

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

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

Data de aceite: 01/10/2021

Denise de Carvalho Urashima

CEFET-MG

Ana Paula Moreira de Faria

CEFET-MG

Mag Geisielly Alves Guimarães

CEFET-MG

Beatriz Mydori Carvalho Urashima

UFOP

Matheus Müller

ITA

RESUMO: com o aumento da população mundial, é crescente a busca por água tratada e, conseqüentemente, o acréscimo na quantidade de resíduos gerados nas estações de tratamento de água (eta), que se constituem numa problemática a ser resolvida pelos responsáveis pelo tratamento e distribuição de água à população. A atual legislação brasileira exige o tratamento desses resíduos para posterior disposição de forma adequada, fazendo-se necessário conhecer tanto as características do efluente gerado, como as alternativas tecnológicas disponíveis para adequada disposição. A tecnologia de desaguamento de resíduos com alto teor de líquido em relação ao teor de sólido, por meio de sistemas de confinamento de resíduos (scr) empregando geotêxteis tem sido amplamente utilizada para distintos resíduos. O processo

de desaguamento visa diminuir o volume de resíduo, facilitando o transporte, descarte ou reutilização do material, com vantagens como a moldagem conforme o espaço disponível, eficiência, fácil execução, baixo custo em relação aos métodos convencionais, independência das condições meteorológicas, entre outras. Assim sendo, o trabalho apresenta um estudo de caso de scr móvel, uma solução inovadora, empregada, principalmente, em situações onde não há espaço físico disponível para outras soluções, dada a urbanização nos arredores da eta. A pesquisa traz como resultado uma contribuição para o entendimento de todo o ciclo de potabilização da água, norteando para uma gestão integrada do processo de produção de água potável.

PALAVRAS CHAVE: Lodo, eta, desaguamento, filtração, geotêxtil.

WSTE CONTAINMENT SYSTEM: (ETA) SLUDGE CASE STUDY

ABSTRACT: With the continuous growth of the world population, there is an increasing demand for treated water and consequently an increase in waste generation in Water Treatment Plants, which is a problem to be solved by the ones responsible for the water treatment and distribution. Brazil's current legislation requires the treatment of these residues for later disposal in an appropriate manner. Making it necessary to know both the characteristics of the generated effluent and the technological alternatives available for proper disposal. The technology of dewatering waste with a high liquid content in relation to the solid

content, by waste confinement systems employing geotextiles, has been widely used for different residues. The dewatering process aims to reduce the volume of waste, facilitating the transport, disposal or reuse of the material, with advantages, such as shaping it according to the available space, efficiency, easy execution, low cost when compared to conventional methods, regardless of weather conditions, among others advantages. Therefore, the work presents a case study of mobile waste confinement systems, an innovative solution, used mainly in situations where there is no available physical space for other solutions, given the urban surroundings to the Treatment Plant. The research provides as its result a contribution to the understanding of the full potabilization cycle, leading to an integrated management of the potable water production process.

KEYWORDS: Sludge, WTP, Dewatering, Filtration, Geotextile

1 | INTRODUÇÃO

A população mundial mais que dobrou nos últimos 70 anos, chegando a um aumento de 169 % (UNIC, 2019). Entre as implicações do aumento populacional está a dificuldade de acesso a água potável (BELLAVIER; SANTOS, 2019). A explosão populacional nas últimas décadas, aliada ao desenvolvimento socioeconômico, fez com que o consumo de água potável crescesse numa taxa de aproximadamente 1% ao ano (UNESCO, 2020). Para atender esta demanda Estações de Tratamento de Água (ETA) foram implantadas.

A maioria das ETA's do Brasil foi construída há mais de cinco décadas, quando não se tinham obrigatoriedades legais, as quais adviriam da crescente preocupação em relação aos recursos naturais (AUGUSTO *et al.*, 2012).

No Brasil, priorizando-se atender à crescente demanda por água tratada, não houve, num passado recente, uma gestão ambiental que contemplasse investimentos para alternativas de tratamento, disposição e destinação dos resíduos gerados na potabilização. Ressalta-se a existência de várias legislações nacionais pertinentes à disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos gerados na produção de água potável, tornando eminente necessidade de buscar uma gestão integrada neste processo.

Assim sendo, este trabalho apresenta um estudo de caso de Sistema de Confinamento de Resíduos (SCR) móvel, uma solução inovadora empregada, principalmente, em situações em que não há espaço físico disponível para emprego de outras técnicas de disposição de resíduos, dada a urbanização nos arredores da ETA, localizada na cidade de Mairiporã (SP).

2 | RESÍDUOS DE ETA

2.1 Contextualização

Os resíduos gerados nas ETA's, tais como lodos de decantadores e água de lavagem dos filtros, são materiais com alto teor de líquido adsorvido, na sua maioria superior a 95 %, e o restante formado por resíduos sólidos de difícil sedimentação (REALI *et al.*, 1999).

O volume desses resíduos pode corresponder a aproximadamente 5% sobre

a produção de água por dia (ANDREOLI, 2001; NASCIMENTO JUNIOR, 2005). Para exemplificar, uma ETA convencional com capacidade de tratamento de 2400 L/s pode produzir 1,8 T/dia de resíduos (HOPPEN *et al.*, 2005).

2.2 Problemática versus solução avaliada

ETAs mais antigas estão localizadas em áreas que se tornaram urbanas, inviabilizando a implantação de processos de tratamento e disposição de resíduos que necessitem de grandes áreas, como leitos de secagem. Este fato constitui uma problemática a ser resolvida. Estudos nesta temática têm se tornado cada vez mais relevantes, além da busca de seu correto manejo para minimizar o volume de material a ser disposto, com a redução de custos no transporte e na destinação final (FONTANA, 2005; HOPPEN *et al.*, 2005).

O lodo de ETA é um resíduo e não um rejeito conforme reportado na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) segundo a Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010). Por isso, o ideal seria uma gestão integrada, viabilizando o uso para fins mais nobres, que não apenas o destino final em aterros sanitários (AHMAD; AHMAD; ALAM, 2018; LIRA; CÂNDIDO, 2013).

No cenário exposto, Sistemas de Confinamento de Resíduos (SCR) constituídos por geossintéticos apresentam-se como uma alternativa promissora para o desaguamento de resíduos em áreas mais reduzidas. Esta tecnologia tem sido amplamente utilizada nas últimas duas décadas (SILVA *et al.*, 2020). O processo visa diminuir o volume do resíduo, viabilizando o transporte, descarte e reutilização do material desaguado (KHACHAN; BHATIA, 2017). Os primeiros registros literários do emprego de SCR datam da década de 90 (LAWSON, 2008; GUIMARÃES; URASHIMA, 2013).

3 | ESTUDO DE CASO

3.3 Delimitação do estudo

Esta pesquisa delimitou-se em analisar a situação do lodo de decantador de uma ETA Convencional do município de Mairiporã no estado de São Paulo, operada pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), que permitiu o estudo de caso. A ETA estudada abastece a maior parte do município e está para ser desativada, possui capacidade atual de tratamento de 390 m³/h. A água bruta tratada na ETA é captada na Represa Paiva Castro.

Todo o entorno da área da ETA está totalmente urbanizado, não permitindo a ampliação da capacidade de tratamento de água e a implantação de dispositivos convencionais para o manejo dos resíduos gerados no processo.

3.4 Sistema de disposição empregado

Devido à falta de espaço disponível na ETA em estudo, para viabilizar a limpeza total

do decantador, visando diminuir o volume de lodo a ser disposto equivalente ao volume total de 330 m³, optou-se por um dispositivo de SCR móvel inovador, ou seja, um sistema de caçamba drenante com refil geossintético.

O SCR móvel completo apresenta uma central de condicionamento e é patenteado pela empresa SALUS Engenharia em Deságue no INPI (BR 202020009781-0). É um sistema constituído de caçamba do tipo *roll on roll of* adaptada para essa finalidade, com capacidade de 21,84 m³, sendo 6,5 metros de comprimento e 2,4 metros de largura e profundidade de 1,4 metros. O fundo da caçamba possui espaçadores internos (georredes) para drenagem do líquido desaguado e inclinação que permite a coleta e saída do percolado.

Para o condicionamento químico do lodo, a fim de viabilizar a retenção de sólidos constituintes e o seu deságue, foi empregado o polímero orgânico à base de poliácridamida em pó, sendo preparado na concentração de 1 g/L e dosagem de 36 L/minutos. Ressalta-se que o tipo de condicionante e sua concentração e dosagem devem ser avaliados para cada caso em estudo.

Para a confecção do SRC móvel foi empregado um geotêxtil tecido de polipropileno de alta tenacidade e aditivo para proteção contra radiação do tipo ultravioleta, com um bocal de enchimento com 0,30 m de diâmetro e costuras circunferenciais.

A função principal do geotêxtil é confinar as partículas sólidas de forma provisória ou permanente e permitir a passagem de fluido de dentro para fora, por meio de ciclos de enchimento e deságue.

4 | METODOLOGIA

O sistema recebeu lodo adensado do decantador com vazão de entrada de 12m³/h, com teor de sólidos de 1% e com enchimentos de uma hora, seguidos de período de descanso para deságue de vinte e três horas, diariamente. O SCR móvel foi instalado em 16/09/2020 e retirado em 30/11/2020.

A exumação do SCR móvel ocorreu após 45 dias da instalação, sendo realizada uma abertura na parte superior do sistema, com o objetivo de verificar a situação do material sólido e coletar amostras para as análises.

Amostras do lodo desaguado foram coletadas do SCR móvel, em três distintos extratos (camadas), equivalentes aos três últimos ciclos de desaguamento, respectivamente.

As amostras foram coletadas (Figura 1) para a determinação do teor de umidade e teor de sólidos, conforme ABNT NBR 6457 (2016).



Figura 1. Camada mais externa no interior do SCR.

Foi calculada a Eficiência de Filtração (EF), que é a relação entre o valor de sólidos totais no lodo antes do desaguamento e de sólidos totais no filtrado após a filtração (MOO-YOUNG; TUCKER, 2002).

Posteriormente, foi calculada a Eficiência de Desaguamento (ED), que se refere ao percentual de sólidos totais do lodo antes e após o processo de deságue (MOO-YOUNG; GAFFNEY; MO, 2002). A Figura 2 ilustra esta situação.



Figura 2. Amostras obtidas: (a) Lodo do decantador; (b) Percolado após os primeiros desaguamentos.

5 | RESULTADOS

O teor de umidade na camada mais interna foi de 37,06%, 27,91% na camada intermediária e 24,30% na camada mais externa, exumadas.

O teor de sólidos na camada mais interna foi de 12,76%, na camada intermediária foi de 15,28% e na camada mais externa de 18,24%.

O teor de sólidos por litro de percolado do SCR móvel foi de 0,13 gramas de sólidos

por litro. Já o lodo do decantador apresentou 10 gramas de sólidos por litro de lodo.

Considerando o teor de sólidos final de 18,24% e as equações definidas na literatura, a EF do SCR móvel foi de 98,7%.

Empregando-se o teor de sólidos do lodo desaguado de 18,24% e o teor de sólidos inicial de 1%, alcançou-se o valor de ED igual a 94,5%.

6 | CONCLUSÕES

Várias ETA's, por possuírem projetos de décadas, atualmente têm seus arredores totalmente urbanizados e, portanto, sem espaço para implantação de sistemas mais complexos para uma gestão sustentável.

Os SCR's se apresentam como alternativa promissora de desaguamento de resíduos gerados em ETA's, principalmente para os lodos de decantadores, que possuem maior concentração de sólidos do que as águas de lavagem dos filtros. Assim sendo, a referida técnica possibilita a diminuição do volume destes resíduos, possibilitando sua disposição final de forma adequada.

O sistema inovador de SRC móvel, apresentado nesse trabalho, vem como uma possível resposta ao atual desafio enfrentado pelas ETA's, principalmente naquelas que possuem pequenas áreas disponíveis, ou seja, com arredores urbanizados.

AGRADECIMENTOS

À Empresa SALUS Engenharia em Deságue e à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

REFERÊNCIAS

AHMAD, T.; AHMAD, K.; ALAM, M. Investigating calcined filter backwash solids as supplementary cementitious material for recycling in construction practices. **Construction and Building Materials**, Rio de Janeiro: Elsevier, n. 175, p. 664–671. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.227>. Acesso em: 06 mar. 2021.

ANDREOLI, C.V. (coord.). Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final. **Projeto PROSAB**. Rio de Janeiro: ABES / RiMa, v. 2, p. 119-142, 2001, 257 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6457: Amostras de solo - Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização**. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

AUGUSTO, L.G.S.; GURGEL, I.G.D.; CÂMARA NETO, H.F.; MELO, C.H.; COSTA, A.M. O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro: [s.n.], v.17, n. 6, p. 1511-1522, 2012.

BELLAVER, E.H.; SANTOS, Z.M.Q. Impacto do crescimento populacional sobre recursos finitos. **Extensão em Foco**. ISSN 2317-9791, [s.l.], v. 6, n. 1, 2019. Disponível em: <https://45.238.172.12/index.php/extensao/article/view/1975>. Acesso em: 8 mar. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Brasília, DF: Congresso Nacional, [2010]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm. Acesso em 10 mar. 2021.

FONTANA, A.O. **Sistema de drenagem e sedimentador como solução para redução de volume de lodo de decantador e reuso de água de lavagem de filtros: estudo de caso – ETA Cardoso**. 2005. 161 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2005.

GUIMARAES, M.G.A.; URASHIMA, D.C. Dewatering Sludge in Geotextile Closed Systems: Brazilian Experiences. **Soils & Rocks**, Rio de Janeiro, v. 36, p. 251-263, 2013.

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

KHACHAN, M.M.; BHATIA, S.K. The efficacy and use of small centrifuge for evaluating geotextile tube dewatering performance. **Geotextiles and Geomembranes**, [s.l.]: Elsevier, v. 45, n. 4, p. 280-293, abr. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2017.04.001>(2017). Acesso em: 07 mar. 2021

LAWSON, C.R. Geotextile containment for hydraulic and environmental engineering. **Geosynthetics International**, [s.l.]: Elsevier, v. 15, n. 6, p. 384-427, 2008.

LIRA, W.S.; CÂNDIDO, G.A. (org.). **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013. *E-book* (325 p). Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em: 06 mar. 2021.

MOO-YOUNG, H.K.; GAFFNEY, D.A.; MO, X. Testing Procedures to asses the viability of dewatering with geotextiles tubes. **Geotextiles and Geomenbranes**, [s.l.]: Elsevier, v. 20, p. 289-303. 2002.

MOO-YOUNG, H. K.; TUCKER, W.R. Evaluation of vacuum filtration testing for geotextile tubes. **Geotextiles and Geomenbranes**, [s.l.]: Elsevier, v. 20, p. 191-212. 2002.

NASCIMENTO JUNIOR, P. F. **Unidade de tratamento de resíduos - UTR de estação de tratamento de água – ETA: um complemento essencial para a preservação do meio ambiente**. 2005. Monografia (Pós-Graduação *lato sensu* em Saneamento Ambiental) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

REALI, M.A.P.; PATRIZZI, L.J.; CORDEIRO, J.S. Desidratação de lodos por centrifugação. **Projeto PROSAB**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, cap. 4, p. 85-106. 1999.

SILVA, G.G.; DANTAS, A.D.B.; QUEIROZ S.C.B.; RODRIGUES, M.I.; GUIMARÃES, M.A.R. Uso da metodologia de superfície de resposta para avaliação do desaguamento de resíduos de estação de tratamento de água em filtração geotêxtil. **Revista AIDIS**, Cidade do México: [s.n.], v. 13, n. 3, p. 939-956. 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2020.13.3.69559>. Acesso em: 06 mar. 2021.

UNESCO World Water Assessment Programme. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento de Recursos Hídricos 2020: Água e mudança climática**. Tradução: Kelly Cristina Pereira de Moraes. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372882_por?fbclid=IwAR0yBI24uVUHZp5Gm4pLws8vYjRmdq4AX282A-aUfcpyXtYjC8olwrON4JA. Acesso em: 07 set. 2020.

UNIC. CENTRO DE INFORMAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **População mundial: A ONU e a população mundial**. Rio de Janeiro: [s.n.], p. 1, 2019. Disponível em: <https://unicrio.org.br/acao/populacao-mundial/>. Acesso em: 02 jun. 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

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

Adsorvato 251, 255, 259

Adsorvito 251

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

Agropecuária 175, 238

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

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

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

Antibiótico 3, 8, 223, 226

Atividades antrópicas 12, 13, 36, 38

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

B

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

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

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

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

C

Calha Parshall 137

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

Carvão ativado 136

Cloração 68, 70, 72, 75, 77

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

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

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

252, 254, 257

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

D

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

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

Desenvolvimento sustentável 37, 43, 166

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

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

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

E

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

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

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

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

Escoamento pluvial 3

Estação de Tratamento de Efluente - ETE 148

Estuários 56

Eutrofização 3

F

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

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

Flotação 68, 70

Fluoretação 70, 72, 75, 77, 78

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

I

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

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

Índices pluviométricos 56, 97, 135, 138

J

Jusante 14, 217, 218

L

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

Lignocelulósicas 264

M

Mananciais 13, 106, 107, 125, 137

Matrizes ambientais 224, 225, 226, 237

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

Micro-organismos 72, 74, 75

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

Montante 14, 58, 59, 218

N

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

P

Passivo ambiental 204

Patógenos 37, 151, 191

Poço artesiano 3, 23, 26, 35

Polímeros 87, 101

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

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

R

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

Reciclável 186, 188, 192, 194

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

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

Resíduos agroindustriais 249, 251, 260

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

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

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

S

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

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

T

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

COLEÇÃO DESAFIOS DAS ENGENHARIAS:

ENGENHARIA SANITÁRIA 2

 www.atenaeditora.com.br
 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