

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco  
Juliana Yuri Kawanishi  
Mauricio Zadra Pacheco  
(Organizadores)



# Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3

Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco  
Juliana Yuri Kawanishi  
Mauricio Zadra Pacheco  
(Organizadores)



# Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editores:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



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

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

### **Conselho Editorial**

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

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

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

Prof. Dr. Antonio 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. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. 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. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

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. 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  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

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

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

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Prof<sup>a</sup> Msc. 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. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá  
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Prof<sup>a</sup> Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

M514 Meio ambiente: inovação com sustentabilidade 3 [recurso eletrônico]  
 / Organizadores Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco, Juliana Yuri  
 Kawanishi, Mauricio Zadra Pacheco. – Ponta Grossa, PR: Atena  
 Editora, 2020. – (Meio Ambiente. Inovação com  
 Sustentabilidade; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-944-8

DOI 10.22533/at.ed.448202101

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio  
 ambiente – Preservação. I. Pacheco, Juliana Rodrigues. II.

Kawanishi, Juliana Yuri. III. Pacheco, Mauricio Zadra. IV. Série.

CDD 363.7

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

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

## APRESENTAÇÃO

“Meio Ambiente: Inovação com Sustentabilidade 3” é um trabalho que aborda, em 16 capítulos, valiosas discussões que se apropriam de todos os espectros científicos para retratar desde as aplicações práticas de inovação até os conceitos científico-tecnológicos que envolvem Meio-Ambiente e Sustentabilidade com uma linguagem ímpar.

A integração de conceitos e temas, perpassados nesta obra pela visão crítica e audaciosa dos autores, contribuem para um pensar elaborado e consistente destes temas, tão atuais e importantes para a sociedade contemporânea.

A fluidez dos textos envolve e contribui, tanto a pesquisadores e acadêmicos, como a leitores ávidos por conhecimento. A consistência do embasamento científico aliada ao trânsito simples e fácil entre os textos projetam um ambiente propício ao crescimento teórico e estrutural dentro do tema proposto.

Moradia, tecnologia, cidades inteligentes, agricultura e agroindústria são alguns dos temas abordados nesta obra que vem a ampliar as discussões teóricas, metodológicas e práticas neste e-book, de maneira concisa e abrangente, o que já é uma marca do comprometimento da Atena Editora, abrindo espaço a professores, pesquisadores e acadêmicos para a divulgação e exposição dos resultados de seus tão importantes trabalhos.

Juliana Thaisa R. Pacheco  
Juliana Yuri Kawanishi  
Mauricio Zadra Pacheco

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
APROPRIAÇÃO SOCIAL DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA E CONTEXTO DE LEGITIMAÇÃO	
Joel Paese	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
ESTUDO PRELIMINAR PARA O DIMENSIONAMENTO DE UM AEROGERADOR EÓLICO PARA O MUNICÍPIO DE PRESIDENTE KENNEDY NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL.	
Taís Eliane Marques	
York Castillo Santiago	
Osvaldo José Venturini	
Maria Luiza Grillo Renó	
Diego Mauricio Yepes Maya	
Nelson José Diaz Gautier	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>26</b>
TELHADOS INTELIGENTES, CIDADES SUSTENTÁVEIS: POLÍTICAS PÚBLICAS DE INCENTIVO À GERAÇÃO DE ENERGIA POR FONTE SOLAR FOTOVOLTAICA	
Igor Talarico da Silva Micheletti	
Danilo Hungaro Micheletti	
Natiele Cristina Friedrich	
Débora Hungaro Micheletti	
Sônia Maria Talarico de Souza	
Flavia Piccinin Paz Gubert	
Glauci Aline Hoffmann	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
UM ESTUDO DAS PROPRIEDADES REOLÓGICAS DE LIGANTES ASFÁLTICOS MODIFICADOS COM ÓLEO DA MORINGA	
Iarly Vanderlei da Silveira	
Lêda Christiane de F. Lopes Lucena	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
O ENSINO DA SUSTENTABILIDADE NA FORMAÇÃO DO ADMINISTRADOR	
Jairo de Carvalho Guimarães	
Geovana de Sousa Lima	
Shauanda Stefhanny Leal Gadêlha Fontes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>71</b>
JARDINAGEM E ARTE NA ESCOLA DE FORMA SUSTENTÁVEL	
Dayane Rebhein de Oliveira	
Ilaine Rehbein	
Stela Antunes da Roza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4482021016</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 81**

PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA, SAÚDE, EDUCAÇÃO E CULTIVO DE HORTALIÇAS NA  
ÁREA DE ABRANGÊNCIA DA USF VITÓRIA RÉGIA - HORTA VITAL

Altacis Junior de Oliveira  
Andressa Alves Cabreira dos Santos  
Herena Naoco Chisaki Isobe  
João Ricardo de Souza Dalmolin  
Marcia Cruz de Souza Rocha  
Monica Tiho Chisaki Isobe  
Natalia Gentil Lima  
Vinicius da Silva Assunção

**DOI 10.22533/at.ed.4482021017**

**CAPÍTULO 8 ..... 87**

OS IMPASSES DO USO DE HERBICIDAS SINTÉTICOS E AS POTENCIALIDADES DOS  
BIOHERBICIDAS

Carlos Eduardo de Oliveira Roberto  
Thammyres de Assis Alves  
Josimar Aleixo da Silva  
Rodrigo Monte Lorenzoni  
Francisco Davi da Silva  
Patrícia Fontes Pinheiro  
Milene Miranda Praça Fontes  
Tais Cristina Bastos Soares

**DOI 10.22533/at.ed.4482021018**

**CAPÍTULO 9 ..... 98**

AVALIAÇÃO DOS EFEITOS GENOTÓXICOS COM UTILIZAÇÃO DOS TESTES DE MICRONÚCLEO E  
ANORMALIDADE NUCLEAR EM SERRASALMUS BRANDTII (LÜTKEN, 1865) NO RESERVATÓRIO  
DE ITAPARICA, SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO

Fátima Lúcia de Brito dos Santos  
Márcia Cordeiro Torres  
Angerlane da Costa Pinto

**DOI 10.22533/at.ed.4482021019**

**CAPÍTULO 10 ..... 114**

ANÁLISE DO DESEMPENHO DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS EM LAGOAS  
DE ESTABILIZAÇÃO – ESTUDO DE CASO DE UMA AGROINDÚSTRIA

José Roberto Rasi  
Roberto Bernardo  
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

**DOI 10.22533/at.ed.44820210110**

**CAPÍTULO 11 ..... 124**

ANÁLISE DE PESTICIDAS ORGANOCLORADOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS DA REGIÃO DE  
LEIRIA, PORTUGAL

Gabriel Heiden de Moraes  
José Luis Vera  
Valentina Fernandes Domingues  
Cristina Delerue-Matos  
Daniel Felipe J. Monteiro

**DOI 10.22533/at.ed.44820210111**



<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>135</b>
UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AMBIENTAIS PARA REMOÇÃO DE ÓLEO DE AMBIENTES AQUÁTICOS	
Elba Gomes Dos Santos Leal	
Caio Ramos Valverde	
Ricardo Guilherme Kuentzer	
<b>DOI 10.22533/at.ed.44820210112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>147</b>
SÍNTESE HIDROTÉRMICA DE MAGHEMITA DE REJEITO DE LAVAGEM DE BAUXITA DA REGIÃO AMAZÔNICA	
Renata de Sousa Nascimento	
Bruno Apolo Miranda Figueira	
Oscar Jesus Choque Fernandez	
Marcondes Lima da Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.44820210113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>156</b>
OS REJEITOS DE MN DA AMAZÔNIA COMO MATÉRIA PRIMA PARA PRODUÇÃO DE NANOMATERIAL COM ESTRUTURA EM CAMADA	
Leidiane A. da Silva	
Cícero W. B. Brito	
Gricirene S. Correia	
Kauany F. Bastos	
Henrique Ismael Gomes	
Maria Heloiza dos S. Lemos	
Bruno A. M. Figueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.44820210114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>163</b>
BIOCARVÃO NA AGRICULTURA	
Emmanoella Costa Guaraná Araujo	
Gabriel Mendes Santana	
Tarcila Rosa da Silva Lins	
Iací Dandara Santos Brasil	
Vinícius Costa Martins	
André Luís Berti	
Marks Melo Moura	
Guilherme Bronner Ternes	
Ernandes Macedo da Cunha Neto	
Letícia Siqueira Walter	
Ana Paula Dalla Corte	
Carlos Roberto Sanquetta	
<b>DOI 10.22533/at.ed.44820210115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>172</b>
MOVIMENTOS DE MORADIA, AUTOGESTÃO E POLÍTICA HABITACIONAL NO BRASIL: ESTUDOS DE CASOS	
Camila Danubia Gonçalves de Carvalho	
Luiz Antonio Nigro Falcowski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.44820210116</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>188</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>189</b>

## ANÁLISE DO DESEMPENHO DO TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS INDUSTRIAIS EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO – ESTUDO DE CASO DE UMA AGROINDÚSTRIA

Data de aceite: 20/12/2019

### José Roberto Rasi

Universidade Federal de São Carlos – Mestrado em Estruturas e Construção Civil – São Carlos – SP

### Roberto Bernardo

Universidade Federal de São Carlos – Doutorando em Engenharia de Produção – São Carlos – SP

### Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Coordenadora do curso de Administração – Doutorado em Ciências

**RESUMO:** O objetivo deste artigo é analisar a remoção da carga orgânica de águas residuais de uma agroindústria de extração de óleos vegetais, por meio de lagoas de estabilização. Para tanto, especificamente, apresenta e verifica o funcionamento de duas lagoas de tratamento em série, sendo uma do tipo anaeróbia e a outra facultativa aerada. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso que faz uso de análise laboratorial para avaliação do material coletado e discussão dos resultados. Constata-se que a água residual das lagoas de estabilização analisadas, no caso específico estudado, apresenta desempenho eficaz, apontando para resultados superiores ao limite já especificado na literatura.

**PALAVRAS-CHAVE:** lagoas de estabilização; efluente; estações de tratamento

**ABSTRACT:** The aim of this papers is to analyze the removal of organic matter through the performance of stabilization ponds of vegetable oil extraction industry. For that specifically it features and verify the operation of two stabilization ponds built in series, one of them an anaerobic type and the other a facultative aerated type. The research is characterized as a case study that use of laboratory analysis to evaluate the collected material and discussion of results. It appears that the residual water from the stabilization ponds analyzed in this specific case, presents an effective performance, pointing to superior results than the limit already specified in literature.

**KEYWORDS:** stabilization ponds; effluent; treatment plants

### 1 | INTRODUÇÃO

A industrialização de oleaginosas constitui-se atualmente em um dos mais importantes processos do sistema agroindustrial. Tal importância decorre da demanda por seus produtos e subprodutos nas indústrias de bioenergia, cosméticos e como matéria-prima no processamento de alimentos para o consumo humano e animal (MOISES, 2001).

Os óleos vegetais brutos são extraídos, por meio de solvente. De acordo com Cereto (2004), neste tipo de extração, o óleo é esgotado do material oleaginoso por meio do solvente comercial hexano (Figura 1). O equipamento que efetua esta operação é o extrator contínuo que deixa o material oleaginoso impregnado com o solvente.

Após a extração, o óleo forma uma mistura denominada miscela, da qual o solvente é recuperado por evaporação em circuito fechado, restando o óleo bruto, ainda ligeiramente contaminado com solvente.

O efluente gerado no processo de extração do óleo bruto de soja apresenta elevada concentração de matéria orgânica em termos de demanda química de oxigênio (DQO), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e óleos e graxas, o que pode causar impactos significativos se forem lançados em sua forma bruta, no meio ambiente.

O tratamento necessário destes efluentes, no intuito de diminuir a concentração de matéria orgânica até atingir os níveis exigidos pela legislação ambiental, para que, posteriormente, a água utilizada neste processo industrial de extração de óleo bruto de soja seja devolvida ao meio ambiente, foi composta de uma estação de tratamento composta por caixa de sedimentação, lagoas anaeróbias e lagoa facultativa aerada, instaladas em série. Os limites previstos na legislação ambiental serão apresentados neste artigo mais à frente.

Além da obrigatoriedade de seguir a legislação ambiental, as agroindústrias se deparam na atualidade com outra questão que afeta diretamente sua imagem – a responsabilidade socioambiental. Tal questão está diretamente ligada à imagem que os stakeholders têm daquela determinada organização. Desse modo a obrigatoriedade da legislação ambiental associada à preservação de uma imagem sustentável faz com que muitas organizações apostem em encontrar alternativas que mitiguem os efeitos nocivos ao meio ambiente.

Bernardo (2015) diz que no caso da agroindústria essa responsabilidade socioambiental torna-se ainda mais latente uma vez que a sua atividade produtiva impacta e é impactada diretamente pelo ambiente natural.

Para compreender alternativas que estão sendo utilizadas no sentido de mitigar esses efeitos nocivos ao ambiente natural, este artigo realizou uma pesquisa junto a uma agroindústria produtora de óleo de soja, localizada na região da Alta Paulista, no interior do Estado de São Paulo.

A Figura 1, a seguir, apresenta o fluxo pelo qual segue a extração de óleo por solvente, processo utilizado pela agroindústria analisada nesse estudo de caso. Percebe-se que da preparação até o processo final no qual a água residual é descartada há uma trajetória complexa que é composta por muitas etapas.

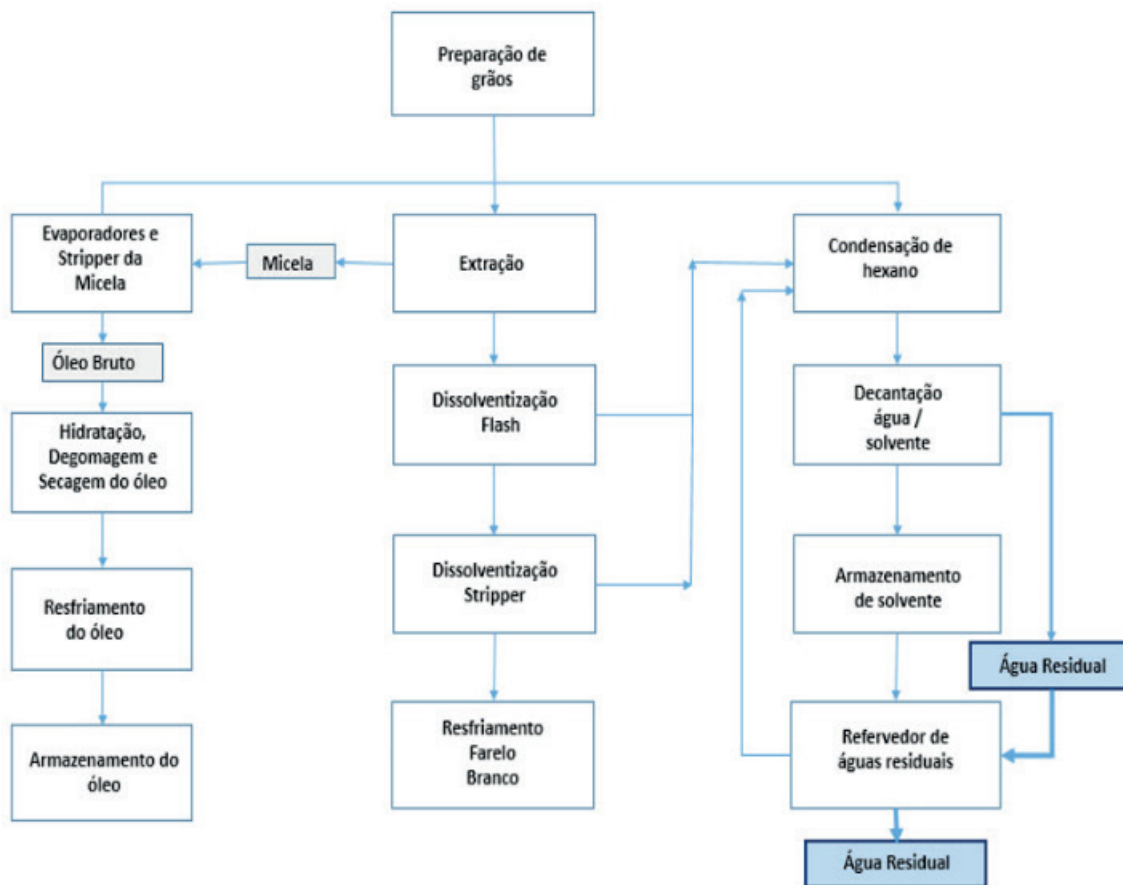


Figura 1 – Fluxograma da extração de óleo por solvente

Fonte: Os próprios autores, 2017

A prevenção e a redução da poluição causada pelas águas residuárias podem ser obtidas por meios diretos de reciclagem e reutilização destas ou pelo uso de diferentes tratamentos.

Segundo Miwa (2007), o tratamento biológico ou biotratamento de águas residuárias e resíduos sólidos emprega a ação conjunta de espécies diferentes de microrganismo em reatores que, operados sob determinadas condições, resultam na estabilização da matéria orgânica. Os sistemas biológicos de tratamento devem atender alguns aspectos importantes como a redução da matéria orgânica (redução de DBO) e fornecimento de efluentes em condições que não afetem o equilíbrio do sistema receptor final e atenda a legislação ambiental pertinente.

A operação seguida de monitoramento de sistemas biológicos de tratamento de águas residuárias devem ser balizadas pelas legislações específicas federais e estaduais.

O decreto estadual de São Paulo nº 8.468/1976, atualizada pelo decreto 54.487/2009, estabeleceu os padrões de emissão para efluentes de atividades diversas. O artigo 18 deste decreto estabelece limites quantitativos para lançamento de efluentes líquidos diretamente nas coleções de água.

Os principais limites previstos pelo decreto de 2009 e utilizados neste artigo estabelecem os indicadores padrão para emissão de efluentes e estão apresentados

no Quadro 1. Dentre os principais indicadores estão temperatura, o pH que indica o nível de acidez, neutralidade ou de alcalinidade de uma solução, a quantidade de sedimentos, a presença de óleos e graxas e o DBO de cinco dias.

pH	5,0 e 9,0
Temperatura	Inferior a 40°C
Materiais sedimentáveis	Até 1,0 em teste de 1 hora em cone de Imhoff
Óleos e graxas	Ausência de óleo e graxas e concentração máxima de 100 mg/l de substâncias solúveis em hexano
DBO 5 dias	20°C no máximo de 60 mg/l (sessenta miligramas por litro).

Quadro 1 – Indicadores de padrão para emissão de efluentes

Fonte: elaborado pelos autores com base no Decreto 8.468/1976, atualizada pelo decreto 54.487/2009

As lagoas de estabilização já foram conceituadas por diversos autores, dentre os quais se destacam Silva e Mara (1979) e Uehara e Vidal (1989) como sendo grandes tanques que apresentam pequena profundidade e que têm como finalidade tratar águas residuárias brutas, utilizando para tanto, somente processos naturais.

Atualmente, como apresenta Silva Filho (2007), esse conceito está muito mais abrangente. Essas lagoas são basicamente biorreatores, de águas lânticas, relativamente rasas, construídas para armazenar resíduos específicos, como os domésticos e industriais, e devem resultar na estabilização da matéria orgânica através de processos biológicos. O tratamento biológico pode ocorrer em condições anaeróbias, facultativas ou aeróbias, de acordo com a disponibilidade de oxigênio dissolvido, da atividade biológica predominante, da carga orgânica afluyente, das características físicas de cada unidade destinadas a tratar águas residuárias brutas ou efluentes pré tratados, por processos naturais e artificiais.

Consideradas uma das principais técnicas utilizadas atualmente para tratamento de efluentes, por apresentarem menores custos e operações simples, as Lagoas de estabilização são sistemas nos quais os efluentes são tratados biologicamente por processos naturais envolvendo principalmente algas e bactérias. A estabilização de matéria orgânica é processada em taxas mais lentas, o que gera a necessidade de um período extenso de detenção hidráulica, geralmente, em torno de 20 dias. (SILVA FILHO, 2007).

As lagoas de estabilização, de acordo com Takeuti (2003), podem ainda ser distribuídas em quantidades e combinações diferentes, objetivando atingir o padrão de qualidade requisitado, podendo ser construídas em chicanas e profundidades menores

com eficiência, quando se tem como fim reduzir patógenos.

Segundo Rahman et al (2012), as lagoas de estabilização proporcionam uma solução ideal para tratamento de águas residuais em países em desenvolvimento e possuidores de áreas rurais.

De acordo com Silva Filho (2007) a classificação das lagoas de estabilização se dá em função da predominância da atividade metabólica na decomposição da matéria orgânica, dentre as quais estão às anaeróbias, as facultativas e de maturação ou aeróbias.

O principal objetivo das lagoas anaeróbias é a remoção do DBO e sólidos em suspensão. No Brasil, com as condições de temperatura apresentadas, alcançam-se eficiências de remoção de DBO dos esgotos na ordem de 50% até 70% (VON SPERLERLING, 2002).

A remoção de sólidos em suspensão chega a ter uma eficiência por volta dos 70% (ESPAÑA, 1991).

Silveira (2001) afirma que as lagoas anaeróbias têm sido utilizadas para o tratamento de esgotos domésticos e despejos industriais predominantemente orgânicos, com elevados valores de DBO. A lagoa anaeróbia construída de forma anteposta à lagoa facultativa objetiva a redução da carga orgânica do efluente bruto. Tal operação visa diminuição da área requerida na lagoa facultativa.

Para Fabreti (2006), as lagoas anaeróbias (Figura 2) apresentam escavações bastante profundas. A altura útil das lagoas anaeróbias varia na faixa de três a cinco metros e retém o efluente num período de quatro a seis dias. Dadas estas condições, pode-se garantir a anaerobiose, visto que a penetração de luz e a sobrevivência de algas só são possíveis e, ainda limitadamente, em uma estreita camada superficial.

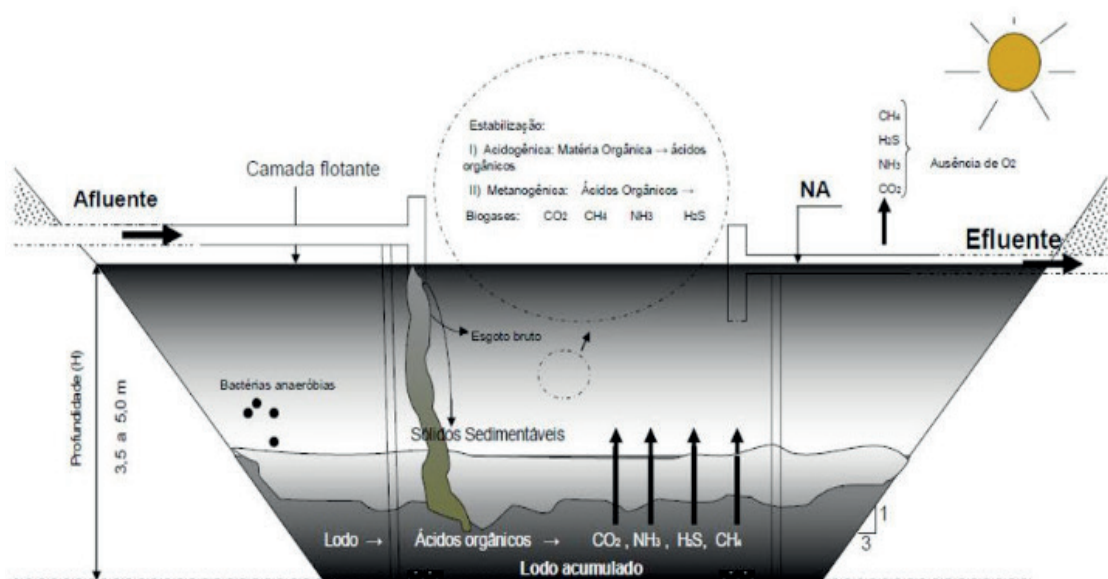


Figura 2 – Desenho esquemático de lagoa anaeróbia

Fonte: Silva Filho (2007)



Já as Lagoas facultativas (Figura 3) são aquelas que representam no seu perfil estratigráfico uma camada anaeróbia (próxima ao fundo) e outra aeróbia (próximo a superfície).

Em decorrência dessa estratificação, promovida pela profundidade da construção, a carga orgânica constante nos efluentes é removida por meio desses dois processos bioquímicos - a degradação aeróbia e anaeróbia (OLIVEIRA NETO, 2007, p.6).

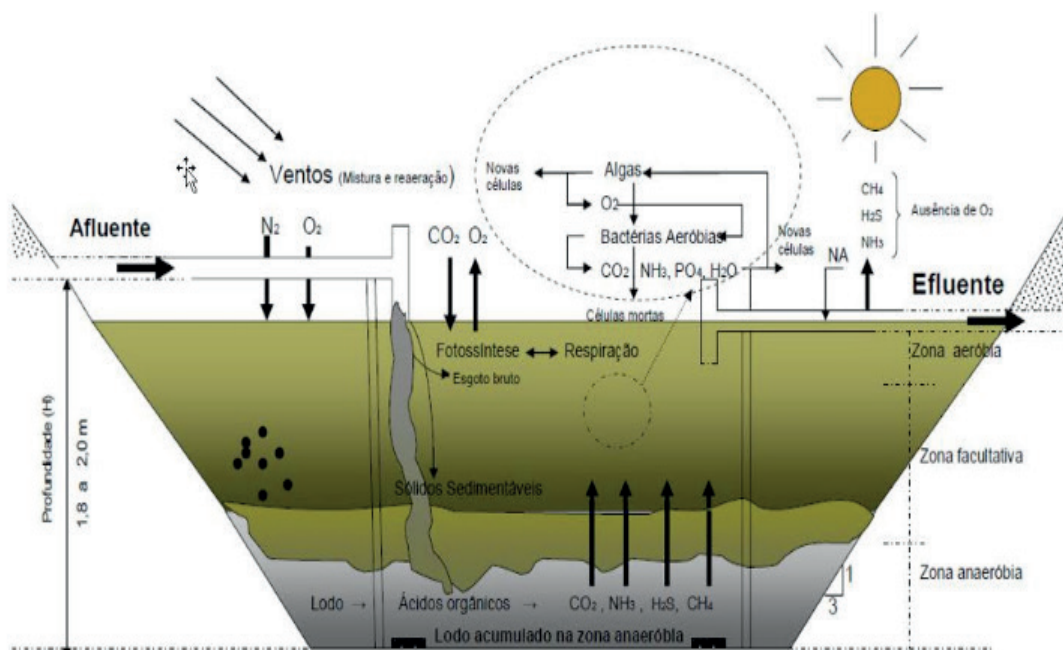


Figura 3 – Desenho esquemático de lagoa facultativa

Fonte: Silva Filho (2007)

Segundo Passos (2012), as principais reações biológicas que ocorrem nas lagoas de estabilização facultativas incluem a decomposição da matéria orgânica carbonácea por bactérias facultativas (DBO solúvel e finamente particulada); nitrificação da matéria orgânica nitrogenada por bactérias; produção de oxigênio na camada superior através da fotossíntese das microalgas e redução da matéria orgânica carbonácea (parte da DBO em suspensão que sedimenta) por bactérias anaeróbias no fundo da lagoa. De forma geral, existe um equilíbrio entre o oxigênio consumido na respiração das bactérias responsável pela degradação da matéria orgânica e o oxigênio produzido pelas algas.

Neste contexto, o objetivo principal deste trabalho é avaliar o desempenho da estação de tratamento de efluente líquido (Figura 4) de uma planta industrial de extração de óleo bruto de soja, composta de caixa de separação de areia, caixa de remoção de óleo, lagoa anaeróbia e lagoa facultativa, instalados em série (Figura 5), situada no interior do Estado de São Paulo.



Figura 4 – Vista geral da estação de Tratamento

Fonte: Os próprios autores, 2017

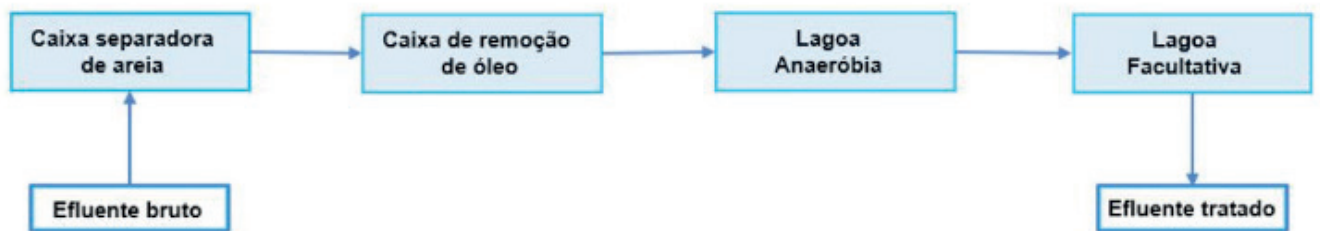


Figura 5 – Fluxograma da estação de Tratamento

Fonte: Os próprios autores, 2017

## 2 | OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste artigo é analisar a remoção da carga orgânica por meio de lagoas de estabilização de uma agroindústria de extração de óleos vegetais.

### 2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos pretendeu-se verificar o desempenho da lagoa de tratamento anaeróbia; verificar o desempenho da lagoa de tratamento facultativa aerada e medir o desempenho do sistema de tratamento em série e ambas as lagoas.

## 3 | METODOLOGIA DE PESQUISA E DE ANÁLISE

Para alcançar o objetivo proposto, utilizou-se como recurso metodológico, a pesquisa bibliográfica, realizada a partir da análise de materiais já publicados,



artigos científicos divulgados no meio eletrônico e análises laboratoriais dos efluentes líquidos, antes e depois da estação de tratamento, feitos por laboratório da UNAERP – Universidade de Ribeirão Preto.

As águas residuais utilizadas para pesquisa que deu origem a este artigo são provenientes de uma planta industrial de extração de óleo bruto de soja, de uma agroindústria localizada no Estado de São Paulo, região da Alta Paulista.

A agroindústria, em cujas lagoas de estabilização foram realizadas a pesquisa, processa diariamente 1.800 toneladas de soja, produzindo 315 toneladas de óleo bruto e 1.440 toneladas de farelo.

As águas residuais oriundas do processo produtivo são tratadas em um sistema constituído por tratamento preliminar que consiste no gradeamento e sedimentação dos sólidos em suspensão e na sequência em lagoas de estabilização sendo a primeira desta a lagoa anaeróbia e a segunda lagoa facultativa. No caso estudado, a lagoa anaeróbia apresenta volume útil de 3.840 m<sup>3</sup> e tempo de detenção de 20 dias e a lagoa facultativa apresenta volume útil de 4.800 m<sup>3</sup> e tempo de detenção de 25 dias. A profundidade média das lagoas é de 4,50 m.

Para a coleta das amostras foram seguidas as recomendações da NBR 9898/1987 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que fixa as condições para coleta e preservação de amostras e de efluentes líquidos tanto domésticos quanto industriais, assim como de amostras de água, sedimentos e organismos aquáticos.

## 4 | RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios anuais dos parâmetros físico-químicos de caracterização dos efluentes da planta industrial de extração de óleo bruto de soja (entrada) e do efluente tratado no sistema de lagoas de estabilização (anaeróbia e facultativa).

Parâmetros	Entrada	Saída
Sólidos totais (mg/l)	1,8	< 0,1
pH	7,7	7,1
Temperatura (°C)	42	20
Óleos e graxas (mg/l)	430	24
DQO (mg/l)	643	94
DBO (mg/l)	325	22

Tabela 1 – Composição das águas residuárias

Fonte: elabora pelos autores

Os valores de pH do efluente do sistema de lagoas mantiveram-se na faixa de 6,9 a 7,3, com pH médio de 7,1, comprovando que as fases de acidogênese e metanogênese estão em equilíbrio.

A concentração de óleos e graxas para o efluente do sistema de lagoas foi de 24 mg/l, sendo grande parte retirado na caixa de sedimentação e separação de óleo.

O sistema de lagoas estudadas apresentou remoção média de DQO de 85,3% e a redução média de DBO de 93,2%, acima dos 70% previsto na literatura. Essa diferença pode estar associada com o grande volume da lagoa facultativa que apresentou tempo de detenção de 25 dias. (As análises de DQO – Demanda Química de Oxigênio, foram realizadas devido à solicitação da CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo).

## 5 | CONCLUSÕES

A partir das análises laboratoriais foi possível avaliar o desempenho do sistema de lagoas de estabilização instaladas em série e pôde-se constatar que apresentou um comportamento eficiente, visto que converteu o material orgânico e o efluente tratado com parâmetro físico-químico abaixo dos limites quantitativos regulamentados pela legislação.

Tal redução apresentou-se em termos de DQO, abaixo inclusive do que vem sendo registrado na literatura da área que aponta para 70% e no caso estudado chegou-se a 85,3%. A redução de DBO foi de 93,2%, na média.

Os resultados apresentados indicam que além do baixo custo de implantação das lagoas de estabilização, assim como a simplicidade no processo de operação, são fortes indicadores de que é uma solução bastante viável e eficiente para o tratamento de resíduos, tanto para o DQO quanto para o DBO.

Portanto, percebe-se que tanto na perspectiva da legislação ambiental, quanto no que se refere a imagem da organização, a agroindústria estudada apresenta ações positivas para mitigar os impactos negativos ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 9898. **Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. 1987.

BERNARDO, Cristiane Hengler Corrêa. **Comunicação e responsabilidade socioambiental nos agronegócios**. In: Queiroz, T.R; Zuin, L. F.. (Org.). *Agronegócio - Gestão, inovação e sustentabilidade*. 1ed. São Paulo: Saraiva, 2015, v. 1, p. 271-284.

CERETO, Aurélio Carlos. **Integração energética da rede de trocadores de calor em extração por solvente para produção de farelo branco de soja**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

ESPAÑA. Ministro de Obras Publicas y Transporte. **Depuración por lagunaje de águas residuales: manual de operadores**. España: MOPT, 1991

FABRETI, **Pós-tratamento de efluente de lagoa de estabilização através de processo físico-químico**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

MIWA, Adriana Cristina Poli. **Avaliação do funcionamento do sistema de tratamento de esgotos de Cajati, Vale do Ribeira (SP), em diferentes épocas do ano.** Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007.

MOISÉS, Murilo Pereira. **Estudo do tratamento de efluentes de um complexo industrial com vistas a melhoria do sistema.** Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2011.

OLIVEIRA NETO, Gilberto Junior de & SANTOS, Harlen Inácio dos. **Análise de eficiência das lagoas facultativas da estação de tratamento de efluente municipal de Inhumas – Goiás.** Artigo técnico. Goiânia, 2007.

PASSOS, Ricardo Gomes. **Avaliação de desempenho de lagoas de estabilização por meios de dados monitoramento e modelagem fluidodinâmica computacional (CFD).** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2012.

RAHMAN, Asif. **Bioremediation of domestic wastewater and production of bioproducts from microalgae using waste stabilization ponds.** Artigo Journal of Bioremediation & Biodegradation – OMICS International – ISSN 2155-6199, USA, 2012.

SILVA FILHO, Pedro Alves. **Diagnóstico operacional de lagoas de estabilização.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2007.

SILVA, S.A.; MARA, D.D. **Tratamento biológico de águas residuárias: lagoas de estabilização.** Rio de Janeiro: ABES, 1979.

SILVEIRA, Ana Gláucia Magalhães. **Análise de eficiência e confiabilidade em sistemas de baixo custo de tratamento de esgotos do tipo lagoas de estabilização.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

SÃO PAULO (Estado). **Classificação dos corpos de água no Estado de S. Paulo – Decreto n. 8.468, 1976 (aprovação e regulamentação da Lei n. 997 de 31 maio 1976)** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Legislativo, São Paulo, SP, 8 set. 1976.

SÃO PAULO (Estado). **Altera e incluem dispositivos e anexos na Lei 997 de 31 de maio de 1976 - Decreto n. 54.487 de 2009.** Diário Oficial do Estado de São Paulo, Poder Legislativo, São Paulo, SP, 26 jun. 2009.

TAKEUTI, M.R.S. **Avaliação de desempenho de uma estação de tratamento de esgoto por lagoas de estabilização com chicanas.** Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Civil. Universidade Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2003.

UEHARA, M.Y.; VIDAL, W.L. (Org). **Operação e manutenção de lagoas anaeróbias e facultativas.** São Paulo: CETESB, 1989.

VON SPERLING, Marcos. Lagoas de Estabilização. 2ed. **Rev. Atual:** Belo Horizonte, 2002.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Administração 50, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 61, 62, 63, 64, 66, 69, 70, 114, 175, 183, 188  
Adsorção 135, 139, 140, 142, 144, 145, 146, 167  
Aerogerador 12, 14, 17, 18, 20, 21, 23, 24  
Agricultura 25, 88, 89, 90, 93, 96, 163, 169  
Agroecologia 88  
Agroquímicos 89, 99, 100, 101, 104, 111  
Apropriação social da ciência 1, 8

### B

Bauxita 147, 148, 149, 151, 154, 155  
Biomarcadores 98, 99, 100, 102, 104, 111, 112, 113  
Biomassa 36, 144, 163, 164, 166, 167

### C

Cidades Sustentáveis 26, 27

### E

Educação Ambiental 70, 71, 72, 73, 74, 79, 80  
Efluente 114, 115, 118, 119, 121, 122, 123, 137, 139, 145  
Energia eólica 12, 13, 14  
Energia Solar Fotovoltaica 26, 27, 29, 30, 32, 34, 35  
Estações de tratamento 114, 138, 139

### G

GC-MS (Cromatógrafo Gasoso acoplado com Espectrômetro de Massa) 124, 125, 128, 133  
Genotoxicidade 99, 100, 101

### H

Habitação 172, 175, 177, 186  
Hortaliças 81, 82, 83, 84, 85, 86

### L

Lagoas de estabilização 114, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123

### M

Meio-ambiente 1, 2  
Misturas asfálticas 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 49

### P

Pesticidas 96, 97, 124, 125, 126, 129, 130, 131, 133

Petróleo 40, 47, 48, 49, 73, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 145, 146

Pirólise 164, 166, 167, 168

Planejamento Urbano 172, 188

Políticas Públicas 26, 27, 29, 30, 31, 32, 188

## R

Rejeitos 147, 148, 149, 150, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161

Resíduos 64, 67, 81, 95, 96, 116, 117, 122, 135, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 148, 154, 165, 166

## S

Sociedade 5, 6, 9, 13, 28, 31, 50, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 71, 72, 73, 79, 80, 83, 93, 147, 172, 175, 188

Solo 4, 72, 84, 91, 97, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 178

Sustentabilidade 12, 16, 26, 27, 32, 33, 37, 38, 50, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 81, 87, 94, 98, 114, 122, 124, 135, 147, 156, 163, 172, 188, 191

## T

Telhados Inteligentes 26, 27, 32

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**