

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

2



Daniel Sant'Ana
(Organizador)

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

2

Daniel Sant'Ana
(Organizador)


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
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. 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
Profª Drª 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
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

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

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

Linguística, Letras e Artes

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

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson 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
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andreza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. 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
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª 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
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª 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
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Giovanna Sandrini de Azevedo
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Daniel Sant'Ana

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

B299 Base de conhecimentos gerados na engenharia ambiental e sanitária 2 / Organizador Daniel Sant'Ana. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-745-1

DOI 10.22533/at.ed.451211901

1. Engenharia Ambiental e Sanitária. 2.
Conhecimentos. I. Sant'Ana, Daniel (Organizador). II. Título.
CDD 628

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

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

APRESENTAÇÃO

A coleção *“Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária”* tem como objetivo disseminar o estado atual do conhecimento das diferentes áreas das ciências ambientais e sanitárias, apresentando a evolução do campo científico por meio de diferentes tipos de trabalhos que abordam os aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais e ambientais desta disciplina.

Os processos de produção industrial têm gerado grandes volumes de efluentes que podem causar sérios danos ambientais caso os contaminantes presentes na água não sejam removidos. Efluentes da indústria têxtil descarregam corantes em seus resíduos e, com isso, os primeiros três capítulos apresentam diferentes processos de tratamento para sua remoção.

Um dos desafios atuais no tratamento de efluentes está na remoção eficaz de contaminantes emergentes. Os capítulos subsequentes apresentam técnicas de adsorção são apresentadas para remoção de antibiótico em efluentes doméstico (Capítulo 4) e fosfato em sistemas de tratamento de águas residuárias (Capítulo 5). Soluções alternativas no processo de tratamento do esgoto doméstico (Capítulo 7), ou até mesmo o reúso de água provenientes de lagoas de estabilização (Capítulo 6), promovem economia financeira e reduzem impactos ambientais.

Ainda há muito o que evoluir na gestão de resíduos sólidos, desde sua geração até a sua disposição final. Mesmo assim, diferentes estudos vêm apontando soluções com o intuito de mitigar impactos ambientais. Por exemplo, no Capítulo 8, vemos a busca de soluções no processo de secagem de lodo provenientes de lagoas de estabilização (Capítulo 8) para seu aproveitamento como fertilizante ou condicionador de solo.

Evidentemente, quanto maior o número de habitantes de uma cidade, maior são os problemas gerados por resíduos urbanos. Com isso, o Capítulo 9 apresenta indicadores de geração de resíduos domésticos como forma de categorizar o tipo de resíduo e estimar o volume sendo gerado diariamente. É de suma importância traçar um plano de ação para estimular a reciclagem de resíduos sólidos, otimizar os processos de reciclagem (Capítulo 10) e promover a conscientização e educação da população (Capítulo 11). Pois o descuido no descarte de resíduos pode causar sérios danos ambientais pela contaminação do solo (Capítulos 12 e 13).

Um dos maiores desafios do século XXI está na redução da emissão de poluentes na atmosfera, não apenas pelo seu impacto sobre as mudanças climáticas, mas também pelo seu impacto na saúde pública. Com isso, os últimos capítulos abordam os danos ambientais causados por queimas controladas na agricultura, indústria e queima de combustíveis fósseis.

Este segundo volume contou com a contribuição de pesquisadores de diferentes

partes do país, México e Inglaterra, trazendo de forma interdisciplinar, um amplo espectro de trabalhos acadêmicos relativos ao tratamento de efluentes industriais, tratamento de esgotos domésticos, reúso de água, gestão de resíduos, contaminação ambiental e qualidade do ar. Por fim, desejo que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Daniel Sant'Ana

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

ESTUDIO TEÓRICO Y EXPERIMENTAL DE PROCESOS FOTOCATALÍTICOS APLICADOS A COLORANTES INDIGOIDES

Maria Elba Ortiz Romero Vargas

Marina Violeta Gómez Chávez

Verónica Camargo

DOI 10.22533/at.ed.4512119011

CAPÍTULO 2..... 13

DECOLORACIÓN DEL COLORANTE ÍNDIGO CON *ASPERGILLUS NIGER* INMOVILIZADO SOBRE CELULOSA OBTENIDA DE ESPINAS DE NOPAL

Maria Elba Ortiz Romero Vargas

Federico Augusto Trampe Torija

Raymundo Guzmán Gil

Margarita González-Brambila

José Luis Contreras Larios

Marina Violeta Gómez Chávez

DOI 10.22533/at.ed.4512119012

CAPÍTULO 3..... 25

DESCOLORAÇÃO DE ALARANJADO DE METILA EM BATELADA E EM PROCESSO CONTÍNUO

Cássia Sidney Santana

Otávio Henrique Campos Hamdan

Alisson Henrique Marques da Silva

Bruno Andrade Trindade

Daniele Massote Gibram

Marcelo da Silva Batista

DOI 10.22533/at.ed.4512119013

CAPÍTULO 4..... 35

ADSORÇÃO DO ANTIBIÓTICO SULFAMETOXAZOL EM MEIO AQUOSO EMPREGANDO CARVÃO ATIVADO

Ismael Laurindo Costa Junior

Bruna Ataíde Barros Fonseca

Juliana Bortoli Rodrigues Mees

DOI 10.22533/at.ed.4512119014

CAPÍTULO 5..... 55

AVALIAÇÃO DA ADSORÇÃO DE FOSFATO POR GOETHITA NATURAL OBTIDA POR PROCESSO DE DISSOLUÇÃO SELETIVA EM COMPARAÇÃO COM GOETHITA NANOPARTÍCULA SINTÉTICA

Marcelo Hidemassa Anami

Nathalia Pravatto dos Santos

Gabriella de Moraes Valentim

Maria Eduarda Aranega Pesenti

Leonardo Carmezini Marques
Jefferson Sussumu de Aguiar Hachiya
DOI 10.22533/at.ed.4512119015

CAPÍTULO 6..... 66

AVALIAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO COM EFLUENTE DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Marcel Chacon de Souza
Andre Luis Calado Araújo
Juliana Delgado Tinôco Araújo

DOI 10.22533/at.ed.4512119016

CAPÍTULO 7..... 74

USO DE FLOCOS DE PEAD RECICLÁVEL (POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE) COMO MEIO SUPORTE EM REATOR MBBR TRATANDO ESGOTO SANITÁRIO

Bruno de Oliveira Freitas
Maria Teresa Hoffmann
Luiz Antônio Daniel

DOI 10.22533/at.ed.4512119017

CAPÍTULO 8..... 82

ESTUDO DE SECAGEM DE LODO DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO EM ESTUFA AGRÍCOLA

Leticia Amadeu Freddi
Danielle Bolandim Costa
Tsunao Matsumoto

DOI 10.22533/at.ed.4512119018

CAPÍTULO 9..... 95

GENERACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO

José Luis Guevara Franco
Laura Patricia Flores Castillo
Norma Angélica Oropeza García
José Alfonzo Canche Uuh
Alondra Martínez Flores

DOI 10.22533/at.ed.4512119019

CAPÍTULO 10..... 99

IDENTIFICAÇÃO DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS PELO TESTE DE CHAMA

César Augusto Canciam

DOI 10.22533/at.ed.45121190110

CAPÍTULO 11 107

PROJETO ESCOLA RESÍDUO ZERO – PERZ (ESTUDO DE CASO EM GOIÂNIA)

Diógenes Aires de Melo
Giovane Moraes Toledo
Camila Batista do Carmo

Fabiola Adaienne Oliveira
Patrícia Elias Sahium
DOI 10.22533/at.ed.45121190111

CAPÍTULO 12..... 125

CONTAMINAÇÃO POR METAIS TÓXICOS EM ATERROS: IMPACTOS AO MEIO AMBIENTE E À SAÚDE HUMANA

Lúrian Sâmia de Lacerda Ferreira
Luze Daiane da Silva Pereira
Ruy Bessa Lopes

DOI 10.22533/at.ed.45121190112

CAPÍTULO 13..... 130

EFEITO DO PH NA LIXIVIAÇÃO E SOLUBILIDADE DE COMPOSTOS DA AREIA DESCARTADA DE FUNDIÇÃO

Luanna Di Mario Rocha
Maria Magdalena Ribas Döll
Lilian Tais de Gouveia

DOI 10.22533/at.ed.45121190113

CAPÍTULO 14..... 145

MUDANÇA TEMPORAL DO USO DO SOLO NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE PEDRA DO CAVALO

Israel Henrique Ribeiro Rios
Ana Júlia Dantas Pitangueira
Lis Correia Barreto

DOI 10.22533/at.ed.45121190114

CAPÍTULO 15..... 159

¹⁴C COMO TRAZADOR DE QUEIMA DE BIOMASSA EN MÉXICO

Marina Violeta Gómez Chávez
Maria Elba Ortiz Romero Vargas
Corina Solís Rosales
Efraín Chávez Lomelí
Javier Miranda del Campo
Javier Aragón Navarro
Miguel Ángel Martínez Carrillo
Telma Gloria Castro
Oscar Augusto Peralta Rosales

DOI 10.22533/at.ed.45121190115

CAPÍTULO 16..... 170

ESTUDO DA DEMANDA DE QUEIMA CONTROLADA DE CAMPOS NATIVOS EM MUNICÍPIOS DA REGIÃO SERRANA DE SANTA CATARINA NOS ANOS DE 2009 A 2018

Débora Cristina Correia Cardoso
Daniely Neckel Rosini
Jordana dos Anjos Xavier
Valter Antonio Becegato

Vitor Rodolfo Becegato
Alexandre Tadeu Paulino

DOI 10.22533/at.ed.45121190116

CAPÍTULO 17	185
MEASUREMENT AND MATHEMATICAL MODELLING OF ODOR GASES IN A COLLAGEN AND GELATINE PLANT	
Rafael Geha Serta	
Ângelo Breda	
Juliana Pilato Rodrigues	
Marcio Barreiro Gonçalves	
Antônio Augusto Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.45121190117	
SOBRE O ORGANIZADOR	192
ÍNDICE REMISSIVO	193

CAPÍTULO 6

AVALIAÇÃO DA PRÁTICA DE REÚSO COM EFLUENTE DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO

Data de aceite: 04/01/2021

Marcel Chacon de Souza

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
(PPGES/UFRN)
Coordenador de Saneamento da Agência
Reguladora de Serviços Públicos do Rio
Grande do Norte (ARSEP)
Natal - RN
<http://lattes.cnpq.br/4432370622356049>

Andre Luis Calado Araújo

University of Leeds
Professor do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte e
do Programa de Pós-graduação em Engenharia
Sanitária da Universidade Federal do Rio
Grande do Norte
<http://lattes.cnpq.br/7133712883742750>

Juliana Delgado Tinôco Araújo

Universidade de São Paulo (USP)
Professora do Departamento de Engenharia
Civil da Universidade Federal do Rio Grande
do Norte
<http://lattes.cnpq.br/7207262766245334>

RESUMO: O semiárido brasileiro é uma região que abrange 88% dos municípios do estado do Rio Grande do Norte, essa região é marcada por longos períodos de estiagem e chuvas irregulares, convivendo constantemente com o stress hídrico. Uma das alternativas para minimizar os efeitos da falta de chuvas é a utilização do esgoto doméstico tratado na irrigação agrícola, produzindo alimento para os animais e para a

população em geral. Mas para isso é importante conhecer as características do esgoto tratado (efluente). Com base nessa necessidade foi formulado um plano de monitoramento de quatro estações de tratamento de esgoto (ETE) no estado do Rio Grande do Norte, sendo três delas localizadas em cidades instaladas na região semiárida (Caiçara do Rio do Vento, Parelhas e Santana do Seridó) e uma instalada em uma região de transição entre o a região tropical e semiárida (Pedro Velho), todas com o reator principal sendo uma lagoa facultativa. O plano de monitoramento ocorreu ao longo com 12 meses. Foram realizadas análises laboratoriais para quantificar a demanda bioquímica de oxigênio - DBO, demanda química de oxigênio - DQO, sólidos suspensos, condutividade elétrica, pH, nitrogênio amoniacal total, fósforo total, sódio, cálcio, magnésio e coliformes termotolerantes. As visitas em campo subsidiam além das coletas das amostras dados operacionais do reúso do esgoto tratado, momento em que se buscava entender a forma de utilização desse efluente. Durante as campanhas também foram coletadas imagens aéreas de alta definição dos sistemas com um drone possibilitando entender a área de reúso como um todo. Foram pesquisados na literatura e em leis nacionais e internacionais, parâmetros que subsidiassem o reúso do efluente com segurança ambiental e sanitária. Foi concluído que os sistemas estudados não apresentam efluentes adequados ao reúso agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Reúso agrícola, Esgoto tratado, Semiárido, Lagoas de estabilização.

ABSTRACT: The Brazilian semiarid is a region that covers 88% of the municipalities in the state

of Rio Grande do Norte, this region is marked by long periods of drought and irregular rains, constantly living with water stress. One of the alternatives to minimize the effects of lack of rain is the use of domestic sewage treated for agricultural irrigation, producing food for animals and the population in general. But for this it is important to know the characteristics of the treated sewage. Based on this need, a monitoring plan for four sewage treatment plants in the state of Rio Grande do Norte was formulated, three of which are located in cities located in the semiarid region (Caiçara do Rio do Vento, Parelhas and Santana do Seridó) and one installed in a transition region between the tropical and semi-arid regions (Pedro Velho), all with the main reactor being an optional lagoon. The monitoring plan took place over 12 months. Laboratory analyzes were performed to quantify the biochemical oxygen demand - BOD, chemical oxygen demand - COD, suspended solids, electrical conductivity, pH, total ammoniac nitrogen, total phosphorus, sodium, calcium, magnesium and thermotolerant coliforms. The field visits subsidize, in addition to the sample collections, operational data on the reuse of the treated sewage, at which time it was sought to understand how to use this effluent. During the campaigns, high-definition aerial images of the systems were also collected with a drone, making it possible to understand the reuse area as a whole. Parameters that supported the reuse of the effluent with environmental and sanitary security were researched in the literature and in national and international laws. It was concluded that the studied systems do not present effluents suitable for agricultural reuse.

KEYWORDS: Agricultural reuse, treated sewage, semiarid, stabilization ponds.

INTRODUÇÃO

Por ser um país continental, o Brasil tem diversas regiões que enfrentam dificuldades de suprir as necessidades de água, até mesmo para abastecimento público, tornando-se um fator limitante ao seu desenvolvimento econômico. Além disso, a pouca atenção dada ao tratamento de água residuárias tem resultado no lançamento de águas servidas não tratadas em corpos receptores, levando ao comprometimento da qualidade dos mananciais e tornado inviável o aproveitamento desses cursos d'água para o abastecimento público e mesmo para usos menos nobres. Esse panorama é mais visível nas proximidades dos grandes e médios centros urbanos, que gradativamente vêm substituindo suas fontes de águas mais próximas por mananciais mais distantes, a custos de tratamento e adução cada vez maiores ou mesmo por mananciais subterrâneos que, embora com melhor qualidade de água, nem sempre conseguem suprir as demandas (PINTO, FORESTI & MARQUES JÚNIOR, 2006). Uma das regiões brasileiras que mais sofre com a escassez hídrica é o semiárido.

O semiárido brasileiro é uma região que ocupa 11,5% do território brasileiro, abrange um total de 1.262 municípios e abriga 11,8% da população do país. Segundo estimativa do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, mais de 23,8 milhões de pessoas vivem nesta Região (IBGE, 2014).

Tanto a ausência e/ou escassez das chuvas, quanto a sua alta variabilidade espacial e temporal são responsáveis pela ocorrência das secas, um fenômeno natural e cíclico nas

regiões semiáridas.

Souza et al. (2016) afirmam que reutilização de águas residuárias é uma alternativa diante dos impactos sobre a produção agrícola e distribuição de alimentos nas regiões semiáridas.

Andrade Neto (2011) mostra que o reúso controlado de água reduz a necessidade de retirada das águas de mananciais, promovendo o uso dessas águas para usos mais restritivos. Uma quantidade menor de efluente final minimiza a poluição ambiental, que é uma das grandes responsáveis pela escassez de água, pela degradação da qualidade. O reúso da água apresenta justificativas econômicas e sociais, pois os custos ligados ao manejo dos efluentes são geralmente elevados.

Em muitos países da região do Mediterrâneo, caracterizados por frequentes períodos de seca, a produção agrícola ocorre com déficit de água ou em condições que causam o esgotamento dos recursos hídricos existentes. Nestas áreas, a reutilização de águas residuárias recuperadas para irrigação de culturas é uma alternativa que contribui para mitigar ou diminuir a escassez hídrica, apoiar o setor agrícola e proteger as águas subterrâneas (LIBUTTI, 2018).

Bastos e Bevilacqua (2006) sugerem que o reúso controlado garante a segurança sanitária, a sustentabilidade ambiental e a produção agrícola. Durante a discussão dos critérios de qualidade da água para reúso, devem ser considerados os diversos parâmetros físicos, químicos, e biológicos de interesse para as distintas modalidades de reúso urbano, industrial, agrícola e para produção animal.

MATERIAIS E MÉTODOS

Como áreas de estudo foram selecionadas quatro ETE no estado do Rio Grande do Norte, Brasil, localizadas nos municípios de Caiçara do Rio do Vento, Parelhas, Pedro Velho e Santana do Seridó. As áreas estudadas estão inseridas na região semiárida e ressalta-se que o município de Pedro Velho está situado em uma área de transição entre a região tropical e a região semiárida (Figura 1).

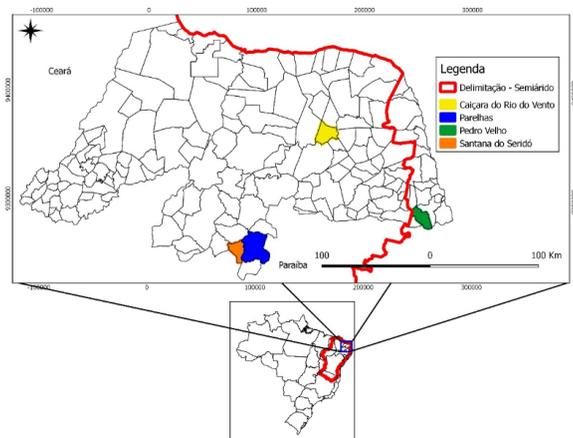


Figura 1 - Mapa do estado do RN, com delimitação da região semiárida e dos municípios de Caçara do Rio do Vento, Parelhas, Pedro Velho e Santana do Seridó.

Fonte: Autor (2018)

Os sistemas de tratamento foram escolhidos por suas semelhanças na utilização da lagoa facultativa como reator principal do sistema e pelo histórico de reúso não controlado dos efluentes dessas ETE. O sistema de tratamento da cidade de Parelhas é composto por uma lagoa facultativa, os demais sistemas contam com uma lagoa facultativa seguidas de duas lagoas de maturação em serie, como visto na Figura 2.



Figura 2 – Imagens aéreas das estações de tratamento monitoradas, A) Parelhas, B) Santana do Seridó, C) Caçara do Rio do Vento, D) Pedro Velho.

Fonte: Autor (2018)

O plano de monitoramento conta com um total de 12 campanhas, por ETE, uma a cada mês iniciando em julho de 2017 e finalizando em junho de 2018. Em cada estação foi monitorada, a saída do sistema, caracterizando o esgoto tratado.

As coletas foram realizadas pela manhã, no intervalo entre 8:00h e 12:00h. Com o intuito de otimizar as coletas havia duas equipes, uma responsável por coletar as amostras das ETE de Caiçara do Rio do Vento e Pedro Velho, e a segunda responsável por coletar as amostras em Santana do Seridó e Parelhas.

Os parâmetros quantificados em cada uma das amostras são: condutividade elétrica, pH, sólidos suspensos totais, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio amoniacal total, fósforo total, sódio, cálcio, magnésio e coliformes termotolerantes, seguindo como referência para os métodos de análise APHA et al. (2012).

A Razão de Adsorção de Sódio (RAS) foi quantificada conforme a equação (1):

$$\text{RAS} = \text{Na}^+ \div (((\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) \div 2)^{0,5}) \quad \text{equação (1)}$$

Com os resultados das análises foram elaborados resumos estatísticos apresentando a média, desvio padrão, mínimo e máximo, para cada parâmetro analisado. Confeccionou-se gráficos tipo “Box Plot” e durante a sua confecção extraiu-se os valores atípicos, calculando o limite superior pela equação (2) e o limite inferior utilizando a equação (3), onde Q1 é o valor do primeiro quartil e Q3 o valor do terceiro quartil.

$$\text{Lim.Sup} = \text{Q3} + (\text{Q3} - \text{Q1}) * 1,5 \quad \text{equação (2)}$$

$$\text{Lim.Inf} = \text{Q1} - (\text{Q3} - \text{Q1}) * 1,5 \quad \text{equação (3)}$$

Neste trabalho foi utilizado um drone, modelo Phantom IV, para obtenção de imagens aéreas, melhorando a percepção da área de estudo, visualizando a área de influência do reúso.

Com a ajuda de imagens de satélite obtidas no Google Earth, criou-se imagens georreferenciadas que auxiliaram a melhorar o entendimento da influência do reúso nas regiões estudadas. Por meio dessas imagens e com o auxílio softwares, calculou-se as áreas de irrigação de cada cultura.

Com base em visitas de campo caracterizou-se cada um dos sistemas de tratamento de esgoto, buscando dados na literatura, empíricos e junto ao operador do sistema.

As estratégias de reúso encontrados em cada uma das estações de tratamento foram descritas de forma a entender a funcionalidade e a operacionalidade, caracterizando a forma de reúso dos esgotos tratados.

Com os dados das amostras, a caracterização dos sistemas de tratamento e de reúso, promoveu-se discussões considerando as legislações nacionais e internacionais.

RESULTADOS

Foi identificado reúso na forma direta no com o efluente em todas as áreas monitoradas e apenas no município de Caiçara do Rio do Vento não foi identificado o reúso

de forma indireta.

No município de Caiçara do Rio do Vento o efluente é reutilizado na irrigação de capim elefante e palma. A área de irrigação é dividida entre famílias dessa forma a irrigação ocorre de forma setorizada, mas sem controle da vazão de irrigação, consumindo todo o efluente gerado pela ETE.

A irrigação com efluente tratado no município de Parelhas ocorre nas margens do Rio Seridó sem o controle da vazão de irrigação e com o direcionamento feito por meio de sulcos. O efluente excedente segue no Rio Seridó é reutilizado de forma indireta pela população local.

O sistema de reúso do esgoto tratado no município de Pedro Velho ocorre de forma sazonal, dependendo do ciclo de chuvas da região, na irrigação de milho, feijão e jerimum. A irrigação nas áreas de plantio segue com a captação do efluente diretamente na segunda lagoa de maturação ou no ponto de lançamento do no Rio Curimataú, ambas sem o controle da vazão. A irrigação ocorre em dois momentos, uma antes do plantio, onde o solo é encharcado proporcionando a água necessária para que a plantação brote e o segundo momento duas semanas após o surgimento das primeiras plantas, onde mais uma vez o solo é encharcado. O efluente excedente corre no Rio Curimataú e promove formas de reúso indireto.

Em Santana do Seridó o efluente da ETE passa por um sistema de pós-tratamento por filtração, para a irrigação controlada de palma forrageira, o esgoto tratado excedente é direcionado para o leito do Rio Santana.

Após as análises e com o tratamento estatístico foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 1.

PARÂMETROS	ETE Caiçara		ETE Parelhas		ETE Pedro Velho		ETE Santana do Seridó	
	MÉDIA	±DV	MÉDIA	±DV	MÉDIA	±DV	MÉDIA	±DV
CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1669	215	2916	385	2861	476	761	112
pH	7,32	0,32	7,42	0,02	7,61	0,26	6,95	0,31
SST (mg/L)	160	73	93	22	84	47	56	19
DBO (mg/L)	159	92	120	19	66	25	75	42
DQO (mg/L)	493	142	357	17	267	50	214	71
NAT (mg/L)	37,2	8,3	59,6	13	26,8	3,5	21	5,9
PT (mg/L)	12,6	2,4	10	0,9	11,4	3,5	4	2,1
CT (NMP/100 ml) *	7,90x10 ⁴		1,60x10 ⁷		2,00x10 ⁵		1,70x10 ⁵	
Na (mg/L)	184	45,9	302	124,8	333,8	145,9	70,6	21,4
Ca (mg/L)	32,1	5,9	38,1	13,9	78,3	28,9	21,4	2,1
Mg (mg/L)	29,5	14,5	68,5	27,1	77,2	30,9	18,5	8,6
RAS	5,8	1,3	6,7	2,6	6,3	2,6	2,7	0,4

CE = Condutividade Elétrica, SST = Sólidos Suspensos Totais, NAT = Nitrogênio Amoniacal Total, PT = Fósforo Total, CT = Coliformes Termotolerantes, Na = Sódio, Ca = Cálcio, Mg = Magnésio e RAS = Relação de Adsorção de Sódio. *Mediana.

Tabela 1 – Concentrações médias e desvios padrões obtidos nos efluentes tratados.

Fonte: Autor (2018)

DISCUSSÃO

Com a caracterização dos efluentes dos sistemas monitorados observamos que as concentrações dos parâmetros analisados não estão condizentes com os parâmetros encontrados na literatura, conseqüentemente provocando riscos ao meio ambiente e a saúde da população local.

A remoção de matéria orgânica apresenta valores condizentes com a configuração dos sistemas de tratamento, mas não atingindo os valores recomendados para reúso.

As condutividades elétricas média dos esgotos tratados apresentam um risco de salinização de alto a muito alto e o RAS médio dos efluentes mostram um risco de sodificação do solo de médio a alto. Contudo mesmo com o uso contínuo do efluente na irrigação de culturas de capim de diferentes espécies, nas cidades de Caiçara do Rio do Vento, Parelhas e Santana do Seridó, a produtividade se manteve constante e o solo não se tornou impermeável.

O risco de contaminação por microrganismos é uma realidade já que a média da concentração de coliformes termotolerantes está igual ou superior a $7,90 \times 10^4$ (NMP/100ml), tornando o risco de contaminação elevado, superior aos valores sugeridos por Bastos e Bevilacqua (2006), para o reúso irrestrito.

A remoção de nutrientes não é muito eficiente, como era esperado visto à configuração dos sistemas, mas o baixo pH nas lagoas de maturação contribui ainda mais para a baixa eficiência.

Ainda é importante lembrar que as características e condições do reúso podem influenciar na qualidade final do efluente, dessa forma avaliar as características do esgoto tratado é importantíssimo para indicar a aplicabilidade de maior segurança e melhor custo benefício.

CONCLUSÕES

Tomando como referência as melhores médias obtidas por ETE, dos parâmetros analisados obteve-se: DBO média ≥ 66 mg/L, DQO média ≥ 240 mg/L, coliformes termotolerantes médio $\geq 1,01 \times 10^6$ NMP/100ml, sólidos suspensos totais médio ≥ 61 mg/L, nitrogênio médio $\geq 21,0$ mg/L e condutibilidade elétrica $\geq 766 \mu\text{S/cm}$. Não apresentado efluente adequado ao reúso agrícola, com base nas legislações nacionais e internacionais.

O reúso do esgoto tratado é utilizado nas cidades de Caiçara do Rio do Vento, Parelhas e Santana do Seridó por falta de alternativa hídrica para a subsistência das populações agrícolas. Os sistemas de irrigação dessas cidades são criados pelos próprios usuários gerando risco a saúde e ao meio ambiente ou assessorado por instituições de pesquisa e ensino, possibilitando a minimização dos impactos adversos do reúso.

O sistema de reúso aplicado no município de Pedro Velho foi desenvolvido localmente oferecendo risco de contaminação microbiológica ao operador, pelo contato

direto com o efluente, mas apresenta boa prática de manejo na irrigação, minimizando o risco de contaminação do solo e a potencialidade de contaminação dos frutos.

Os efluentes classificados com risco para a salinização do solo de alto a muito alto são utilizados na irrigação de culturas agrícolas por vários anos consecutivos nos municípios Caiçara do Rio do Vento e Parelhas, não apresentando prejuízos perceptíveis para a produtividade das culturas de capins irrigadas.

REFERÊNCIAS

1. ANDRADE NETO, C.O. O que vamos fazer com os esgotos tratados. Artigo, *Infraestrutura Urbana*, São Paulo, v. 2011, n. 9, p.80-80, nov. 2011. Mensal. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/9/o-que-vamos-fazer-com-os-esgotos-tratados-especialista-241105-1.aspx>>.
2. APHA et al. *Standard methods for the examination of water and wastewater*, 22 nd ed. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Federation. Washington, DC.,USA, 2012.
3. BASTOS, R.K.X., BEVILACQUA, P.D. Cap. 2 - Normas e Critérios de Qualidade para Reúso de Água. In: SANTOS, Maria de Lourdes Florêncio dos et al. *Tratamento e Utilização de Esgotos Sanitários*. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 17-61.
4. BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>.
5. LIBUTTI, A., et al. Agro-industrial wastewater reuse for irrigation of a vegetable crop succession under Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management*, v. 196, p. 1-14, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377417303347>>.
6. PINTO, M.A.T., FORESTI, E.; MARQUES JÚNIOR, J. Cap 10 - Reúso das Águas Residuárias. Uma Análise Crítica. In: SANTOS, Maria de Lourdes Florêncio dos et al. *Tratamento e Utilização de Esgotos Sanitários*. Rio de Janeiro: ABES, 2006. p. 394-403.
7. SOUZA, N.G.M., et al. Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro. *Revista Biofarm*, Volume 12, Número 03, 2016. Disponível em: <<http://revista.uepb.edu.br/index.php/biofarm/article/view/3214>>.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 139, 140

Aerosoles 159, 160, 161, 162, 163, 166, 167, 168

Alaranjado de metila 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33

Área de proteção ambiental 145, 148, 158

Área superficial elevada 74

Aspergillus niger 13, 14, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24

Aterros 125, 131, 132

C

Celulosa 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24

Colorantes 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 21

Compostagem 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 117, 118, 119, 120, 121, 123, 124

Contaminação ambiental 26, 130

Contaminação hídrica 56

D

Decantador de coluna 82

F

Fármacos 35, 36, 37, 38, 39, 46, 47

Floco decantador de manta de lodo 82

Fósforo 55, 56, 57, 58, 62, 63, 64, 65, 66, 70, 71

I

Índigo carmín 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 21, 22, 23

L

Lodo de lagoa de estabilização 82, 93

M

Mathematical air dispersion modeling 186

Meio ambiente 36, 37, 46, 56, 72, 94, 101, 120, 124, 125, 128, 129, 145, 146, 148, 170, 171, 172, 174, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183

Meio suporte alternativo 74, 75, 76

Metais tóxicos 125, 126, 128

Micropoluentes 35, 39

O

Odour monitoring 186

Odour sensors 186

Óxidos de ferro 55, 57, 58, 59, 62, 63

P

Plástico reciclável 74

Processo contínuo 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33

Processo de lixiviação 130, 131

Processo em batelada 25, 26, 27, 28, 31, 33

Q

Queima de biomassa 159, 160, 161, 162, 166, 167, 168

R

Radiocarbono 160, 161, 162, 167

Reação de Fenton 26

Resíduo sólido 108

Resíduos sólidos domiciliares 95, 96, 97

Resíduo zero 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 115, 121, 123, 124

Resinas 99, 100, 101, 104

S

Saneamento rural 56

Saúde humana 37, 125, 126, 128, 170, 171, 172, 178

Secagem em estufa agrícola 82, 88, 89, 90, 93

Solubilização 130

T

Termoplásticos 99, 100, 105

Tratamiento de agua 1, 13, 14

U

Unidade de conservação 145, 146, 158

Uso do solo 145, 146, 147, 148, 150, 151, 152, 153, 158, 172, 178, 180, 186

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Base de Conhecimentos Gerados na Engenharia Ambiental e Sanitária

2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

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

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 