


# MEIO AMBIENTE:

**Questões Éticas x Progresso Tecnológico**

**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco  
Mauricio Zadra Pacheco  
(Organizadores)**



# MEIO AMBIENTE:

**Questões Éticas x Progresso Tecnológico**

**Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco  
Mauricio Zadra Pacheco  
(Organizadores)**



### **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 Cremona

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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
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. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª 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  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª 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  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª 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  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. 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  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª 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  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
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  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
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/UFGA  
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Livia 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  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª 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  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvío Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Meio ambiente: questões éticas x progresso tecnológico

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Giovanna Sandrini de Azevedo  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadores:** Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco  
Mauricio Zadra Pacheco

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

M514 Meio ambiente: questões éticas x progresso tecnológico / Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-149-4

DOI 10.22533/at.ed.494211706

1. Meio ambiente. I. Pacheco, Juliana Thaisa Rodrigues (Organizadora). I. Pacheco, Mauricio Zadra (Organizador). III. Título.

CDD 577

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

contato@atenaeditora.com.br

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “Meio Ambiente: Questões Éticas x Progresso Tecnológico” nos remete às reflexões sobre como a humanidade, que hoje está imersa em informações sobre o meio ambiente, trata a própria questão ambiental. A tecnologia torna-se ferramenta para que o progresso vá de encontro às questões ambientais com ética e compromisso, lembrando sempre que a ação humana sobre o meio ambiente traz consequências, mesmo à luz de que as ações tomadas buscam o bem-estar de toda uma coletividade.

Essa obra mostra a relação entre ética e progresso na essência de suas palavras, trazendo ao leitor as mais variadas visões sobre o conceito de ética frente ao atual modelo de desenvolvimento, buscando sempre demonstrar em como a educação ambiental contribui para uma mudança social e cultural, contribuindo para a construção do progresso.

O livro desdobra-se por temas multidisciplinares como agricultura, sustentabilidade, economia, manejo de solos, recursos hídricos, entre outros. A riqueza de experiências e estudos relatados, traz tanto ao leitor ávido por conhecimento científico como ao pesquisador que busca por referências teóricas de qualidade uma leitura fluente e aprazível.

Os estudos divulgados nesta relevante obra alinham-se ao comprometimento dos autores para com a veracidade científica e a metodologia de pesquisa séria e sustentável. Com estudos das mais variadas regiões do Brasil e do exterior, essa obra engrandece a literatura sobre o eixo temático proposto.

Finalizando, a obra “Meio Ambiente: Questões Éticas x Progresso Tecnológico” registra a prática que fundamenta a teoria proposta pelos autores deste e-book; professores, pesquisadores e acadêmicos que apresentam didática e concisamente seus trabalhos desenvolvidos com afinco e esmero. Neste ponto cabe salientar o compromisso e a estrutura da Atena Editora como uma das principais plataformas de divulgação científica séria e confiável.

Uma ótima leitura!

Juliana Thaisa R. Pacheco  
Mauricio Zadra Pacheco

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO TRANSFORMADOR NA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA**

Ane Carolline Donato Vianna  
Cinoélia Leal de Souza  
Elaine Santos da Silva  
Leandro da Silva Paudarco  
Denise Lima Magalhães  
Rabrine da Silva Matos  
Jaqueline Lopes Prates  
Alaides de Oliveira Souza  
Paula Mônica Ribeiro Cruz Viana  
Jader da Silva Ramos  
Adson da Conceição Virgens  
Daniela Teixeira de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.4942117061**

### **CAPÍTULO 2..... 14**

#### **COMPOSTAGEM COMO FERRAMENTA NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E INCLUSIVA**

Geórgia Peixoto Bechara Mothé  
Priscilla Silva do Espírito Santo  
Raquel Freire da Silva Bandeira  
Glacielen Ribeiro de Souza  
Ingrid de Souza Siqueira  
Mariana Miranda de Abreu  
Gabriela Petroceli Mota  
Jussara Tamires de Souza Silva  
Edson Soares Stellet Mariano  
Aline Chaves Intorne

**DOI 10.22533/at.ed.4942117062**

### **CAPÍTULO 3..... 26**

#### **EDUCAÇÃO E SUSTENTABILIDADE SOCIOAMBIENTAL: PRODUÇÃO DE CADERNOS PEDAGÓGICOS**

Ana Luiza Mainardes  
Graziely Michalski  
Jessica Alessandra Hungaro  
Maykon Wilson Ribeiro  
Lia Maris Orth Ritter Antiqureira  
Natalia de Lima Bueno

**DOI 10.22533/at.ed.4942117063**

### **CAPÍTULO 4..... 32**

#### **PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: PERSPECTIVAS DA ATUAÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE NA ATENÇÃO PRIMÁRIA**

Jader da Silva Ramos

Adson da Conceição Virgens  
Cinoélia Leal de Souza  
Ane Carolline Donato Vianna  
Elaine Santos da Silva  
Denise Lima Magalhães  
Rabrine da Silva Matos  
Alaides de Oliveira Souza  
Danilo da Silva Oliveira  
Jaqueline Pereira Alves  
Anne Layse Araújo Lima  
Paula Mônica Ribeiro Cruz Viana

**DOI 10.22533/at.ed.4942117064**

**CAPÍTULO 5.....47**

**A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO RECURSO REDUTOR DA EXPLORAÇÃO ANIMAL E ASSEGURADOR DOS SEUS DIREITOS**

Ana Elisa de Oliveira e Silva Campos Abreu  
Isabela de Oliveira e Silva Campos Abreu  
Priscila Alves Santos

**DOI 10.22533/at.ed.4942117065**

**CAPÍTULO 6.....50**

**ANÁLISE DIGITAL DE IMAGENS MEDIANTE CÂMERAS DIGITAIS, ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA ANÁLISES COLORIMÉTRICAS**

Jorge David Alguiar Belido  
Lisbeth Zelayaran Melgar  
Yasmim Ribeiro Meirelles

**DOI 10.22533/at.ed.4942117066**

**CAPÍTULO 7.....55**

**CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA POR MEIO DE GEOTECNOLOGIAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO IGARAPÉ DO UNA NA CAPITAL DO ESTADO DO PARÁ-BRASIL**

Ellen Gabriele Pinto Ribeiro  
Maria de Nazaré Martins Maciel  
Bruno Wendell de Freitas Pereira  
Francimary da Silva Carneiro  
Suelen Caroline Almeida Araújo  
Marcio Braga Amorim  
Elayne Oliveira Braga

**DOI 10.22533/at.ed.4942117067**

**CAPÍTULO 8.....71**

**A VULNERABILIDADE SOCIAL NO ENTORNO DOS GRANDES PROJETOS NA AMAZÔNIA: O CASO DE PARAUPEBAS NO ESTADO DO PARÁ- BRASIL**

Charles Benedito Gemaque Souza  
Francimary da Silva Carneiro  
Ana Marcela Alves dos Santos  
Suelen Caroline Almeida Araújo

Marcio Braga Amorim  
Aline Cecy Rocha de Lima  
Elayne Oliveira Braga

**DOI 10.22533/at.ed.4942117068**

**CAPÍTULO 9..... 90**

CONHECIMENTO E MANEJO DE QUELÔNIOS ENTRE QUILOMBOLAS E CHIQUITANO  
NA FRONTEIRA BRASIL/BOLÍVIA

Denildo da Silva Costa

**DOI 10.22533/at.ed.4942117069**

**CAPÍTULO 10..... 101**

ESTIMATIVA DE ARBORIZAÇÃO NA CIDADE DE AMÉRICO BRASILIENSE/SP

Edmilson Eduardo Augusto

Gilberto Aparecido Rodrigues

Maria Aparecido Bovério

**DOI 10.22533/at.ed.49421170610**

**CAPÍTULO 11 ..... 112**

O “NOVO NORMAL” E O “VELHO NORMAL” DA PERIFERIA DE SÃO PAULO,  
CAPÃO REDONDO SOB A ÓTICA DA PANDEMIA DE COVID-19 NO CONTEXTO  
SOCIOAMBEINTAL

Jaqueline Souza do Nascimento

**DOI 10.22533/at.ed.49421170611**

**CAPÍTULO 12..... 124**

RELAÇÃO PESSOA-AMBIENTE EM UMA COMUNIDADE RIBEIRINHA DE VÁRZEA  
NA AMAZÔNIA SANTARENA: UM ENSAIO ETNOGRÁFICO PARA A DISCUSSÃO DAS  
RELAÇÕES DE GÊNERO

Klaudia Yared Sadala

Tânia Suely Azevedo Brasileiro

**DOI 10.22533/at.ed.49421170612**

**CAPÍTULO 13..... 140**

INICIATIVA ECONOMIA VERDE: POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O ENFRENTAMENTO DA  
CRISE ESTRUTURAL DO CAPITAL EM MATO GROSSO

Mariele Schmidt Canabarro Quinteiro

Rogério Quinteiro Barcellos

**DOI 10.22533/at.ed.49421170613**

**CAPÍTULO 14..... 159**

APLICANDO AS PANC NA PANIFICAÇÃO COMO RENDA ALTERNATIVA PARA  
PEQUENOS PRODUTORES

Nadia Cristiane Steinmacher

Letícia Araujo Oliveira

Alexandre Amaro Ragazzo

Diogo Salvati

Emanuele Bianca de Oliveira Souza

Jaqueline Sofie Bonadio da Silva  
Jéssica Cristiny Pola da Silva  
Lucas Henrique Barbosa da Silva  
**DOI 10.22533/at.ed.49421170614**

**CAPÍTULO 15..... 168**

**AGRICULTURA E SUSTENTABILIDADE: O CASO DAS FORMIGAS CORTADEIRAS**

Alexandre Giesel  
Patrícia Fernandes

**DOI 10.22533/at.ed.49421170615**

**CAPÍTULO 16..... 180**

**ELABORACIÓN DE BIOINSECTICIDAS A PARTIR DE EXTRACTOS DE PLANTAS AROMÁTICAS**

Jailine Itzel Reyes Catalán  
Jessica Meza Zavala  
Victor Manuel Duarte Zaragoza

**DOI 10.22533/at.ed.49421170616**

**CAPÍTULO 17..... 191**

**USO DE RECURSOS FORESTALES Y MANEJO DE SUELOS DEGRADADOS POR INCENDIOS EN EL ALTIPLANO TAMAULIPECO, MÉXICO**

Elizabeth Del Carmen Andrade Limas  
Bárbara Azucena Macías Hernández  
Patricio Rivera Ortiz  
René Ventura Houle

**DOI 10.22533/at.ed.49421170617**

**CAPÍTULO 18..... 209**

**ANÁLISIS DEL COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RECICLADO DE AGUAS GRISES EN VIVIENDAS**

Gabriela de Jesús Córdova Lara  
Blanca Esthela Solís Recéndez  
Claudia Reyes Rivas  
Atziry Magaly Ramirez Aguilera

**DOI 10.22533/at.ed.49421170618**

**CAPÍTULO 19..... 219**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA EM CONDOMÍNIO DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO**

Diego Sebastian Carvalho de Souza  
Ricardo de Freitas Cabral  
Celso Romanel

**DOI 10.22533/at.ed.49421170619**

**CAPÍTULO 20..... 227**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA ATRAVÉS DO ÍNDICE DE SAPROBIETY, NA**

## LAGOA DO ZUMPANGO

Raúl Arcos Ramos  
Odett V. Andrade Pérez  
Kevin Raúl Arcos Hernández  
Margarita Guerrero García

**DOI 10.22533/at.ed.49421170620**

## **CAPÍTULO 21.....239**

### DETERMINACIÓN DEL ESTADO Y ORIGEN DE LA EUTROFIZACIÓN EN LA LAGUNA DE BUSTILLOS, CHIHUAHUA, MÉXICO

María Socorro Espino-Valdés  
Adrián Mauricio Salcedo-Chitica  
Marco Antonio Miramontes-Peña  
Adán Pinales-Munguía  
Humberto Silva-Hidalgo

**DOI 10.22533/at.ed.49421170621**

## **CAPÍTULO 22.....251**

### VARIACIÓN ESTACIONAL DEL ZOOPLANCTON Y VARIABLES AMBIENTALES EN UN MICRORESEVORIO EN EL ESTADO DE MORELOS

José Luis Gómez Márquez  
Bertha Peña Mendoza  
José Luis Guzmán-Santiago  
Veronica Gallardo-Pineda  
Isaías Hazarmabeth Salgado-Ugarte

**DOI 10.22533/at.ed.49421170622**

## **CAPÍTULO 23.....274**

### LICITAÇÕES SUSTENTÁVEIS: DEMONSTRATIVO DE CONFORMIDADES DE ACORDO COM O GUIA NACIONAL DE LICITAÇÕES SUSTENTÁVEIS (GNLS) DE EDITAIS DAS PRINCIPAIS UNIVERSIDADES FEDERAIS DA REGIÃO DO TRIÂNGULO MINEIRO

Karina Schossler  
Hygor Aristides Victor Rossoni  
Ludmylla dos Santos Muniz  
Maria Eduarda Souza Gomes  
Natalia Pereira

**DOI 10.22533/at.ed.49421170623**

## **CAPÍTULO 24.....279**

### GESTÃO DOS RECURSOS NATURAIS NA RESERVA EXTRATIVISTA MÃE GRANDE EM CURUÇÁ-PARÁ-BRASIL

Charles Benedito Gemaque Souza  
Francimary da Silva Carneiro  
Ana Marcela Alves dos Santos  
Suelen Caroline Almeida Araújo  
Marcio Braga Amorim  
Aline Cecy Rocha de Lima  
Elayne Oliveira Braga



DOI 10.22533/at.ed.49421170624

<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>295</b>
O DIREITO AMBIENTAL E OS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA AMAZÔNICA	
Luiz Claudio Pires Costa	
DOI 10.22533/at.ed.49421170625	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>306</b>
O “CATADOR DAS ÁGUAS”: UM ESTUDO DO PROJETO DE COLETA SELETIVA NA ILHA URUBUÉUA - ABAETETUBA /PA	
Clemildes Furtado da Silva	
Dalgisa da Conceição Araújo da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.49421170626	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>312</b>
RECARGA DE AGUA POR LLUVIA DE LA ZONA ACUÍFERA DEL ALTIPLANO DE TULA, TAMAULIPAS, MÉXICO	
Rene Ventura Houle	
Oscar Guevara Mansilla	
Bárbara Azucena Macías Hernandez	
Andrade Limas Elizabeth Del Carmen	
Lorenzo Heyer Rodríguez	
DOI 10.22533/at.ed.49421170627	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>324</b>
AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIFÚNGICA DE EXTRATO AQUOSO DE <i>Plantago major</i> L. PARA <i>Candida albicans</i>	
Fernanda da Silva Santos Fonsêca	
Vania Jesus dos Santos de Oliveira	
Fabiana Olena Kotwiski	
Vanessa de Oliveira Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.49421170628	
<b>CAPÍTULO 29</b> .....	<b>328</b>
ESTUDO DA INFLUÊNCIA DO AGENTE QUELANTE NA PRODUÇÃO DE CATALISADORES [CuO/Zr(1-x)Mg <sub>x</sub> O(2-y)] APLICADOS NA OXIDAÇÃO CATALITICA SELETIVA DA ACRILONITRILA	
Jorge David Alguiar Belido	
Lisbeth Zelayaran Melgar	
Alisson Cristian da Cruz	
Natália Rezende Pinheiro Leite	
DOI 10.22533/at.ed.49421170629	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>334</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>335</b>

# CAPÍTULO 21

## DETERMINACIÓN DEL ESTADO Y ORIGEN DE LA EUTROFIZACIÓN EN LA LAGUNA DE BUSTILLOS, CHIHUAHUA, MÉXICO

*Data de aceite:* 01/06/2021

*Data de submissão:* 22/03/2021

### **María Socorro Espino-Valdés**

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería  
Chihuahua, Chihuahua, México  
<https://orcid.org/0000-0002-1232-2774>

### **Adrián Mauricio Salcedo-Chitica**

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería  
Chihuahua, Chihuahua, México  
<https://orcid.org/0000-0002-0788-2611>

### **Marco Antonio Miramontes-Peña**

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería  
Chihuahua, Chihuahua, México  
<https://orcid.org/0000-0002-7624-2888>

### **Adán Pinales-Munguía**

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería  
Chihuahua, Chihuahua, México  
<https://orcid.org/0000-0002-1921-7168>

### **Humberto Silva-Hidalgo**

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Ingeniería  
Chihuahua, Chihuahua, México  
<https://orcid.org/0000-0002-0628-752X>

fuentes naturales y/o antropogénicas. La Laguna de Bustillos se ubica en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, en el municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Circundan a la laguna varios campos agrícolas altamente fertilizados, así como localidades urbanas que vierten sus aguas residuales tratadas o sin tratamiento a arroyos afluentes del vaso; además un complejo industrial cuyos residuos líquidos tratados descargan directamente en la laguna. También destaca la actividad ganadera en pequeñas comunidades ubicadas en la ribera de la misma. Considerando los factores de riesgo que favorecen el posible enriquecimiento con nutrientes en esta laguna se llevó a cabo la evaluación de su grado de eutrofización a partir de los resultados analíticos de varios parámetros en 12 puntos representativos del cuerpo de agua. Dichos parámetros fueron: pH, temperatura, oxígeno disuelto, color verdadero, turbiedad, demanda química de oxígeno, nitrógeno, fósforo y transparencia. Con apoyo de información geográfica, herramientas estadísticas, y los criterios de Carlson, Vollenweider & Kerekes y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos se determinó que el estado de la laguna es hipertrófico. Para identificar los principales factores responsables de dicho estado se analizaron las propiedades geomorfológicas, geología regional, uso de suelos y cobertura vegetal para calcular el volumen total de escurrimientos naturales en la cuenca hidrológica, que es de naturaleza endorreica. Los principales escurrimientos comprenden en total 110 Mm<sup>3</sup> anuales y se comportan radialmente concentrándose en dicho cuerpo de agua. Éstos

**RESUMEN:** La eutrofización altera las características de los ecosistemas acuáticos debido al ingreso de nutrientes procedentes de

corresponden a cuatro microcuencas: La Vieja, Napavechi, San Antonio y Bustillos. La primera de ellas aporta el 54% y capta gran parte de los escurrimientos provenientes de la zona agrícola ubicada al norte del área, coincidiendo así con el sitio de la laguna que presenta mayores evidencias de eutrofización.

**PALABRAS-CLAVE:** Ecosistemas acuáticos, nutrientes, enriquecimiento, cuenca endorreica.

## DETERMINATION OF THE STATE AND ORIGIN OF EUTROPHICATION IN LAGUNA DE BUSTILLOS, CHIHUAHUA, MEXICO

**ABSTRACT:** Eutrophication alters the characteristics of aquatic ecosystems due to nutrient input from natural and/or anthropogenic sources. Laguna de Bustillos is located in the foothills of the Sierra Madre Occidental, in the municipality of Cuauhtémoc, Chihuahua, Mexico. Surrounding the lagoon exist several highly fertilized agricultural fields as well as urban localities that dumped their treated or untreated wastewaters into tributary streams of the vessel; in addition, an industrial complex whose treated liquid waste are directly discharged into the lagoon. Also highlights the livestock activity in small rural communities on the shore of the same. Considering the risk factors that favor the possible enrichment with nutrients in this lagoon was carried out the evaluation of the eutrophication degree in the same, from the analytical results of various parameters in 12 representative points of the water body. These parameters were: pH, temperature, dissolved oxygen, true color, turbidity, chemical oxygen demand, nitrogen, phosphorus and transparency. With the support of GIS, statistical tools, and Carlson, Vollenweider & Kerekes and the Organization for Cooperation and Economic Development criteria it was determined that the state of the lagoon is hypertrophic. To identify the main factors responsible for this state, geomorphological properties, regional geology, soil use and plant cover were analyzed to calculate the total volume of natural runoffs in the hydrological basin, which is endorreic in nature. The main runoffs comprise a total of 110 Mm<sup>3</sup> per year and behave radially, concentrating on that body of water. These correspond to four microwatersheds: La Vieja, Napavechi, San Antonio and Bustillos. The first contributes 54% and captures much of the runoffs from the agricultural zone located north of the area, this coinciding with the site of the lagoon that presents the greatest evidence of eutrophication.

**KEYWORDS:** aquatic ecosystems, nutrient, enrichment, endorreic basin.

## 1 | INTRODUCCIÓN

Las lagunas se definen como depósitos naturales de agua dulce, salobre o salada que están normalmente cerrados, cuyas dimensiones son menores que las de los lagos. Su poca profundidad permite que el sol penetre hasta su fondo, impidiendo la formación de distintos estratos térmicos como sucede en los lagos.

La mayoría de los lagos y lagunas de origen natural se encuentran dentro de cuencas endorreicas. Este tipo de cuencas son originadas por la obstrucción del drenaje superficial debido a fenómenos volcánicos o tectónicos, o bien como consecuencia de la aridez (GERALDI *et al.*, 2011). De acuerdo con Rivera (2013) los cuerpos naturales de agua contribuyen al desarrollo sustentable de una región, así como a la biodiversidad del

ecosistema al que pertenecen. Sin embargo, la contaminación de los recursos afecta a los hábitats naturales, ocasionando riesgos a la salud humana y la inutilización de caudales de agua potencialmente aprovechables.

La eutrofización se entiende como el incremento en los aportes de nutrientes y contaminantes a cuerpos de agua que ocasiona un aumento en la biomasa fotosintética y un empobrecimiento en la diversidad del ecosistema.

De acuerdo con Margalef (1991) los efectos de la eutrofización pueden interferir de modo importante con los distintos usos que el hombre puede hacer de los recursos acuáticos como abastecimiento de agua potable, riego, recreación, etc. Si bien la eutrofización es un proceso lento y natural en la historia geológica de un lago, las perturbaciones antropogénicas han derivado en un incremento exponencial en las concentraciones de los nutrientes en un corto plazo, lo que afecta los ecosistemas acuáticos. Esto se debe al aporte de nutrientes provenientes del uso de fertilizantes y detergentes, así como el vertido directo de materia orgánica que han acelerado increíblemente el proceso, por lo que este fenómeno se ha denominado “eutrofización antrópica” o de origen humano (SALCEDO, 2015).

En el estado de Chihuahua existen varios humedales de gran importancia entre los cuales se encuentra la Laguna de Bustillos, que se localiza al Noreste de la ciudad de Anáhuac, Municipio de Cuauhtémoc (Figura 1). Sus coordenadas geográficas son: latitud: 28.55° y longitud: -106.75° y se encuentra a una altitud de 1,980 msnm. La superficie de la laguna es de 129 km<sup>2</sup>; su longitud máxima es de 17 km y el ancho de 7.6 km; la profundidad promedio es de 2 metros con una máxima de 4 m. El agua de la laguna es extraída para riego agrícola y uso industrial en la región. En ella desembocan varios afluentes que aportan contaminantes derivados de aguas negras de las ciudades aledañas (Cuauhtémoc y Anáhuac), así como de otras poblaciones que rodean a la laguna. También es posible que reciba contaminantes de origen agrícola (fertilizantes, plaguicidas y herbicidas) provenientes de los campos agrícolas de la comunidad menonit ubicados al noroeste de la laguna, así como aguas residuales del complejo Industrial Celulosa de Chihuahua, una fábrica de papel que vierte sus desechos tratados a la laguna (AMADO y ORTIZ, 1999).

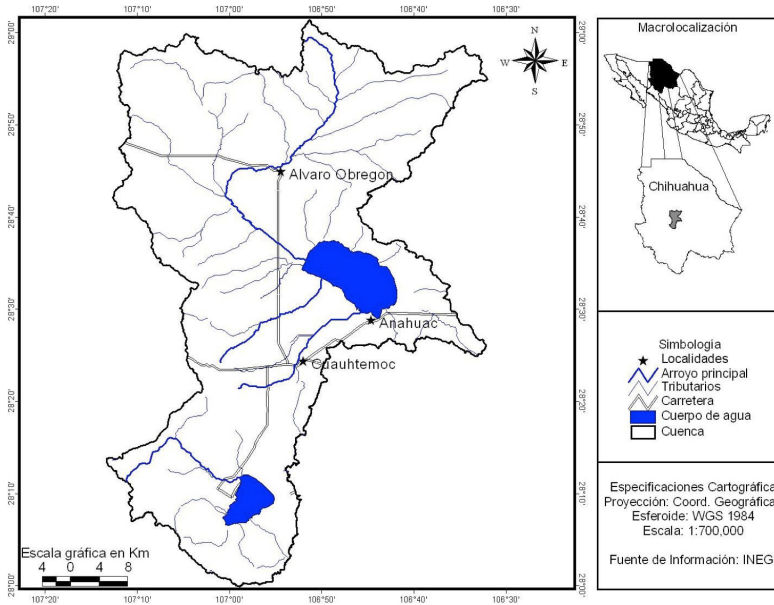


Figura 1. Localización de la Cuenca Laguna de Bustillos-Mexicanos. (Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI, 2011).

El objetivo de este trabajo fue realizar la evaluación del grado de eutrofización en la Laguna de Bustillos mediante la caracterización fisicoquímica del agua y el empleo de ciertos criterios de evaluación existentes. Se buscó también identificar el impacto que tiene el funcionamiento de la cuenca hidrológica a la que pertenece la laguna en las características que confieren a la misma su actual estado de eutrofización.

## 2 I MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada incluye una recopilación de información, mediciones con equipo especial y un muestro sistematizado en 12 puntos de interés, cuyos resultados recibieron un tratamiento y análisis estadístico de todos los parámetros medidos. De acuerdo con Salcedo (2015) para la interpretación e integración de la información geográfica se empleó el *software* ArcMap 10.2.2 y se realizaron las correlaciones de Pearson en el IBM SPSS Statistics versión 22. La determinación del estado trófico de la Laguna de Bustillos (SALCEDO, 2015) se basó en los criterios según Carlson (1977), Vollenweider & Kerekes (1980) y la OECD (1982).

La colección de muestras de agua superficial se realizó en varias etapas; la primera de ellas correspondió a 12 puntos distintos distribuidos en toda la Laguna de Bustillos durante el mes de junio del año 2015 (Figura 2). La selección de los puntos se efectuó con base en las diversas influencias ejercidas en cada una de las zonas por diferentes tipos de aportaciones a la laguna (SALCEDO, 2015 y MIRAMONTES, 2017).

En cada punto de muestreo se realizaron pruebas de campo (conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, pH, sólidos disueltos totales y temperatura) empleando un equipo multiparamétrico marca HANNA, modelo HI 9828. La medición de transparencia se realizó empleando un disco de Secchi ( $\Phi = 0.20$  m).

Para el análisis en el laboratorio de las muestras de agua se utilizaron los estándares recomendados y las metodologías establecidas en las respectivas normas para los parámetros color verdadero (CV), demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno total (NT), fósforo total (PT) y turbiedad (T).

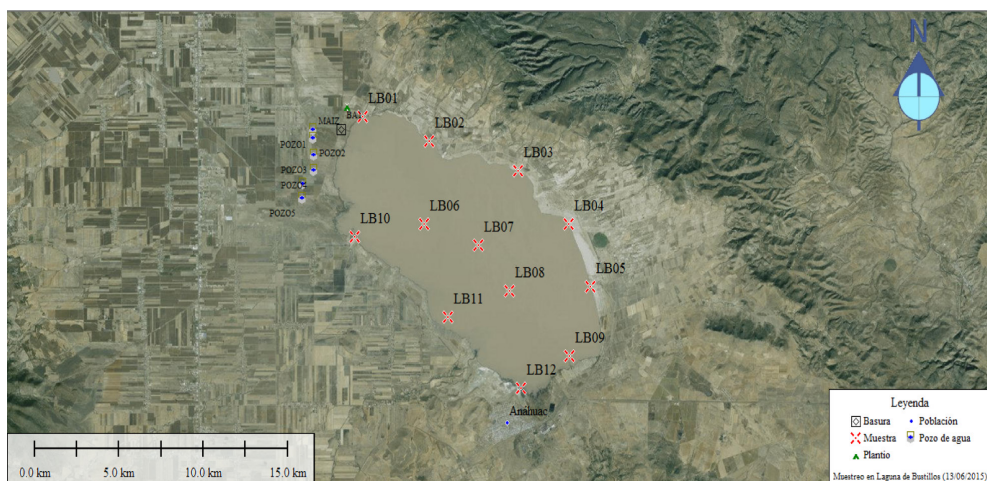


Figura 2. Localización de sitios de muestreo en la Laguna de Bustillos. Junio de 2015 (SALCEDO, 2015).

Los Índices de Estado Trófico o TSI (Trophic State Index) para los parámetros de transparencia ( $D_s$ ) y fósforo total ( $P_t$ ) se calcularon empleando los criterios propuestos por Carlson (1977). Se consideró también la contribución del nitrógeno total, incluyendo un TSI para el mismo mediante una adaptación de los rangos según Vollenweider y Kerekes (1980) y la OECD (1982). Para la interpretación e integración de la información geográfica y estadística obtenida de los parámetros fisicoquímicos del agua y la determinación del estado trófico de la Laguna de Bustillos se utilizó el programa ArcMap 10.2.2 para la creación de mapas ilustrativos. Además se realizaron correlaciones de Pearson empleando el software IBM SPSS Statistics Versión 22, para establecer relaciones directas entre los diferentes parámetros medidos en la Laguna de Bustillos.

Para la identificación de los impactos ocasionados por el manejo y funcionamiento de la cuenca hidrológica a la que pertenece la laguna se seleccionaron las zonas catalogadas como fuentes de contaminación y sus descargas directas al cuerpo de agua, como potenciales contribuyentes a la eutrofización de sus aguas. Para ello se emplearon

imágenes satelitales obtenidas por medio de Google Earth y analizadas en software GIS para apreciar la distribución de la hidrología superficial, las principales zonas agrícolas, las comunidades y las descargas directas a la laguna (MIRAMONTES, 2017).

En marzo de 2016 se realizó una segunda campaña de muestreo de agua en la laguna, así como visitas a las principales localidades de la zona de estudio para el reconocimiento físico del lugar. Se efectuaron entrevistas a los pobladores de las principales comunidades de la cuenca hidrológica a fin de recabar información sobre el manejo de los recursos hídricos de toda la zona tales como fuentes de abastecimiento de agua potable, depósitos de almacenamiento de agua, red de distribución del agua potable, posible existencia de redes colectoras de aguas residuales, tratamiento o manejo de las aguas residuales, etc. (MIRAMONTES, 2017).

### 3 | RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera campaña de muestreo los puntos ubicados en las zonas noroeste (NW) y poniente (W) (LB01 y LB10) representados en la Figura 2 corresponden a sitios con escurrimientos provenientes de zonas agrícolas y/o ganaderas de gran extensión que proceden, en su mayoría, de los campos menonitas establecidos en el área. En estos puntos de muestreo se observó presencia de vegetación abundante. Los sitios correspondientes al área suroeste (SW) se distinguen por los aportes de las poblaciones cercanas tales como Napavechi, Cuauhtémoc y Cd. Anáhuac (puntos LB11 y LB12). De estas poblaciones, ciudad Cuauhtémoc cuenta con una planta de tratamiento cuyo efluente es descargado parcialmente al río San Antonio, que es un afluente directo de la Laguna de Bustillos (MIRAMONTES, 2017).

Por otra parte, los puntos ubicados al oriente (E) de la laguna (LB02, LB03, LB04, y LB05) corresponden a una zona influida por los aportes de las microcuencas y poblaciones cercanas tales como Cuitláhuac, La Selva, Centro Calles y Fabela, entre otras. En tales sitios pudo observarse presencia de espumas, vegetación abundante, zona lodosa y residuos de heces de ganado, en algunos de los casos (SALCEDO, 2015).

La porción Sureste (SE) de la laguna se caracteriza por la descarga de una conocida industria de la zona que cuenta con sistema de tratamiento de sus efluentes (punto LB09). En este sitio se observaron ramas y vegetación, así como materia orgánica flotante.

Por su parte, la parte central de la laguna (puntos LB06, LB07 y LB08) corresponde a una zona neutral de influencia mínima por su lejanía de las áreas con actividades agrícolas o asentamientos humanos (Salcedo, 2015).

En las Tablas 1 y 2 se pueden apreciar los resultados de los parámetros analizados en la primera campaña de muestreo.

Basados en dichas tablas, en la Figura 3 se muestran los resultados gráficos de las isolíneas de concentración de conductividad eléctrica, DQO y turbiedad, los cuales presentan un comportamiento similar en sus variaciones espaciales.

PARÁMETRO	UNIDADES	INTERVALO	VALOR PROMEDIO
Temperatura	°C	20.5 – 30.0	24.6
pH	-	8.6 - 9.4	8.9
Oxígeno Disuelto	mg/l	5.2 – 10.9	6.9
Conductividad Eléctrica	microSiemens/cm	1137 - 1371	1180
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	801 - 959	826
Transparencia	m	0.040 – 0.065	0.051

Tabla 1. Parámetros de campo en muestras de agua de la Laguna de Bustillos

PARAMETRO	UNIDADES	INTERVALO	VALOR PROMEDIO
Color Verdadero	UC	250 - 400	338
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	31 – 73	48
Nitrógeno Total	mg/l	53.8 – 76.2	63.2
Fósforo Total	mg/l	1.3 – 2.6	1.8
Fosfatos	mg/l	4.0 – 7.9	5.5
Turbiedad	UNT	100 - 1224	936

Tabla 2. Resultados de análisis de laboratorio

En la Figura 4 se aprecia la similitud en la distribución espacial en la laguna de la temperatura, el oxígeno disuelto y los valores de transparencia detectada mediante el disco Secchi. La distribución espacial del nitrógeno total y el fósforo total se observa en la Figura 5.

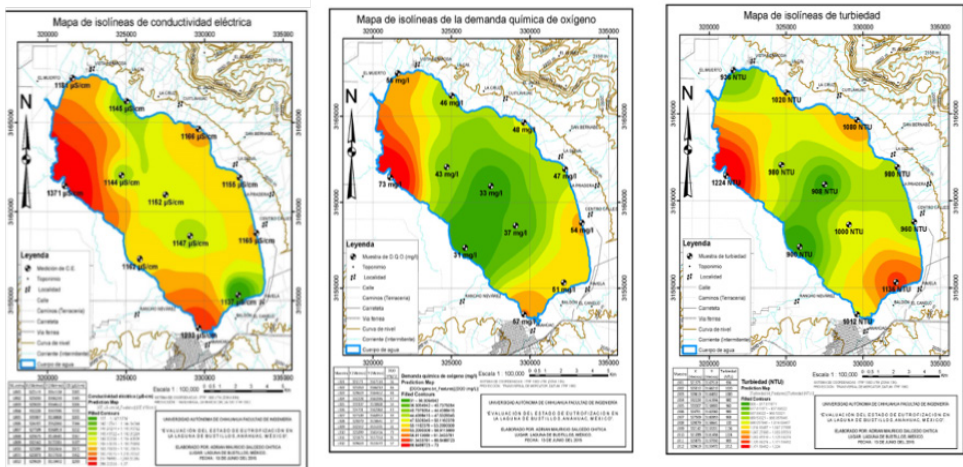


Figura 3. Conductividad eléctrica, DQO y Turbiedad en muestras de la laguna (SALCEDO, 2015).



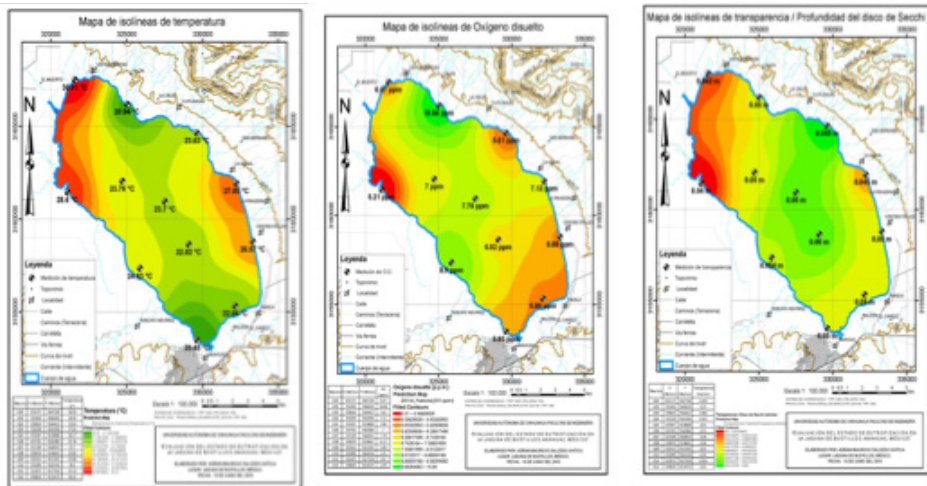


Figura 4. Temperatura, oxígeno disuelto y transparencia (SALCEDO, 2015).

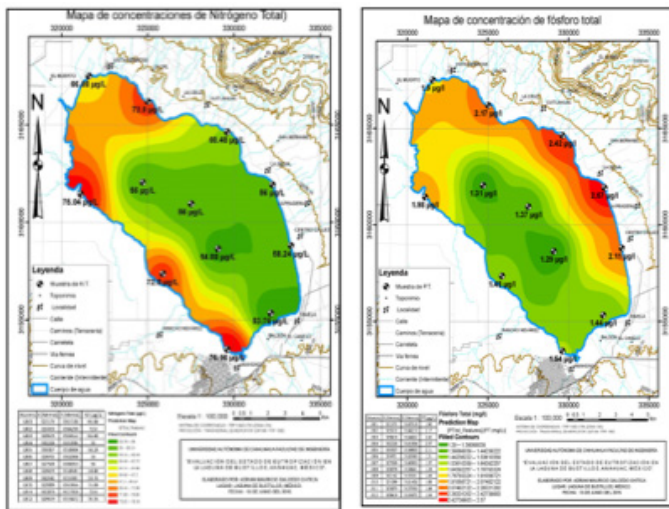


Figura 5. Nitrógeno total y fósforo total (SALCEDO, 2015).

La aplicación realizada por Salcedo (2015) de la metodología de Pearson a los resultados analíticos reveló la existencia de una correlación directa entre la demanda química de oxígeno (DQO) y el nitrógeno total (NT) con la conductividad eléctrica (CE) o los sólidos disueltos totales (SDT). Por otro lado, los dos últimos parámetros guardan una relación inversa significativa con la Transparencia determinada por el disco de Secchi. Lo anterior se interpreta como la relación que puede existir entre el aumento de la productividad primaria, la descomposición de materia orgánica y los sólidos totales disueltos que representan tanto los materiales orgánicos como inorgánicos solubles en el agua. Esto

también concuerda con el nitrógeno total procedente de diversas fuentes (precipitación, fijación del N<sub>2</sub> atmosférico o por escorrentía superficial o subterránea).

La combinación de los criterios de Carlson, Vollenweider & Kerekes y la OCDE resultante en el criterio aplicado por Salcedo (2015) permitió obtener valores de TSI para todos los parámetros considerados (fósforo, nitrógeno y transparencia por Disco Secchi) en cada punto de muestro. Tanto los valores individuales como el promedio general de TSI para la laguna revelaron que el cuerpo de agua se encuentra en un estado hipertrófico (Tabla 3).

ID	Parámetros de eutrofización			Promedio general de
	TSI <sub>Ds</sub>	TSI <sub>PT</sub>	TSI <sub>NT</sub>	TSI (Ds + PT + NT)/3
LB01	105.68	113.04	114.92	111.21
LB02	103.17	114.94	116.32	111.48
LB03	99.39	116.51	113.65	109.85
LB04	104.69	117.40	112.54	111.54
LB05	103.17	114.55	113.10	110.27
LB06	103.17	107.63	112.54	107.78
LB07	100.54	108.26	112.54	107.11
LB08	100.54	107.42	112.24	106.74
LB09	103.17	109.04	111.95	108.05
LB10	106.38	113.61	116.76	112.25
LB11	102.06	109.42	116.32	109.27
LB12	103.17	109.97	116.97	110.04
Promedio de TSI por parametro	<u>102.93</u>	<u>111.82</u>	<u>114.15</u>	<u>109.63</u>
Clasificación promedio	<b><i>Hipertrófico</i></b>	<b><i>Hipertrófico</i></b>	<b><i>Hipertrófico</i></b>	<b><i>Hipertrófico</i></b>

Tabla 3. Valores resultantes con los parámetros considerados para evaluar el TSI de la Laguna de Bustillos (SALCEDO, 2015).

De acuerdo con los valores de la Tabla 3, en la Figura 6 se representa gráficamente el estado resultante de la Laguna de Bustillos para el mes de junio del 2015. En ella se observa que, a pesar de que en todos los puntos existe un grado de hipertrofia, la zona con el mayor valor de TSI se ubica al noroeste de la laguna, que corresponde con la ubicación del área agrícola de la región, como principal factor responsable de la eutrofización en dicho cuerpo de agua.

Para identificar los principales factores que tienen influencia en tal estado se analizaron las propiedades geomorfológicas, geología regional, uso de suelos y cobertura vegetal, mediante los cuales fue posible determinar que la cuenca hidrológica es de forma asimétrica, con una pendiente media considerable (7.77%). De acuerdo con Miramontes



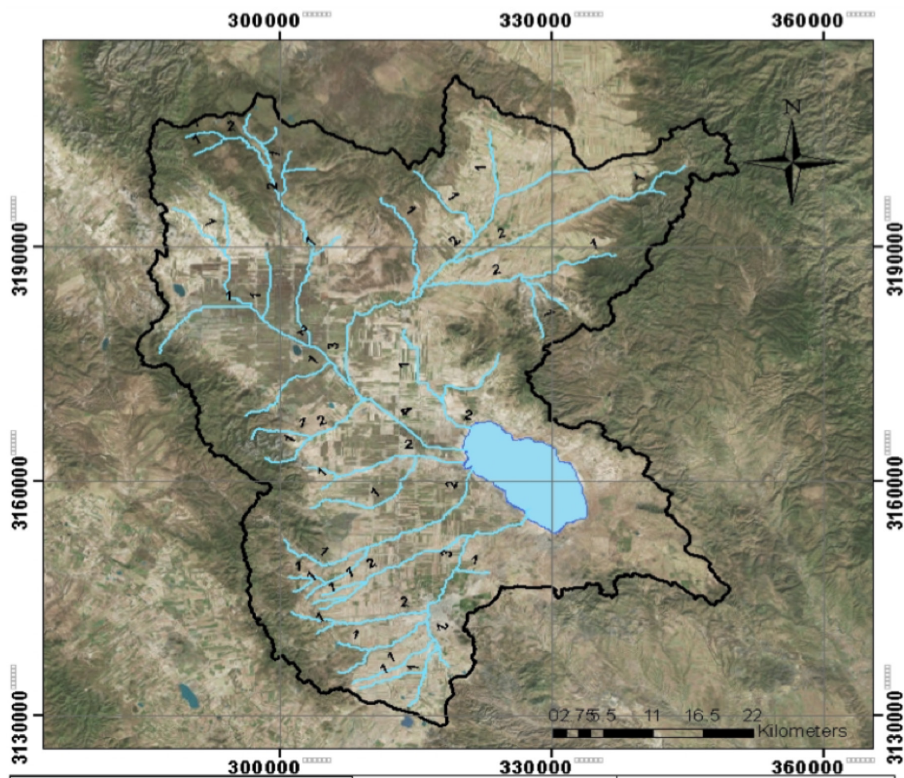


Figura 7. Aportaciones superficiales de las diversas microcuencas a la Laguna de Bustillos (MIRAMONTES, 2017).

Es importante mencionar que entre las comunidades aledañas a la laguna en su sección oriental únicamente dos cuentan con sistema de alcantarillado para recolección de los residuos líquidos de las viviendas. Sin embargo, en ninguna de ellas se da tratamiento a las aguas residuales, mismas que son vertidas directa o indirectamente al cauce de la laguna. Por su parte, varias comunidades del área suroeste del vaso carecen de sistemas de alcantarillado y la disposición de sus aguas residuales se realiza en fosas sépticas.

En un segundo muestreo de agua en la laguna efectuado durante el mes de junio de 2016 se encontraron también altos valores en los parámetros relacionados con el proceso de eutrofización, tales como el contenido de sales disueltas en términos de Conductividad Eléctrica y/o Sólidos Disueltos Totales, turbidez, color y materia orgánica en términos de DQO. En una tercera etapa de muestreo de agua de la laguna correspondiente a una época posterior al período de lluvia (octubre de 2016) dichos parámetros se presentaron en menores concentraciones, con excepción del contenido de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), cuyo notable incremento podría estar asociado a escorrentías de agua con alto contenido en nitrógeno, resultantes del efecto combinado de una excesiva fertilización y prácticas de riego poco optimizadas en las zonas agrícolas (MIRAMONTES, 2017).

## 4 | CONCLUSIONES

La cuenca hidrológica en estudio presenta una naturaleza endorreica, en donde los principales escurrimientos se comportan de forma radial y se concentran en el cuerpo de agua denominado Laguna de Bustillos.

Se determinó un estado hipertrófico en la Laguna de Bustillos en función de los parámetros nitrógeno, fósforo y transparencia, considerando como principales causas de dicha situación a la actividad ganadera en la ribera de la laguna, el vertimiento directo de las aguas residuales domésticas tratadas o sin tratamiento provenientes de Anáhuac, Cuauhtémoc y rancherías, así como el empleo de fertilizantes para la agricultura en los campos aledaños a dicho cuerpo de agua.

## REFERENCIAS

AMADO, J.P. y ORTIZ P. **Producción de frijol bajo diferentes dosis de fertilización nitrogenada y fosfórica utilizando agua residual en Bustillos, Chih.** Terra Latinoamericana 17:337-343, 1999.

CARLSON, R. E. **A trophic state index for lakes.** Limnology and Oceanography, 22:361-369, 1977.

GERALDI, A., PICCOLO, M. y PERRILLO, G. **Lagunas Bonaerenses en el paisaje pampeano.** *Ciencia Hoy*, Num 123, 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA (INEGI). **Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos.** Cuauhtémoc, Chihuahua. Clave geoestadística 08017, 2011.

MARGALEF, R. **Ecología.** Editorial Omega. Pág. 951, Barcelona. 1991.

MIRAMONTES, M. A. **Influencia del funcionamiento de la cuenca hidrológica en el estado de eutrofización de la Laguna de Bustillos.** Tesis de Maestría. Facultad de Ingeniería. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, 2017.

OECD, Organization for Economic Cooperation and Development. **Eutrophication of Waters Monitoring, Assessment and Control,** 1982.

RIVERA, M. **Gestión Ambiental en la cuenca del lago de Chapala sobre fuentes de contaminación puntual y difusa.** Jiquilpan Michoacán: CIDIR IPN Michoacán, 2013

SALCEDO, A. M. **Evaluación del Estado de Eutrofización en la Laguna de Bustillos, Anáhuac, México.** Tesis de licenciatura para obtención del título de Ingeniero Geólogo. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México, 2015.

VOLLENWEIDER, R. A. and KERKES, J.J. **Background and Summary Results of the OECD Cooperative Program on Eutrophication.** Proceedings of an International Symposium on Inland Waters and Lake Restoration. U.S. Environmental Protection Agency. EPA 440/5-81-010. pp. 26-36, 1980

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aceites Esenciales 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 189, 190

Ácidos Quelantes 328

Acuífero 312, 313, 314, 316, 322, 323

Agricultura Familiar 50, 82, 129, 131, 159, 161, 280

Agrobiodiversidade 168, 172, 173, 178, 179

Águas Grises 209, 211, 212, 213, 214, 216, 217, 218

Ambiente e Saúde 2

Aproveitamento de Água de Chuva 219, 220, 221, 225

### B

Biocidas 180, 189, 190

Biodiversidade 101, 128, 137, 138, 139, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 177, 178, 179, 280, 284

### C

Coleta Seletiva 9, 23, 40, 43, 306, 307, 308, 309, 310, 311

Colorimetria 50

Conhecimento Tradicional 90, 139

Contaminación 181, 227, 228, 229, 232, 241, 243, 250, 265, 313

Cooperativa de Catadores 306

COVID-19 26, 30, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 166, 167

### D

Desenvolvimento Sustentável 16, 29, 98, 99, 124, 140, 147, 151, 153, 154, 156, 157, 161, 167, 274, 279, 293, 294, 298, 299, 301, 307, 308, 311, 327

### E

Ecosistemas Acuáticos 239, 240, 241, 253

Educação Ambiental 1, 4, 6, 9, 11, 13, 14, 15, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 32, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 44, 45, 46, 304, 306, 309, 310, 311

Educação em Saúde Ambiental 2, 3, 8, 10

Encarceramento Animal 47

Espaço Urbano 58, 71, 77, 78, 80, 82, 83, 86, 87, 88, 109, 113

Estratégia Saúde da Família 2, 44, 45

Eutrofización 227, 239, 240, 241, 242, 243, 247, 248, 249, 250

Extrativismo 279, 280, 281, 282, 283, 286, 288, 290, 293, 294

## F

Fitoplâncton 227, 229, 231, 232, 253, 255, 256, 257, 259, 265

Formigas Cortadeiras 168, 169, 170, 171, 173, 175, 176, 177, 178, 179

## G

Geotecnologias 55, 101, 102, 110, 111, 334

## I

Inteligência Artificial 47, 48, 49

## M

Manejo de Suelos 191, 193, 195, 196

Meio Ambiente 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 51, 55, 56, 69, 71, 98, 124, 125, 140, 146, 147, 148, 149, 150, 153, 154, 156, 157, 158, 168, 169, 171, 176, 177, 275, 279, 282, 295, 300, 304, 305, 306, 308, 309, 311, 329

## O

Oxidação 328, 329, 330, 332

## P

Plagas 180, 181, 201, 202, 206

Plaguicida Químico 180, 188

Plantas Alimentícias Não Convencionais 30, 159, 161, 163, 167

Plantas Bioativas 168, 173, 174, 175

Plantas Medicinais 28, 324, 325

Política Pública 150

Poliuição 6, 7, 8, 13, 46, 103, 299, 300, 301, 302, 306, 308, 328, 329

## Q

Quelônios 90, 91, 92, 94, 98, 99, 100

## R

Reciclagem 10, 15, 17, 18, 20, 38, 41, 43, 307, 309, 310, 311

Recursos Hídricos 55, 56, 57, 68, 69, 169, 218, 225, 244, 295, 298, 299, 300, 302, 303, 304, 305, 323

Relações de Gênero 124, 127, 128, 137, 138

Reservas Extrativistas 279, 284, 285, 286, 292, 293, 294

## S

Sustentabilidade 12, 23, 24, 26, 28, 29, 36, 55, 71, 89, 100, 138, 147, 148, 157, 168, 169, 171, 177, 178, 219, 275, 279, 280, 281, 283, 284, 286, 291, 294, 299, 303, 304, 306, 307, 308

## V

Variables Ambientales 251, 256

Vulnerabilidade Social 71, 73, 83, 88, 89, 112, 113, 116, 117, 122, 170

## Z

Zooplankton 251, 253, 254, 255, 256, 257, 259, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 269, 270, 271, 273



# MEIO AMBIENTE:

Questões Éticas x Progresso Tecnológico

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# MEIO AMBIENTE:

Questões Éticas x Progresso Tecnológico

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 