileira é permitida a industrialização e comercialização de alguns produtos comerciais botânicos “naturais”, que podem conter em sua formulação solventes ou adjuvantes que contém anéis aromáticos de carbono e, como mencionamos, estas formulações de venda livre que trazem como recomendação de rótulo para uso na agricultura orgânica não tem necessidade de registro em todos os órgãos que os agrotóxicos comuns são avaliados, podem ser mais tóxicas para o solo e água que a calda de fumo totalmente natural tradicionalmente usada em agricultura orgânica desde o surgimento desta há mais de 5 décadas sem comprometimento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas por lixiviação ou percolação e sem desequilibrar as comunidades do solo.

## 2 | OBJETIVO

Nosso objetivo foi comparar e discutir a toxicidade de formulações comerciais à base de fumo, de venda livre no comércio, ou seja, que não necessitam de receituário agrônômico para aquisição.

### 3 | METODOLOGIA

Realizamos experimentos caracterizado por ensaio da NBR 15088 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. O zebrafish ou peixe zebra (*Danio rerio*) é preconizado pela Organização para o Desenvolvimento Econômico (OECD), Organização Internacional para Padronização (ISO) e Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT para ensaios de poluição das águas e toxicidade de substâncias químicas.

Utilizamos um produto comercial sólido à base de pó de fumo e comparamos a letalidade em zebrafish com dados de pesquisa da literatura estudando também a mortalidade com produto à base de fumo, mas, em spray.

Em um ensaio foi escolhido um dos produtos mais utilizados para controle de lagartas e pulgões em hortas e agricultura orgânica, sendo avaliado produto comercial à base de pó de fumo. O zebrafish (*D. rerio*) tem sido muito usado em estudos de farmacologia, biotecnologia, bioquímica, biologia do comportamento e toxicologia (ZORZETTO; GUIMARÃES, 2013), porque apresenta pequeno tamanho, 70% de semelhança com o genoma humano, resistência, sendo os ovos transparentes, desenvolvimento dos embriões externo ao corpo do peixe fêmea, é de fácil criação e baixo custo quando comparado a outros animais de laboratório, devido a estas características tem sido alvo de pesquisas em diversos países.

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Toxicologia do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Proteção Ambiental do Instituto Biológico, São Paulo, SP, Brasil. Peixes zebra com idade aproximada de 5 meses, adquiridos em loja especializada atacadista, foram previamente aclimatados por 15 dias, conforme ABNT (2006).

Após a aclimação em laboratório, preparamos uma calda com 25g do produto comercial misturado a 250mL de água deionizada aquecida até a fervura; esta infusão foi deixada ao abrigo da luz por 5 dias, sendo agitada manualmente por alguns segundos, diariamente. No 5º dia a suspensão foi coada e ao filtrado foram adicionados 25mL de etanol, conforme orientação do fabricante, a seguir foi realizado o ensaio com os peixes. À suspensão coada contendo o produto, chamamos de calda, que foi transferida por pipeta graduada de 10mL e distribuída em aquários contendo 2 L de água deionizada; consideramos os tratamentos:  $T_0$  = controle;  $T_1$  = 3,0 mL calda.L<sup>-1</sup>;  $T_2$  = 5,0 mLcalda.L<sup>-1</sup>;  $T_3$  = 6,5 mLcalda.L<sup>-1</sup>;  $T_4$  = 8,5 mLcalda.L<sup>-1</sup>;  $T_5$  = 10,0 mLcalda.L<sup>-1</sup>. A solução foi agitada com uma baqueta e os peixes foram transferidos através de uma rede. Os peixes zebrafish (*Danio rerio*) foram expostos por 48h; o ensaio realizado foi estático, portanto a solução teste (água + calda) e a água do aquário controle durante a duração deste ensaio não foi renovada por 48h, conforme ABNT (2006). Os tratamentos  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  e  $T_4$  constaram de 6 replicatas e o tratamento  $T_5$  teve 4 replicatas.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do experimento foi executada após 48h de exposição, porém após as primeiras duas horas já foi constatada mortalidade no tratamento  $T_{5=}$  10,0 mLcalda.L<sup>-1</sup>.

Observou-se que nos tratamentos  $T_0$  (controle),  $T_1$  (3,0 mLcalda.L<sup>-1</sup>) e  $T_2$  (5,0 mLcalda.L<sup>-1</sup>) não morreu nenhum peixe, mas em  $T_3$  (6,5 mLcalda.L<sup>-1</sup>) e  $T_4$  (8,5 mLcalda.L<sup>-1</sup>) houve mortalidade de 80% e em  $T_5 = 10,0$  mLcalda.L<sup>-1</sup>, houve 100% de mortalidade.

Pode ter havido sinergismo entre o produto comercial e o etanol prejudicando a sobrevivência dos peixes, porém, destacamos a importância de não aplicar o produto próximo às áreas de lagos e lagoas, entretanto, devido ao pó de fumo ser de amplo uso em agricultura orgânica, salientamos que são necessárias mais pesquisas com produtos comerciais que utilizam este ingrediente ativo, pois os adjuvantes usados podem tornar a formulação mais tóxica e prejudicar a fauna benéfica devido a sua composição ou forma de aplicação.

Destacamos outros ensaios realizados com produtos líquidos Pronto Uso – tipo “spray” (SANTIAGO; COSTA, 2014) pelo laboratório de toxicologia do Instituto Biológico, nos quais constatou-se toxicidade com o mesmo produto, mas em outra formulação, sendo detectada mortalidade dos peixes nas concentrações mais altas utilizadas (8,00mLProduto Comercial.L<sup>-1</sup> e 10,00mLPC.L<sup>-1</sup>) e em outro ensaio também com “spray” foram constatados discreto aumento no movimento de abertura das brânquias e movimentos erráticos (descoordenados) dos animais com produto comercial de formulação para Pronto Uso com 4 aplicações do spray, estas 4 borrifadas foram equivalentes a 0,50mL do produto comercial (PC).L<sup>-1</sup> e foi observada letalidade na concentração de 3,25mL PC.L<sup>-1</sup> e superior (4,00mL PC.L<sup>-1</sup>). Os produtos estudados não apresentavam nenhuma descrição da composição e nem os teores de *Nicotiana tabacum* no rótulo e não apresentavam bula, pois esta não é exigida para este tipo de produto.

*“A exposição a produtos químicos tem um papel relevante na deterioração da saúde da vida livre e é um desafio para a ciência compreender a função dos produtos químicos desreguladores endócrinos no declínio da biodiversidade”*(WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2012).

## 5 | CONCLUSÕES

A poluição dos rios, contaminação da água subterrânea pela percolação dos pesticidas e adubos, erosão dos solos, desmatamentos indiscriminados e contaminação de alimentos com resíduos de agroquímicos, são as principais consequências ambientais da moderna agricultura. Os efeitos sociais são também muito preocupantes: destruição das pequenas unidades de produção agrícola baseadas no trabalho familiar, fortalecimento da monocultura que não contribui para distribuição equânime da renda

entre os agricultores, havendo aumento nas migrações no sentido campo-cidade (CARRARO, 1997, ABRASCO,2015). Nas cidades também há o desenvolvimento de hortas comunitárias em pequena escala, onde o uso desses produtos para controle de pragas em hortas especialmente pode comprometer além da qualidade do solo e da água também as hortaliças ingeridas pela população. É possível concluir que nestes casos os produtos formulados apresentam maior toxicidade que o fumo natural tradicionalmente usado na agricultura orgânica.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 15088. Ecotoxicologia Aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com peixes. 2006. Solicitação nº 223566. Impresso em 07/04/2010.

ABRASCO, Dossiê – **Um alerta sobre os impactos dos agrotóxicos na saúde. Parte 1 - Agrotóxicos, Segurança Alimentar e Nutricional e Saúde.** Fernando Ferreira Carneiro (Org). Rio de Janeiro; São Paulo. ABRASCO, 2015. 624p. Disponível em: <[http://www.abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco\\_2015\\_web.pdf](http://www.abrasco.org.br/dossieagrototoxicos/wp-content/uploads/2013/10/DossieAbrasco_2015_web.pdf)>. Acesso em 21/07/2017

AHMAD, M.K.; ANSARI, B.A. 2011 Toxicology of nem based pesticide Azael to the embryo and fingerlings of zebrafish *Danio rerio* (Cyprinidae). **World Journal of Zoology**. v.6, n.1, p. 47-51.

BEVILACQUA, A.H.V.; SUFFREDINI, I.B.; BERNARDI, M.M. 2008 Toxicidade de nem, *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), em *Artemia* sp: comparação da preparação comercial e do óleo puro. **Rev. Inst. Ciênc. Saúde**, v.26, n.2, p. 157-160.

BOHMONT, B. L. **The new pesticide user's guide**. Fort Collins: B. & K. Enterprises, 1981. 402 p. In: CHAIM, A. história da pulverização. 1999. Documento da Embrapa meio ambiente. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Chaim\\_historialD-Dcdtr0CVWI.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Chaim_historialD-Dcdtr0CVWI.pdf)> Acesso em: 23/07/2017

BULL, D.; HATHAWAY, D. Pragas e Venenos - Agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo, 1. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 1986. 235p. Disponível em: < <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=117446&indexSearch=ID>>.

CARVALHO, Y.M.C. et al. **Desafio para a gestão de bacia peri-urbana: transformar em serviço ambiental a produção da agricultura familiar**. In: Anais do V Encontro da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2006. CNPAT, EMBRAPA.

CARRARO, G. **Agrotóxico e meio ambiente: Uma proposta de Ensino de Química**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. Disponível em: <<http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/agrototoxicos.pdf>>Acesso em: 23/07/2017

CEBRID. Centro Brasileiro de Informações sobre Drogas Psicotrópicas (Site). Departamento de Psicobiologia - UNIFESP/EPM. 2014 Disponível em: <<http://www2.unifesp.br/dpsicobio/cebrid/questdrogas/tabaco.htm#2>> Acesso em 09/11/2014

FORIM, M. R. et al. 2010 Uso de CLAE no controle de qualidade em produtos comerciais de Nim: reprodutibilidade da ação inseticida. **Quím. Nova**, v.33, n.5, p.1082-1087. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/qn/v33n5/14.pdf>>. Acesso em 20/07/2017

ISMAN, B.M. 2006 Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and

increasing regulated world. **Ann. Rev. Entomol.**, v.51, p. 45-66.

SANTIAGO, M.R.; COSTA, A.R. **Journal of Research in Biology**, v.4, n.6, p. 1441-1443

SCHIAVINI, J.A.; CARDOSO, C.E.; RODRIGUES, W.C. Desreguladores endócrinos no meio ambiente e o uso de potenciais bioindicadores. Revista Eletrônica **TECCEN**, Vassouras, v. 4, n. 3, p. 33-48, 2011

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). State of the Science of endocrine disrupting chemicals 2012. Edited by BERGMAN, A.; HEINDEL, J.J.; JOBLING, S.; KIDD, K.A.; R. ZOELLER, R.T. Geneva, 2013. 38p.

ZORZETTO, R.; GUIMARÃES M. Um peixe modelo. **Pesquisa Fapesp** n. 209, p.16-21, jul, 2013. Disponível em: <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2013/07/15/folheie-a-edicao-209/>>. Acesso em 22-01-2014

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-429-0

