

Maria Elanny Damasceno Silva  
(Organizadora)

# Interfaces entre **Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade**



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

Maria Elanny Damasceno Silva  
(Organizadora)

# Interfaces entre **Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade**



**Atena**  
Editora

Ano 2021

### **Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

### **Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

### **Bibliotecária**

Janaina Ramos

### **Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

### **Imagens da Capa**

Shutterstock

### **Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

### **Revisão**

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

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

### **Conselho Editorial**

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

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

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

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

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

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Interfaces entre desenvolvimento, meio ambiente e sustentabilidade

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Vanessa Mottin de Oliveira Batista  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Maria Elanny Damasceno Silva

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

I61 Interfaces entre desenvolvimento, meio ambiente e sustentabilidade / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-860-1

DOI 10.22533/at.ed.601211103

1. Meio Ambiente. I. Silva, Maria Elanny Damasceno (Organizadora). II. 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

Prezados (as) leitores (as), é com satisfação que apresento-lhes o livro “*Interfaces entre Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade*” dividido em dois volumes contendo 21 capítulos, separadamente. Uma gama de abordagens metodológicas científicas permite a investigação e compreensão da dimensão do desenvolvimento urbano, rural, econômico, cultural, social dentre outras com relação ao meio ambiente natural e modificado.

O volume 1 inicia-se com capítulos voltados para temas educacionais e consciência ambiental no trato dos recursos naturais. Destaque para projetos universitários envolvendo a participação de comunidades e a observação panorâmica das percepções ambientais entre regiões do país. Estudantes de cursos técnicos e graduações promovem e atuam em atividades extensionistas de horticultura, paisagismo e artesanato com foco na promoção do empreendedorismo, saúde alimentar e mental em comunidades.

O saneamento básico é pauta de debate para redução de doenças em zonas de periferias. O reaproveitamento de alimentos e resíduos de produção alimentícia são as tônicas de pesquisas relativas à gestão de resíduos no meio ambiente, bem como do tratamento de efluentes industriais e domésticos para geração de biofertilizantes e compostagem.

Produzir alimentos com menor toxicidade química e contaminantes de solos e águas continua sendo um desafio, para tanto são divulgadas informações relevantes de índices de estresse hídrico, assim como estudos fenológicos de vegetação em floresta.

No volume 2 encontrarão pesquisas direcionadas à bacias hidrográficas por meio de técnicas de geoprocessamento para verificação de declividades, fragilidades ambientais e análises morfométricas. Questionamentos acerca da gestão social e políticas públicas são temas debatidos no tocante à reforma agrária, gestão ambiental em Universidades Federais e descarte de resíduos hospitalares. A qualidade da água é verificada em rios, canais e Estações de Tratamento de Águas. A modelagem matemática é aplicada em irrigação e determinação de coeficiente de carga cinética “K”.

Os telhados verdes e um protótipo de sistema de potabilização de águas de cisternas são projetos de manejo de águas pluviais para retenção de alagamentos e para ingestão humana, respectivamente. Índices de custeio e distribuição de águas são verificados na intenção de reduzir custos no abastecimento público, que consequentemente reflete no preço final do consumidor. Embora haja controvérsias entre o sistema capitalista e a sustentabilidade dos recursos, são exemplificados a implementação de economias em rede e economia circular em comunidades locais para geração de renda e preservação ambiental. A zona Amazônica e litorais pesqueiros de São Paulo e Ceará são *locus* de análises socioambientais e produtivas de atividades urbanas e rurais.

Por fim, enfatizo o esforço e dedicação empregados em cada projeto científico divulgado neste livro em prol do bem social e ambiental. Em nome da Atena Editora parabenizo a todos os envolvidos e desejo uma excelente leitura dos trabalhos.

Maria Elanny Damasceno Silva

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **A PRÁXIS DA ORIENTAÇÃO EDUCACIONAL NA ABORDAGEM DA ECOLOGIA HUMANA**

Maria Eugênia Monteiro

Janaina de Almeida Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.6012111031**

### **CAPÍTULO 2..... 10**

#### **CITROS: CONECTANDO COMUNIDADE E UNIVERSIDADE POR MEIO DA CITRONELA**

Carolina de Medeiros Queiroz

Gabriela Assino de Souza Nascimento

Juliana Fontes França

Narely Portela Matos

Vinícius Carvalho Cardoso

Leonardo Luiz Lima Navarro

Renato Flórido Cameira

Elaine Garrido Vazquez

**DOI 10.22533/at.ed.6012111032**

### **CAPÍTULO 3..... 21**

#### **PERCEÇÃO AMBIENTAL NA COMUNIDADE DO PARQUE ARARÁ: DISPARIDADES COM O PANORAMA BRASILEIRO**

Karolline Dias do Rego

Davi Carvalho Lopes de Souza

Felipe Diaz Nunes

Elaine Garrido Vazquez

Vinicius Carvalho Cardoso

Renato Flórido Cameira

Leonardo Luiz Lima Navarro

**DOI 10.22533/at.ed.6012111033**

### **CAPÍTULO 4..... 32**

#### **PERCEÇÃO AMBIENTAL DE ESTUDANTES DE CURSOS DE GRADUAÇÃO DA MODALIDADE A DISTÂNCIA**

Leandro Costa Fávaro

Letícia Rodrigues da Fonseca

Daiane Fernandes Pereira Lahmann

Marcelo Ribeiro Silva

Sheldon William Silva

**DOI 10.22533/at.ed.6012111034**

### **CAPÍTULO 5..... 36**

#### **HORTICULTURA, JARDINAGEM E ARTESANATO COMO ATIVIDADES AUXILIARES AO TRATAMENTO DE PACIENTES DO CAPS DE VIDEIRA-SC**

Milena Fátima Rigo

Taynara Ribeiro de Mello

Eduarda Pereira dos Santos

Gilson Ribeiro Nachtigall  
Ricardo de Araújo  
Allan Charlls Mendes de Sousa  
Nicole Trevisani  
Alan Schreiner Padilha  
Adriana Aparecida Felicetti  
**DOI 10.22533/at.ed.6012111035**

**CAPÍTULO 6..... 44**

**A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA PARA DIFUNDIR O CONHECIMENTO E A INFORMAÇÃO SOBRE A RELAÇÃO SAÚDE E MEIO AMBIENTE NA COMUNIDADE DO BAIRRO NOVO HORIZONTE 2- MARITUBA/PA**

Maria do Socorro Bezerra Lopes  
David Franco Lopes  
Jamilly Karla Farias Aleixo  
Filipe da Conceição Rocha  
Adriane Yasmin de Sena Diniz  
Ana Carla Leite Carvalho Cabral  
**DOI 10.22533/at.ed.6012111036**

**CAPÍTULO 7..... 53**

**INCIDÊNCIA DA COVID-19 NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO E A RELAÇÃO DA VULNERABILIDADE DO ACESSO AO SANEAMENTO NAS ÁREAS DE FAVELAS**

Adriana Sotero-Martins  
Elvira Carvajal  
Maria José Salles  
Natasha Berendonk Handam  
Norberto dos Santos Junior  
Thiago Corrêa de Almeida  
Priscila Gonçalves Moura  
Luis Eduardo Martin  
Rejany Ferreira dos Santos  
Maria de Lourdes Aguiar Oliveira  
**DOI 10.22533/at.ed.6012111037**

**CAPÍTULO 8..... 63**

**PRODUÇÃO DE RECEITA ATRAVÉS DE CASCAS, SEMENTES E TALOS DE FRUTAS E VERDURAS: UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

Débora Maia Teixeira de Moura  
Edna Lúcia Oliveira Santos  
Cristina Silva de Oliveira  
**DOI 10.22533/at.ed.6012111038**

**CAPÍTULO 9..... 69**

**PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO CONTEXTO EDUCACIONAL**

Kátia Janaína Frichs Cotica  
Irene Carniatto de Oliveira  
**DOI 10.22533/at.ed.6012111039**

**CAPÍTULO 10..... 79**

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL E COLETA SELETIVA DO ÓLEO DE COZINHA RESIDUAL:  
EXPERIÊNCIA NO COMPLEXO DO VER-O-PESO, BELÉM-PA**

Gyselle dos Santos Conceição  
Marília Gabriela Quaresma Gonçalves  
Davi do Socorro Barros Brasil  
Adjair Sousa Corrêa  
Solange Maria Vinagre Corrêa

**DOI 10.22533/at.ed.60121110310**

**CAPÍTULO 11 ..... 92**

**A RESSIGNIFICAÇÃO DO ÓLEO USADO PAUTADA PELA GESTÃO DE RESÍDUOS NO  
PROJETO GUTTA DO TIME ENACTUS UFRJ**

Elaine Garrido Vazquez  
Fábio Batista Fernandes Júnior  
Jaqueline Cordeiro dos Santos  
Leonardo Luiz Lima Navarro  
Renato Flórido Cameira  
Vinícius Carvalho Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.60121110311**

**CAPÍTULO 12..... 100**

**GESTÃO DE RESÍDUOS NO MEIO URBANO - ALTERNATIVAS PARA ÓLEO, LIXO E  
TECIDO**

Elaine Garrido Vazquez  
Fábio Batista Fernandes Júnior  
Felippe Pereira Ribeiro  
Gislayne Oliveira dos Santos  
Jaqueline Cordeiro dos Santos  
Leonardo Luiz Lima Navarro  
Renato Flórido Cameira  
Vinícius Carvalho Cardoso

**DOI 10.22533/at.ed.60121110312**

**CAPÍTULO 13..... 110**

**DESENVOLVIMENTO DE UM REATOR E APLICAÇÃO DE PROCESSO OXIDATIVO  
AVANÇADO COMO POLIMENTO FINAL PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE  
INDUSTRIAL**

Cassiano Ricardo Brandt  
Ani Caroline Weber  
Sabrina Grando Cordeiro  
Ytan Andreine Schweizer  
Bruna Costa  
Aline Viana  
Elisete Maria de Freitas  
Eduardo Miranda Ethur  
Lucélia Hoehne

**DOI 10.22533/at.ed.60121110313**

<b>CAPÍTULO 14.....</b>	<b>125</b>
PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTE COM DEJETOS BOVINOS	
Beatriz Moura Mercier	
Francine Aparecida Sousa	
Torriceli Scarpatti Fanchiotti	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60121110314</b>	
<b>CAPÍTULO 15.....</b>	<b>130</b>
A INCLUSÃO DE LODO ORGÂNICO E CINZA DE CALDEIRA DE CERVEJARIA NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM	
Guilherme Jack Nunes Coelho	
Mateus Costa de Aguiar	
Walcones Miguel Abreu Magalhães	
Verner Marinho da Silva Neto	
Tiago Soares Vitor	
Bianca Martins Nascimento	
Daniel Rocha Pereira	
Osman José de Aguiar Gerude Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60121110315</b>	
<b>CAPÍTULO 16.....</b>	<b>135</b>
PRÁTICA INTERDISCIPLINAR: CONHECENDO E CONSUMINDO AS PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS (PANCS)	
Maria Celeste da Silva Sauthier	
Marília Dantas e Silva	
Olinson Coutinho Miranda	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60121110316</b>	
<b>CAPÍTULO 17.....</b>	<b>142</b>
DESAFIOS NA PRODUÇÃO DE AÇAÍ NA AMAZÔNIA BRASILEIRA: DO EXTRATIVISMO AO PLANTIO	
Fabrício Khoury Rebello	
José Itabirici de Souza e Silva Junior	
Maria Lúcia Bahia Lopes	
Marcos Antônio Souza dos Santos	
Herdjania Veras de Lima	
Paola Corrêa dos Santos	
Artur Vinícius Ferreira dos Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60121110317</b>	
<b>CAPÍTULO 18.....</b>	<b>154</b>
POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS POR AGROTÓXICOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA	
Stefânia Evangelista dos Santos Barros	
Márcia Bento Moreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60121110318</b>	

<b>CAPÍTULO 19.....</b>	<b>160</b>
<b>REALIZAÇÃO DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM COM A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS FIBROSO ALTERNATIVO, SENDO SUBMETIDO AO ESTRESSE HÍDRICO</b>	
Verner Marinho da Silva Neto	
Mateus Costa de Aguiar	
Walcones Miguel Abreu Magalhães	
Tiago Soares Vitor	
Bianca Martins Nascimento	
Guilherme Jack Nunes Coelho	
Daniel Rocha Pereira	
Osman José de Aguiar Gerude Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60121110319</b>	
<b>CAPÍTULO 20.....</b>	<b>169</b>
<b>INFLUÊNCIA DO ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>PHASEOLUS VULGARIS</i> L. E <i>PHASEOLUS LUNATUS</i> L.</b>	
Cleverson Matias dos Santos	
Paulo André Trazzi	
Anderson Aparecido da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60121110320</b>	
<b>CAPÍTULO 21.....</b>	<b>179</b>
<b>FENOLOGIA VEGETATIVA E REPRODUTIVA DE <i>Psychotria pleiocephala</i> MÜLL. ARG. (RUBIACEAE) EM FLORESTA OMBRÓFILA DENSA</b>	
Tales Junior dos Santos	
Mônica Taires Rodrigues da Silva	
Jaqueline Rocha de Medeiros	
Patrícia Borges Dias	
Kézia Catein dos Santos	
Célia Márcia Paulino	
Camila Tavares da Costa	
Águida de Lourdes Moreira	
Stéphanie Kelly Lopes Gonzaga	
Ueldiane Quintiliano Lins	
Alejandro Pio de Souza	
Izabel Regina da Mata Barrada	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60121110321</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>188</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>189</b>

# CAPÍTULO 13

## DESENVOLVIMENTO DE UM REATOR E APLICAÇÃO DE PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO COMO POLIMENTO FINAL PARA TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL

Data de aceite: 01/03/2021

**Eduardo Miranda Ethur**

Universidade do Vale do Taquari  
Lajeado – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/0536800052883688>

**Cassiano Ricardo Brandt**

Universidade do Vale do Taquari  
Lajeado – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/9798319158085472>

**Lucélia Hoehne**

Universidade do Vale do Taquari  
Lajeado – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/1088266827926373>

**Ani Caroline Weber**

Universidade do Vale do Taquari  
Lajeado – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/8238624023188773>

**Sabrina Grando Cordeiro**

Universidade do Vale do Taquari  
Lajeado – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/2337098282279202>

**Ytan Andreine Schweizer**

Universidade do Vale do Taquari  
Lajeado – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/7243347940977880>

**Bruna Costa**

Universidade do Vale do Taquari  
Lajeado – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/1326502291238152>

**Aline Viana**

Universidade do Vale do Taquari  
Lajeado – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/7126870130905683>

**Elisete Maria de Freitas**

Universidade do Vale do Taquari  
Lajeado – Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/7345668866571738>

**RESUMO:** O aumento da industrialização mundial trouxe consigo uma maior geração de efluentes. Geralmente, os tratamentos convencionais empregados não são suficientes para atenderem os limites exigidos pela legislação. Devido a este cenário, tem-se buscado métodos avançados para polimento final de efluentes industriais. Dentre estes métodos, estão os Processos Oxidativos Avançados (POAs), que possuem a capacidade de gerar radicais hidroxila altamente reativos, capazes de oxidar a matéria orgânica presente no meio. Sendo assim, este estudo teve por objetivo desenvolver e otimizar um reator contínuo de POAs para atuar como polimento final, utilizando um efluente industrial sintético de laticínios como meio de análise. Para isto, utilizou-se a técnica de irradiação ultravioleta combinado com peróxido de hidrogênio (UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), sendo a radiação gerada por meio de lâmpadas de ação *daylight*. Verificou-se a influência do pH do meio (2, 7,4 e 12), o tempo de ciclo (1, 2 e 3 h) do efluente, cor, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio Total e Carbono Orgânico Total (COT), mantendo-se constante o *layout* do reator e a concentração de

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (10 ppm). O melhor tratamento foi obtido em um pH de 7,4 (sem ajuste) e um tempo de 3 h de ação do método, sendo possível remover 72,73% da DQO, 23,02% da cor, 19,07% do COT e 25,71% de Nitrogênio Total. O Tempo de detenção hidráulico (TDH) do reator foi de 0,113 h. O custo operacional do sistema em 3 h de aplicação, considerando os gastos energéticos e com o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foi de R\$ 27,91/m<sup>3</sup> e a demanda de energia por volume de efluente tratado de 54 kWh/m<sup>3</sup>. Dessa forma, verificou-se que esta proposta pode ser aplicada como um polimento final para efluentes industriais do ramo de laticínios, visto que a metodologia em estudo reduziu parâmetros importantes e monitorados pela legislação vigente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processos oxidativos avançados, Tratamento de efluentes, Laticínios, Legislação ambiental.

## DEVELOPMENT OF A REACTOR AND APPLICATION OF ADVANCED OXIDATIVE PROCESS AS FINAL POLISHING FOR TREATMENT OF INDUSTRIAL WASTEWATER

**ABSTRACT:** The increase in global industrialization brought with it a greater generation of wastewaters. Generally, the conventional treatments used are not enough to meet the limits required by law. Due to this situation, advanced methods for final polishing of industrial effluents have been sought. Among these methods are the Advanced Oxidative Processes (AOPs), which can generate highly reactive hydroxyl radicals, capable of oxidizing the organic matter present in the medium. Therefore, this study aimed to develop and optimize a continuous AOP reactor to act as a final polishing, using a synthetic industrial dairy effluent as a means of analysis. For this, the ultraviolet irradiation technique combined with H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) was used, the radiation being generated by daylight action lamps. Has been verified the influence of the pH of the medium (2, 7.4 and 12), the recycling time (1, 2 and 3 h) of the effluent at a constant flow rate of 40 L/h, color, Chemical Oxygen Demand (COD), Total Nitrogen and Total Organic Carbon (COT), keeping the reactor layout and the concentration of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (10 ppm) constant. The best treatment was obtained at a pH of 7.4 (without adjustment) and a time of 3 h of action of the method, being possible to remove 72.73% of COD, 23.02% of color, 19.07% of COT and 25.71% Total Nitrogen. The hydraulic holding time (TDH) of the reactor was 0.113 h. The operating cost of the system in 3 h of application, considering energy expenses and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> was R\$ 27.91/m<sup>3</sup> and the energy demand for 54 kWh/m<sup>3</sup> treated effluent volume. Thus, it was found that this proposal can be applied as a final polishing for industrial effluents in the dairy industry, since the methodology under study reduced important parameters and monitored by current legislation.

**KEYWORDS:** Advanced oxidative processes, Wastewater treatment, Dairy products, Environmental legislation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A preocupação com o tratamento dos efluentes industriais tem aumentado gradativamente nas últimas décadas. A partir da revolução industrial, a contaminação de recursos naturais atingiu seu mais alto nível, motivando o surgimento de diversos estudos relacionados a poluição do meio ambiente (DERISIO, 2012). O lançamento impróprio

destes poluentes pode gerar grandes danos à fauna e flora terrestre, além de afetar a saúde humana e alterar toda homeostase do meio ambiente (RIBEIRO; BEGNINI, 2014).

Uma das maiores problemáticas dos resíduos produzidos por indústrias é a grande diversidade em sua composição química, podendo haver grande variação de poluentes orgânicos e inorgânicos. Estes, por sua vez, podem ser tóxicos e até mesmo resistentes aos sistemas normalmente utilizados em estações de tratamento de efluentes (ETE) (FLORÊNCIO; MALPASS, 2014).

Devido a isso, pesquisadores de todo o mundo têm buscado maneiras diversificadas de tratar efluentes industriais e águas residuais (MOERSIDIK et al., 2020), fazendo com que estes cheguem aos corpos receptores com baixo potencial de poluição, causando assim a menor alteração possível nos rios, lagos e na água doce potável de maneira geral (MACEDO, 2007).

Atualmente, os tratamentos de efluentes mais utilizados na indústria são os chamados “convencionais”, compreendendo processos físicos, químicos e/ou biológicos. No entanto, devido ao fato de os tratamentos convencionais aplicados muitas vezes não fornecerem a eficiência adequada, tem-se aprofundado os estudos de aplicação de tratamentos avançados que possam ser aplicados como forma de polimento final em ETE, antes de serem lançados nos corpos receptores. Dentre os tratamentos avançados, estão os Processos Oxidativos Avançados (POAs) (DIAS, 2018; VILAR et al., 2011).

Por possuírem capacidades oxidativas singulares, os POAs têm sido amplamente estudados nos últimos anos (HARA, 2020; POPAT et al., 2019). Esta nova forma de tratamento pode ser considerada uma tecnologia inovadora, que possui a capacidade de produzir radicais hidroxilas, que são altamente reativos (BABU et al., 2019), reagindo com compostos de degradação complexa (WANG; ZHUAN, 2020) e potencializando a remoção de cargas físico-químicas presentes em efluentes industriais, tais como cor, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio total e Carbono Orgânico Total (COT) (VINEETHA; MATHESWARAN; SHEEBA, 2013).

Dentre os POAs está o processo de irradiação ultravioleta e peróxido de hidrogênio (UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (FIOREZE; SANTOS; SCHMACHTENBERG, 2014). O H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> se faz necessário para a formação dos radicais hidroxila que oxidam a matéria presente no meio, podendo ser substituído por gás ozônio (O<sub>3</sub>). Sua eficiência é potencializada pela irradiação UV bem como por catalisadores (GIRALDO-AGUIRRE, et al., 2015).

Para uma melhor eficiência dos POAs na ação oxidativa para tratamento de resíduos e efluentes, tem se desenvolvido diversos tipos de reatores (HOFMAN-CARIS et al., 2012). Os projetos podem variar de acordo com o poluente alvo, bem como o tipo de efluente, vazão a ser tratada e características físicas do espaço (BABU et al., 2019). Nas configurações do reator, ainda pode-se variar quanto ao formato (batelada ou contínuo), dimensões, quantidade e potência das lâmpadas, comprimento de onda da radiação UV irradiada, concentração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e presença ou não de um catalisador (WOLS et al., 2015).

Devido à busca de novos métodos e tecnologias que privilegiam uma produção mais sustentável e que não agridam o meio ambiente e a necessidade de um tratamento de efluente adequado, o presente trabalho teve por objetivo desenvolver um reator de POA do tipo serpentina em fluxo contínuo e otimizar o método para que possa ser aplicado o tratamento UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em efluentes industriais, como proposta de polimento final em uma indústria alimentícia.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Preparo do efluente sintético

Para o preparo do efluente sintético de uma indústria de laticínios utilizou-se a metodologia adaptada de Silva (2010). O efluente foi composto por 2,88 g de leite em pó, 4,8 g de glicose, 0,54 g de ureia, 1,17 g de cloreto de amônio, 1,8 g de fosfato de sódio monobásico, 1,2 g de carbonato de potássio, 3,12 g de hidrogenocarbonato de sódio, 1,2 g de sulfato de magnésio heptahidratado, 0,048 g de sulfato ferroso heptahidratado, 0,048 g de sulfato de manganês monohidratado e 0,072 g de cloreto de cálcio dihidratado, adicionados em 20 L de água deionizada, resultando em um efluente com teor de DQO de aproximadamente 600 mg/L. Posteriormente, congelou-se o efluente sintético para ser preservado no decorrer das análises, de acordo com a NBR 9898, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

### 2.2 Desenvolvimento do reator para aplicação dos Processos Oxidativos Avançados

O reator contínuo em escala laboratorial foi desenvolvido com base nos parâmetros de escoamento do fluido e cinética da reação para os POAs, descrita por Wols et al. (2015). Para tal, fez-se uso de 5 condutos de policloreto de vinila (PVC) de 10 cm de diâmetro por 80 cm de comprimento. Estes foram distribuídos um ao lado do outro, formando uma serpentina ligada por conectores do mesmo material, com um comprimento total de 4 m, de modo que o efluente retorne ao recipiente inicial contendo 10 L de efluente a ser recirculado. Para o bombeamento do efluente utilizou-se uma bomba peristáltica, com vazão constante de 40 L/h. Acima do sistema de serpentina, foram suspensas a uma distância de 22 cm, 3 lâmpadas UV (Osram, Lumilux T5 HO) com 54 W de potência, temperatura de cor nominal de 6500 K e comprimento de onda de 550 nm, simulando uma luz *daylight*.

#### 2.2.1 Perfil de escoamento do efluente no reator e tempo de detenção hidráulico (TDH)

Como forma de caracterizar o perfil de escoamento do efluente a ser tratado no reator como sendo laminar ou turbulento, utilizou-se o cálculo do número de Reynolds ( $Re = \frac{vD}{\nu}$ ), na qual  $v$  corresponde a velocidade média do escoamento (m/s),  $D$  ao diâmetro da tubulação

(m) e  $\nu$  a viscosidade cinemática ( $\text{m}^2/\text{s}$ ). Valores menores do que 2300 correspondem a um escoamento laminar, dentre 2300 e 4000 a um escoamento de transição e maiores do que 4000 a um escoamento turbulento (INCROPERA, 2008).

Onde Para o cálculo do TDH do efluente no sistema elaborado utilizou-se a equação ( $T_d = \frac{V}{Q}$ ), onde  $T_d$  corresponde ao tempo de detenção hidráulico (h),  $V$  ao volume do tanque ( $\text{m}^3$ ) e  $Q$  a vazão de efluente ( $\text{m}^3/\text{h}$ ).

## 2.3 pH e tempo de reciclo

Para avaliação da influência do pH realizou-se o ensaio em três diferentes pHs: 2, 7,4 e 12. Para verificação do tempo de reciclo, coletou-se uma mesma alíquota de efluente após 1 h, 2 h e 3 h de tratamento, nos diferentes pHs avaliados. A concentração de  $\text{H}_2\text{O}_2$  utilizada foi de 10 ppm, assim como a vazão de efluente (40 L/h) e o *layout* do reator. A determinação do melhor pH e tempo de reciclo baseou-se nos resultados das análises físico-químicas.

## 2.4 Análises físico-químicas

### 2.4.1 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A determinação da DQO foi realizada por meio do método 5220C do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (RICE et al., 2012). Para isto, digeriu-se as amostras em bloco digestor a  $150\text{ }^\circ\text{C}$  em refluxo fechado por 2 h. Após, resfriou-se a temperatura ambiente e titulou-se com sulfato ferroso amoniacal (FAS) sob agitação constante. Calculou-se a DQO do efluente avaliado por meio da Equação 1.

$$DQO \left( \frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{(BD-A) * M_{FAS} * 8000}{V_A} \quad (1)$$

Onde BD corresponde ao volume (L) de FAS utilizado na titulação do branco, A ao volume (L) de FAS utilizado na titulação da amostra,  $M_{FAS}$  a molaridade (mol/L) do FAS e  $V_A$  ao volume (L) de amostra digerida.

### 2.4.2 Nitrogênio Total

Para a análise de nitrogênio total, utilizou-se um analisador de nitrogênio total (Shimadzu, TOC-V CPH), seguindo as recomendações citadas pelo método 4500-N do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (Rice et al., 2012).

### 2.4.3 Carbono Orgânico Total (COT)

O teor de COT foi determinado por meio de um analisador de carbono orgânico (Shimadzu, TOC-V CPH), seguindo as recomendações citadas pelo método 5310-B do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater* (Rice et al., 2012).

#### 2.4.4 Cor

A análise de cor da amostra foi realizada em colorímetro de bancada (Digimed, DM-COR). Para isto, coletou-se uma alíquota do efluente em cubeta de quartzo e verificou-se a coloração no equipamento.

### 2.5 Análise de viabilidade econômica

Para verificação do custo-benefício do método utilizado, calculou-se o custo do tratamento por volume de efluente, levando-se em consideração a dosagem de  $H_2O_2$  utilizada, potência da lâmpada (60 kWh/1000 h) e tempo de aplicação do método (1 h, 2 h e 3 h), bem como o preço médio da energia elétrica no estado do RS, de 0,515 R\$/kWh (ANEEL, 2020) e o preço do  $H_2O_2$  a 50% (10 R\$/kg). A partir dos testes realizados em escala laboratorial, dimensionou-se os custos para um tratamento em escala industrial.

Ainda, calculou-se a demanda de potência por volume de efluente tratado, conforme metodologia adaptada de Asaithambi et al. (2020).

### 2.6 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando-se o software Microsoft Excel 2010 (Microsoft, 2010), por meio de análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey a 95% de confiança.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Reator

Na Figura 1 pode-se visualizar o reator de POAs elaborado e utilizado no decorrer dos experimentos, com a bomba peristáltica acoplada ao tanque de armazenamento, de onde captou-se o efluente, sendo este circulado pelas calhas do reator e retornando ao recipiente inicial.



Figura 1 – Sistema de POAs (UV/ $H_2O_2$ ) montado e em funcionamento

Fonte: Dos autores (2020).

## 3.2 Perfil de escoamento

A velocidade de escoamento obtida foi de  $2,83 \times 10^{-3}$  m/s, com diâmetro do tubo de 0,1 m, viscosidade cinemática da água a 20 °C de  $1,003 \times 10^{-5}$  m<sup>2</sup>/s e número de Reynolds de 28,18, valor consideravelmente abaixo do limite para o escoamento laminar (<2300). Desta forma, o fluido presente no reator nas condições especificadas, possui escoamento laminar. Wols et al. (2015) destacam em seus estudos sobre dimensionamento de reatores de POAs pelo método UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> que o escoamento laminar é considerado o ideal para a formação de radicais hidroxila. Segundo os autores, isto ocorre devido à maior penetração da irradiação UV no efluente, que por sua vez irá reagir com o peróxido de hidrogênio presente no meio e formar os radicais hidroxila. O TDH obtido foi de 0,113 h.

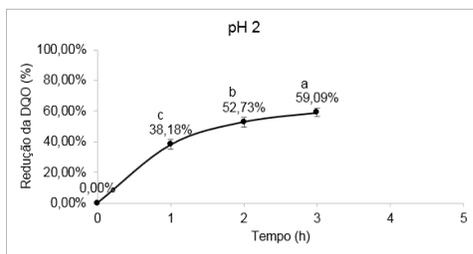
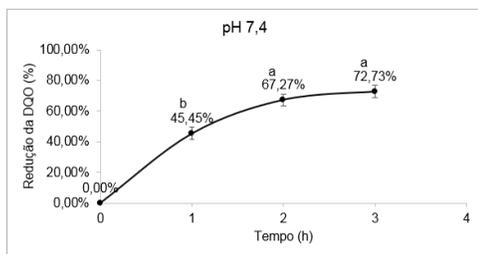
## 3.3 Análises Físico-Químicas

### 3.3.1 Caracterização inicial do efluente sintético

O efluente sintético preparado apresentou teores iniciais de DQO de  $598,64 \pm 22,18$  mg O<sub>2</sub>/L, cor igual a  $139 \pm 0,98$  Pt-Co, teor de COT de  $52,24 \pm 0,01$  mg/L e Nitrogênio total igual a  $27,93 \pm 0,13$  mg/L. Com os valores obtidos, pode-se verificar que o efluente sintético possui valor de DQO similar ao valor teórico (600 mg/L), obtido em literatura (Silva, 2010). Ainda, destaca-se que o efluente sintético possui uma carga orgânica acima do limite máximo de DQO exigido pela legislação, sendo esta de 330 mg O<sub>2</sub>/L para vazões de até 100 m<sup>3</sup>/dia. Assim, a amostra inicial torna-se ideal para simulação como um efluente em estágio final de tratamento, que ainda não está de acordo para ser lançado em matrizes ambientais e demanda um polimento final para se enquadrar nos parâmetros exigidos pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA).

### 3.3.2 Análise de DQO

Na Figura 2 estão os resultados obtidos para a DQO nos diferentes pH avaliados durante os tempos de 0 h, 1 h, 2 h e 3 h.



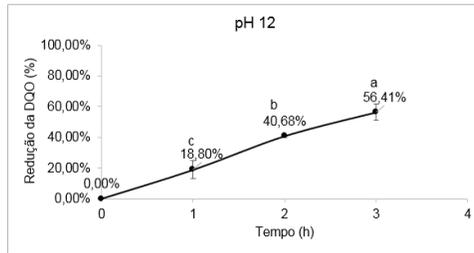


Figura 2 – Redução da Demanda Química de Oxigênio ao longo do tempo em pH neutro (7,4), ácido (2) e alcalino (12)

Fonte: Dos autores (2020). Letras diferentes acima dos valores nos gráficos indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tempos avaliados para um mesmo pH.

Como pode-se verificar, a DQO apresentou uma remoção considerável já no pH natural da amostra (7,4), obtendo-se resultados satisfatórios com 2 h de tratamento. Já na primeira hora de tratamento neste pH, a concentração de DQO foi reduzida para 326,56 mg  $O_2/L$ , enquadrando-se na legislação nº 355/2017 do CONSEMA para vazões abaixo de 100  $m^3/dia$ , que estabelece uma  $DQO < 330$  mg  $O_2/L$ . Com 2 e 3 h de ação, a DQO reduziu para 195,92 mg  $O_2/L$  e 163,26 mg  $O_2/L$ , respectivamente.

Assim, um tempo de tratamento de 2 h seria ideal para a redução da DQO em pH neutro. Neste sentido, Ortiz-Marin et al. (2019) chegaram a uma remoção de 49,2% da DQO, considerando 60 minutos de irradiação no método UV/ $H_2O_2$ .

Já a redução com pH acidificado não foi tão acentuada quanto no pH próximo ao neutro, alcançando 59,09% de degradação ao final de 3 h de aplicação. Ainda, destaca-se que com apenas 1 h de tratamento, a remoção de 38,18% não foi suficiente para reduzir a carga inicial de 598,64 mg  $O_2/L$  para o limite estabelecido pela legislação, somente após 2 h (282,99 mg  $O_2/L$ ).

Por fim, em um pH alcalino houve uma menor remoção da DQO se comparado com o pH ácido e neutro. A concentração de DQO nos tempos de 1 h, 2 h e 3 h foram, respectivamente 520,55 mg  $O_2/L$ , 380,27 mg  $O_2/L$  e 279,45 mg  $O_2/L$ , diferindo significativamente ( $p < 0,05$ ) entre si.

A variação na eficiência da remoção de DQO em função do pH, está de acordo com o relato de autores como Vineetha, Matheswaran e Sheeba (2013), que destacaram que o método UV/ $H_2O_2$  possui maior eficiência em pH próximo ao neutro. Contudo, destaca-se que apesar de o tratamento ser menos eficiente em pH ácido ou básico, a remoção de DQO em ambos casos pode ser considerada satisfatória, se considerada como um polimento final de tratamento.

Considerando os valores de concentração em relação ao tempo, pode-se destacar que o mecanismo cinético das reações envolvendo a redução do parâmetro DQO é de

segunda ordem, com uma constante de velocidade para a redução da DQO no pH 2, 7,4 e 12 de  $1,35 \times 10^{-5} \text{ min}^{-1}$ ,  $2,57 \times 10^{-5} \text{ min}^{-1}$  e  $1,13 \times 10^{-5} \text{ min}^{-1}$ , respectivamente. Segundo Atkins e Paula (2013), as cargas poluentes de maneira geral se caracterizam por decaimentos de segunda ordem, sendo este o motivo de demandarem longos períodos para sua remoção.

### 3.3.3 Análise de Cor

Outro parâmetro a ser monitorado no tratamento de efluentes industriais é a análise de cor das amostras, sendo os valores encontrados para pH 7,4, 2 e 12 descritos na Figura 3.

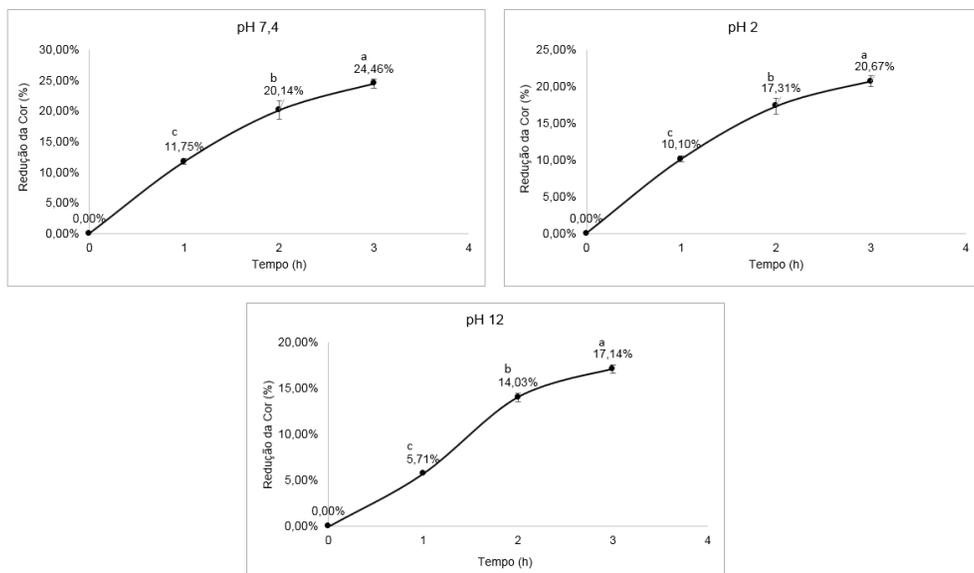


Figura 3 - Redução da cor do efluente ao longo do tempo em pH 7,4, 2 e 12

Fonte: Dos autores (2020). Letras diferentes acima dos valores nos gráficos indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tempos avaliados para um mesmo pH.

Pode-se verificar que o tratamento em pH 7,4 reduziu aproximadamente 24,46% da cor aparente após 3 h, sendo o valor inicial reduzido de 139 Pt-Co para 105 Pt-Co. Nos tempos de 1 h e 2 h, a concentração de cor foi de 122 e 111 Pt-Co, respectivamente. Ainda, verificou-se que os resultados diferiram entre si, estatisticamente. No entanto, a legislação CONSEMA nº 355/2017, vigente no estado do RS, não quantifica a faixa de cor máxima permitida, apenas faz menção de que a cor do efluente não deve conferir alteração na coloração do corpo receptor.

Em um pH ácido, pode-se verificar que o desempenho na redução do parâmetro cor foi bastante similar ao do pH neutro. Os resultados também apresentaram diferença

estatística entre si. A remoção máxima de cor aparente foi de 20,67% em relação ao efluente bruto, sendo a concentração reduzida de 139 Pt-Co para 110 Pt-Co. No tempos de 1 h e 2 h, a concentração ficou em 125 e 115 Pt-Co, respectivamente.

Para o pH alcalino, verificou-se que os resultados apresentaram diferença estatística entre si. A cor da amostra reduziu consideravelmente menos em relação às condições ácidas e neutras. O ponto máximo, considerando 3 h de tratamento, foi de 17,14% de remoção. Destaca-se que, com 2 h no pH 2 e 7,4, a redução do parâmetro cor já atingiu uma eficiência maior do que em 3 h no pH 12.

Nota-se que tanto a redução do parâmetro cor quanto a remoção da DQO obtiveram seu rendimento máximo no pH próximo ao neutro (7,4), seguindo pelo ácido (2) e em seguida pelo básico (12).

Utilizando o decaimento do parâmetro cor em função do tempo, pode-se estimar que o mecanismo cinético da reação nestas condições é de 1ª ordem. A constante de velocidade obtida para a degradação da cor no pH 2, 7,4 e 12 foi de  $1,30 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ ,  $1,57 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$  e  $1,09 \times 10^{-3} \text{ min}^{-1}$ , respectivamente. Destaca-se que a constante de velocidade ( $k$ ) para o pH 7,4 apresentou-se ligeiramente maior em relação ao pH ácido e básico.

### 3.3.4 Análise de COT

Os resultados de COT em função do pH para um tempo de tratamento de 3 h podem ser verificados na Figura 4.

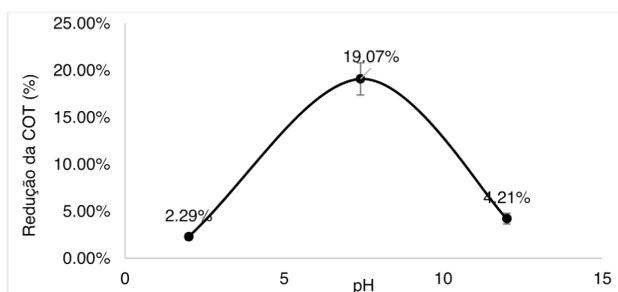


Figura 4 - Remoção do parâmetro COT em função do pH do meio

Fonte: Dos autores (2020).

Conforme pode-se verificar, a redução de COT do efluente sintético, considerando 3 h de ação do método, foi consideravelmente mais eficiente para o pH próximo ao neutro (7,4), sendo esta de 19,07%. No pH ácido (2) e básico (12), a remoção foi de apenas 2,29% e 4,21%, respectivamente. As concentrações finais foram de 51,53 mg/L, 42,68 mg/L e 50,52 mg/L, considerando o pH 2, 7,4 e 12, respectivamente.

Segundo Santos et al. (2017), a presença de substâncias recalcitrantes pode dificultar a mineralização por meio dos radicais hidroxila gerados nos POAs, gerando uma baixa remoção do parâmetro COT e consequentemente uma baixa eficiência no POA aplicado. Considerando que um efluente industrial pode ser considerado uma matriz complexa, com a presença de diversos poluentes e contaminantes, a remoção do COT é um dos parâmetros mais assertivos para prever a remoção eficaz de tais compostos (SANTOS et al., 2017).

### 3.3.5 Análise de Nitrogênio Total

Os resultados da remoção de Nitrogênio Total em função do pH do meio para um tratamento de 3 h estão dispostos na Figura 5.

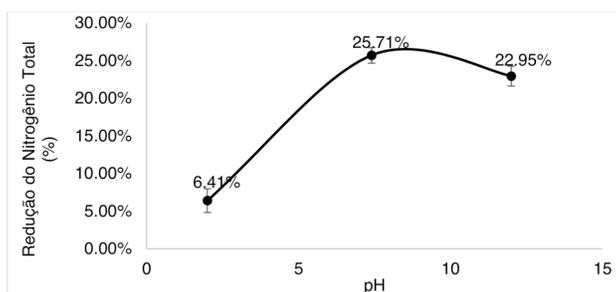


Figura 5 - Remoção do parâmetro Nitrogênio Total em função do pH do meio

Fonte: Dos autores (2020).

Como pode-se verificar, novamente o pH 7,4 foi o que apresentou melhor eficiência no parâmetro Nitrogênio total. Considerando uma remoção de 25,71%, a concentração inicial de 27,93 mg/L foi reduzida para 20,75 mg/L. Na condição alcalina (pH 12), a remoção de 22,95% do Nitrogênio total também foi significativa, sendo a concentração final nesta condição de 21,52 mg/L. Já para o pH ácido (2), a remoção foi de 6,41%, sendo esta a condição com menor eficiência.

Quando comparado com os limites estabelecidos pela legislação vigente, a resolução CONSEMA nº 355/2017 apenas faz menção ao Nitrogênio amoniacal, sendo 20 mg/L o valor de concentração estabelecido. Considerando que o Nitrogênio total engloba todas as formas de Nitrogênio presentes na água, não é possível afirmar com exatidão se o efluente está nas condições de lançamento. Contudo, considerando que no pH 7,4 a concentração de Nitrogênio total ficou em 20,75 mg/L, pode-se dizer que o efluente está em condições muito próximos do ideal neste parâmetro.

### 3.4 Viabilidade econômica

O custo operacional envolvendo o gasto energético das três lâmpadas utilizadas foi de R\$ 0,0927, 0,1854 e 0,2781 para os tempos de 1 h, 2 h e 3h, respectivamente. Desta forma, pode-se verificar que o custo total, apenas considerando o gasto com energia elétrica, das 3 lâmpadas utilizadas no tratamento foi de R\$ 0,2781 após 3 h de funcionamento. O custo operacional envolvendo o consumo de  $H_2O_2$  foi de R\$ 0,001. Assim, o custo operacional total por volume de efluente tratado para 1 h, 2 h e 3 h de tratamento foi de R\$ 9,37/m<sup>3</sup>, 18,64/m<sup>3</sup> e 27,91/m<sup>3</sup>, respectivamente.

Considerando apenas o parâmetro DQO, que é amplamente monitorado e exigido pela legislação, destaca-se que, efluentes com pH próximo ao neutro são menos custosos para serem tratados pelo método descrito no presente trabalho. Nestas condições, com apenas 1 h pode-se perceber uma redução significativa da carga orgânica quimicamente degradável presente no meio, o que custaria aproximadamente R\$ 9,37/m<sup>3</sup>. Já para o pH ácido, o custo avançaria para R\$ 18,64/m<sup>3</sup>, visto que, conforme a Figura 18, existe a demanda de pelo menos 2 h de tratamento. Já o pH básico/alcalino, pode ser considerando o mais custoso (R\$ 27,91/m<sup>3</sup>), visto que é o que demanda a maior quantidade de tempo para ser degradado de forma que atenda os padrões exigidos pela legislação.

#### 3.4.1 Consumo de energia específico

O consumo de energia por volume de efluente tratado (kWh/m<sup>3</sup>) obtido em kWh/m<sup>3</sup> foi de 18, 36 e 54 para os tempos de tratamento de 1 h, 2 h e 3 h, respectivamente. Nas condições experimentais relatadas no presente trabalho, o custo de operação envolvendo as lâmpadas é afetado de forma diretamente proporcional em relação ao tempo de atuação. Pensando em aplicações a nível industrial, torna-se menos custoso operar com apenas 1 h de ação do método.

## 4 | CONCLUSÃO

Pode-se concluir que é possível construir um reator UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de forma simples e capaz de fornecer resultados satisfatórios no polimento de efluentes. O reator desenvolvido no presente trabalho obteve um TDH de 0,113 h, com escoamento do tipo laminar.

A melhor condição de tratamento do efluente foi obtida em um pH natural da amostra (7,4) e um tempo de tratamento de 3 h, resultando em uma remoção de 72,73% da DQO, 23,02% da cor do efluente, 19% de COT e 25,71% do nitrogênio total presente, com um custo operacional de R\$ 27,91/m<sup>3</sup> para 3 h de tratamento. Contudo, considerando apenas o parâmetro DQO, que por sua vez é amplamente monitorado pela legislação vigente, destaca-se que no pH 7,4 foi necessário apenas 1 h de ação para o efluente chegar na concentração limite exigida, sendo neste caso o custo total de 9,37 R\$/m<sup>3</sup>.

No entanto, o tratamento ainda se demonstrou aplicável em pH ácido ou alcalino, sendo possível enquadrar o efluente na legislação utilizando-se no máximo 3 horas de tratamento.

Assim, o presente estudo evidenciou benefícios ambientais relevantes, visto que em muitas industriais torna-se necessário o efluente passar por um polimento final para estarem de acordo com a legislação, ou simplesmente para estarem o mais adequado possível para não gerar alterações na matriz ambiental onde serão lançados.

## REFERÊNCIAS

ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica. **Ranking das tarifas**. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/relatorio-ranking-tarifas>>. Acesso em: 05 mai. 2020.

ATKINS, P.; PAULA, J.; **Físico-Química: Fundamentos**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 2013.

ASAITHAMBIA, P.; GOVINDARAJANC, R.; YESUFA, M. B.; ALEMAYEHU, E. Removal of color, COD and determination of power consumption from landfill leachate wastewater using an electrochemical advanced oxidation process. **Separation and Purification Technology**, v. 233, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115935>>. Acesso em: 17 abr. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898**: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores – Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

BABU, D. S.; SRIVASTAVA, V.; NIDHEESH, P. V.; KUMAR, M. S. Detoxification of water and wastewater by advanced oxidation processes. **Science of the Total Environment**, v. 696, n. 133961, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133961>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

BEIER, G.; ULLRICH, A.; NIEHOFF, S.; REISSIG, M. HABICH, M. Industry 4.0: How it is defined from a sociotechnical perspective and how much sustainability it includes – A literature review. **Journal of Cleaner Production**, v. 259, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120856>>. Acesso em: 12 abr. 2020.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CONSEMA. **Resolução CONSEMA 355, de 13 de Julho de 2017**. Rio Grande do Sul, 2017.

DERISIO, J. C. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

DIAS, F. F.; SILVA, C. V. A.; SANTOS, A. F. M. S.; ANDRADE, J. G. P.; ALBUQUERQUE, I. L. T. Tratamento de efluente da indústria de laticínios aplicando processo oxidativo avançado (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/TiO<sub>2</sub>/UV). **Revista GEAMA**, v. 4, n., p. 10-15, 2018. Disponível em: <<http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/2105/482482709>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

FIOREZE, M.; SANTOS, E. P. SCHMACHTENBERG, N. Processos oxidativos avançados: fundamentos e aplicação ambiental. **Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 79-91, 2014. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reeget/article/viewFile/10662/pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

FLORÊNCIO, T. M.; MALPASS, G. R. P. A brief explanation about environmental licenses in Brazil. **The Nexus – American Chemical Society**, 2014.

GIRALDO-AGUIRRE, A. L.; ERAZO-ERAZO, E. D.; FLÓREZ-ACOSTA, O. A.; SERNA-GALVIS, E. A.; TORRES-PALMA, R. A.  $\text{TiO}_2$  photocatalysis applied to the degradation and antimicrobial activity removal of oxacillin: Evaluation of matrix components, experimental parameters, degradation pathways and identification of organics by-products. **Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry**, v. 311, n. 1, p. 95-103, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2015.06.021>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

HARA, K.; KISHIMOTO, N.; KATO, M.; OTSU, H. Efficacy of a two-compartment electrochemical flow cell introduced into a reagent-free UV/chlorine advanced oxidation process. **Chemical Engineering Journal**, v. 388, p. n. 124385, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.124385>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

HOFMAN-CARIS, R. C. H. M.; HARMSSEN, D. J. H.; BEERENDONK, E. F.; KNOL, T. K.; HOUTMAN, C. J.; METZ, D. H.; WOLS, B. A. Prediction of advanced oxidation performance in various pilot UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> reactor systems with MP- and LP- and DBD-UV lamps. **Chemical Engineering Journal**, v. 210, p. 520-528, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cej.2012.09.041>>. Acesso em: 22 abr. 2020.

INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERMAN, T. L. LAVINE, A. S. **Fundamentos De Transferência De Calor E Massa**, LTC, 6 ed. 2008.

MACEDO, Jorge A. B. **Águas & Águas**. 3. ed. Minas Gerais: Minas Gerais, 2007.

MACHADO, Ê.L.; KIST, L.T.; SCHMIDT, R.; HOELTZ, J. M.; DALBERTO, D.; ALCAYAGA, E.L.A. Secondary Hospital Wastewater Detoxification and Disinfection by Advanced Oxidation Processes. **Environmental Technology**, v. 28, n. 10, p. 1135-1143, 2007. Disponível: <<https://doi.org/10.1080/09593332808618876>>. Acesso em: 14 abr. 2020.

MICROSOFT. **Microsoft Excel 2016**. 2016.

MOERSIDIK, S. S.; NUGROHO, R.; HANDAYANI, M.; KAMILAWATI, PRATAMA, M. A. Optimization and reaction kinetics on the removal of Nickel and COD from wastewater from electroplating industry using Electrocoagulation and Advanced Oxidation Processes. **Heliyon**, v. 6, n. 2, p. 1-9, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03319>>. Acesso em: 25 mar. 2020.

ORTIZ-MARIN, A.D.; AMABILIS-SOSA, L.E.; BANDALA, E.R.; GUILLÉN-GARCÉS, R.A.; TREVIÑO-QUINTANILLA, L.G.; ROÉ-SOSA, A.; MOELLER-CHAVEZ G.E. Using sequentially coupled UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-biologic systems to treat industrial wastewater with high carbon and nitrogen contents. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 137, p. 192-199, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.psep.2020.02.020>>. Acesso em: 17 abr. 2020.

PEREIRA, M. S.; GODOY, T. P.; GODOY, L. P.; BUENO, W. P.; WEGNER, R. da S. Energias renováveis: biogás e energia elétrica provenientes de resíduos de suinocultura e bovinocultura na UFSM. **Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM**, v. 19, n. 3, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/18064>>. Acesso em: 05 abr. 2020.

POPAT, A.; NIDHEESH, P.V.; SINGH, T. S. A.; KUMAR, M. S. Mixed industrial wastewater treatment by combined electrochemical advanced oxidation and biological processes. **Chemosphere**, v. 237, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124419>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

RIBEIRO, H. B.; BEGNINI, B. C. Plano para redução de carga poluidora em indústria de laticínios. **Saúde e meio ambiente**, v. 3, n. 1, p. 19–30, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.24302/sma.v3i1.519>>. Acesso em: 29 mar. 2020.

RICE, E. W. et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington (DC): American Public Health Association, 2012.

SANTOS, A. J.; COSTA, E. C. T. A.; SILVA, D. R.; GARCIA-SEGURA, S.; MARTÍNEZ-HUITLE, C. A. Electrochemical advanced oxidation processes as decentralized water treatment technologies to remediate domestic washing machine effluents. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 7002-7011, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s11356-017-1039-2>>. Acesso em: 24 out. 2020.

SILVA, L. V. C. **Tratamento aeróbio de efluente sintético de laticínio usando reatores inoculados com fungos *Aspergillus niger* AN 400**. 2010. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Gestão Ambiental) - INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ, Fortaleza, 2010.

VILAR, V. J.P.; PINHO, L. X.; PINTOR, A. M. A.; BOAVENTURA, R. A. R., Treatment of textile wastewaters by solar-driven advanced oxidation processes. **Solar Energy**, v. 85, p. 1927-1934, 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X11001538?via%3Dihub>>. Acesso em: 30 mar. 2020.

VINEETHA, M.N.; MATHESWARAN, M.; SHEEBA, K.N. Photocatalytic colour and COD removal in the distillery effluent by solar radiation. **Solar Energy**, v. 91, p. 368-373, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.09.013>>. Acesso em: 02 abr. 2020.

WANG, J.; ZHUAN, R.; Degradation of antibiotics by advanced oxidation processes: An overview. **Science of the Total Environment**, v. 701, n. 20, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135023>>. Acesso em: 22 mar. 2020.

WOLS, B.A.; HARMSSEN, D. J. H.; VAN REMMEN, T.; BEERENDONK, E. F.; HOFMAN-CARIS, C. H. M. Design aspects of UV/H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> reactors. **Chemical Engineering Science**, v. 137, n. 1, p. 712-721, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.ces.2015.06.061>>. Acesso em: 03 abr. 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acesso à Informação 21, 29, 30  
Acúmulo de Desejos 125  
Adubo 130, 131, 132, 133, 167  
Alimentos não Convencionais 135, 137, 139  
Aproveitamento 63, 64, 65, 67, 68, 69, 103, 104, 105  
Aspecto Epidemiológico 54

### B

Bagaço de Cana-de-Açúcar 161  
Biodegradação 131, 158  
Biodigestor 125, 126, 127, 128, 129

### C

Centro de Atenção Psicossocial 36, 39  
Complexo do Ver-o-Peso 79, 80, 81, 82, 86, 88, 90  
Comunidade Escolar 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 135, 138, 140  
Confecção de Produtos 92, 94, 100  
Crianças 12, 15, 18, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 75, 76, 103, 104, 105

### D

Descarte Correto de Óleo 92, 106

### E

Educação Básica 1, 4, 9, 85  
Empreendedorismo Social 10, 11, 19, 20, 92, 93, 95, 96, 97, 106, 108  
Enchentes 81, 96, 106  
Ensino Interdisciplinar 135, 137  
Estresse Hídrico 15, 160, 161, 162, 165, 166, 178  
Extrativistas 143, 147, 148

### F

Fabricação de Bebidas 130

### G

Geoprocessamento 56  
Gestão de Resíduos 78, 92, 93, 94, 95, 98, 100, 103, 104, 105, 106, 108, 167

## H

Higienização das Mãos 55

Hortas Orgânicas 100

## I

Impactos Socioeconômicos 142

Independência Financeira 10, 105

Industrialização 34, 110

Irradiação Ultravioleta 110, 112

## M

Mecanização Agrícola 155

Mercado Municipal 79, 81, 82, 83, 84, 89

## O

Objetivos de Sustentabilidade 101

Orientador Educacional 1, 2, 3, 4, 8, 9

## P

Paisagismo 36, 39

Pequeno Produtor Rural 125, 126

Potencial de Contaminação 154, 155, 156, 157, 158, 159

Prática Dialógica 1

Projeto Citros 10, 11, 14, 15, 17, 18, 19

Propriedades Antioxidantes 142

## Q

Qualidade de Vida 3, 4, 22, 30, 45, 51, 67, 69, 97, 100, 102, 106, 155

## R

Receitas e Degustações 63

Reciclagem 45, 46, 47, 49, 51, 69, 81, 91, 93, 98, 99, 102, 105, 108, 127

Recursos Hídricos 32, 154, 155, 156, 158

Recursos Não-Renováveis 101

## S

Sabão Ecológico 79, 82, 84, 88, 89

Salinidade 169, 171, 174, 175, 177

Saneamento Básico 48, 55, 69, 72, 77, 106, 167

Saúde Pública 62, 104, 156, 158, 159, 161

Sistema Agroalimentar 154, 155

## T

Taxa de Mortalidade 54, 58

Telhados Verdes 21, 29, 31

Tratamentos de Estresse Salino 169

Tratos Culturais 36, 150

## V

Valores Éticos 44

Visão Holística e Complexa 32

# Interfaces entre **Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade**

[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) 

 **Atena**  
Editora

**Ano 2021**

# Interfaces entre **Desenvolvimento, Meio Ambiente e Sustentabilidade**

[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) 