

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA SANITÁRIA 2**



**CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA**  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

COLEÇÃO  
**DESAFIOS**  
DAS  
**ENGENHARIAS:**

**ENGENHARIA SANITÁRIA 2**



CLEISEANO EMANUEL DA SILVA PANIAGUA  
(ORGANIZADOR)

**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

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.

Open access publication by Atena Editora



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 Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

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

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

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

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

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

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Amanda Costa da Kelly Veiga  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua

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

C691 Coleção desafios das engenharias: engenharia sanitária 2 /  
Organizador Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua. -  
Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-537-9

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.379211310>

1. Engenharia sanitária. I. Paniagua, Cleiseano  
Emanuel da Silva (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](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## APRESENTAÇÃO

O e-book: “Coleção desafios das engenharias: Engenharia Sanitária 2” é constituído por vinte e cinco capítulos de livros que foram devidamente selecionados por membros que integram o corpo editorial da Atena Editora. Diante disso, este e-book foi dividido em quatro unidades temáticas de grande relevância.

A primeira é constituída por sete capítulos que tratam da importância de se monitorar os parâmetros físico-químicos e biológicos da água destinada ao abastecimento público, provenientes de águas superficiais ou subterrâneas (poço artesiano). Por ser um recurso natural e cada vez mais escasso em termos de padrões de potabilidade, faz-se necessário a adoção de uma consciência coletiva que leve a redução do consumo *per capita* a nível mundial.

Os capítulos de 8 a 15 apresentam estudos que reforçam a importância de se investigar alternativas a fim de se estabelecer melhores condições de confinamento, destinação final e desaguamento do lodo gerado na ETA. Além disso, é apresentada a importância de melhorar e empregar técnicas de tratamento de efluente hospitalar e provenientes de instituições de ensino.

A terceira temática apresenta trabalhos que tratam da importância do conhecimento sobre resíduos na formação de futuros profissionais da biologia. Outro estudo apresenta a importância e o devido reconhecimento que os catadores de recicláveis representam para a sociedade e que contribuem para a política reversa de materiais recicláveis. Já outros trabalhos, procuram avaliar o uso de lodo de ETA e de rejeitos da mineração como matéria-prima a ser incorporada em substituição aos extraídos da natureza. Por fim, é apresentado um trabalho que validou uma metodologia QuEChERS-CLAE/FL na determinação do antibiótico Tetraciclina em cama de aviários.

O último tema é composto por quatro trabalhos que reportam a utilização de biomassa tanto para remoção de cor de águas residuárias, quanto como matéria-prima para a produção de bioetanol. Além disso, apresenta um trabalho que traz uma discussão em voga em relação aos possíveis riscos associados à utilização de agrotóxicos e por último um trabalho que trata do desenvolvimento de estratégias de *designs* para o reuso de espaços urbanos abertos para o público como espaços de acesso ao público.

Diante desta variedade de estudos, provenientes de pesquisadores (as) de diferentes partes do Brasil e com contribuições provenientes de pesquisadores de Portugal e da Itália, a Atena Editora publica e disponibiliza de forma gratuita em seu *site* e em outras plataformas digitais, contribuindo para a divulgação do conhecimento científico gerado nas instituições de ensino do Brasil e de outros países. Assim, a Atena Editora vem trabalhando, buscando, estimulando e incentivando cada vez mais os pesquisadores do Brasil e de outros países a publicarem seus trabalhos com garantia de qualidade e excelência em forma de livros ou capítulos de livros.

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS PRINCIPAIS TRIBUTÁRIOS AO SISTEMA LAGUNAR DE ITAIPU-PIRATININGA**

Flávia Cipriano Dutra do Valle

Wilson Thadeu Valle Machado

Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113101>

### **CAPÍTULO 2..... 12**

#### **ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PINHAL - RS**

Ronaldo Sartoretto

Samuel Lunardi

Marcelle Martins

Dienifer Stahlhöfer

Willian Fernando de Borba

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113102>

### **CAPÍTULO 3..... 23**

#### **ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS ARTESIANOS: UM ESTUDO BIBLIOGRÁFICO**

Madalena Teixeira Soares

Manuel Santos da Costa

Mariano Carvalho de Souza

Marijara Serique de Almeida Tavares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113103>

### **CAPÍTULO 4..... 36**

#### **OS INDICADORES AMBIENTAIS: MELHORIA NA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**

Yasmin Rodrigues Gomes

Lilian Levin Medeiros Ferreira da Gama

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113104>

### **CAPÍTULO 5..... 44**

#### **COMPARATIVO FINANCEIRO DO CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS NAS MICRORREGIÕES SERGIPANAS**

Zacarias Caetano Vieira

Carlos Gomes da Silva Júnior

Rayana de Almeida Novais

Paulo Cicero de Jesus Carvalho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113105>

<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>55</b>
<b>DIMENSIONAMENTO DE BARRAGEM PARA O ABASTECIMENTO DE SÃO MATEUS-ES</b>	
Aloísio José Bueno Cotta Renato Pereira de Andrade Honerio Coutinho de Jesus Paloma Francisca Pancieri de Almeida	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113106">https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113106</a>	
<b>CAPÍTULO 7.....</b>	<b>66</b>
<b>PROPOSTAS DE MELHORIAS NO SISTEMA CAPTAÇÃO, TRATAMENTO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL NA ÁREA URBANA E RURAL NO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO, MG</b>	
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua Valdinei de Oliveira Santos	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113107">https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113107</a>	
<b>CAPÍTULO 8.....</b>	<b>79</b>
<b>ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO BRASILEIRO</b>	
Lucas Rodrigues Bellotti Rosane Freire Boina	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113108">https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113108</a>	
<b>CAPÍTULO 9.....</b>	<b>87</b>
<b>DESAGUAMENTO DE LODOS DE ETAs: EXPERIÊNCIAS BEM-SUCEDIDAS COM EMPREGO DE LEITO DE DRENAGEM</b>	
Antonio Osmar Fontana João Sergio Cordeiro Cali Laguna Achon Marcelo Melo Barroso Renan Felício dos Reis	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113109">https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113109</a>	
<b>CAPÍTULO 10.....</b>	<b>104</b>
<b>A IMPORTÂNCIA DA COBERTURA NA EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE DESAGUAMENTO DE LODO DE ETA EM LEITOS DE DRENAGEM</b>	
Renan Felício dos Reis Cali Laguna Achon João Sergio Cordeiro	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131010">https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131010</a>	
<b>CAPÍTULO 11.....</b>	<b>122</b>
<b>AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE DESAGUAMENTO DE LODO – ETA SANTA BÁRBARA (RS)</b>	
Daniele Martin Sampaio Carlos Vinícius Caetano Gonçalves	

Laone Hellwig Neitzel  
Karen Gularte Peres Mendes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131011>

**CAPÍTULO 12..... 135**

**QUANTIFICAÇÃO DO LODO GERADO DE DECANTADORES DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE GUARATINGUETÁ**

Paulo Ricardo Amador Mendes  
Ailton César Teles de Barros

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131012>

**CAPÍTULO 13..... 142**

**SISTEMA DE CONFINAMENTO DE RESÍDUOS: ESTUDO DE CASO LODO DE ETA**

Denise de Carvalho Urashima  
Ana Paula Moreira de Faria  
Mag Geisielly Alves Guimarães  
Beatriz Mydori Carvalho Urashima  
Matheus Müller

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131013>

**CAPÍTULO 14..... 150**

**TRATAMENTO DE EFLUENTE HOSPITALAR EM REATOR TIPO UASB E FITOTOXICIDADE**

Roberson Davis Sá  
Fernando Rodrigues-Silva  
Paloma Pucholobek Panicio  
Yohannys Mannes  
Mariana Azevedo dos Santos  
Lidia Lima  
Lutécia Hiera da Cruz  
Liziê Daniela Tentler Prola  
Wanessa Algarte Ramsdorf  
Adriane Martins de Freitas  
Karina Querne de Carvalho  
Marcus Vinicius de Liz

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131014>

**CAPÍTULO 15..... 164**

**WETLANDS: UMA ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA TRATAMENTO DE ESGOTO NO INSTITUTO FEDERAL DE SERGIPE**

Carina Siqueira de Souza  
Halanna Moura de Souza  
Soanne Hemylle de Jesus Santos  
Thaise Kate Silva dos Santos  
Geovane de Mello Azevedo  
Maurício Santos Silva  
Felippe Matheus Silva Meneses

Florilda Vieira da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131015>

**CAPÍTULO 16..... 176**

**A IMPORTÂNCIA DO COMPONENTE CURRICULAR “GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS” PARA A FORMAÇÃO ACADÊMICA DE UM BIÓLOGO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA**

Regiane Gabriele Rocha Vidal

Beatriz dos Santos Souza

Dinalva Ribeiro de Oliveira

Juliana Maia Lima

Jannah Thalís da Silva Alves

Ana Caroline Barbosa de Castro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131016>

**CAPÍTULO 17..... 185**

**CONDIÇÕES DE TRABALHO DOS CATADORES E CATADORAS DE CAXIAS DO SUL/RS APÓS 10 ANOS DE IMPLANTAÇÃO DA POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Ana Maria Paim Camardelo

Nilva Lúcia Rech Stedile

Fernanda Meire Cioato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131017>

**CAPÍTULO 18..... 196**

**CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DA ESCÓRIA DE FERRONÍQUEL PARA EMPREGO NA COMPOSIÇÃO DE CONCRETO BETUMINOSO USINADO À QUENTE**

Jéssika Cosme

Daniel Pinto Fernandes

Gilberto Fernandes

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131018>

**CAPÍTULO 19..... 205**

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE ETA COMO IMPERMEABILIZANTE DE OBRAS DE TERRA PARA A CONTENÇÃO DE RESÍDUOS**

Leonardo Marchiori

André Studart

Maria Vitoria Moraes

Antônio Albuquerque

Victor Cavaleiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131019>

**CAPÍTULO 20..... 213**

**ANÁLISE DA SEGURANÇA HÍDRICA ASSOCIADA ÀS BARRAGENS DE REJEITOS NO NORDESTE BRASILEIRO**

Ana Nery de Macedo Cadete

Abmael de Sousa Lima Junior

Roberta de Melo Guedes Alcoforado  
Marcelo Casiuch  
Andresa Dornelas de Castro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131020>

**CAPÍTULO 21..... 223**

OTIMIZAÇÃO E VALIDAÇÃO DE METODOLOGIA QuEChERS-CLAE/FL PARA A DETERMINAÇÃO DO ANTIBIÓTICO TETRACICLINA EM CAMA DE AVIÁRIO

Ismael Laurindo Costa Junior  
Letícia Maria Effting  
Luciane Effting

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131021>

**CAPÍTULO 22..... 241**

ANÁLISE DE RISCO ASSOCIADO AO USO DE AGROTÓXICOS - ESTUDO DE CASO NO MUNICÍPIO DE ESCADA, PERNAMBUCO, BRASIL.

Eduardo Antonio Maia Lins  
Fellipe Martins Maurício de Menezes  
Luiz Vital Fernandes Cruz da Cunha  
Sérgio Carvalho de Paiva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131022>

**CAPÍTULO 23..... 249**

CASCA E BAGAÇO DA LARANJA COMO ADSORVENTE PARA REMOÇÃO DE COR DE ÁGUAS RESIDUAIS

Rayane de Oliveira Zonato  
Bianca de Paula Ramos  
Valquíria Aparecida dos Santos Ribeiro  
Rosane Freire Boina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131023>

**CAPÍTULO 24..... 263**

POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DA BIOMASSA DE SISTEMA **WETLANDS** CONSTRUÍDOS PARA PRODUÇÃO DE BIOETANOL.

Eduarda Torres Amaral  
Gisele Alves  
Gustavo Stolzenberg Colares  
Tiele Medianeira Rizzetti  
Rosana de Cassia de Souza Schneider  
Ênio Leandro Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131024>

**CAPÍTULO 25..... 270**

URBAN OPEN SPACES RE-USE: DESIGN STRATEGIES

Rossella Franchino  
Caterina Frettoloso  
Nicola Pisacane

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131025>

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>282</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>283</b>

## POTENCIAL DE APROVEITAMENTO DA BIOMASSA DE SISTEMA *WETLANDS* CONSTRUÍDOS PARA PRODUÇÃO DE BIOETANOL.

Data de aceite: 01/10/2021

Data de submissão: 06/07/2021

### **Eduarda Torres Amaral**

Universidade de Santa Cruz do Sul, Programa de Pós - Graduação em Tecnologia Ambiental.  
Santa Cruz do Sul – RS  
<http://lattes.cnpq.br/4277751214087049>

### **Gisele Alves**

Universidade de Santa Cruz do Sul, Programa de Pós - Graduação em Tecnologia Ambiental.  
Santa Cruz do Sul – RS  
<http://lattes.cnpq.br/7991977863109824>

### **Gustavo Stolzenberg Colares**

Universidade de Santa Cruz do Sul, Programa de Pós - Graduação em Tecnologia Ambiental.  
Santa Cruz do Sul – RS  
<http://lattes.cnpq.br/6768352464180484>

### **Tiele Medianeira Rizzetti**

Universidade de Santa Cruz do Sul, Programa de Pós - Graduação em Tecnologia Ambiental.  
Santa Cruz do Sul – RS  
<http://lattes.cnpq.br/3374616705744809>

### **Rosana de Cassia de Souza Schneider**

Universidade de Santa Cruz do Sul, Programa de Pós - Graduação em Tecnologia Ambiental.  
Santa Cruz do Sul – RS  
<http://lattes.cnpq.br/9388200003536324>

### **Ênio Leandro Machado**

Universidade de Santa Cruz do Sul, Programa de Pós - Graduação em Tecnologia Ambiental.  
Santa Cruz do Sul – RS  
<http://lattes.cnpq.br/6922571767923420>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da massa verde remanescente do sistema *Wetlands* contruído (WC) para o aproveitamento de sua biomassa no desenvolvimento de bioprodutos, principalmente bioetanol. Para tanto realizou-se análise dos polissacarídeos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência, na biomassa coletada em um sistema WC. As amostras foram das espécies *Hymenachne grumosa* e *Canna generalis*. Com a amostra de *C. generalis*, realizou-se as análises das partes separadas (material fino e material grosso). Com relação a biomassa úmida, obteve-se aproximadamente 4,68 kg m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup> e 6,72 kg m<sup>-2</sup> ano<sup>-1</sup> para a *H. grumosa* e *C. generalis*, respectivamente. Constatou-se na biomassa verde de *H. grumosa* a composição em celulose e hemicelulose foi de 36,55% e 16,59% indicando que a maior parte da composição é proveniente do material lignocelulósico. Na amostra de *H. grumosa* encontrou-se um teor maior de celulose comparado a espécie *C. generalis*. Ambas espécies demonstraram ter potencial de aproveitamento para desenvolvimento de produtos biotecnológicos, incluindo a produção de bioetanol.

**PALAVRAS- CHAVE:** *Wetlands*; Biomassa; Bioprodutos.

BIOMASS USE POTENTIAL FROM  
WETLANDS SYSTEM CONSTRUED  
FOR BIOETHANOL PRODUCTION.

**ABSTRACT:** The objective of this work was to

evaluate the potential of the remaining green mass of the constructed Wetlands system (WC) for the use of its biomass in the development of bioproducts, mainly bioethanol. For that, an analysis of the polysaccharides by High Performance Liquid Chromatography was performed, in the biomass collected in a WC system. The samples were of the species *Hymenachne grumosa* and *Canna generalis*. With the sample of *C. generalis*, the analyzes of the separate parts (fine material and coarse material) were performed. Regarding the wet biomass, approximately 4.68 kg m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> and 6.72 kg m<sup>-2</sup> year<sup>-1</sup> were obtained for *H. grumosa* and *C. generalis*, respectively. It was found in the green biomass of *H. grumosa* the composition of cellulose and hemicellulose was 36.55% and 16.59% indicating that most of the composition comes from lignocellulosic material. In the sample of *H. grumosa*, a higher cellulose content was found compared to the species *C. generalis*. Both species have shown to have potential for use in the development of biotechnological products, including the production of bioethanol.

**KEYWORDS:** *Wetlands*; Biomass; Bioproducts.

## 1 | INTRODUÇÃO

A necessidade de proteção ambiental e de saúde pública têm atraído a atenção global, por meio de projetos de tratamento de águas residuais mais sustentáveis. As áreas úmidas construídas ou *Wetlands* Construídos (CWs) podem desempenhar um papel estratégico na recuperação e reutilização de águas residuais de diferentes tipos de regiões. Esses sistemas são usados em todo o mundo como sistemas de purificação de água econômicos e sustentáveis para diferentes tipos de fontes de águas residuais como esgoto, mineração, escoamento urbano, etc. (POSTILA; HEIDERSCHIEDT, 2020). Devido à sua maneira econômica e ecológica de tratar águas residuais, os CWs foram desenvolvidos como uma alternativa nas últimas seis décadas aos sistemas convencionais de tratamento de águas residuais centralizado (LIU *et al.*, 2021).

Uma das abordagens para manter o desempenho do tratamento com CWs e controlar as macrófitas emergentes invasivas é a coleta de biomassa física, uma vez que remove nutrientes e controla a expansão da vegetação (BANSAL *et al.*, 2019). A composição química das macrófitas, como acontece com biomassas lignocelulósicas, pode ser uma fonte adequada de carbono e nutrientes para processos biotecnológicos (RABEMANOLONTSOA; SAKA, 2012). A biomassa tem potencial de ser matéria-prima para a produção de uma ampla gama de bioprodutos de valor agregado, como os orgânicos (butírico, acético e propiônico) (DUTRA *et al.*, 2019), aditivo para rações nas indústrias de aves (MOBIN *et al.*, 2019), biofertilizantes (SUGANYA *et al.*, 2016) e outros.

A biomassa resultante pode ser considerada para obtenção de produtos de valor agregado e recursos potenciais para outros processos, especialmente na geração de energia renovável, que podem resultar em uma produção mais limpa. (KURNIAWAN *et al.*, 2021) As macroalgas possuem sua biomassa rica em carboidratos, úteis para a produção de bioetanol. O bioetanol de biomassa de algas é uma opção sustentável e ecologicamente correta de

produção de biocombustível renovável. (RAMACHANDRA; HEBBALE, 2020).

Portanto, a biomassa remanescente do cultivo de macrófitas pode produzir bioprodutos de valor agregado para diferentes tipos de indústrias e vem atraindo a atenção de pesquisadores ao longo dos anos. Entretanto, ainda existe uma carência de trabalhos na literatura investigando alternativas de aplicação da biomassa produzida no tratamento de águas residuárias por sistemas de WCs. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial reaproveitamento de duas espécies de macrófitas empregadas no tratamento de efluentes urbanos visando reconhecer a sua potencialidade para o desenvolvimento de bioprodutos, mais especificamente o bioetanol.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O sistema de tratamento do presente estudo foi desenvolvido na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), a qual tem capacidade para tratar  $360 \text{ m}^3 \text{ dia}^{-1}$ . Composto por tratamento primário com uma unidade de reator anaeróbio/biofiltro da marca Bakof Tec com volume de 1450 L e dois WCs sequenciais com volume de 1000 L cada. O primeiro WCs foi projetado como um sistema de ilhas flutuantes (*Floating Treatment Wetlands*). Já a unidade seguinte de tratamento era composta por um WC de fluxo vertical (WCFV), preenchida com brita n. 0 e n. 1 e seixos no fundo para drenagem, e semanalmente carregada com 350 L de efluente. A unidade foi vegetada com macrófitas das espécies *H. grumosa* e *C. generalis*, e foi integrada a células de combustível microbianas (CCMs) compostas por eletrodos de grafite conectados a fios de aço inox dispostos em diferentes profundidades da caixa. Mais informações sobre o sistema de tratamento desenvolvido podem ser obtidas em (DELL'OSBEL *et al.*, 2020).

As amostras de biomassa de *C. generalis* e *H. grumosa* foram coletadas nestes sistemas WCFV + CCM, na qual a manutenção da biomassa (corte da parte aérea a 30 cm do substrato) foi conduzida com uma frequência de aproximadamente 4 meses durante o ano de monitoramento. Após serem pesadas, amostras das duas espécies foram coletadas e secas em estufa a  $50 \text{ }^\circ\text{C}$  durante 48 h. A cominuição das amostras foi realizada em moinho de facas.

Para a caracterização inicial das amostras foram realizados testes de umidade na balança de precisão (OHAUS, MB200). A determinação do teor de cinzas totais foi realizada em uma mufla a  $575 \text{ }^\circ\text{C}$  por 6 h, até massa constante. A determinação de carboidratos foi realizada conforme a metodologia recomendada pelo *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) dos Estados Unidos (VAN WYCHEN; LAURENS, 2016). Todas as análises foram realizadas em triplicata. No caso da amostra da espécie *C. generalis*, optou-se por realizar as análises das partes separadas (material fino e material grosso) devido à dificuldade de fragmentação total da biomassa no moinho de facas.

### 3 | RESULTADOS

Em relação a produtividade de biomassa, considerando o somatório de 3 podas realizadas no sistema (março, agosto e dezembro de 2019), obteve-se a geração de biomassa úmida de aproximadamente  $4,68 \text{ kg m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$  e  $6,72 \text{ kg m}^{-2} \text{ ano}^{-1}$  para a *H. grumosa* e *C. generalis*, respectivamente.

O teor de umidade encontrado nas amostras foi de  $9,09 \pm 0,55\%$  e  $13,73 \pm 2,30\%$  para *H. grumosa* e *C. generalis* respectivamente. Já o teor de cinzas foi de  $11,49 \pm 1,75\%$  e  $10,41 \pm 0,37\%$  para *H. grumosa* e *C. generalis*, respectivamente. O teor de cinzas não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ) com relação as duas faixas granulométricas separadas após a moagem para a *C. generalis*, ou seja, o fato de parte da amostra não ficar totalmente moída não apresentou diferenças entre as amostras. Para obter uma amostra mais homogênea após a moagem a amostra deverá secar por mais tempo.

Na Tabela 1 está apresentada a composição da biomassa das duas espécies coletadas nos sistemas WCs. Observa-se que para a biomassa verde de *H. grumosa* o somatório dos parâmetros analisados na composição total foi em média 99% indicando que a maior parte da composição é proveniente do material lignocelulósico como mostra a Figura 1. Observa-se que a espécie *H. grumosa* apresenta um teor maior de celulose comparado a espécie *C. generalis*. No entanto, ambas têm potencial para o aproveitamento para desenvolvimento de produtos biotecnológicos, considerando principalmente a produção de hidrolisados, os quais podem ser fermentados para a produção de bioetanol.

	Réplicas	Glicose	Xilose	Arabinose	Lignina	Cinzas	Umidade	Total
H. grumosa	1	37,35	13,94	3,17	27,00	13,50	9,71	104,67
	2	36,40	13,58	3,06	23,17	10,33	8,74	95,27
	3	35,91	13,15	2,87	25,75	10,65	8,82	97,16
C. generalis (partículas finas)	1	19,21	7,06	4,11	28,74	10,01	14,71	83,83
	2	19,18	7,40	4,73	27,24	10,50	11,11	80,17
	3	19,32	7,28	4,05	27,67	10,72	15,38	84,42
C. generalis (partículas grossas)	4	22,58	8,32	4,72	29,67	9,89	14,00	89,17
	5	22,15	7,14	2,70	27,32	9,49	14,56	83,36
	6	22,13	7,22	2,71	27,98	10,77	14,00	84,80

Tabela 1 - Composição da biomassa em (%) de *H. grumosa* e *C. generalis*, considerando a separação em partículas finas e grossas ocorrida na cominuição.

Assim como, outros biocombustíveis já estudados a partir de biomassa do corte de

WCs, como para energia térmica (CIRIA *et al.*, 2005) ou produção de metano (MELTS *et al.*, 2019), a produção de bioetanol pode ser promissora quando pensamos no teor de celulose e hemicelulose que a biomassa pode conter. Por outro lado, o uso da biomassa hidrolisada para produção de outros biocompostos pode ser uma forma de aproveitamento de uma biomassa residual, incentivando a construção de WCs, como já é observado para biorrefinarias de microalgas (SYRPAS; VENSKUTONIS, 2020).

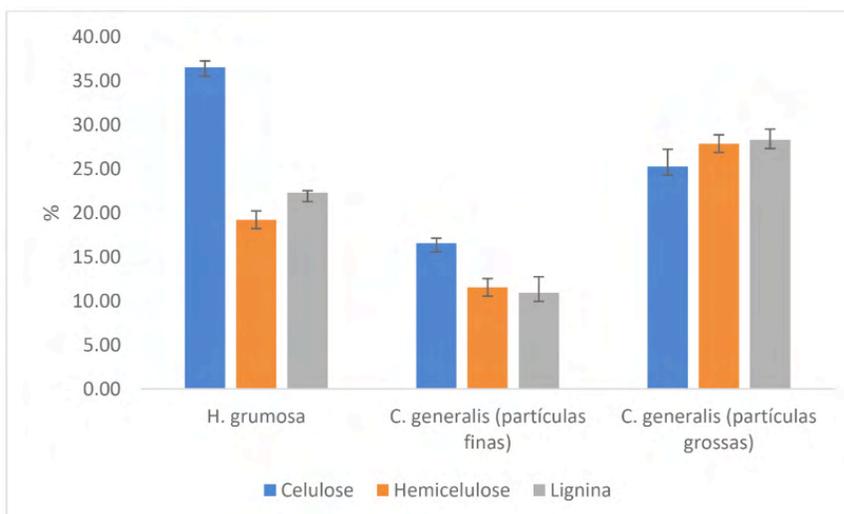


Figura 1. Composição de polissacarídeos das biomassas coletadas do sistema WCs.

Para a previsão de produção utilizou-se a relação de 1:0,51 de glicose e etanol utilizando a *Saccharomyces cerevisia* e partindo de várias biomassas (DE SOUZA SCHNEIDER *et al.*, 2017; LAMB *et al.*, 2018) e a relação de 1:0,92 de pentoses e hexoses utilizando a cepa etalonogênica metabolicamente modificada de *Escherichia coli*, obtida em experimentos com biomassa de microalgas (WERLANG *et al.*, 2020). Para ambos os microrganismos se considera as concentrações teóricas de etanol, potenciais para os valores de glicose, xilose e arabinose obtidas na hidrólise com ácido concentrado. Assim, constata-se que há potencial de produção de etanol a partir da biomassa verde colhida no processo WCFV + CCM. Na Figura 3, pode ser observada a potencialidade de produção de etanol a partir da biomassa de *H. grumosa* e *C. generalis* considerando diferentes rotas de conversão.

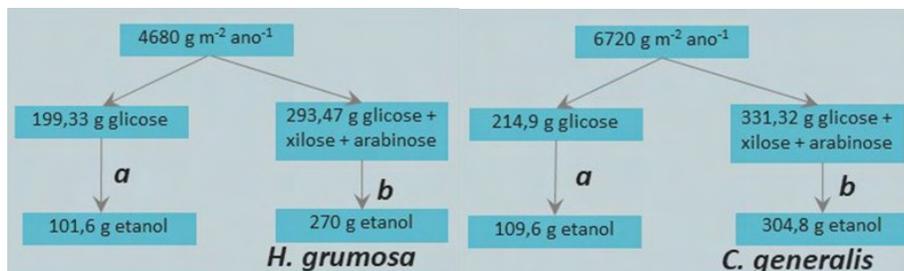


Figura 3. Potencialidade de produção de etanol a partir de biomassa de *H. grumosa* e *C. generalis* considerando rota a) conversão de glicose com *Saccharomyces cerevisiae* e rota b) *Escherichia coli* metabolicamente modificada.

## 4 | CONCLUSÕES

Observou-se a partir dos resultados apresentados anteriormente, que é possível obter etanol a partir de mais de 50% da amostra dependendo da rota de produção, considerando o método de hidrólise, os microrganismos empregados na fermentação e a formação de inibidores da fermentação. Neste contexto, constata-se que há potencial e que um estudo experimental com as duas espécies é possível; no entanto, a *H. grumosa* apresenta um teor maior de celulose facilitando o processo de fermentação por rotas tradicionais. Para ambas, se considerarmos a conversão de celulose e hemicelulose em monossacarídeos será necessário o emprego de microrganismos etanológicos que utilizam rotas de conversão de hexoses e pentoses em etanol.

## AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – protocolo 310228/2019-0.

## REFERÊNCIAS

- BANSAL, S. *et al.* Typha (Cattail) Invasion in North American Wetlands: Biology, Regional Problems, Impacts, Ecosystem Services, and Management. **Wetlands**, 39, n. 4, p. 645-684, 2019.
- CIRIA, M. P. *et al.* Role of Macrophyte Typha latifolia in a Constructed Wetland for Wastewater Treatment and Assessment of Its Potential as a Biomass Fuel. **Biosystems Engineering**, 92, n. 4, p. 535-544, 2005.
- DE SOUZA SCHNEIDER, R. d. C. *et al.* Bioethanol Production from Residual Tobacco Stalks. **Current Journal of Applied Science and Technology**, p. 1-9, 2017.
- DELL'OSBEL, N. *et al.* Hybrid constructed wetlands for the treatment of urban wastewaters: Increased nutrient removal and landscape potential. **Ecological Engineering**, 158, p. 106072, 2020.

- DUTRA, J. C. F. *et al.* Biodegradability study of *Egeria densa* biomass using acid and basic pre-treatments for use in bioprocessing of energy products. **Bioresource Technology Reports**, 6, p. 279-284, 2019.
- KURNIAWAN, S. B. *et al.* Macrophytes as wastewater treatment agents: Nutrient uptake and potential of produced biomass utilization toward circular economy initiatives. **Science of The Total Environment**, 790, p. 148219, 2021.
- LAMB, C. d. C. *et al.* Bioethanol production from rice hull and evaluation of the final solid residue. **Chemical Engineering Communications**, 205, n. 6, p. 833-845, 2018.
- LIU, H. *et al.* Sustainable utilization of wetland biomass for activated carbon production: A review on recent advances in modification and activation methods. **Science of The Total Environment**, 790, p. 148214, 2021.
- MELTS, I. *et al.* Combining bioenergy and nature conservation: An example in wetlands. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 111, p. 293-302, 2019.
- MOBIN, S. M. A. *et al.* Commercially important bioproducts from microalgae and their current applications – A review. **Energy Procedia**, 160, p. 752-760, 2019.
- POSTILA, H.; HEIDERSCHIEDT, E. Function and biomass production of willow wetlands applied in the polishing phase of sewage treatment in cold climate conditions. **Science of The Total Environment**, 727, p. 138620, 2020.
- RABEMANOLONTSOA, H.; SAKA, S. Characterization of Lake Biwa Macrophytes in their Chemical Composition. **Journal of the Japan Institute of Energy**, 91, p. 621-628, 2012.
- RAMACHANDRA, T. V.; HEBBALE, D. Bioethanol from macroalgae: Prospects and challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 117, p. 109479, 2020.
- SUGANYA, T. *et al.* Macroalgae and microalgae as a potential source for commercial applications along with biofuels production: A biorefinery approach. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 55, p. 909-941, 2016.
- SYRPAS, M.; VENSKUTONIS, P. R. Chapter 6 - Algae for the production of bio-based products. *In*: GALANAKIS, C. M. (Ed.). **Biobased Products and Industries**: Elsevier, 2020. p. 203-243.
- VAN WYCHEN, S.; LAURENS, L. M. L. **Determination of Total Carbohydrates in Algal Biomass: Laboratory Analytical Procedure (LAP)**. United States: 2016-01-13. 2016.
- WERLANG, E. B. *et al.* Bioethanol from hydrolyzed *Spirulina* (*Arthrospira platensis*) biomass using ethanologenic bacteria. **Bioresources and Bioprocessing**, 7, n. 1, p. 27, 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Adsorção 85, 232, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 259, 260

Adsorvato 251, 255, 259

Adsorvito 251

Afluentes 5, 8, 56, 57, 59, 60, 61, 67, 123, 124, 125, 168, 243

Agropecuária 175, 238

Agrotóxicos 3, 8, 41, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248

Água 3, 4, 5, 6, 1, 2, 3, 4, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 61, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 98, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 147, 148, 149, 151, 154, 155, 162, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 186, 193, 196, 198, 199, 201, 204, 205, 215, 216, 217, 218, 219, 226, 227, 228, 232, 234, 242, 244, 246, 247, 248, 250, 251, 252, 253, 264

Águas residuárias 3, 151, 152, 163, 252, 260, 265

Antibiótico 3, 8, 223, 226

Atividades antrópicas 12, 13, 36, 38

Aviário 8, 223, 225, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 235, 236, 237, 238, 239

### B

Bacias hidrográficas 1, 2, 43, 64, 65, 67, 77, 174

Barragem 5, 55, 59, 61, 62, 63, 64, 69, 125, 134, 216, 217, 218, 221

Bioetanol 3, 8, 263, 264, 265, 266, 267

Biomassa 3, 8, 154, 157, 263, 264, 265, 266, 267, 268

### C

Calha Parshall 137

Captação 5, 26, 35, 56, 57, 59, 61, 62, 63, 66, 68, 69, 75, 76, 81, 87, 89, 106

Carvão ativado 136

Cloração 68, 70, 72, 75, 77

Coagulação 71, 74, 77, 80, 87, 89, 136, 141, 251

Coliformes termotolerantes 1, 2, 8, 9, 10, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 31, 32, 33

Cor 3, 8, 23, 27, 29, 30, 33, 71, 75, 109, 116, 129, 135, 137, 138, 139, 168, 199, 249, 251,

252, 254, 257

Corante 250, 252, 253, 254, 256, 257, 258, 259, 260, 261

## D

Decantação 68, 70, 71, 73, 74, 89, 108, 136, 137

Desaguamento 3, 5, 82, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 101, 102, 104, 113, 114, 117, 119, 120, 122, 124, 126, 127, 130, 132, 134, 142, 144, 145, 146, 147, 148

Desenvolvimento sustentável 37, 43, 166

Design 8, 79, 133, 168, 224, 270, 271, 274, 275, 276, 278, 280, 281

Desinfecção 3, 32, 70, 72, 77, 136, 151

Development 64, 123, 195, 214, 224, 238, 261, 264, 270, 272, 275

## E

Ecosistema 36, 41, 136, 167, 215, 217, 224, 251

Educação ambiental 9, 21, 167, 177, 178, 179, 182, 184, 192, 282

Efluentes 1, 3, 9, 13, 14, 21, 22, 31, 40, 58, 59, 77, 81, 84, 124, 125, 127, 128, 132, 150, 151, 152, 159, 160, 161, 164, 166, 167, 168, 174, 249, 250, 251, 253, 260, 265, 282

Environmental 2, 11, 36, 43, 64, 84, 88, 123, 148, 161, 162, 163, 165, 177, 186, 196, 197, 206, 210, 214, 238, 239, 240, 241, 242, 250, 261, 262, 270, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280

Escoamento pluvial 3

Estação de Tratamento de Efluente - ETE 148

Estuários 56

Eutrofização 3

## F

Fármacos 77, 151, 224, 225, 226, 227, 237, 238

Filtração 68, 72, 74, 75, 89, 92, 106, 126, 127, 133, 136, 138, 142, 146, 148, 155, 200, 254

Flotação 68, 70

Fluoretação 70, 72, 75, 77, 78

Fósforo total 2, 8, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 21

## I

Impactos ambientais 36, 37, 38, 42, 81, 106, 122, 136, 141, 162, 164, 166, 183, 205, 241, 243, 244, 245, 246

Índice de Qualidade da Água 4, 1, 2, 11, 12, 13, 16, 17, 41

Índices pluviométricos 56, 97, 135, 138

## **J**

Jusante 14, 217, 218

## **L**

Leito de drenagem 5, 87, 88, 89, 90, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 104, 111, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 134

Lignocelulósicas 264

## **M**

Mananciais 13, 106, 107, 125, 137

Matrizes ambientais 224, 225, 226, 237

Meio ambiente 10, 21, 22, 24, 27, 34, 38, 77, 82, 85, 86, 88, 89, 91, 105, 106, 108, 123, 133, 148, 150, 164, 167, 177, 178, 183, 187, 192, 194, 198, 199, 219, 220, 224, 225, 241, 243, 244, 248

Micro-organismos 72, 74, 75

Mineração 3, 30, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 222, 264

Montante 14, 58, 59, 218

## **N**

Nitrogênio total 12, 13, 16, 17, 19, 20

## **P**

Passivo ambiental 204

Patógenos 37, 151, 191

Poço artesiano 3, 23, 26, 35

Polímeros 87, 101

Poluição 1, 2, 3, 11, 12, 13, 21, 36, 41, 42, 105, 152, 167, 178, 198, 215, 216, 227, 248, 250

Potabilidade 3, 23, 24, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 37, 64, 68, 74, 75, 76, 77, 90, 123, 136, 196, 199, 204

## **R**

Reaproveitamento 89, 133, 135, 141, 177, 179, 182, 265

Reciclável 186, 188, 192, 194

Recursos hídricos 1, 2, 3, 10, 11, 13, 14, 41, 42, 55, 56, 63, 64, 65, 68, 106, 134, 149, 150, 219, 220

Rejeito 144, 187, 190, 192, 214, 219

Resíduos agroindustriais 249, 251, 260

Resíduos sólidos 7, 3, 81, 84, 85, 102, 106, 120, 136, 143, 144, 147, 148, 165, 176, 177,

178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 194, 195, 197, 198, 199, 204, 260

Resolução CONAMA 357 1, 2, 3, 4, 19, 21, 136

## **S**

Saneamento básico 9, 10, 66, 78, 80, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 103, 106, 110, 125, 144, 147, 164, 165, 174

Segurança hídrica 7, 213, 214, 215, 217, 219, 221

## **T**

Turbidez 2, 8, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 23, 29, 30, 33, 69, 74, 75, 98, 99, 109, 116, 124, 126, 129, 135, 137, 138, 139, 164, 168, 170, 172, 199

# COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA SANITÁRIA 2

 [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)

COLEÇÃO

# DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

## ENGENHARIA SANITÁRIA 2

- 
-  [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)