

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>

**CAPÍTULO 6..... 55**

**DIMENSIONAMENTO DE BARRAGEM PARA O ABASTECIMENTO DE SÃO MATEUS-ES**


Aloísio José Bueno Cotta  
Renato Pereira de Andrade  
Honerio Coutinho de Jesus  
Paloma Francisca Pancieri de Almeida

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113106>

**CAPÍTULO 7..... 66**

**PROPOSTAS DE MELHORIAS NO SISTEMA CAPTAÇÃO, TRATAMENTO, ARMAZENAMENTO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL NA ÁREA URBANA E RURAL NO MUNICÍPIO DE PATROCÍNIO, MG**


Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua  
Valdinei de Oliveira Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113107>

**CAPÍTULO 8..... 79**

**ESTUDO BIBLIOMÉTRICO SOBRE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA NO CENÁRIO BRASILEIRO**


Lucas Rodrigues Bellotti  
Rosane Freire Boina

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113108>

**CAPÍTULO 9..... 87**

**DESAGUAMENTO DE LODOS DE ETAs: EXPERIÊNCIAS BEM-SUCEDIDAS COM EMPREGO DE LEITO DE DRENAGEM**


Antonio Osmar Fontana  
João Sergio Cordeiro  
Cali Laguna Achon  
Marcelo Melo Barroso  
Renan Felício dos Reis

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3792113109>

**CAPÍTULO 10..... 104**

**A IMPORTÂNCIA DA COBERTURA NA EFICIÊNCIA DO PROCESSO DE DESAGUAMENTO DE LODO DE ETA EM LEITOS DE DRENAGEM**

Renan Felício dos Reis  
Cali Laguna Achon  
João Sergio Cordeiro


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.37921131010>

**CAPÍTULO 11..... 122**

**AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DE DESAGUAMENTO DE LODO – ETA SANTA BÁRBARA (RS)**

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 Morais

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>

# CAPÍTULO 15

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

*Data de aceite: 01/10/2021*

*Data da submissão: 06/08/2021*

### **Carina Siqueira de Souza**

Instituto Federal de Sergipe – IFS,  
Coordenação de Saneamento Ambiental - CSA  
Aracaju, Sergipe

### **Halanna Moura de Souza**

Faculdade de Administração e Negócios de  
Sergipe - FANESE  
Aracaju, Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/4202330882051253>

### **Soanne Hemyllé de Jesus Santos**

Universidade Federal de Sergipe – UFS,  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia e  
Ciências Ambientais - PPGECA  
São Cristóvão, Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/6368760330783181>

### **Thaise Kate Silva dos Santos**

Universidade Federal de Sergipe – UFS  
São Cristóvão, Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/9934301485218555>

### **Geovane de Mello Azevedo**

Instituto Federal de Sergipe – IFS,  
Coordenação de Saneamento Ambiental  
Aracaju, Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/7730377207253984>

### **Maurício Santos Silva**

Instituto Federal de Sergipe – IFS,  
Coordenação de Saneamento Ambiental  
Aracaju, Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/6062530376234638>

### **Felipe Matheus Silva Meneses**

Instituto Federal de Sergipe – IFS,  
Coordenação de Saneamento Ambiental - CSA  
Aracaju, Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/4265406574364082>

### **Florilda Vieira da Silva**

Instituto Federal de Sergipe – IFS,  
Coordenação de Saneamento Ambiental  
Aracaju, Sergipe  
<http://lattes.cnpq.br/3288539865097933>

**RESUMO:** Em se tratando de ambiente escolar, o uso de água é intenso e, conseqüentemente, a geração de esgoto doméstico também é grande, somado a este problema há a falta de infraestrutura sanitária e de sistemas públicos de tratamento de efluentes eficientes, reverberando em problemas socioambientais provocados pelo mau tratamento e disposição de efluentes de empreendimentos do tamanho do Instituto. Sendo assim, observou-se a necessidade de se procurar por estruturas de saneamento mais sustentáveis e mais baratas e que possam atender de forma adequada à demanda do atual déficit do sistema de saneamento básico, assim como contribuir com a redução dos impactos ambientais decorrentes da má disposição dos efluentes domésticos no meio ambiente. O projeto piloto do sistema de tratamento denominado sistemas alagados construídos/wetlands removeu os seguintes constituintes: Turbidez 75,3%, Fósforo 40%, Nitrogênio Amoniacal 57,3%, DBO 69%, DQO 37% e STD 22,5% nos primeiros 4 meses, sendo a falta de manejo um dos responsáveis pelo decréscimo do rendimento do sistema. Por esta razão, trata-se

de uma tecnologia que pode ser aplicada no Instituto Federal de Sergipe, campus Aracaju, para reduzir o lançamento de aproximadamente 45,34 kg de matéria orgânica por dia no sistema de tratamento e proporcionar beleza cênica para as áreas verdes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistemas alagados construídos; tecnologia social; beleza cênica.

## WETLANDS: AN ECOLOGICAL ALTERNATIVE FOR SEWAGE TREATMENT AT THE FEDERAL INSTITUTE OF SERGIPE

**ABSTRACT:** When it comes to the school environment, the use of water is intense and, consequently, the generation of domestic sewage is also large, in addition to this problem there is the lack of sanitary infrastructure and efficient public effluent treatment systems, resulting in social and environmental problems caused by the poor treatment and disposal of effluents from projects the size of the Institute. Therefore, there was a need to look for more sustainable and cheaper sanitation structures that can adequately meet the demand of the current deficit of the basic sanitation system, as well as contribute to the reduction of environmental impacts resulting from poor disposal of domestic effluents into the environment. The pilot project of the treatment system called constructed wetlands/wetlands removed the following constituents: Turbidity 75.3%, Phosphorus 40%, Ammoniacal Nitrogen 57.3%, BOD 69%, COD 37% and STD 22.5% in the former 4 months, with the lack of management being responsible for the decrease in system performance. For this reason, it is a technology that can be applied at the Federal Institute of Sergipe, Aracaju campus, to reduce the release of approximately 45.34 kg of organic matter per day into the treatment system and provide scenic beauty to green areas.

**KEYWORDS:** Constructed wetland systems; social technology; scenic beauty.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Saneamento básico é definido, conforme a Lei nº 11.445/07, como um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: abastecimento de água potável; esgotamento sanitário; limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2007).

Dados da ANA (2017) revelam que mais de 7 milhões de domicílios no Brasil (13%) não possuem coleta de lixo e quase 10 milhões de domicílios (17%) não eram abastecidos por rede geral de distribuição de água. Em 2011, 71,8% dos municípios brasileiros não possuíam uma política municipal de saneamento básico, ou seja, 3.995 cidades não respeitavam a Política Nacional de Saneamento Básico, aprovada em 2007. A maioria (60,5%) não tinha acompanhamento algum quanto às licenças de esgotamento sanitário, em relação à drenagem e manejo de águas pluviais urbanas e quanto ao abastecimento de água; e quase a metade (47,8%) não possuía órgão responsável pela fiscalização da qualidade da água.

De todos os serviços que compõem o saneamento básico, o mais preocupante é o esgotamento sanitário. Já se observa em todo o mundo o efeito devastador da falta de saneamento. Cerca de 2,2 milhões de pessoas morrem todos os anos e, segundo



doutrinadores, para cada R\$ 1,00 investido no setor de saneamento a contrapartida é de uma economia de outros R\$ 5,00 em saúde.

No estado de Sergipe, 11,43% do o esgoto doméstico gerado é tratado através de soluções individuais, 10,73% é Coletado e não tratado, 21,64%, é coletado e tratado e 56,1% não é coletado e nem tratado (ANA, 2017). Estes números refletem ingerência governamental diante da sua obrigação legal de tratar e dispor de forma adequada os efluentes domésticos, assim como mostra a imensa possibilidade de pensar em sistemas de tratamento de esgoto doméstico descentralizado, pensando nas possibilidades de reuso, com a finalidade de reduzir a sobrecarga por água potável em usos não-potáveis.

O problema da falta de esgotamento sanitário é ainda mais grave nas comunidades rurais, de baixa renda. É bastante comum verificar nas comunidades rurais o esgoto doméstico fluindo nas sarjetas das ruas, quando pavimentadas, ou se acumulando em algum ponto das estradas ou das propriedades, quando não possuem fossa. A falta de tratamento e a má disposição deste efluente geram graves problemas de saúde à população, e também provocam impactos ambientais graves como contaminação do solo, dos corpos d'água superficiais e subterrâneos, erosão, dentre outros.

Acompanhando os problemas da falta de esgotamento sanitário está a falta de água. Todo o país nos último 5 anos tem sofrido com o racionamento da água em virtude as secas prolongadas e do mal uso deste recurso natural, entretanto é no nordeste que a situação se agrava, pois a seca é um fenômeno natural, resultante do clima semiárido caracterizado pelo baixo índice pluviométrico anual (pouca chuva), solo seco e rachado e vegetação com presença de arbustos com galhos retorcidos e poucas folhas. Aracaju se encontra no Nordeste e sofre com tal realidade de falta de água, uma vez que é dependente de água proveniente do rio São Francisco por não ter fonte hídrica suficiente para suprir suas necessidades.

Em face da falta de infraestrutura sanitária e da precariedade do sistema de tratamento, observou-se a necessidade de se procurar por estruturas de saneamento mais sustentáveis e mais baratas que levem à busca de alternativas de tratamento que possam atender de forma adequada à demanda do atual déficit de tratamento de esgoto, de tal forma que possa também contribuir com a redução do sofrimento socioeconômico e ambiental de zonas periféricas.

Houve uma época em que os impactos ambientais eram associados apenas às atividades industriais, hoje eles fazem parte da realidade de setores públicos, comercial etc. As instituições de ensino têm se destacado em ações de gestão ambiental seja em virtude da legislação ambiental vigente ou da sua responsabilidade frente ao ensino e à promoção de princípios da ética ambiental e do desenvolvimento sustentável (MOTTA et al., 2017). Segundo Santos (2017), a administração pública vem buscando implantar políticas públicas que proporcionam a economia na utilização dos recursos naturais, com fulcro na sua preservação. O Instituto Federal de Sergipe – IFS não se encontra fora deste contexto com programas como o “IFS sustentável” cujo objetivo é implantar ações que contribuam para a

redução do uso de recursos naturais, financeiros e que, além disso, minimizem os impactos ao meio ambiente provocados pelas diversas atividades do IFS (IFS, 2017).

## 2 | INSTITUIÇÕES DE ENSINO E O SANEAMENTO AMBIENTAL

Santos, Rodrigues e Lapolli (2015) aponta a importância de se trabalhar a temática “tratamento de esgoto” nas instituições de ensino como uma ferramenta de educação ambiental, uma vez que se trata de um centro de formação de futuros profissionais e cidadãos. Construir um sistema de tratamento dentro da instituição de ensino é uma oportunidade ímpar para educar a população sobre a importância de se tratar o esgoto antes da disposição final no meio ambiente, assim como desafogar o sistema público de tratamento.

Várias são as tecnologias disponíveis no mercado para tratar os efluentes domésticos, entretanto, nem todas podem ser indicadas para ser instalada em virtude do valor elevado de implantação e manutenção, além do alto nível de conhecimento técnico para mantê-lo funcionando.

Por esta razão, há uma tendência a se utilizar as tecnologias sociais e de cunho ecológico, que consistem em tecnologias criadas a partir de saberes populares e/ou conhecimentos científicos de base acadêmica com a finalidade de ser simples, de baixo custo, com aplicabilidade facilitada e que gerem menor impacto ambiental (CARVALHO et al., 2016a).

## 3 | TECNOLOGIAS DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES DE CUNHO ECOLÓGICO E SOCIAL

As tecnologias que podem ser enquadradas como sociais são os tanques sépticos, filtros, biodigestores, lagoas, sistemas alagados construídos, dentre outros. Dentre estas, os sistemas alagados construídos (wetlands) são consideradas ecológicas, pois ajudam a recompor e recuperar o ambiente. Os wetlands têm se destacado pelos bons resultados na remoção dos poluentes presentes no efluente doméstico (CARBALLEIRA; RUIZ; SOTO, 2017; SCHIRMER et al., 2017; WWAP, 2017).

Os wetlands caracterizam-se por áreas alagadas que compõem um ecossistema, sendo cobertas por água a pouca profundidade integral ou sazonalmente, oferecendo boas condições para o crescimento de macrófitas. Segundo Ceballos et al. (2001), esta tecnologia tem sido utilizada para o tratamento de águas residuais por mais de 40 anos e tornou-se uma tecnologia amplamente aceita, disponível para lidar com ambas as fontes pontuais e difusas de poluição da água. Esta tecnologia oferece baixos requisitos operacionais e baixo consumo de energia em alternativa aos sistemas convencionais de tratamento, especialmente para as pequenas comunidades e locais remotos.

Dentre os tipos de sistemas alagados construídos, fluxo superficial e subsuperficial, o de fluxo superficial horizontal é o que tem maiores eficiências de remoção de Demanda

Química de Oxigênio (DQO) e suporta maior carga poluente, cerca de 12 gDQO/m<sup>2</sup>.d. Este tem mostrado eficiência relativamente alta para águas cinzas (DQO de 88 a 99%, SST de 96 a 97%) e também para esgoto doméstico (remoção de DQO superior a 90%) (MONTEIRO, 2014).

Diante das características do efluente e da sua simplicidade de design, operação e manutenção, este sistema de tratamento se revelou uma tecnologia muito promissora para ser aplicada em pequenas comunidades que ainda possuem área superficial disponível, como seria o caso de uma escola ou universidade. Outros pontos positivos são a viabilidade de extração de recursos econômicos (água e vegetação), que facilita a integração social e o potencial para ser usado como elemento de paisagem BURGOS et al., 2017).

## 4 | MATERIAIS E MÉTODOS

Todo o estudo foi desenvolvido no Instituto Federal de Sergipe (IFS), campus Aracaju, e as análises realizadas no Laboratório de Infraestrutura e Saneamento Ambiental do próprio instituto. O estudo se desenvolveu seguindo as etapas: (1) Levantamento bibliográfico preliminar para elucidação dos conceitos e aplicações de wetlands construídos; (2) Pesquisa bibliográfica ou de fontes secundárias a serem pesquisadas abrangeram toda a bibliografia pública em relação ao tema de estudo, que envolveu desde publicações avulsas, boletins, jornais, revistas, livros, pesquisas, monografias, teses, material cartográfico etc., até meios de comunicação orais, que proporcionaram o exame do tema sob novo enfoque ou abordagem, chegando a conclusões inovadoras ou ajudando a dirimir possíveis problemas na montagem e implantação do sistema de wetlands em escala piloto; (3) Medição de vazão; (4) Avaliação da qualidade dos afluentes e efluentes através de análises físico-químicas.

Os parâmetros básicos para a elaboração do planejamento experimental foram norteados pela NBR 7229/93, que regulamenta Projeto, Construção e Operação de Sistemas Sépticos, uma vez que fornece a contribuição diária dos esgotos domésticos, por tipo de dependência, assim como a DBO média do efluente sanitário utilizada para os cálculos deste trabalho foi de 200 mg/L, como recomenda a ABNT (ABNT, 1993).

A medição de vazão, realizada para controle e manutenção do nível de água no sistema, assim como regular o tempo de detenção hidráulico, foi determinada a partir de um cronômetro e de uma proveta graduada de 2000mL. À medida que o efluente tratado escoava, era recolhido na proveta e o tempo para alcançar o volume total era cronometrado.

As análises realizadas no laboratório foram as seguintes: pH, condutividade, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), cor, fósforo, nitrogênio, oxigênio dissolvido (OD), turbidez, sólidos sedimentáveis, presença ou ausência de coliformes. Todas as amostras coletadas e analisadas seguiram a metodologia descrita no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* e no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (BRANDÃO et al., 2011; APHA, 2005).

#### 4.1 Montagem do sistema de tratamento

Pensando na prevenção do aparecimento de vetores foi decidido pela implantação de um sistema de fluxo subsuperficial no Instituto Federal de Sergipe (IFS), campus Aracaju. Foram levadas em consideração as localizações das caixas de passagens dos esgotos do Instituto e então ficou decidido pela instalação do sistema experimental na área lateral do prédio administrativo da instituição, próximo ao campo de futebol utilizando o esgoto proveniente deste mesmo prédio.

Para montagem do projeto piloto foram utilizadas 4 caixas d'água com o volume útil de 150 litros cada, onde duas foram utilizadas como tanques para o armazenamento do efluente e duas para o maciço filtrante que foram postas em série. As caixas do maciço continham brita nº 3, fibra de coco e areia como demonstrado na Figura 1.



Figura 1 – Etapa da montagem do sistema com as camadas de brita, fibra de coco e areia.

Posteriormente as mudas da planta ornamental *Heliconia Rostrata* foram alocadas nas caixas. Cada caixa continha cerca de 15 mudas (Figura 2).



Figura 2 – Mudanças plantadas no meio filtrante - *Heliconia Rostrata*.

A alimentação do sistema se dava a cada 48 horas por meio de uma bomba a combustão e encaixões necessárias. Desse modo, no dia de encher o sistema, primeiramente, conecta-se na bomba as canalizações: uma de sucção com a finalidade de coletar o esgoto da caixa de passagem e outra para direcionar o efluente até as caixas d'água que servem como tanques de armazenamento (Figura 3), como objetivo de perfazer 150 litros por dia. As coletas para análises inicialmente eram feitas a cada 15 dias e posteriormente uma vez a cada mês.



Figura 3 – Sistema montado e sendo abastecido.

## 4.2 Análises

As análises foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental (LABSAN) do IFS, onde foram medidos os parâmetros de potencial Hidrogeniônico(pH), Turbidez, Oxigênio Dissolvido (OD) e Sólidos Totais Dissolvidos (STD) com a Sonda multiparâmetros da marca HORIBA modelo U52G além do Nitrogênio Amoniacal, Fósforo, Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) na bancada do laboratório, seguindo os métodos analíticos descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005).

Para o Nitrogênio foi utilizado o método de destilação em meio básico/titولométrico/ Destilador de Nitrogênio. Para o fósforo foi utilizado um meio ácido de molibdato de amônio e o tartarato de potássio e antimônio que reagem com o íon ortofosfato e forma o ácido fosfomolibdico, este posteriormente é reduzido pelo ácido ascórbico e por fim é feita a leitura da absorbância no espectrofotômetro UV VIS SPECTRO 3000 W em um comprimento de

onda de 880nm, para a DQO é feita a digestão em meio ácido através da oxidação por dicromato de potássio e em seguida é feita a leitura da absorbância no Espectrofotômetro UV VIS SPECTRO 3000 W para um comprimento de onda de 620nm enquanto que para a DBO foi utilizado o método Monométrico/modelo BODOxidirect.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Instalação e impressões iniciais do sistema

Após a instalação da planta piloto iniciaram-se a planta foi calibrada para trabalhar a uma vazão de 150 litros por dia e com os níveis de lâmina d'água desejados conforme literatura.

Observou-se que a vegetação desempenhou função muito importante pois, enquanto cresce, contribui tanto no aumento da vida útil do sistema, como na filtragem dos poluentes encontrados no efluente através de suas raízes. As *Heliconia Rostrata* plantadas mostraram um crescimento expressivo durante os meses de atividade do sistema piloto (Figura 4 e Figura 5).



Figura 4 – Desenvolvimento da *Heliconia Rostrata* após 4 meses.



Figura 5 – Desenvolvimento da *Heliconia Rostrata* após 8 meses.

## 5.2 Eficiência do sistema

Após os dez meses de projeto, pôde-se constatar que o sistema nos primeiros 4 meses apresentou taxa de eficiência muito boa e que se encaixava muitas vezes nos parâmetros exigidos pelas Resoluções CONAMA 357/05 e 430/11. A eficiência média de remoção do sistema em termos de Turbidez foi de 75,3%, Fósforo 40%, Nitrogênio Amoniacal 57,3%, DBO 69%, DQO 37% e STD 22,5%. À medida que a vegetação se desenvolve, como constatado em literatura, há possibilidade de colmatção nesse tipo de sistema, fenômeno observado no sistema piloto estudado, uma vez que houve decaimento na sua eficiência de remoção.

O Fósforo perdeu uma eficiência considerável, visto que no último mês de coleta sua remoção caiu para 13,9%, o Nitrogênio Amoniacal perdeu pouca eficiência e terminou com 47,3% de eficiência média, a taxa de remoção da DBO caiu para 29,2% demonstrando assim que o sistema não já se encaixava dentro do exigido pela CONAMA 430 que pede uma remoção mínima de 60% da DBO, enquanto que para a DQO houve uma redução na eficiência média para 13,6%.

## 5.3 Viabilidade de aplicação do sistema no Instituto Federal de Sergipe

A planta piloto utilizou como parâmetro o volume de esgoto gerado por dia por 3 alunos de acordo com a NBR 7229:93 e chegou a conseguir remover 69% da matéria orgânica gerada por estes, o que significa que 111,78 g de DBO por dia deixam de ser liberados para o sistema público de saúde. O campus Aracaju do Instituto Federal de Sergipe

possui aproximadamente 3000 pessoas no campus entre professores, técnicos, alunos e terceirizados, se o sistema fosse implantado nas áreas verdes sugeridas na Figura 6, que totalizam 1928m<sup>2</sup>, aproximadamente 45,37 kg de matéria orgânica estariam sendo removidas do esgoto por dia.



Figura 6 – Áreas verdes disponíveis em azul, verde e roxo que totalizam 1928 m2.

Fonte: Google Earth, 2021.

O mais importante é que o sistema de wetlands não geraria impacto visual negativo nas áreas verdes do Instituto, ao contrário, agregaria na recomposição das áreas verdes e no seu papel socioambiental.

## 6 I CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises realizadas durante o período do projeto, pode-se concluir que a construção do sistema alagado construído/wetland no Instituto é viável e apresenta facilidade de implantação, e relativa facilidade de operação, além de não ter custos elevados para ambos.

O sistema de tratamento indicou ótima capacidade de tratamento do esgoto sanitário do IFS, uma vez que apresentou redução significativa das taxas de eficiência média iniciais. Mesmo com o decaimento da eficiência o sistema mostrou-se uma alternativa para o tratamento, faz-se necessário apenas que sejam realizados mais estudos com foco no impedimento da colmatação do mesmo.

Os principais fatores que causam a colmatação ainda não são bem conhecidos, pois existem poucos detalhes e muitas possibilidades para avaliação do processo de obstrução dos poros que são dependentes das características da água residuária e do meio que a tratará, porém, alguns fatores mais citados são a presença de Sólidos Suspensos (SS), formação de biofilme, formação de precipitados, gases, desgaste do material suporte e crescimento de raízes, rizomas e detritos vegetais.

Visto que o sistema não foi construído em uma grande área o crescimento das raízes,



rizomas e detritos vegetais podem ter sido o principal fator da sua colmatação, sendo assim fica evidente a necessidade de montagem do sistema em uma área maior para que esta possa fornecer dados técnicos para construção e no futuro a implantação do sistema nas dependências do Instituto Federal de Sergipe.

Diante da relação de DQO/DBO conclui-se que após a saída do efluente do sistema ainda seria necessária a realização de um tratamento físico-químico com o efluente para que se tenha a remoção completa dos seus poluentes. A partir destas constatações, fica clara a necessidade da continuação de pesquisas nessa temática para melhorar cada vez mais o tratamento dos esgotos sanitários nas instituições e quem sabe futuramente deixa-las independente da coleta e tratamento municipais.

## REFERÊNCIAS

ANA, A. N. d. *Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas*. Brasília: ANA, 2017. 88 p. ISBN 9788582100509.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. American Public Health Association (APHA): Washington, DC, USA, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993. 15 p.

BRANDÃO, C. et al. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo: CETESB, 2011.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 8 jan. 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 10 nov 2017.

BURGOS, V. et al. Performance of ornamental plants in mesocosm subsurface constructed wetlands under different organic sewage loading. *Ecological Engineering*, Elsevier, v. 99, p. 246–255, 2017.

CARBALLEIRA, T.; RUIZ, I.; SOTO, M. Aerobic and anaerobic biodegradability of accumulated solids in horizontal subsurface flow constructed wetlands. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Elsevier Ltd, v. 119, p. 396–404, 2017. ISSN 09648305. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0964830516306345>>.

CARVALHO, D. M. d. et al. O beneficiamento do amendoim em ribeirão: Do trabalho artesanal a aplicação de tecnologia social (the improvement of peanuts in ribeirão/se: From work craft the application social technology). **Revista GeoNordeste**, n. 1, p. 108–131, 2016.

CEBALLOS, B. D. et al. River water quality improvement by natural and constructed wetland systems in the tropical semi-arid region of northeastern Brazil. **Water science and technology**, IWA Publishing, v. 44, n. 11-12, p. 599–605, 2001.

IFS, I. F. d. S. **IFS lança programa de sustentabilidade socioambiental**. 2017. Disponível em: <<http://www.ifs.edu.br/ultimas-noticias/2871-ifs-lanca-programa-de-sustentabilidade-socioambiental>>. Acesso em: 12 fev 2017.

MONTEIRO, V. R. C. **Wetlands Construídos Empregados no Tratamento Descentralizado de Águas Cinzas Residencial e de Escritório**. 110 p p. Tese (Dissertação) — Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

MOTTA, E. M. T. et al. Boas práticas em gestão ambiental de instituições de ensino superior: o caso da universidade de turku de ciências aplicadas. **Scientia cum Industria**, v. 5, n. 1, p. 10–17, 2017.

SANTOS, F. R. M. **A percepção dos gestores do Instituto Federal de Sergipe–IFs campus lagarto acerca das licitações sustentáveis**. Dissertação (Dissertação de Mestrado) — Universidade Federal da Paraíba, 2017.

SANTOS, M. A.; RODRIGUES, E. B.; LAPOLLI, F. R. **Tratamento de esgoto por zona de raízes: Experiência vivenciada numa escola rural do município de campos novos/sc**. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 5, n. 2, 2015.

SCHIRMER, W. N. et al. Tratamento de esgoto por zona de raízes em comunidade rural–parte 2: avaliação. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 7, n. 2, 2017.

WWAP, U. N. W. W. A. P. **Wastewater: The untapped resource**. Paris, 2017. Disponível em: <[www.unwater.org](http://www.unwater.org)>.

## 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)