

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

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

Data de aceite: 01/10/2021

Data de submissão: 05/08/2021

Paulo Ricardo Amador Mendes

Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá – SAEG
Guaratinguetá – São Paulo

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8484073623615566>

Ailton César Teles de Barros

Companhia de Serviços de Água, Esgoto e Resíduos de Guaratinguetá – SAEG
Guaratinguetá – São Paulo

Link para Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8039320295120763>

RESUMO: A geração de resíduos a partir do tratamento da água em ciclo completo é problema recorrente em grande parte das estações de tratamento de água no Brasil, visto que grande parte faz o descarte de maneira inadequada. Assim, há uma necessidade de uma destinação adequada do lodo da estação de tratamento de água (LETA) a partir de processos de tratamento e/ou reaproveitamento deste resíduo, sendo importante a caracterização quantitativa do LETA gerado. O presente trabalho tem por objetivo calcular a quantidade de LETA gerado nos decantadores da estação de tratamento de água do município de Guaratinguetá/SP, no ano de 2020. Para determinar esta quantidade foram realizados estudos de caracterização da referida estação de tratamento de água

(vazão captada, produtos químicos utilizados e infraestrutura utilizada) e da água captada (cor, turbidez e sólidos suspensos). A partir dos dados coletados, foi empregado um modelo empírico da *American Society of Civil Engineers (ASCE)* para o dimensionamento do LETA gerado no ano de 2020. A quantidade de policloreto de alumínio (PAC) utilizada foi proporcional aos valores de cor e turbidez da água bruta, sendo que nos meses de janeiro a março e novembro e dezembro de 2020, foram encontrados os maiores valores de PAC em virtude dos maiores valores de cor e turbidez. Isso ocorreu provavelmente em decorrência de maiores índices pluviométricos e, por consequência, são produzidas as maiores quantidades de LETA. A partir do modelo empírico adotado, que leva em conta a dosagem de alumínio utilizada no tratamento e dos sólidos suspensos da água bruta foi calculado a quantidade do LETA gerado em 2020, que foi de 1285 toneladas. Assim, este trabalho mostra que a quantidade do LETA gerado apresenta valores elevados e que necessita de um tratamento adequado para sua disposição final.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo; Estação de tratamento de água (ETA); Quantificação; Decantadores.

QUANTIFICATION OF SLUDGE GENERATED FROM DECANTERS OF GUARATINGUETÁ'S WATER TREATMENT PLANT

ABSTRACT: The generation of waste from the complete cycle of water treatment is a recurrent problem in most water treatment plants in Brazil, as a large part of it is discarded in an

inappropriate manner. Thus, there is a need for an adequate destination of the sludge from the water treatment plant from the treatment and/or reuse of this waste, being important the quantitative characterization of the waste generated. The present work aims to calculate the amount of sludge from the water treatment plant generated in the decanters of the water treatment plant in the city of Guaratinguetá/SP, in the year 2020. To determine this amount, studies were carried out to characterize the said water treatment plant (flow abstraction, chemical products used and infrastructure used) and abstracted water (color, turbidity and suspended solids). From the collected data, an empirical model of the American Society of Civil Engineers (ASCE) was used to dimension the sludge generated in the year 2020. The amount of polyaluminum chloride (PAC) used was proportional to the color and turbidity values of raw water, and in the months of January to March and November and December 2020, the highest PAC values were found due to the higher values of color and turbidity. This was probably due to higher rainfall and, consequently, they are produced the largest quantities of sludge. From the empirical model adopted, which takes into account the dosage of aluminum used in the treatment and suspended solids in raw water, the amount of waste generated in 2020 was calculated, which was 1285 tons. Thus, this work shows that the amount of sludge generated presents high values and that it needs an adequate treatment for its final disposal.

PALAVRAS-CHAVE: Sludge; Water treatment plant (WTP); Quantification; Decanters.

1 | INTRODUÇÃO

A fim de atender as exigências legais para adequação da qualidade da água para o consumo humano é necessário que haja um processo de tratamento que seja capaz de remover todas as impurezas, microrganismos e substâncias nocivas à saúde do homem (HOWE et al., 2017).

As características físico-químicas da água bruta são um fator determinante para a escolha do tipo de tratamento a ser aplicado para atingir os padrões de potabilidade. Assim, a Resolução CONAMA 357/2005 classifica os corpos d'água e os respectivos tratamentos que podem ser empregados para cada uma delas. Para as águas doces de classes 2 e 3, por exemplo, devem ser empregados tratamentos convencionais (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção) e/ou avançados (processos com membranas, carvão ativado), dependendo da necessidade do uso da tecnologia (HOWE et al., 2017; LIBÂNIO, 2010).

Como todo processo industrial, durante o tratamento da água podem ser gerados resíduos sólidos com elevado potencial poluidor, denominado de **lodo**. Desde muito tempo o lodo gerado na estação de tratamento de água (ETA) é descartado de maneira inadequada em um corpo de água próximo que causa impactos ambientais severos ao ecossistema local, como por exemplo, a contaminação por microrganismos patogênicos, de metais potencialmente perigosos, de produtos químicos utilizados no tratamento da água, além de aspectos visuais e de odor desconfortáveis durante o processo de limpeza dos decantadores e da lavagem dos filtros (DI BERNARDO; DANTAS, 2005; RICHTER, 2001).

Pode-se dizer que o maior volume de resíduo gerado de lodo está nos decantadores nas quais representam de 0,5 a 2,0 % do volume total produzido pela estação de tratamento, constituindo aproximadamente 70 % de todos os resíduos gerados (LIBÂNIO, 2010; RICHTER, 2001).

Assim, uma vez quantificado o volume de lodo gerado no processo de tratamento e conhecidas suas propriedades físicas que são de vital importância para o dimensionamento de sistemas de tratamento e disposição do lodo, com o objetivo de minimizar e/ou mitigar os impactos causados pelo descarte incorreto do lodo (RICHTER, 2001).

2 | METODOLOGIA

2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ETA

Para o presente estudo de caso, a ETA da cidade de Guaratinguetá/SP capta água bruta de dois mananciais: Ribeirão dos Lemes, na Serra da Mantiqueira, e do Ribeirão Guaratinguetá. O tratamento realizado é do tipo convencional, com operação contínua de 24 h por dia, a uma vazão média mensal de 1713 m³/h (ou 475,7 L/s), abastecendo uma população estimada de 122.205 habitantes, em 2020 pelo IBGE.

A ETA dispõe de uma estação elevatória de água bruta que recalca a água captada para a entrada onde recebe o coagulante químico (Policloreto de alumínio, PAC, 10,15 %m/m Al₂O₃, Basicidade livre: 64,50 %m/m, d = 1,252 mg.L⁻¹) em uma calha Parshall com medidor ultrassônico de vazão. Após a adição, a água percorre uma calha para homogeneização do coagulante. Ao final desta calha, água coagulada é distribuída igualmente por 4 sistemas idênticos de floculação e decantação. O sistema de floculação contém dois misturadores sequenciais com agitação mecânica de 5 rpm e 2 rpm, respectivamente. O decantador é retangular do tipo laminar e fluxo ascendente, com sistema de módulos em ângulo de 60° em relação a entrada do mesmo. A água decantada é coletada em uma calha interligada aos 4 sistemas de floculação e decantação e conduzida a 4 filtros rápidos de fluxo descendente compostos por dupla camada de areia e carvão antracito, apoiados em cascalho.

A limpeza dos decantadores é feita manualmente por batelada, de maneira periódica a cada 30 dias e os filtros são lavados 2 vezes por dia por um sistema de retrolavagem com água tratada num intervalo de 5 a 7 minutos. O lodo gerado nos decantadores e as águas de lavagens são direcionados a um córrego adjacente ao local do tratamento, o córrego Cacunda.

2.2 Análise dos dados históricos da ETA

Para os cálculos de volume de lodo gerado no ano de 2020, foram levantadas as informações históricas médias da ETA como a vazão captada, os valores dos parâmetros de cor e turbidez da água bruta e as dosagens do coagulante químico utilizado. Os dados foram gentilmente disponibilizados pela empresa responsável pela ETA e analisados

mediante a utilização do *software* Microsoft Excel®.

2.3 Modelo matemático empírico para determinação do volume de lodo gerado

De acordo com Di Bernardo e Dantas (2005), a quantidade de sólidos gerados na ETA pode ser estimada empregando equações empíricas que levam em conta os parâmetros físico-químicos da água bruta e dosagens de produtos químicos, quando os dados de ensaios de tratabilidade (de decantação e de filtração) para a determinação experimental dos resíduos gerados na ETA (sólidos suspensos totais – SST) não estão disponíveis ou são inexistentes.

As Equações (1) e (2) mostram o modelo adotado para determinação do volume de lodo gerado quando são utilizados sais de alumínio com agente coagulante (ASCE - *American Society of Civil Engineers*, 1996) e a correlação matemática adotada para sólidos suspensos totais (SST) e a turbidez da água bruta (LIBÂNIO, 2010), respectivamente.

$$P_{ss} = Q \times (4,89 \times D_{AL} + SST) \times 10^{-3} \quad (1)$$

$$SST = b \times T \quad (2)$$

Onde:

P_{ss} = Produção diária de lodo (kg.d⁻¹); Q = Vazão diária de água bruta captada (m³.d⁻¹); D_{Al} = Dosagem de sais de alumínio expresso como Al (mg.L⁻¹); SST = Sólidos suspensos totais (mg.L⁻¹); b = 1,3 (adotado por Libânio (2010), quando não há dados experimentais para determinação); T = Turbidez (uT).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das informações fornecidas pela empresa referente ao ano de 2020, na Figura 1 é mostrado o histórico dos valores de cor e turbidez da água no decorrer deste ano, juntamente com os valores calculados de SST para água bruta, conforme a Equação (2).

Este comportamento é compatível com uma ETA típica presente no Brasil, nas quais os rios que normalmente já são turvos e estão mais susceptíveis a precipitações mais intensas que podem carrear substâncias que contribuem para o aumento dos parâmetros analisados. Os maiores valores de cor, turbidez e SST ocorrem justamente nos meses onde historicamente apresentam índices pluviométricos mais elevados, normalmente com valores superiores a 200 mm (CLIMATEMPO, 2021). Assim sendo, no mês de dezembro de 2020 foram constatadas maiores médias mensais de cor e turbidez, atingindo valores de 233,9 uC e 80,3 uT, respectivamente, e conseqüentemente o maior valor de SST (104,4 mg.L⁻¹).

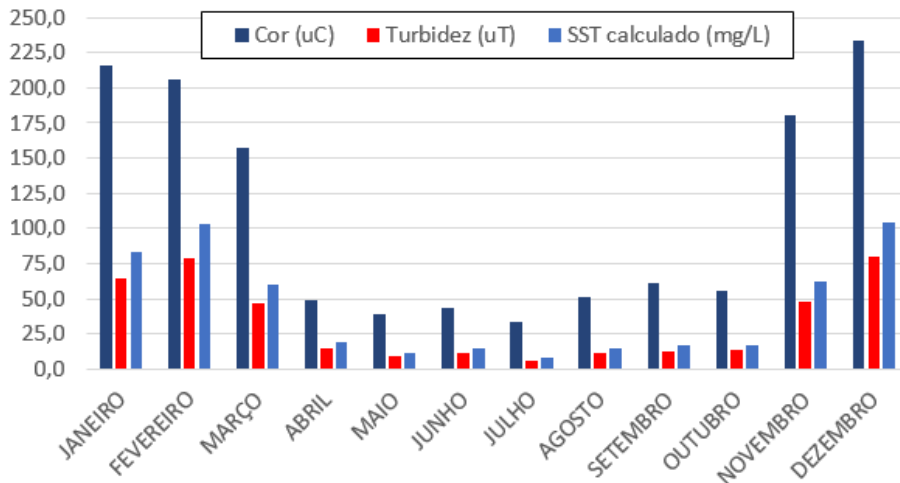


Figura 1. Valores médios mensais de cor, turbidez e SST calculado da água bruta afluente a ETA de Guaratinguetá/SP, em 2020.

Em vista dos parâmetros de cor e turbidez da água bruta apresentarem valores superiores ao permitido pela Portaria nº 888/2021, do Ministério da Saúde, a necessidade de aplicação de um coagulante químico se faz necessária (LIBÂNIO, 2010) e a partir disso, a Figura 2 vem mostrar o consumo mensal de PAC bem como as dosagens de PAC e alumínio (Al) empregadas no tratamento da água bruta. A dosagem de alumínio foi determinada com base nas características do PAC utilizado (KAMIWADA, ANDRADE, REIS, 2020).

A partir da Figura 2 é possível observar que a quantidade de PAC empregada está diretamente relacionada com a turbidez e cor da água bruta, demonstrando que nos meses onde os valores médios desses parâmetros são mais elevados, o consumo de PAC, bem como a dosagem de PAC e AL foram maiores. Em destaque no mês de dezembro que apresentou os maiores valores de cor e turbidez, o consumo médio de PAC foi de 53823 L e a dosagem média de PAC e de AL empregadas foram de 51,2 ppm e 14,2 ppm.

A partir dos resultados apresentados nas Figura 1 e 2 foram estimadas as quantidades médias mensais de lodo gerado na ETA do município de Guaratinguetá/SP. OS resultados obtidos são mostrados na Figura 3.

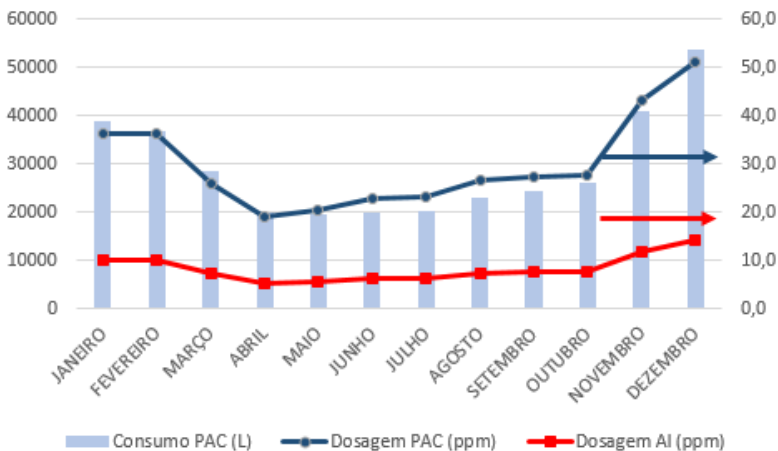


Figura 2. Valores médios mensais de consumo de PAC e de dosagem de PAC e alumínio calculado na água bruta afluente a ETA de Guaratinguetá/SP, em 2020.

Assim sendo, de acordo com a Figura 3 pode-se dizer que as maiores quantidades mensais de lodo foram geradas naqueles meses em que foram observados os maiores consumos de PAC e de maiores dosagens de PAC e Al. Em vista dos valores apresentados foi possível estimar a quantidade produzida de lodo no ano de 2020 que foi 1285 t.

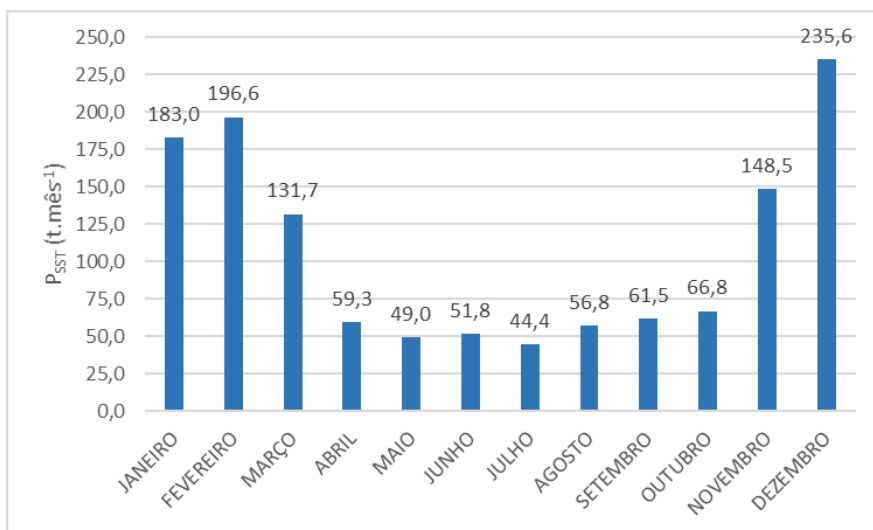


Figura 3. Estimativa média mensal de lodo gerado na ETA de Guaratinguetá/SP, em 2020.

4 | CONCLUSÃO

A partir deste trabalho foi possível estimar de maneira satisfatória a quantidade de lodo gerada ETA do município de Guaratinguetá no ano de 2020 (1285 t). O valor estimado do lodo gerado reflete uma necessidade imediata de reaproveitamento, tratamento e/ou disposição adequada deste resíduo, visto que o mesmo é descartado sem qualquer tipo de tratamento.

Estudos posteriores sobre o lodo gerado nesta ETA ainda são necessários para um melhor conhecimento das propriedades físicas e reológicas deste lodo gerado para reaproveitamento em telhas e/ou tijolos, bem como o dimensionamento de sistemas de adensamento a fim de minimizar e/ou mitigar os impactos ambientais causados no corpo d'água receptor.

REFERÊNCIAS

ASCE – AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. **Management of water treatment plant residuals**. New York: Ed. American Society of Civil Engineers, 1996.

CLIMATEMPO. **Climatologia e histórico de previsão do tempo em Guaratinguetá, BR**. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/449/guaratingueta-sp> Acesso em: 24/04/2021.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. Volume 2. 2ª edição. São Carlos: RiMa, 2005.

HOWE, K. J. et al. **Princípios de tratamento de água**. Tradução Noveritis do Brasil; revisão técnica Elvis Carissimi. São Paulo: Cengage, 2017. 599p.

KAMIWADA, W. K.; ANDRADE, P. V.; REIS, A. G. Emprego do cloreto de polialumínio em estudos de tratabilidade de água de abastecimento via coagulação, floculação e sedimentação. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 25, n. 5, p. 667-676, 2020.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª edição, São Paulo: Editora Átomo, 2010.

RICHTER, C. A. **Tratamento de lodos de estação de tratamento de água**. 1ª edição. São Paulo: Blucher, 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