

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

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

Data de aceite: 01/10/2021

Data de Submissão: 03/08/2021

Daniele Martin Sampaio

Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas
(SANEP)
Pelotas, Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/7326936381804224>

Carlos Vinícius Caetano Gonçalves

Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas
(SANEP)
Pelotas, Rio Grande do Sul

Laone Hellwig Neitzel

Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul)
Pelotas, Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/1369412740047103>

Karen Gularte Peres Mendes

Instituto Federal Sul-rio-grandense (IFSul)
Pelotas, Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/0336729097746821>

RESUMO: O presente artigo propõe a quantificação do lodo gerado nos decantadores (LETA) da Estação de Tratamento de Água Santa Bárbara, localizada no município de Pelotas (RS) e o desenvolvimento de alternativas para redução de volume por desaguamento. O destino inadequado deste resíduo gera impactos ambientais, como a contaminação do solo e dos corpos d'água, com consequências à fauna, à flora e ao próprio homem. Tratar o LETA e o dispor de maneira ambientalmente

correta, além de uma exigência legal, é um desafio para as prestadoras de serviços em saneamento e para os profissionais que atuam na área ambiental e sanitária. O trabalho foi realizado em parceria com o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (RS), SANEP, para adequação da estação conforme as normas e legislações vigentes, já que a estação não possui sistema de gestão algum do lodo gerado. As etapas metodológicas preliminares que possibilitaram o desenvolvimento do estudo foram a caracterização dos resíduos gerados tendo em vista parâmetros associados à geração de sólidos. As alternativas propostas para desaguamento foram leito de secagem, bag de geotêxtil, filtro prensa e decanter centrífugo. Para avaliação tecnológica das alternativas, foi utilizada uma abordagem de multicritérios. Foram identificados, juntamente com os gestores da ETA, vinte critérios de avaliação e, para quantificá-los, foram desenvolvidas planilhas pontuadas. Para adquirir uma visão global do contexto, foram propostos três cenários para avaliação. Como resultado, foi verificada como melhor alternativa para o contexto no qual a ETA está inserida o uso da centrífuga, devido principalmente às suas vantagens operacionais e automatização, seguida dos bags de geotêxtil – método este que se apresentou indicado para os cenários sem priorização e apenas com priorização econômica.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de Água. Produção de lodo de ETA. Espessamento de lodo. Policloreto de Alumínio.

EVALUATION OF METHODS TO SLUDGE VOLUME – ETA SANTA BARBARA (RS)

ABSTRACT: This article proposes the quantification of water treatment sludge (WTS) and the development of sludge volume reduction alternatives by dewatering. The inadequate destination of this waste generates environmental impacts, such as contamination of soil and water bodies, with consequences for fauna, flora, and man himself. Treating WTS and having it in an environmentally friendly manner, in addition to a legal requirement, is a challenge for sanitation service providers and professionals working in the environmental and sanitary area. The work was developed at one of the Pelotas (RS) water treatment plants (ETA Santa Bárbara), in partnership with the Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas – SANEP, since they do not have any management sludge generated management system. The preliminary methodological stages that allowed the development of the study were the characterization of both wastes generated in view of parameters associated with solid generation. The proposed alternatives for dewatering were drying bed, geotextile bag, filter press and centrifugal decanter. For technological evaluation of alternatives, a multicriteria approach was used. Twenty evaluation criteria were identified together with ETA managers and, to quantify them, spreadsheets scored were developed. To acquire an overview of the context, three scenarios were proposed for evaluation. As a result, it was verified as the best alternative to the context in which ETA is inserted the use of centrifuge, mainly due to its operational advantages and automation, followed by geotextile bags – a method that presented itself indicated for scenarios without prioritization and only with economic prioritization.

KEYWORDS: Water treatment. ETA sludge production. Sludge thickening. Polyaluminium Chloride.

1 | INTRODUÇÃO

Na necessidade de fornecer água potável para o consumo humano, as Estações de Tratamento de Água – ETAs são projetadas e operadas para remover determinadas impurezas, produzindo água com características que atendam ao padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021). Esses sistemas trazem, além dos benefícios à população, impactos negativos ao meio ambiente, especialmente pela geração de resíduos que se constituem, principalmente, pelo lodo acumulado nos decantadores (LETA).

O LETA se caracteriza por possuir baixos teores de sólidos e grande quantidade de água – geralmente acima de 95% (REIS; CORDEIRO, 2013). Para sua quantificação, é usado como critério a qualidade da água bruta, já que uma água de qualidade inferior necessita maior dosagem de produtos químicos e, portanto, acaba gerando maior quantidade de lodo (OLIVEIRA, 2016).

Devido aos custos de se aderir a testes em escala piloto, muitos projetos que necessitam de quantificação de lodo são realizados tomando-se como parâmetro estimativas de produção de resíduos obtidas através de fórmulas empíricas, que relacionam a geração de resíduos à dosagem de produtos químicos e à quantidade de sólidos em suspensão afluentes à ETA

(KATAYAMA, 2015). Apesar de terem base lógica sólida, essas fórmulas são dependentes de premissas que — como em modelos matemáticos em geral — se manifestam na forma de valores de constantes e coeficientes.

Todas as equações partem do mesmo princípio conceitual e diferem na escolha das variáveis independentes. Em geral, assume-se que os sólidos gerados no tratamento sejam formados por duas componentes: a fração de sólidos da água bruta — cujo parâmetro de controle é a turbidez — e a fração de sólidos relacionados aos produtos adicionados durante o tratamento, como os coagulantes e reguladores de pH, que precipitam ou são adsorvidos (KATAYAMA, 2015). Outrossim, os coeficientes das equações propostas partem do pressuposto da utilização de hidróxidos metálicos de alumínio e ferro. Mais recentemente, tem sido pesquisada a aplicação de coagulantes poliméricos inorgânicos, como os coagulantes do tipo Policloreto de Alumínio (PAC), que são os mais comuns e de maior disponibilidade no mercado nacional, podendo ser utilizados nos mais diferentes sistemas de tratamento (GERVASONI, 2014).

Entretanto, segundo AWWA e ASCE (2005), a técnica mais valiosa na quantificação é o balanço de massa, considerando um volume de controle que englobe as operações unitárias da ETA e as correntes afluentes e efluentes.

Da mesma forma, ainda é precária a disponibilidade de informações sobre possíveis correlações entre a geração de resíduos com a utilização do PAC e as propriedades fundamentais do lodo gerado. Portanto, faz-se muitas vezes necessário avaliar a produção de lodo gerado no processo de tratamento da prática, para possíveis conclusões de correlações que permitam trabalhar empiricamente com a quantificação (PERNITSKY; EDZWALD, 2003).

Em função dessas características, torna-se de difícil manejo do LETA. Como é economicamente inviável destinar o lodo *in natura*, já que o transporte se torna caro devido à grande quantidade de água agregada, é imperativo a adoção de uma operação de redução de volume — ou desidratação.

A redução de volume comumente permite alcançar os teores de sólidos requeridos para as alternativas de destinação. Essa etapa pode ocorrer através dos sistemas naturais e dos sistemas mecânicos (SILVEIRA, 2012). A decisão quanto ao processo a ser adotado para o tratamento e disposição do lodo deve ser derivada fundamentalmente de um balanceamento entre critérios técnicos e econômicos, com a apreciação dos méritos quantitativos e qualitativos de cada alternativa, e dependem das características quali e quantitativas do resíduo (ACHON et. al, 2013).

Diante de todo contexto abordado, esta pesquisa teve como objetivo propor alternativas de desaguamento para resíduos gerados na Estação de Tratamento de Água Santa Bárbara, localizada no município de Pelotas (RS). O trabalho foi realizado em parceria com o Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas (RS), SANEP, para adequação da estação conforme as normas e legislações vigentes.

2 | OBJETO DE ESTUDO – ETA SANTA BÁRBARA

Pelotas é um município da região sul do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, e está situado às margens do Canal São Gonçalo, que liga a Laguna dos Patos e a Lagoa Mirim, onde deságua o principal manancial de abastecimento atual da cidade – a Barragem Santa Bárbara (SIMON *et al*, 2010), localizada na porção sudoeste do município, conforme ilustrado na Figura 1.

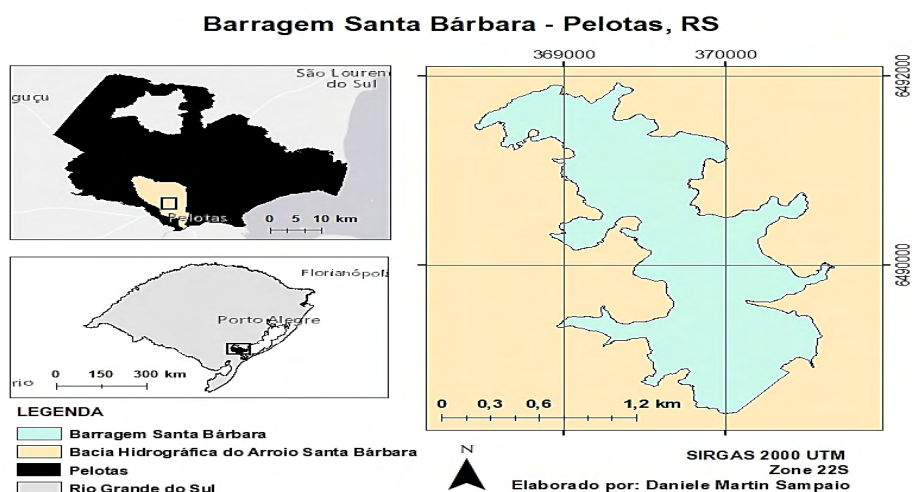


Figura 1: Localização da Barragem Santa Bárbara, em Pelotas (RS)

Fonte de dados: IBGE (2020)

A Barragem Santa Bárbara possui como afluentes cinco pequenos mananciais – Sítio Floresta, Epaminondas, Sanga da Barbuda, Passo do Cunha e Santa Terezinha – que recebem despejos agrícolas, industriais e domésticos, e servem como sistema de drenagem de águas pluviais por onde passam, conduzindo todos estes efluentes à Barragem (PIEDRAS *et al.*, 2006).

Responsável por tratar suas águas, a ETA Santa Bárbara é gerenciada pelo Serviço Autônomo de Saneamento de Pelotas – SANEP, autarquia responsável pelos serviços de saneamento básico definidos na Lei 11.445/2007 (BRASIL, 2007) de toda cidade.

A ETA em operação é do tipo de ciclo completo construída em duas etapas de tratamento independentes. Cada etapa é formada por (i) um tanque de mistura rápida, onde há adição do coagulante – Policloreto de alumínio PAC, (ii) uma calha de distribuição, na qual inicia a mistura lenta, (iii) três floco-decantadores e (iv) cinco filtros de areia. O lodo dos decantadores é expurgado mensalmente de cada um dos decantadores, em dias alternados, através do esgotamento do lodo e limpeza interna do decantador.

3 I PARTE EXPERIMENTAL

As análises dos parâmetros físico-químicos realizadas para o lodo dos decantadores estão dispostas na Tabela 1, seguindo o proposto por Brito (2019). Além dos resíduos gerados, para os balanços de massa da estação, foram feitas análises de turbidez da água bruta, da água decantada e da água filtrada.

Parâmetro	Unid.	Metodologia
Sólidos Suspensos (SST)	mg L-1	Gravimétrico
Sólidos Dissolvidos (SDT)	mg L-1	Gravimétrico
Sólidos Totais (ST)	mg L-1	Gravimétrico
Turbidez	NTU	Turbidimetria
pH	-	Potenciometria
Resistividade de Torta (RTORTA)	m kg-1	Ensaio de Filtração
Viscosidade (v)	mm ² s-1	Saybolt
Densidade (ρ)	g cm-3	Gravimétrico

Tabela 1: Caracterização do LETA

Fonte: Autoria própria.

As análises seguiram as recomendações do manual *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2012). Para sólidos e pH, foram realizadas a análise estatística descritiva de medida de tendência central (média) e medida de dispersão (coeficiente de variação CV). As outras análises, por terem sido feitas em um laboratório externo, não puderam ser replicadas.

A partir de um teste de jarros (60 s de mistura rápida, 3 min de misturas a 80 rpm e 60 rpm, e uma mistura lenta de 4 minutos a 25 rpm), a quantificação da produção de lodo proveniente do PAC, com dosagens de 48 a 56 mg L⁻¹ – faixa utilizada no tratamento em escala real, foi feita através de uma análise de SST na água coagulada, conforme Feitosa e Consoni (2008). A partir disso, através de regressão linear, relacionou-se a dosagem com a geração de lodo.

A produção global de LETA foi estimada através de balanço de massa a partir dos teores de sólidos analisados previamente e utilizando a série história do monitoramento da água bruta e de dosagem do coagulante no período de julho de 2018 a julho de 2019. Para isso, foi seguido as premissas abordadas por Silva (2015) e utilizado o software *Microsoft® Excel*. A quantificação do lodo foi comparada com os resultados dos cálculos utilizando equações empíricas abordadas por Oliveira (2016).

As Unidades de Desaguamento de Lodo (UDL) foram propostas para haver o direcionamento do lodo dos decantadores diretamente ao desaguamento final, sem

necessidade de adensamento devido à alta concentração de sólidos.

O processo de análise tecnológica de alternativas de desaguamento do LETA foi baseado na metodologia utilizada por Vanzetto (2012), aplicada no tratamento de efluentes, onde houve a utilização de vários critérios para avaliar e mensurar o futuro desempenho das opções estudadas. Para isso, foi construída uma planilha, a qual foi destinada à gestão do SANEP, a fim de levantar, numericamente, a relevância de cada critério. Assim, os critérios foram pontuados, sendo que quanto maior o peso do item, mais importante o aspecto a que se refere.

Os critérios levados em conta para comparação entre as opções analisadas foram: (i) *Custos de Implementação*: os equipamentos foram dimensionados e, na medida do possível, os custos foram estimados através de referências bibliográficas; (ii) *Custos de operação e manutenção*: foram levados em conta diversos fatores na análise, como a demanda por mão de obra, necessidade de produtos químicos e instabilidade do processo; (iii) *Impactos negativos na implantação*: impactos ou alterações que podem ocorrer durante a fase de implementação do sistema de desaguamento; (iv) *Impactos negativos na operação*: impactos ou alterações que podem se tornar preocupações a longo prazo, já que os possíveis problemas podem persistir toda vida útil do projeto; (v) *Proteção à saúde e segurança do trabalhador*: quanto maior o grau de manuseio, mais susceptível o operador está; e (iv) *Demanda por energia elétrica*: o gasto com energia elétrica pode ser um fator limitante.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO LODO

Para o desenvolvimento das análises físicas do lodo, quantificou-se a resistência específica através do teste de filtração, a fim de gerar conclusões acerca da filtrabilidade da água através da massa sólida do efluente. O resultado do teste de filtração encontra-se na Figura 2.

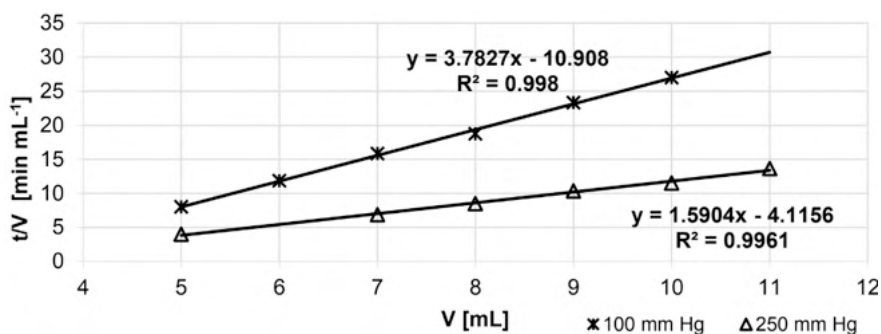


Figura 2: Determinação dos coeficientes angulares pelo teste de filtração.

Fonte: Autoria própria.

O tratamento estatístico dos parâmetros físicos de qualidade para o lodo proveniente dos decantadores está resumido na Tabela 2, juntamente com alguns dados dos lodos estudados por Silveira (2012) e por Oliveira e seus colaboradores (2012).

Parâmetro	Unidade	Valor	CV [%]	Resíduos de outras ETAs Brasileiras		
				Silveira (2012)	Oliveira et al. (2012)	
SST	mg L-1	57.300	2,0	N/I	N/I	10.623
ST	mg L-1	61.470	5,8	15.685	16.920	N/I
*SDT	mg L-1	5.860	NA	4.318	3.312	N/I
pH	-	5,85	2,2	N/I	N/I	7,00
v	mm ² s-1	0,1	-	-	-	-
p	kg m-3	1,05	-	-	-	-
RTORTA	× 109 m kg-1	1,51	-	-	-	-

N/I – Não informado pela fonte bibliográfica;

VMP – Valor máximo permitido pelas legislações

NA – Não aplicado.

*Cálculo de sólidos dissolvidos teórico.

Tabela 2: Estatística descritiva da caracterização física do LETA e comparativo com efluentes dos decantadores de ETAs brasileiras.

Fonte: Autoria própria.

Como esperado, houve a presença de grande concentração de sólidos, sendo o principal problema do lançamento no corpo hídrico. As diferenças de sólidos dissolvidos e totais do lodo e os obtidos pela literatura podem estar associadas ao coagulante e à característica da água bruta. Além disso, o lodo apresentou uma resistividade específica média de $1,51 \times 109 \text{ m kg}^{-1}$. À vista disso, o lodo se apresentou de fácil filtrabilidade (ASCE, 1996).

O potencial gerador de lodo pela utilização de PAC foi estimado a partir da associação da concentração de SST da água bruta com a respectiva dosagem de coagulante, gerando a relação mostrada na Figura 3.

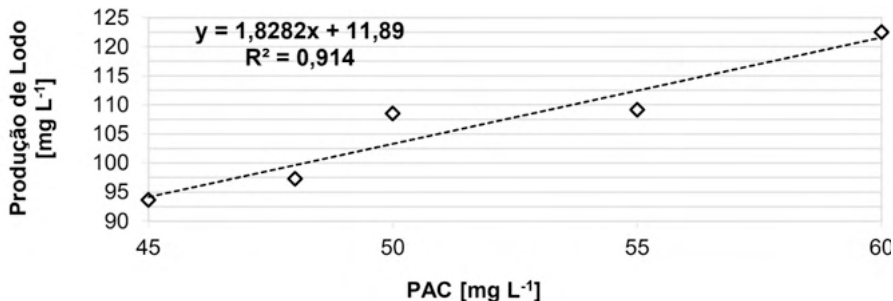


Figura 3: Contribuição de sólidos pelo PAC.

Fonte: Autoria própria.

Para o balanço de massa e o cálculo pelas equações empíricas, foram utilizados dados de turbidez e sólidos da água bruta, decantada e tratada, a contribuição do PAC e dos parâmetros descritos na Tabela 3. O resultado da produção de lodo está mostrado na Tabela 4.

Parâmetros	Valor	Un.
Volume de água nos decantadores	2.000	m ³
Dimensão dos decantadores	10 x 50 x 4	m
Número de decantadores	6	Un.
Água para lavagem dos filtros	1270	m ³
Produção média de água tratada	60.000	m ³ dia-1
Intervalo de descargas de LETA	30	dias
Sólidos no LETA	57,30	kg m-3
Turbidez da água bruta	34,18	NTU
SST da água bruta	70,29	mg L-1
Dosagem de PAC	52	mg L-1
Cor da água bruta	218	uH

Tabela 3: Dados para balanço de massa.

Fonte: Autoria Própria.

Valor	Produção mensal		Lodo por decantador [m ³]	Altura do lodo [m]
	[ton]	[m ³]		
Média	143,5	2.504,4	417,4	0,8
Mediana	145,4	2.537,5	422,9	0,8
Máximo	156,9	2.737,7	456,3	0,9
Mínimo	129,1	2.252,9	375,5	0,8

Tabela 4: Resultados da produção de LETA.

Fonte: Autoria Própria.

Os resultados das equações empíricas estão comparados com a produção por balanço de massa através do erro percentual, dispostos na Figura 4.

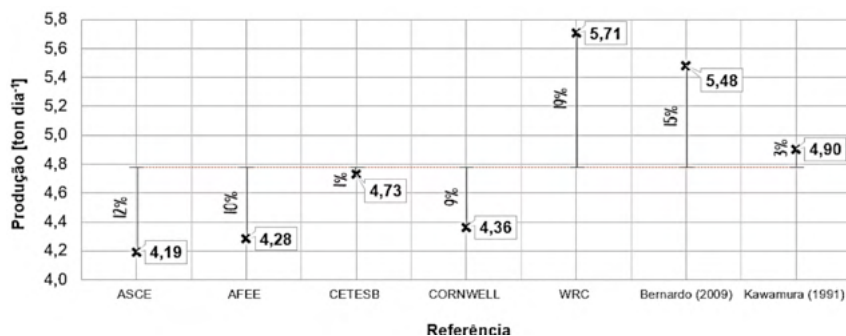


Figura 4: Resultados obtidos pelas equações empíricas.

Fonte: Autoria própria.

Os valores encontrados pelas fórmulas empíricas se aproximaram do valor encontrado por balanço de massa (4,8 ton dia⁻¹), com vazões em mesma ordem de grandeza, sendo o mais próximo o encontrado pela CETESB – erro relativo de 1%. A proximidade dos resultados indica uma boa estimativa da produção de lodo, mesmo utilizando, em suas deduções, outro coagulante.

4.2 UNIDADES DE DESAGUAMENTO DE LODO

Ao todo, considerando 6 bateladas de descarga de cerca de 450 m³ de lodo por batelada, a fim de dimensionar o tanque de equalização e homogeneização proporcionando o recalque ao filtro prensa e decanter centrífugo, o tanque foi projetado de concreto armado com capacidade de 600 m³.

As unidades de desaguamento mecânico – filtro prensa e decanter centrífugo – projetadas para descargas intervaladas de 5 dias de aproximadamente 450 m³ de lodo, resultaram em uma vazão de alimentação operacional de 90 m³ dia⁻¹ e um produto com 25 – 30% de umidade. Para as unidades de desaguamento natural – leitos de secagem e bags de geotêxtil – a área necessária de aplicação calculada foi de 1800 m², com produto com cerca de 15% de umidade.

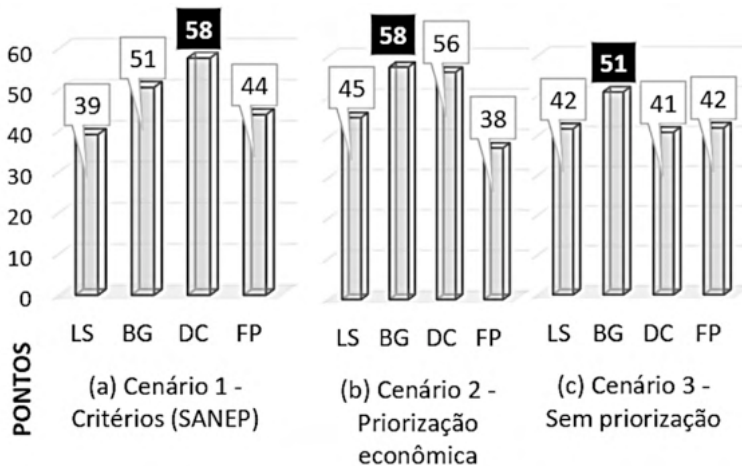
Para a análise das alternativas, através da planilha pontuada disponibilizada pelos gestores do saneamento da cidade, foram determinados os pesos dos seis critérios analisados. Além do cenário estabelecido pela autarquia (cenário 1), foram considerados mais dois cenários: um priorizando a dimensão econômica, onde somente os critérios de custos foram considerados (cenário 2); e outro com peso igual para todos os critérios, ou seja, sem priorização. Os resultados do preenchimento das planilhas pontuadas são apresentados na Tabela 5.

Critério	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
<i>1. Para o Leito de Secagem (LS)</i>			
<i>Custo de Implementação</i>	3,68	10,00	3,33
<i>Custo de Operação e Manutenção</i>	12,87	35,00	11,67
<i>Impactos negativos na implantação</i>	3,68	0,00	3,33
<i>Impactos negativos da operação</i>	8,60	0,00	7,50
<i>Proteção à saúde e segurança do trabalhador</i>	5,51	0,00	5,00
<i>Demanda por energia elétrica</i>	4,78	0,00	10,83
<i>2. Para o Bag Geotêxtil (BG)</i>			
<i>Custo de Implementação</i>	11,03	30,00	10,00
<i>Custo de Operação e Manutenção</i>	10,11	27,50	9,17
<i>Impactos negativos na implantação</i>	5,06	0,00	4,58
<i>Impactos negativos da operação</i>	13,00	0,00	11,33
<i>Proteção à saúde e segurança do trabalhador</i>	7,35	0,00	6,67
<i>Demanda por energia elétrica</i>	4,04	0,00	9,17
<i>3. Para o Decanter Centrífugo (DC)</i>			
<i>Custo de Implementação</i>	7,35	20,00	5,00
<i>Custo de Operação e Manutenção</i>	13,33	36,25	9,06
<i>Impactos negativos na implantação</i>	10,11	0,00	6,88
<i>Impactos negativos da operação</i>	12,24	0,00	8,00
<i>Proteção à saúde e segurança do trabalhador</i>	12,87	0,00	8,75
<i>Demanda por energia elétrica</i>	1,84	0,00	3,13
<i>4. Para o Filtro Prensa (FP)</i>			
<i>Custo de Implementação</i>	5,51	15,00	5,00
<i>Custo de Operação e Manutenção</i>	8,27	22,50	7,50
<i>Impactos negativos na implantação</i>	8,27	0,00	7,50
<i>Impactos negativos da operação</i>	12,24	0,00	10,67
<i>Proteção à saúde e segurança do trabalhador</i>	7,81	0,00	7,08
<i>Demanda por energia elétrica</i>	1,84	0,00	4,17

Tabela 5: Avaliação das alternativas segundo cada critério e segundo cada cenário.

Fonte: Autoria própria.

Para uma melhor análise das alternativas, foram elaborados gráficos para comparação das opções propostas, conforme Figura 5.



LS – Leito de secagem; BG – Bags de geotêxtil; DC – Decanter centrífugo; FP – Filtro prensa

Figura 5: Comparação das quatro opções de tecnologias de desaguamento para os cenários.

Fonte: Autoria própria.

Conforme as comparações mostradas pela tabela e figura anterior, é notável a grande tendência de escolha dos bags de geotêxtil como alternativa adequada para o desaguamento, visto que, para os dois cenários mais simples de se analisar, a opção esteve mais bem pontuada.

De encontro a isto, para atender as características da autarquia, os bags assumiram a segunda colocação, sendo a escolha mais adequada o decanter centrífugo, já que foi mais bem pontuado no cenário que considerou as características e o contexto da ETA Santa Bárbara, concordando com a análise realizada por Vanzetto (2012), que obteve os desaguamentos por bags e por decanter centrífugo os mais bem avaliados.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos para os efluentes gerados pela Estação de Tratamento de Água Santa Bárbara, representados pelo LETA, forneceram subsídios e parâmetros técnicos importantes para aplicação em projetos de escala real de métodos de tratamento dos resíduos.

Um aspecto que merece destaque é a quantificação da contribuição de sólidos pelo coagulante PAC, já que pouco se tem na literatura sobre a contribuição dos coagulantes usados nas ETAS, a não ser sulfato de alumínio.

O emprego dos critérios selecionados permitiu acrescentar na análise do problema perspectivas de diferentes objetivos, no qual se criou os três principais cenários para análises. Como resultado para a problemática do desaguamento do lodo, foi verificada

como melhor hipótese para o contexto no qual a ETA está inserida o uso da centrífuga, devido principalmente às suas vantagens operacionais e automatização, seguida dos bags de geotêxtil – método este que se apresentou indicado para os cenários sem priorização e apenas com priorização econômica.

Ressalta-se que, apesar das coletas terem ocorrido em um período único do ano, os resultados apresentados são de grande importância, já que se trata dos primeiros dados de caracterização e quantificação existentes dos resíduos da estação.

REFERÊNCIAS

ACHON, C. L.; BARROSO, M. M.; CORDEIRO, J. S. **Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, 18.2: 115-122, 2013.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22nd edition. Washington, D.C., USA, 2012.

ASCE. **Technology Transfer Handbook: Management of Water Treatment Plant Residual**. New York, 1996.

AWWA; ASCE. **Water Treatment Plant Design**. New York: McGraw-Hill, 2005.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm. Acesso 12 mai. 2021.

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888 de 04 de maio de 2021**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 3 ago. 2021.

BRITO, T. M. de. **Caracterização de resíduos gerados em ETA de filtração direta em escala real**. 2019. 54f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

FEITOSA, C. A. G.; CONSONI, Â. J. **Análise de oportunidades de minimização da geração de lodo na Estação de Tratamento de Água Alto da Boa Vista, São Paulo**. *INTERFACEHS* – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente, v.3, n.2, Seção Interfaceh2, abr/agosto. 2008.

GERVASONI, R. **Caracterização e avaliação do potencial de destinação do lodo de estações de tratamento de água do Estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente Urbano e Industrial) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

KATAYAMA, V. T., *et al.* **Quantificação da produção de lodo de estações de tratamento de água de ciclo completo: uma análise crítica**. Engenharia Sanitária e Ambiental, 2015, 20.4: 559-569.

OLIVEIRA, C. A.; BARCELO, W. F.; COLARES, C. J. G. **Estudo do Reaproveitamento da Água de Lavagem de Filtro na ETA Anápolis/GO**. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Goiânia – GO, 2012.

OLIVEIRA, I. Y. Q. de. **Gerenciamento do lodo de estação de tratamento de água em Mato Grosso do Sul: uma análise crítica**. Dissertação (Mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2016.

PERNITSKY, D.J.; EDZWALD, J.K. **Solubility of polyaluminium coagulants**. Journal of Water Supply: Research and Technology, v. 52, n. 3, p. 395-406, 2003.

PIEDRAS, S. R. N. *et al.* **Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil**. Ciência Rural, v.36, n.2, p.494–500, 2006. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-847820060000>.

REIS, R. F.; CORDEIRO, J. S. **Sustainable uses and method for water treatment plant sludges**. 10.14279/depositonce-3753, 2013.

SILVA, E. R. A. D. **Avaliação estratégica para a recuperação das águas residuais da ETA Laranjal/RJ**. Rio de Janeiro: [s.n.]. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica e Escola de Química, Programa de Engenharia Ambiental, 2015.

SILVEIRA, C. **Desaguamento de lodo de estações de tratamento de água por leito de drenagem/secagem com manta geotêxtil**. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) — Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

SIMON, A. L. H.; TRENTIN, G.; CUNHA, C. M. L. da. **Avaliação da dinâmica do uso da terra na bacia do Arroio Santa Bárbara – Pelotas (Brasil), no período de 1953 a 2006**. Scripta Nova, v.14, n.327, 2010.

VANZETTO, A. S. **Análise das alternativas tecnológicas de desaguamento de lodos produzidos em estações de tratamento de esgoto**. 185 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) — Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

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