

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

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 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>

SOBRE O ORGANIZADOR.....	282
ÍNDICE REMISSIVO.....	283

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

Data de aceite: 01/10/2021

Data de Submissão: 06/08/2021

Lucas Rodrigues Bellotti

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Campus Ilha Solteira - SP.
<http://lattes.cnpq.br/3885450627913063>

Rosane Freire Boina

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus Presidente Prudente - SP
<http://lattes.cnpq.br/0004928784504087>

RESUMO: Oferecer água potável para a população requer a aplicação de tecnologias que traga o nível de qualidade desejado, com baixo custo, rapidez e em pouco espaço. As estações de tratamento de água (ETA) desempenham essa função com grande maestria. Contudo, em concepção técnica, pouca atenção foi lançada aos sólidos, ou lodos, que são formados e acumulados durante os processos e operações de separação impostos. A quantidade de lodo gerada é grandiosa e sua composição inviabiliza algumas práticas quanto a destino e disposição desse resíduo. De fato, propor uma solução absoluta para o lodo de ETA é um desafio que, talvez, não tenha solução plena, única e total. Mas, inspira alternativas de destino de uso e reuso muito interessantes quanto às possibilidades de aplicação, contrapondo aquilo que é convencional. Esse trabalho fez um

levantamento sobre o assunto, limitando a escala de busca para o nível nacional. Uma abordagem qualitativa e quantitativa foi desenhada ao longo de uma linha do tempo com o objetivo de elucidar o que a comunidade científica brasileira tem proposto para o lodo de ETA. O método usado foi o bibliométrico, empregando bases de busca e plataformas acadêmicas consolidadas. Foi constatado um crescente de produção, com destaque para os últimos cinco anos, entendendo o lodo como matéria-prima ao atribuir novas funções e funcionalidades para esse resíduo. **PALAVRAS-CHAVE:** Saneamento, Economia circular, Levantamento quantitativo.

BIBLIOMETRIC STUDY ON SLUDGE FROM WATER TREATMENT PLANT IN THE BRAZILIAN SCENARIO

ABSTRACT: Offering drinking water to the population requires the application of technologies that bring the desired level of quality, with low cost, speed and in little space. Water treatment plants (WTP) perform this function with great skill. However, in technical design, little attention has been paid to solids, or sludges, which are formed and accumulated during the imposed separation processes and operations. The amount of sludge generated is huge and its composition makes some practices regarding the destination and disposal of this waste unfeasible. In fact, proposing an absolute solution to the WTP sludge is a challenge that, perhaps, does not have a complete, unique and total solution. However, it inspires very interesting use and reuse destination alternatives in terms of

application possibilities, contrasting with what is conventional. This work surveyed the subject, limiting the search scale to the national level. A qualitative and quantitative approach was designed along a timeline in order to elucidate what the Brazilian scientific community has proposed for the WTP sludge. The method used was bibliometric, using search bases and consolidated academic platforms. There was an increase in production, with emphasis on the last five years, understanding the sludge as a raw material by attributing new functions and functionalities to this residue.

KEYWORDS: Sanitation, Circular economy, Quantitative survey.

1 | INTRODUÇÃO

O bem-estar da humanidade está intimamente ligado ao acesso ao saneamento básico. Este, se corretamente ofertado e gerenciado, contribui fortemente para melhorias nas condições de saúde, sociais e econômicas de uma população. No cenário brasileiro, há uma lacuna latente no setor, carecendo de investimentos financeiros para avanços práticos e tecnológicos. O recente marco regulatório do saneamento básico nacional, Lei Federal nº 14.026/2020, tem como prerrogativa viabilizar a universalização dos serviços no setor. Certamente, trará um esperançoso e gradativo processo de desenvolvimento ao longo dos próximos anos. Infelizmente, o cenário brasileiro quanto a essa temática carece urgentemente de avanços práticos/tecnológicos e, conseqüentemente, investimentos financeiros no setor (SANTOS et al., 2018; SANTOS et al., 2020).

Considerando a possibilidade de melhoria no aspecto regulatório, a Lei Federal nº 14.026/2020, conhecida como “Novo Marco Legal do Saneamento Básico”, viabiliza melhorias quanto as lacunas existentes relacionadas ao assunto no país, dando início a um esperançoso e gradativo processo de desenvolvimento no setor ao longo dos próximos anos (BRASIL, 2020).

Historicamente, iniciativas no setor de saneamento do Brasil despontaram no início da década de 1970 (SAIANI e TONETO JÚNIOR, 2010; LEONETI et al., 2011). Com as primeiras legislações a respeito do assunto e ações integradas à saúde. O adensamento populacional em centros urbanos emergentes colocava urgência na implantação de premissas, tais como, o fornecimento de água tratada e a coleta e tratamento de esgoto para a população (ANDREAZZI et al., 2007).

As estações de tratamento de água (ETA) instaladas desde então eram projetadas com a preocupação de fornecer um produto final de excelência: água potável (CORDEIRO, 2001). De acordo com Keeley et al. (2016), a coagulação-floculação é a chave do processo de clarificação. Esse mérito é devido ao domínio do fenômeno químico, ao uso de produtos de baixo custo de mercado e a grande eficiência obtida na separação dos sólidos presentes. Sais de ferro ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, FeCl_2 , $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) ou de alumínio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) (SALES et al., 2011) são os produtos químicos mais empregados nessa função.

O fato é que, os processos de separação e operações predominantemente

empregados para purificação da água bruta envolvem a geração volumosa de resíduo sólido, denominado lodo (RICHTER, 2001). O lodo de ETA tem origem nos decantadores e nos filtros, suas características se alteram de acordo com as condições de qualidade do manancial de captação de água bruta e também com os produtos químicos utilizados na produção de água (TSUTIYA; HIRATA, 2001).

wPan et al. (2004) estimaram que, anualmente, são gerados uma quantidade superior a 182.000 toneladas de lodo residual nas ETAs inglesas. Gomes et al. (2019) fizeram um levantamento da geração anual per capita de lodo seco nas ETAs de vários países, destacando Portugal com 6,42 toneladas/habitante ano, Taiwan com 5,06, Islândia 3,74, Espanha com 2,59 e Japão com 2,28 toneladas/habitante ano. No Brasil, Hoppen et al. (2005) estimaram quantidades de lodo gerado na ordem de 0,3 a 1,0% do volume de água tratado. Os números apresentados tendem a aumentar, considerando o crescimento populacional e a demanda crescente de água potável.

Iniciativas quanto ao gerenciamento desse resíduo direcionavam o seu descarte nos corpos hídricos (AHMAD et al., 2016), devido ao seu alto teor de umidade de aproximadamente 80% (TANTAWY, 2015). Essa forma de disposição causa graves impactos ambientais ao sistema aquático (CORDEIRO e CAMPOS, 1999; BARBOSA, 2000), especialmente pela presença de grande quantidade produtos químicos no lodo. No Brasil, desde 1998, essa prática é considerada Crime Ambiental (BRASIL, 1998), contudo, ainda é uma ação presente.

A preocupação sobre “o que fazer” com o lodo de ETA não é recente. Surgiu na década de 1990. Um dos primeiros trabalhos desenvolvidos no Brasil, com importante contribuição sobre o assunto, foi produzido por Cordeiro (1993) em forma de Tese de doutorado. O trabalho apresenta ampla pesquisa para a época e evidenciou o potencial poluidor desse resíduo para os corpos hídricos mediante a constatação do aumento de concentrações de parâmetros nocivos à qualidade da água.

Via de regra, a disposição final do lodo de ETA é o aterro industrial. Considerando a quantidade de lodo de ETA gerada seriam necessárias áreas extensas, lembrando que esse tipo de disposição é oneroso quanto ao custo da terra (GOMES et al., 2019; KEELEY et al., 2014), de instalação, manejo (drenagem, tratamento de gases e efluentes líquidos) e carece de pessoal qualificado para as operações.

Custos médios anuais quanto disposição de lodo em aterro sanitário realizados, sem contabilizar o transporte, somam: 6,2 milhões de dólares na Austrália (AUD); 35 milhões de euros nos Países Baixos e £ 5,5 milhões no Reino Unido (GOMES et al., 2019). No Brasil, considerando os custos de disposição e transporte, o trabalho de Smiderle (2016) estimou um valor de R\$ 3,9 milhões por ano para uma única ETA de ciclo convencional. A prática ainda contradiz o disposto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2012), que rege pelo esgotamento de possibilidades de aplicação dos resíduos antes de sua destinação final ambientalmente adequada.

Nesse caso, se faz importante a apresentação de iniciativas para uso do lodo

como matéria-prima para outras funções e funcionalidades, atendendo as prerrogativas da economia circular, almejando a conservação e preservação do meio ambiente. De fato, propor uma solução absoluta para o lodo de ETA é um desafio que, talvez, não tenha solução plena, única e total. Mas, inspira alternativas de destino de uso e reuso muito interessantes quanto às possibilidades de aplicação, contrapondo aquilo que é convencional. Esse trabalho fez um levantamento bibliométrico sobre o assunto. Uma abordagem qualitativa e quantitativa foi desenhada ao longo de uma linha do tempo com o objetivo de elucidar o que a comunidade científica brasileira tem proposto como alternativa para o lodo de ETA.

2 | MÉTODOS

Para a aferição dos trabalhos científicos nacionais relacionados com a temática lodo de ETA, foram utilizadas as seguintes plataformas de busca: SciELO, Google Acadêmico, Biblioteca Virtual de Universidades e Anais Eletrônicos de Eventos Científicos.

A busca dos trabalhos foi realizada utilizando como referência as seguintes palavras chave: “Lodo de eta”, “ETA”, “utilização”, “resíduo”. “saneamento”. Foram desconsiderados os trabalhos listados que, por ventura, tratassem de lodo de estação de tratamento de esgoto (ETE). O intervalo adotado para a análise dos artigos publicados compreendeu os anos de 1997 a 2021.

Os resultados da busca foram organizados e tabulados de duas formas: Temporal, permitindo observar a evolução cronológica sobre o tema, também uma análise quantitativa, e em relação a abordagem de “temas-chaves” dominantes, tais como: uso benéfico (UB), técnicas de desaguamento (TD), disposição final (DF), caracterização (CA), e técnicas e tecnologias de manejo (TM).

3 | RESULTADOS

A busca por trabalhos nas plataformas utilizadas retornou com a apresentação de aproximadamente 555 trabalhos relacionados ao lodo de ETA, com uma grande pluralidade de classes: monografias, dissertações, teses, artigos publicados em periódicos científicos e trabalhos publicados em anais eletrônicos de eventos.

A figura 1 sumariza uma busca temporal quantitativa de trabalhos publicados apenas em periódicos científicos, revistas eletrônicas, e anais eletrônicos de eventos.



Figura 1. Trabalhos publicados em periódicos científicos, revistas eletrônicas e anais eletrônicos por ano sobre lodo de ETA.

Fonte: BELLOTTI & BOINA, 2021

Foram 388 artigos listados, os resultados mostram uma concentração na divulgação científica muito forte na última década (2011-2021), com mais de 80% dos trabalhos publicados. Em especial, entre 2017 e 2021 houve a divulgação de 183 trabalhos, representando 47% do total.

Os resultados do filtro aplicado para obter a quantidade de trabalho relacionado a cada tema-chave que contempla a temática lodo de ETA estão apresentados na Figura 2.

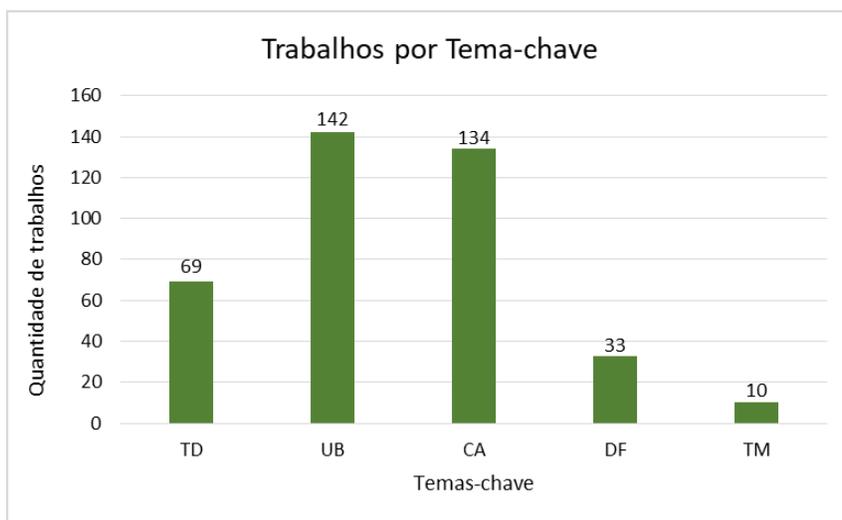


Figura 2. Quantidade de trabalhos divulgados por tema-chave

Fonte: BELLOTTI & BOINA, 2021

Entre os temas-chave, o “uso benéfico” do lodo de ETA o foi mais apresentado (> 35% do total). O resultado demonstra a dedicação da comunidade científica na busca de alternativas funcionais para esse resíduo. Outro tema-chave abordado nos trabalhos é a “caracterização”: 34,5% dos trabalhos. Essa informação indica a diversidade de composição desse material e seu vínculo com os usos benéficos.

Em grande maioria, os estudos nacionais buscam alternativas para incorporação deste resíduo na área da construção civil (concreto, cimento, tijolos) (OLIVEIRA et al., 2004; RUVIARO et al., 2020) visto a dominante presença de frações argila, silte e areia (ABNT NBR 10.004/2004; CETESB, 2009). Também direcionando a aplicação do resíduo como material adsorvente de poluentes presentes em águas (FREITAS et al., 2014). Utilização em áreas degradadas (BITTENCOURT et al., 2012), e aplicação na agricultura (FERREIRA et al., 2017).

4 | CONCLUSÃO

A temática sobre o uso do lodo de ETA como matéria-prima é nova no panorama geral do saneamento básico no Brasil e também recente em termos de estudos realizados pela comunidade científica. A investigação realizada permitiu constatar que pesquisadores estão buscando soluções técnicas e tecnológicas para atribuir novas funções e funcionalidades para o lodo. É esperado, para os próximos anos, maior conscientização das operadoras de saneamento bem como melhor direcionamento regulatório sobre a temática.

REFERÊNCIAS

AHMAD, T.; AHMAD K.; ALAM, M. Charcterization of water treatment plant's sludge and its safe disposal options. International Conference on Solid Waste Management, 51IconSWM 2015. **Procedia Environmental Sciences**, v. 35, p. 950-955, 2016

ANDREAZZI, M. A. R.; BARCELLOS, C.; HACON, S. Velhos indicadores para novos problemas: a relação entre saneamento e saúde. **Revista Panamericana de Salud Publica**, v. 22, p. 211-217, 2007.

Associação Brasileira de Normas Técnicas, **NBR 10004: Resíduos sólidos — classificação**, Rio de Janeiro, 2004.

BARBOSA, R. M. **Avaliação do impacto de efluentes (lodos) de Estações de Tratamento de Água à biota aquática através de testes de toxicidade**. São Carlos. 2000. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado)—Escola de Engenharia de São Carlos—Universidade de São Paulo.

BITTENCOURT, S.; SERRAT, B. M.; AISSE, M. M.; MARIN, L. M. K. S.; SIMÃO, C. C. Aplicação de lodos de estações de tratamentos de água e de tratamento de esgoto em solo degradado. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 315-324, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**, Brasil, 2012. Disponível em https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.

BRASIL. Presidência da República Federativa do Brasil. Legislação Federal Brasileira. Brasília. **Lei Federal nº 9.605 de 1998**. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/legislacao/>.

BRASIL. Presidência da República Federativa do Brasil. Legislação Federal Brasileira. Brasília. **Lei Federal nº 14.026 de 2020**. Disponível em: <http://www.presidencia.gov.br/legislacao/>.

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo: **Relatórios**. São Paulo: **CETESB**, 2009.

CORDEIRO, João Sérgio; CAMPOS, José Roberto. **Problema dos lodos gerados nos decantadores em estações de tratamento de água**. 1993. Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

CORDEIRO, J.S.; CAMPOS, J.R. (1999). O impacto ambiental provocado pela indústria da água. **Revista Saneamento Ambiental**, São Paulo, ano X, n.50, março/ abril, p.52-57.

CORDEIRO, J. S. Processamento de Lodos de Estações de Tratamento de Água (ETAs). *In*: **ANDREOLI, Cleverson Vítório (coord.). Aproveitamento do Lodo Gerado em Estações de Tratamento de Água e Esgotos Sanitários, Inclusive com a Utilização de Técnicas Consorciadas com Resíduos Sólidos Urbanos**. Curitiba: 2001. p. 140 – 160.

FERREIRA, A. C. S.; SILVA J. B. G.; PEREIRA R. O.; OLIVEIRA A. P. S. Avaliação do desenvolvimento do capim Tifton cultivado em latossolo adubado com lodo de ETA. **Revista Internacional de Ciências**, v. 7, n. 1, p. 64-83, 2017.

FREITAS, L.C.; SILVA, G.F. da; ORTIZ, N. A utilização de lodo ETA em coluna de adsorção para a remoção de amoxicilina de águas contaminadas. **X Encontro Brasileiro sobre Adsorção**, 2014.

GOMES, A. DE CARVALHO.; ZHOU, J. L.; Li, W.; LONG, G. Progress in manufacture and properties of constructuin materials incorporating water treatment sludge: a review. **Resources, Conservation & Recycling**, v 145, p. 148-159, 2019.

HOPPEN, C. PORTELLA K. F., JOUKOSKI A., BARON, O., FRANCK, R., SALES, A., ANDREOLI, C. V., PAULON, V. A. Co-disposição de lodo centrifugado de Estação de Tratamento de Água (ETA) em matriz de concreto: método alternativo de preservação ambiental. **Cerâmica**, v. 51, n. 318, p. 85-95, 2005.

KEELEY, J.; JARVIS, P.; SMITH, A. D.; JUDD, S. J. Coagulant recovery and reuse for drinking water treatment. **Water Research**, v. 88, p. 502-509, 2016^a

KEELEY, J.; JARVIS, P., SMITH, A.D., JUDD, S. J. Reuse of recovered coagulants in water treatment: an investigation on the effect coagulant purity has on treatment performance. **Sep. Purif. Technol.** 131, 69 e 78, 2014

LEONETI, A. B; PRADO, E. L; OLIVEIRA, S. V. W. B. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

OLIVEIRA, E. M. S.; MACHADO, S. Q.; HOLANDA, J. N. F. Caracterização de resíduo (lodo) proveniente de estação de tratamento de águas visando sua utilização em cerâmica vermelha. **Cerâmica**, São Paulo , v. 50, n. 316, p. 324-330, Dec. 2004

PAN, J.R., HUANG, C., LIN, S. Re-use of fresh water sludge in cement making. **Water Science Technology**, v. 50, n. 9, p. 183-188, 2004.

RICHTER, C.A. **Tratamento de lodos de estações de tratamento de águas**. 102p. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2001.

RUVIARO, A. S.; SILVESTRO, L.; SCOLARO, T. P.; PELISSER, F.; GLEIZE, P. J. P. Incorporação de lodo calcinado de estação de tratamento de água como material cimentício suplementar. **Ambient. constr.**, Porto Alegre , v. 20, n. 4, p. 243-260, Dec. 2020 .

SAIANI, C.C.S; TONETO JÚNIOR, R. Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004). **Economia e Sociedade** [online]. 2010, v. 19, n. 1

SALES, A., DE SOUZA, F.R., ALMEIDA, F.R. Mechanical properties of concrete produced with a composite of water treatment sludge and sawdust. **Construction Building Material**. v.25, n. 6, p. 2793–2798, 2011

SANTOS, F. F. S.; FILHO J. D.; MACHADO C. T.; VASCONCELOS J. F.; FEITOSA F. R. S. O desenvolvimento do saneamento básico no Brasil e as consequências para a saúde pública. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 4, n. 1, 2018.

SANTOS, G. R.; KUWAJIMA, J. I.; SANTANA, A. S. **Regulação e investimento no setor de saneamento no Brasil: trajetórias, desafios e incertezas**. 2020.

SMIDERLE, J. J. Estudo de viabilidade para destinação final do lodo da ETA Laranjal/RJ. 99f. **Trabalho de Graduação** (Curso de Engenharia Civil). UFRJ - Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016.

TANTAWY, M.A. Characterization and pozzolanic properties of calcined alum sludge. **Materials Research Bulletin** 61, 415–421, 2015

TSUTIYA, M. T.; HIRATA, A. Y. Aproveitamento e disposição final de lodos de estações e tratamento de água do Estado de São Paulo. In: **21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Paraíba, 2001**. Anais... ABES: João Pessoa. 2001.

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

COLEÇÃO

DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA SANITÁRIA 2

- 
-  www.atenaeditora.com.br
 -  contato@atenaeditora.com.br
 -  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 -  www.facebook.com/atenaeditora.com.br