



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva
(Organizador)

Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 2

 **Atena**
Editora

Ano 2020

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

D371 Demandas essenciais para o avanço da engenharia sanitária e ambiental 2 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2020.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-85-7247-947-9
 DOI 10.22533/at.ed.479202101

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária. I. Silva, Helenton Carlos da.

CDD 628.362

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Geraldo Alves

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

APRESENTAÇÃO

A obra *“Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental”* aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 28 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da engenharia sanitária e ambiental, tendo como base suas demandas essenciais interfaces ao avanço do conhecimento.

Os serviços inerentes ao saneamento são essenciais para a promoção da saúde pública, desta forma, a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas constitui fator de prevenção de doenças, onde a água em quantidade insuficiente ou qualidade imprópria para consumo humano poderá ser causadora de doenças; observa-se ainda o mesmo quanto à inexistência e pouca efetividade dos serviços de esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo de resíduos sólidos e de drenagem urbana.

Destaca-se ainda que entre os muitos usuários da água, há um setor que apresenta a maior interação e interface com o de recursos hídricos, sendo ele o setor de saneamento.

O plano de saneamento básico é o instrumento indispensável da política pública de saneamento e obrigatório para a contratação ou concessão desses serviços. A política e o plano devem ser elaborados pelos municípios individualmente ou organizados em consórcio, e essa responsabilidade não pode ser delegada. O Plano deve expressar o compromisso coletivo da sociedade em relação à forma de construir o saneamento. Deve partir da análise da realidade e traçar os objetivos e estratégias para transformá-la positivamente e, assim, definir como cada segmento irá se comportar para atingir as metas traçadas.

Dentro deste contexto podemos destacar que o saneamento básico é envolto de muita complexidade, na área da engenharia sanitária e ambiental, pois muitas vezes é visto a partir dos seus fins, e não exclusivamente dos meios necessários para atingir os objetivos almejados.

Neste contexto, abrem-se diversas opções que necessitam de abordagens disciplinares, abrangendo um importante conjunto de áreas de conhecimento, desde as ciências humanas até as ciências da saúde, obviamente transitando pelas tecnologias e pelas ciências sociais aplicadas. Se o objeto saneamento básico encontra-se na interseção entre o ambiente, o ser humano e as técnicas podem ser facilmente traçados distintos percursos multidisciplinares, potencialmente enriquecedores para a sua compreensão.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados a estas diversas demandas essenciais do conhecimento da engenharia sanitária e ambiental. A importância dos estudos dessa vertente é notada no cerne da produção do

conhecimento, tendo em vista o volume de artigos publicados. Nota-se também uma preocupação dos profissionais de áreas afins em contribuir para o desenvolvimento e disseminação do conhecimento.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A UTOPIA DA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL	
Marcelo Motta Veiga	
DOI 10.22533/at.ed.4792021011	
CAPÍTULO 2	13
ANÁLISE DE UMA ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA MIGRAR AO MERCADO LIVRE DE ENERGIA	
Leonardo Nascimento de Oliveira	
Luis Henrique Pereira da Silva	
Milton Tavares de Melo Neto	
DOI 10.22533/at.ed.4792021012	
CAPÍTULO 3	23
APLICABILIDADE DOS INDICADORES DO DIAGNÓSTICO NO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE BELÉM	
Arthur Julio Arrais Barros	
Marise Teles Condurú	
José Almir Rodrigues Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.4792021013	
CAPÍTULO 4	41
APLICAÇÃO DA ULTRAFILTRAÇÃO NO PÓS-TRATAMENTO DE EFLUENTE SANITÁRIO VISANDO O REÚSO URBANO NÃO POTÁVEL	
Layane Priscila de Azevedo Silva	
Marcos André Capitulino de Barros Filho	
Larissa Caroline Saraiva Ferreira	
Moisés Andrade de Farias Queiróz	
Alex Pinheiro Feitosa	
DOI 10.22533/at.ed.4792021014	
CAPÍTULO 5	51
APLICAÇÃO WEB PARA PRÉ-DIMENSIONAMENTO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
Rafael Pereira Maciel	
Luís Henrique Magalhães Costa	
Nágila Veiga Adrião Monteiro	
Liércio André Isoldi	
DOI 10.22533/at.ed.4792021015	
CAPÍTULO 6	64
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE LAGOAS APLICADAS AO TRATAMENTO DE EFLUENTES SANITÁRIOS APÓS REMOÇÃO DE LODO	
Yasmine Westphal Benedet	
Patrick Ikaru Ferraz Suzuki	
Nattália Tose Lopes	
Sara Cristina Silva	
DOI 10.22533/at.ed.4792021016	

CAPÍTULO 7	75
AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM UMA INDÚSTRIA DE CALÇADOS VISANDO REÚSO NÃO POTÁVEL	
Layane Priscila de Azevedo Silva Matheus Frazão Arruda Diniz Julyenne Kerolainy Leite Lima	
DOI 10.22533/at.ed.4792021017	
CAPÍTULO 8	84
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E OPERACIONAIS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
Ingrid Moreno Mamedes Karytany Ulian Dalla Costa	
DOI 10.22533/at.ed.4792021018	
CAPÍTULO 9	93
AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE ULTRAFILTRAÇÃO POR MEMBRANAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO NA ETA ENGENHEIRO RODOLFO JOSÉ COSTA E SILVA	
Mara Yoshino de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.4792021019	
CAPÍTULO 10	110
BIOFILTRAÇÃO PARA TRATAMENTO DE SULFETO DE HIDROGÊNIO	
Monise Fernandes Melo Alexandre Prado Rocha Michele Lopes Cerqueira	
DOI 10.22533/at.ed.47920210110	
CAPÍTULO 11	115
IV-027 – COLIFORMES TERMOTOLERANTES E TOTAIS COMO INDICADORES DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO CASCAÃO, SALVADOR-BA	
Maiza Moreira Campos de Oliveira Adriano Braga dos Santos Alessandra Argolo Espírito Santo	
DOI 10.22533/at.ed.47920210111	
CAPÍTULO 12	125
CONTROLE DE OCORRÊNCIA DE MAUS ODORES EM ETE COM SISTEMA COMBINADO ANERÓBIO/AERÓBIO: REATOR UASB E LODOS ATIVADOS	
Lucas Martins Machado Cláudio Leite de Souza Bruna Coelho Lopes Roberto Meireles Glória Déborah de Freitas Melo	
DOI 10.22533/at.ed.47920210112	

CAPÍTULO 13 138

DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DE CONTROLE DE EFLUENTES INDUSTRIAIS NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA-MG

Paula Rafaela Silva Fonseca
Sue Ellen Costa Bottrel
Ricardo Stahlschmidt Pinto Silva
Júlio César Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.47920210113

CAPÍTULO 14 148

DEFINIÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA COM INTERMITÊNCIAS ATRAVÉS DE SIMULAÇÃO HIDRÁULICA – ESTUDO DE CASO - SÃO BENTO DO UNA - PE

Hudson Tiago dos S. Pedrosa
Marcos Henrique Vieira de Mendonça

DOI 10.22533/at.ed.47920210114

CAPÍTULO 15 158

DESINFECÇÃO DE EFLUENTE DE FBP UTILIZANDO REATOR DE ALGAS DISPERSAS (RAD)

Israel Nunes Henrique
Dayane de Andrade Lima
Keiciane Alexandre de Sousa
Layza Sabrine Magalhães da Silva
Timóteo Silva Ferreira
Fernando Pires Martins
Clodoaldo de Sousa
Júlia de Souza Carvalho
Ana Queloene Imbiriba Correa
Camila Pimentel Maia

DOI 10.22533/at.ed.47920210115

CAPÍTULO 16 167

ELABORAÇÃO DE PROPOSTA DE PROGRAMA DE RECEBIMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS PARA A CIDADE DE JUIZ DE FORA

Paula Rafaela Silva Fonseca
Sue Ellen Costa Bottrel
Ricardo Stahlschmidt Pinto Silva
Júlio César Teixeira

DOI 10.22533/at.ed.47920210116

CAPÍTULO 17 177

ENSAIO DE TRATABILIDADE PARA OTIMIZAÇÃO DA FLOTAÇÃO POR AR DISSOLVIDO PARA TRATAMENTO DE ÁGUA DO RIO CAPIBARIBE EM PERNAMBUCO

Joana Eliza de Santana
Romero Correia Freire
Aldebarã Fausto Ferreira
Mayra Angelina Quaresma Freire
Maurício Alves da Motta Sobrinho

DOI 10.22533/at.ed.47920210117

CAPÍTULO 18	185
ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO E PERDAS DE METANO EM REATOR UASB DA ETE-UFLA POR MEIO DE DIFERENTES MODELOS MATEMÁTICOS	
Lucas Barreto Campos Mateus Pimentel de Matos Luciene Alves Batista Siniscalchi Sílvia de Nazaré Monteiro Yanagi Lucas Cardoso Lima	
DOI 10.22533/at.ed.47920210118	
CAPÍTULO 19	196
ESTUDO DA GERAÇÃO DE TRIHALOMETANOS (THM) EM EFLUENTE TRATADO DE SISTEMA DE LODO ATIVADO DE FLUXO INTERMITENTE	
Vanessa Farias Feio Neyson Martins Mendonça	
DOI 10.22533/at.ed.47920210119	
CAPÍTULO 20	205
ESTUDO DA TOXICIDADE DE EFLUENTE TÊXTIL SUBMETIDO À PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO	
Rogério Ferreira da Silva Gilson Lima da Silva Viktória Fernanda Alves Milanez Ricardo Oliveira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.47920210120	
CAPÍTULO 21	214
FITORREMEDIÇÃO UTILIZANDO MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ESGOTO DOMÉSTICO	
Israel Nunes Henrique Lucieta Guerreiro Martorano Nathalia Costa Scherer José Reinaldo Pacheco Peleja Timóteo Silva Ferreira Julia de Souza Carvalho Patrícia Santos Silva Luciana Castro Carvalho de Azevedo Dayhane Mayara Santos Nogueira Jaelbe Lemos de Castro	
DOI 10.22533/at.ed.47920210121	
CAPÍTULO 22	225
GASEIFICAÇÃO DOS LODOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOS TIPOS CONVENCIONAL E UASB	
Luis Henrique Pereira da Silva Sérgio Peres Ramos da Silva Maria de Los Angeles Perez Fernandez Palha Adalberto Freire do Nascimento Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.47920210122	

CAPÍTULO 23 234

INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA REGIÃO DOS LAGOS NO RIO DE
JANEIRO – 2010 A 2015

Fátima de Carvalho Madeira Reis
Gabriela Freitas da Cruz
Herleif Novaes Roberg
Maria Goreth Santos
Simone Cynamon Cohen

DOI 10.22533/at.ed.47920210123

CAPÍTULO 24 245

INFLUÊNCIA DAS NORMAS NBR 9649 E NBR 14486 NO DIMENSIONAMENTO DE
UMA REDE COLETORA DE ESGOTO DE MATERIAL PVC

Lívia Figueira de Albuquerque
Artemisa Fontinele Frota
Luís Henrique Magalhães Costa

DOI 10.22533/at.ed.47920210124

CAPÍTULO 25 255

POTENCIAL DO CARVÃO RESULTANTE DA PIRÓLISE DE LODO DE ESGOTO
DOMÉSTICO COMO ADSORVENTE EM TRATAMENTO DE EFLUENTES.

Murillo Barros de Carvalho
Glaucia Eliza Gama Vieira

DOI 10.22533/at.ed.47920210125

CAPÍTULO 26 265

RETIRADA DE LODO DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO COM MÁQUINA ANFÍBIA

Renata Araújo Guimarães
Analine Silva de Souza Gomes
Mariana Marquesini
Mario Márcio Gonçalves de Paula

DOI 10.22533/at.ed.47920210126

CAPÍTULO 27 275

UTILIZAÇÃO DE REATOR UASB SEGUIDO DE FILTRO BIOLÓGICO PERCOLADOR
NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO

Israel Nunes Henrique
José Tavares de Sousa
Layza Sabrine Magalhães da Silva
Keiciane Alexandre de Sousa
Rebecca da Silva Fraia
Timóteo Silva Ferreira
Fernando Pires Martins
Clodoaldo de Sousa
Julia de Souza Carvalho
Alisson Leonardo Vieira dos Reis
Rita de Cássia Andrade da Silva

DOI 10.22533/at.ed.47920210127

CAPÍTULO 28286

MONITORAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE UM SISTEMA DE LODOS ATIVADOS EM ESCALA DE BANCADA, DO TIPO UCT MODIFICADO

Israel Nunes Henrique
Fernando Pires Martins
Clodoaldo de Sousa
Timóteo Silva Ferreira
Rebecca da Silva Fraia
Julia de Souza Carvalho
Patrícia Santos Silva
Ana Queloene Imbiriba Correa
Yandra Cardoso Sobral

DOI 10.22533/at.ed.47920210128

SOBRE O ORGANIZADOR.....295

ÍNDICE REMISSIVO296

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO EM UMA INDÚSTRIA DE CALÇADOS VISANDO REÚSO NÃO POTÁVEL

Data de aceite: 06/01/2020

Data de submissão: 30/10/19

Layane Priscila de Azevedo Silva

Analista de Saneamento na A&E Equipamento e Serviços
Natal – RN

<http://lattes.cnpq.br/1528610006304262>

Matheus Frazão Arruda Diniz

Diretor administrativo na A&E Equipamento e Serviços
Natal – RN

<http://lattes.cnpq.br/6539925723518467>

Julyenne Kerolainy Leite Lima

Técnica de Engenharia em Controle Ambiental na Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte
Natal – RN

<http://lattes.cnpq.br/8193128609372696>

RESUMO: O Brasil é um país em crescente industrialização, em função disso a demanda de água para esse setor também cresce. Com as recentes secas, que atingiram algumas regiões do país, a indústria se viu na urgência em, além de praticar o uso racional, buscar fontes alternativas de abastecimento. O esgoto tratado se mostra como uma boa opção, visto que várias fases da produção podem aceitar

águas de menor qualidade, sem comprometer a integridade do produto final; além de existirem diversas outras possibilidades de usos não referentes a processos, como irrigação de jardins, lavagens de máquinas, pátios, calçadas, veículos, dentre outros. Diante disso, este trabalho avaliou o tratamento de efluentes de uma indústria de calçados, a fim de identificar os usos possíveis para o esgoto tratado, dentro da própria unidade, com base em regulamentações existentes. Para isso foram utilizados os laudos de caracterização físico-química dos efluentes de entrada e saída da estação de tratamento de esgotos, cedidos pela própria indústria. A avaliação limitou-se ao tratamento já existente, que contemplava as seguintes etapas: canal de pré-tratamento, tanque pulmão, elevatória de esgoto bruto, reator anaeróbio de manto de lodo, filtro biológico aerado, decantador secundário, filtro descendente e desinfecção com cloro. Os resultados se mostraram satisfatórios para todos os parâmetros analisados, indicando que o esgoto tratado poderia ser reutilizado em usos não potáveis, tais como irrigação de áreas verdes, lavagens de pisos, e usos ornamentais e paisagísticos, de acordo com as regulamentações analisadas.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria de calçados, Tratamento de esgoto, Reúso não potável.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF SANITARY WASTE TREATMENT IN A FOOTWEAR INDUSTRY VISITING NON-POTABLE REUSE

ABSTRACT: Brazil is a country of increasing industrialization, as a result the demand for water for this sector is also growing. With the recent droughts, which have hit some regions of the country, the industry has found it urgent to, besides practicing rational use for water, look for alternative sources of supply. Treated sewage is a good option, the various stages of production can accept lower quality water without compromising the integrity of the final product; Besides there are several other possibilities of non-process uses such as garden irrigation, machine washes, patios, sidewalks, vehicles, among others. Therefore, this work evaluated the effluent treatment of a footwear industry in order to identify the possible uses for treated sewage within the unit, based on existing regulations. For this purpose, the physicochemical characterization reports of the inlet and outlet effluents of the waste water treatment plant, provided by the industry itself, were used. The evaluation was limited to the existing treatment, which included the following steps: pre-treatment channel, lung tank, raw sewage elevator, anaerobic sludge mantle reactor, aerated biological filter, secondary decanter, descending filter and chlorine disinfection. The results were satisfactory for all parameters analyzed, indicating that treated sewage could be reused in non-potable uses, such as irrigation of green areas, floor washes, and ornamental and landscape uses, according to the analyzed regulations.

KEYWORDS: Footwear industry, Sewage treatment, Non-potable reuse.

1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é um dos países mais industrializados do mundo. Na estimativa nacional de usos consuntivos da água, a indústria de transformação representa a terceira posição, atrás do abastecimento urbano e da agricultura irrigada (BRASIL, 2017).

O setor industrial é um local de grande potencialidade de reutilização de efluentes, visto que várias fases dos processos produtivos podem aceitar águas de menor qualidade, sem comprometer a integridade do produto final (GIORDANI, 2002). Além desses, existem diversas outras possibilidades de usos, que não são referentes a processos, como irrigação de jardins, lavagens de máquinas, pátios, calçadas, veículos, dentre outros.

A urgência da necessidade de uma boa gestão dos recursos hídricos na indústria foi refletida na queda da atividade industrial brasileira, nos anos de 2014 e 2015, em função da crise hídrica vivenciada pela região sudeste do país (BRASIL, 2017).

O reúso de efluentes na indústria, além de aumentar a disponibilidade hídrica, contribui para a redução da poluição ambiental, pois o empreendedor precisará investir em melhores técnicas de tratamento, que adaptem a qualidade dos esgotos

gerados para um uso previsto, impedindo assim que efluentes de qualidade inferior sejam lançados em corpos receptores.

A prática do reúso na indústria também promove a ampliação das oportunidades de negócios para as empresas fornecedoras de equipamentos e serviços na área do tratamento de esgotos, gerando empregos diretos e indiretos. Além disso, ainda auxilia a referida indústria na obtenção de certificação ambiental, o que pode se tornar fator importante para destaca-la perante a concorrência nacional, bem como melhorar a inserção dos seus produtos nos mercados internacionais. Outro fator é a melhoria da imagem junto à sociedade, como uma indústria ambientalmente responsável (CAIXETA, 2010).

Nesta pesquisa foram estudadas as possibilidades de reúso de efluentes, a partir do sistema de tratamento já existente na indústria de calçados. Tratava-se de uma estação de tratamento de esgotos (ETE) biológica, em nível secundário, associando processos anaeróbio e aeróbio, e pós-tratamento através de filtração terciária.

A princípio, a ETE foi dimensionada com o objetivo de atender o padrão de lançamento de efluentes, estabelecido pela resolução N° 430/2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 2011). No entanto, essa configuração já é mencionada como a apropriada para os usos múltiplos não potáveis de água, pela resolução conjunta SVDS/SMS (Secretaria Verde Desenvolvimento Sustentável/Secretaria Municipal de Saúde) N° 09/2014, do município de Campinas (Campinas, 2014), para a classe B, bem como pela NBR 13969/1997, para as classes 1 e 2 de reúso (ABNT, 1997).

Desta forma, diante da qualidade do efluente final da ETE em questão, serão levantados os possíveis usos para esse, baseando-se em legislações ambientais que regulamentem o reúso.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o tratamento de esgotos sanitários de uma indústria de calçados e verificar as possibilidades de reúso não potável, dentro da própria unidade fabril.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para avaliar a qualidade do esgoto tratado e verificar os seus possíveis usos em fins não potáveis, foram analisados os laudos de caracterização físico-química e microbiológica do afluente e efluente da ETE, sendo esses cedidos pela indústria. A partir disso, foi possível confrontá-los com os padrões de reúso recomendados pelos órgãos ambientais. A vazão encaminhada para estação era tipicamente doméstica, com contribuições provenientes do restaurante, banheiros, vestiários e limpezas da fábrica.

A ETE estudada estava instalada numa indústria de calçados, situada na região Nordeste do Brasil. Tratava-se de uma estação compacta, pré-fabricada em plástico reforçado com fibra de vidro, projetada para a vazão de até 10,0 m³/h, contemplando as seguintes unidades de tratamento, nesta sequência:

- Canal de pré-tratamento (grade, caixa de areia e calha Parshall)
- Elevatória de esgoto bruto
- Tanques pulmão
- Reator anaeróbico de manto de lodo (UASB)
- Filtro biológico aerado submerso com decantador secundário acoplado
- Kit de preparação e dosagem de solução de sulfato de alumínio
- Filtro rápido de areia com fluxo descendente
- Sistema de lavagem do filtro descendente
- Tanque de recepção de efluente da lavagem do filtro
- Kit de preparação e dosagem de solução de hipoclorito de cálcio
- Tanque de contato
- Tanque de adensamento de lodo
- Leito de secagem de lodo

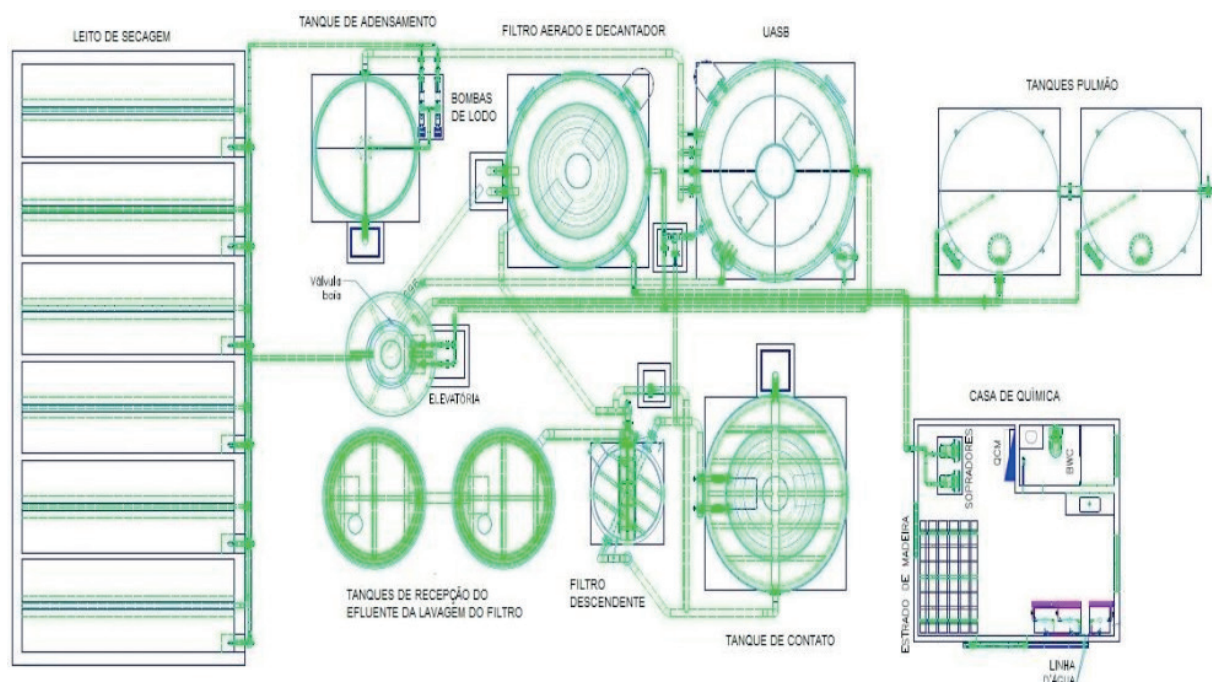


Figura 1: Planta baixa da ETE da indústria de calçados.

*cedida pela empresa fabricante da ETE.

Como a fábrica possuía demandas diferentes ao longo dos turnos de trabalho, o esgoto bruto seguia primeiramente para os tanques pulmão, onde era equalizado, evitando assim que os picos de vazão fossem transferidos para ETE. Essa foi uma etapa importante, pois é aconselhável que o reator anaeróbico de manto de

lodo (UASB) trabalhe com vazão regular, já que sobrecargas podem prejudicar a eficiência dele, devido à diminuição do tempo de detenção hidráulico e o aumento da velocidade ascensional (CARVALHO et al, 2008).

Após isso, o esgoto bruto era recalcado para o reator anaeróbio, que correspondia ao tratamento primário. Em seguida, o efluente dessa unidade seguia para o filtro biológico aerado submerso, e, posteriormente, para o decantador secundário.

Além desses, a ETE ainda contava com um polimento para o esgoto tratado, compreendido pelo filtro rápido de areia, de fluxo descendente. Antes de entrar nesse equipamento, o efluente recebia solução de sulfato de alumínio, a fim de promover a coagulação das partículas ainda presentes, otimizando a filtração.

A última etapa do tratamento foi a desinfecção, na qual o efluente filtrado seguia para o tanque de contato, onde a solução de hipoclorito de cálcio era inserida.

Os subprodutos gerados no tratamento foram o lodo excedente do reator UASB e o efluente da lavagem do filtro descendente. O lodo do filtro aerado e do decantador secundário, por não serem estabilizados, retornavam para a elevatória de esgoto bruto, e, em sequência para o reator, a fim de serem estabilizados pela via anaeróbia.

O lodo era encaminhado para o tanque de adensamento, com a finalidade de reduzir o seu volume e aumentar a concentração de sólidos. Nele eram estabelecidas duas zonas, sobrenadante e adensado. A primeira delas retornava para a elevatória de esgoto bruto, para ser reunida com os demais efluentes e reinserida no tratamento, enquanto que a fração adensada seguia para desidratação no leito de secagem.

Já o efluente da lavagem do filtro descendente era acumulado nos tanques de recepção e também encaminhado para a elevatória de esgoto bruto, porém com vazão regularizada, ao longo de toda a carreira de filtração, que era em torno de vinte e quatro horas. Esse procedimento também foi adotado a fim de evitar sobrecargas na estação.

A indústria contava com uma equipe para monitoramento e operação diária da ETE, com criterioso controle da rotina de atividades.

Os parâmetros avaliados neste trabalho foram: pH, DBO, DQO, turbidez e coliformes termotolerantes. As amostras coletadas pela equipe da fábrica, e encaminhadas para laboratório acreditado pelo INMETRO, obedecendo metodologia analítica da APHA (2012). Ao todo, foram oito meses de monitoramento, sendo uma coleta mensal, totalizando dezesseis amostras durante o período estudado. Os laudos foram cedidos pela indústria citada, para o desenvolvimento desta pesquisa.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises dos parâmetros físico-químicos e

microbiológicos da ETE estão apresentados na tabela 1.

Indicadores	Unidades	Esgoto bruto	Esgoto tratado	Redução
pH	-	7,2	6,9	-
DBO	mg/L	473,0	19,9	95,8%
DQO	mg/L	1.069,2	45,5	95,7%
Turbidez	NTU	75,0	1,85	97,5%
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	5,2 x 10 ⁶	2	99,9999%

Tabela 1: Valores medianos dos resultados.

A ETE apresentou elevada eficiência de remoção para os parâmetros estudados, o que foi excelente, pois tais indicadores caracterizam, também, aspectos estéticos da água, que são cada vez mais aceitos como variáveis para o monitoramento da qualidade da água de reúso.

Além dos materiais flutuantes, que tornam a água de reúso indesejável para os usuários, a presença de matéria orgânica e microrganismos patogênicos representam a ameaça mais comum à reutilização de esgotos sanitários. De acordo com os resultados apresentados, o tratamento empregado se mostrou satisfatório quanto a remoção de todos esses elementos.

Quanto aos usos possíveis para o esgoto tratado em questão, foi verificada a resolução conjunta das secretarias de meio ambiente e saúde, do município de Campinas/SP, N° 09/2014, a qual estabelece duas classes de usos múltiplos, que são: Classe A, própria para o reúso dos efluentes no combate a incêndio e lavagem externa de veículos; e Classe B, que destina o uso dos efluentes à irrigação paisagística, lavagem de logradouros, construção civil, desobstrução de galerias e redes de esgoto. A qualidade do efluente requerida para cada uma delas está apresentada na tabela 2.

CLASSE A		CLASSE B	
Parâmetros	VMP	Parâmetros	VMP
Coliformes termotolerantes ou E. coli	100 UFC/100 MI	Coliformes termotolerantes ou E. coli	300 UFC/100 MI
Turbidez	1 NTU	Turbidez	5 NTU
DBO	5 mg/L	DBO	30 mg/L
Sólidos suspensos totais	5 mg/L	Sólidos suspensos totais	30 mg/L

Cloreto total	250 mg/L	Cloreto total	250 mg/L
Sódio	200 mg/L	Sódio	200 mg/L
Cloro residual total	Mínimo de 1,5 mg/L	Cloro residual total	Máximo de 3,0 mg/L
Cloro residual livre	Mínimo de 1,0 mg/L	Cloro residual livre	Máximo de 2,0 mg/L

Tabela 2: Padrões de qualidade de águas para as classes A e B.

Confrontando-se os resultados demonstrados na tabela 1 com os requisitos apresentados na tabela 2, observa-se que os efluentes poderiam ser reutilizados na classe B, que na indústria em questão seriam aplicados na irrigação de áreas verdes e na lavagem dos pisos. A classe A apresenta parâmetros mais restritivos, que podem ser alcançados com tecnologias de tratamento mais avançadas, como membranas filtrantes.

Em relação aos parâmetros cloretos e sódio, que não foram monitorados neste trabalho, pode-se admitir que eles se encontravam abaixo do valor máximo permitido, considerando que o esgoto em questão é tipicamente doméstico, cujas concentrações desses indicadores não ultrapassam 50 mg/L (VON SPERLING, 2017).

Os sólidos suspensos totais também não foram incluídos no plano de monitoramento da ETE da indústria de calçados, uma vez que o indicador utilizado para mensurar a clarificação do efluente foi a turbidez. De acordo com Teixeira e Senhorelo (2000), existe uma boa correlação entre esses parâmetros, com baixa margem de erro. Por esse fator, provavelmente, a concentração de sólidos suspensos totais encontrava-se abaixo de 30,0 mg/L. Acerca do cloro residual, o seu teor é monitorado em campo, podendo ser ajustado, caso necessário.

Além da diretriz nacional, a Agência de Proteção Ambiental dos EUA (EPA), apresenta importantes contribuições sobre a temática do reúso. A tabela 3 mostra padrões para reúso urbano não potável.

Apesar da descrição ser de uso “urbano”, dentro da unidade fabril existem várias demandas em comum com essa modalidade, que são: para acesso irrestrito, a irrigação de áreas recreacionais, descarga de toaletes, sistema de proteção contra incêndio, limpeza de veículos e pisos, sistemas de ar condicionado e uso em valorização ambiental, como lagos e fontes; e para acesso restrito, a irrigação de jardins e canteiros; e usos ornamentais e paisagísticos (EPA, 2012).

CATEGORIA DE REÚSO	TRATAMENTO	QUALIDADE REQUERIDA
REÚSO URBANO		
<u>Irrestrito</u> Utilização da água de reúso não potável em ambientes urbanos, onde o acesso público não é restrito.	Secundário Filtração Desinfecção	pH: 6,0 – 9,0 DBO: ≤ 10 mg/L Turbidez: ≤ 2 NTU Coliformes fecais: Não detectável / 100 mL Cloro residual: 1 mg/L
<u>Restrito</u> Utilização da água de reúso não potável nos ambientes urbanos onde o acesso público é controlado ou limitado por barreiras físicas ou Institucionais, tais como cercas, sinalização consultiva, ou restrição de acesso temporal.	Secundário Desinfecção	pH: 6,0 – 9,0 DBO: ≤ 30 mg/L SST: ≤ 30 mg/L Coliformes fecais: ≤ 200 / 100 mL Cloro residual: 1 mg/L

Tabela 3: Guia de reúso de água da USEPA.

Comparando a qualidade do esgoto tratado da ETE com a requerida na tabela 3, verifica-se a possibilidade de reúso na modalidade restrita, que na indústria de calçados em questão pode ser aplicada na irrigação das áreas verdes.

Não foram mencionados neste trabalho os usos típicos de reúso industrial, como água de processo, alimentação de caldeiras ou torres de resfriamento, por exemplo, pois o objetivo da pesquisa foi aproveitar a ETE já existente, na qual a tecnologia não é apropriada para eliminação dos sais, que devem ser removidos, no caso dos usos citados.

4 | CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A tecnologia de tratamento implantada, associando reator anaeróbio de manto de lodo, filtro biológico aerado submerso e decantador secundário, com pós-tratamento através de filtração terciária e desinfecção, é muito eficiente na remoção de matéria orgânica, turbidez e coliformes termotolerantes.

O esgoto tratado da ETE da indústria de calçados pode ser reutilizado dentro da unidade fabril, na irrigação de áreas verdes, lavagens de pisos, e usos ornamentais e paisagísticos, de acordo com as regulamentações analisadas.

REFERÊNCIAS

APHA. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 22nd Ed.: American Public

Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Washington, DC, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação: NBR 13.969. Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. Água na Indústria: uso e coeficiente técnicos. 2017. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/estudo-da-agencia-nacional-de-aguas-aborda-uso-da-agua-no-setor-industrial/agua-na-industria-uso-e-coeficientes-tecnicos-versao-final.pdf>. Acesso em: 12 out de 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 430 de 13 de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 06 out de 2018.

CAIXETA, C. E. T. Avaliação do atual potencial de reúso de água no estado do Ceará e propostas para um sistema de gestão. Tese de doutorado, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

CAMPINAS. Resolução conjunta SVDS/SMS Nº 09, de 04 de agosto de 2014. Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para o reúso não potável de água, provenientes de Estações de Tratamento de Esgotos (ETES) de sistemas públicos para fins de usos múltiplos no município de Campinas. Disponível em: <http://campinas.sp.gov.br/governo/meio-ambiente/resolucao-09-2014.pdf>. Acesso em: 15 out de 2018.

CARVALHO, K.Q. et al. Avaliação hidrodinâmica de reator UASB submetido à variação cíclica de vazão. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, v.13, n.2, p. 226-235, jun. 2008.

EPA. Guidelines for water reuse. United States Environmental Protection Agency, U.S Agency for International Development: Washington, D.C, 2012.

GIORDANI, S. Averiguações das possibilidades de reuso de efluentes domésticos tratados nas bacias do Alto Iguaçu e Alto Ribeira – Região de Curitiba. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2002.

TEIXEIRA, E. C.; SENHORELO, A. P. Avaliação de correlação entre turbidez e concentração de sólidos suspensos em bacias hidrográficas com uso e ocupação diferenciada. In: Anais do 27º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, 2000.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Ed. UFMG, volume 1, 4ª edição. Belo Horizonte, 2017.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abastecimento de água 4, 5, 6, 14, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 36, 38, 53, 148, 149, 150, 151, 154, 157, 158, 160, 234, 235, 236, 237, 238

Águas residuárias 63, 136, 161, 188, 193, 194, 197, 215, 216, 224, 262, 275, 277, 279, 285, 288, 289, 290, 294, 295

Aplicabilidade 23, 26, 30, 33, 37, 41, 265

B

Balanço de massa 185, 187, 190, 191, 194

Biofiltro 110, 111, 112, 113

Biomassa 16, 111, 130, 131, 133, 134, 135, 171, 189, 216, 223, 226, 227, 231, 232, 233, 256, 257, 258, 289, 290, 294, 295

C

Controle 18, 22, 37, 38, 44, 70, 71, 75, 79, 100, 107, 109, 111, 114, 125, 128, 130, 131, 133, 135, 138, 139, 140, 141, 142, 145, 149, 157, 159, 168, 169, 173, 175, 176, 186, 197, 208, 209, 210, 236, 258, 289

D

Desinfecção 47, 75, 79, 82, 86, 90, 91, 158, 159, 160, 161, 164, 165, 196, 198, 199, 204

Diagnóstico 12, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 38, 39, 49, 52, 63, 72, 130, 131, 136

Dragagem de lodo 65, 67, 68, 69, 72

E

Eficiência energética 13, 14, 22, 225

Efluentes não domésticos 138, 139, 140, 145, 146, 147, 167, 168, 169, 170, 173, 175, 176

Efluente têxtil 205, 209, 211, 212

Efluente tratado 64, 66, 69, 70, 71, 196, 199, 200, 201, 202, 209, 210, 211, 214, 274

Esgotamento sanitário 2, 4, 5, 9, 14, 24, 26, 27, 31, 32, 34, 36, 38, 51, 84, 139, 167, 168, 169, 170, 176, 234, 235, 236, 237, 238, 243, 246, 247, 266, 267

Estações de tratamento de esgotos 41, 44, 49, 51, 52, 54, 62, 83, 84, 92, 138, 139, 169, 186, 197, 257

F

Filtro biológico percolador 55, 59, 158, 160, 161, 163, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286

Flotação 177, 178, 179, 180, 183, 184

I

Indicadores 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 43, 47, 73, 80, 81, 86, 87, 92, 115, 116, 123, 234, 235, 236, 238, 239, 240, 243, 244, 245, 274

Indústria de calçados 75, 77, 78, 81, 82

L

Lagoa de estabilização 64
Lagoas de polimento 158, 159, 160, 165, 166
Lodo biológico 64, 73, 133, 257, 266, 268, 271
Lodo de esgoto 226, 227, 232, 256, 258, 259, 262, 264, 265
Lodos ativados 62, 65, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 176, 198, 218, 276, 279, 287, 289, 295

M

Máquina anfíbia 266, 267, 270, 271, 272, 273
Material orgânico 203, 276, 277, 278, 294
Maus odores 125, 126, 127, 128, 130, 131, 133, 134, 135
Membranas ultrafiltrantes 93, 95, 97, 99, 101, 105, 106
Mercado livre de energia 13, 19, 21, 22
Metano dissolvido 185, 189, 190, 191, 192
Modelagem hidráulica 149, 157
Monitoramento 4, 29, 38, 47, 67, 79, 80, 81, 96, 99, 106, 111, 116, 117, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 167, 168, 171, 173, 174, 175, 176, 196, 199, 203, 204, 220, 236, 267, 282, 287, 289, 290, 291, 292

N

Nutrientes 90, 122, 123, 158, 159, 160, 185, 186, 215, 216, 217, 218, 223, 276, 278, 279, 287, 288, 289, 295

P

Plano municipal de saneamento básico 23, 24, 25, 37, 38, 140, 168, 169
Poluentes 52, 65, 93, 95, 106, 140, 158, 160, 169, 197, 206, 215, 216, 258, 262, 287, 288, 289
Poluição industrial 139, 171
Pré-dimensionamento 51, 52, 53, 57, 61, 62, 63
Problemas ambientais 216, 227, 287, 288

Q

Qualidade da água 44, 47, 63, 65, 80, 93, 94, 95, 96, 99, 101, 106, 107, 115, 123, 138, 140, 197, 204, 244, 270, 289

R

Reator UASB 55, 59, 70, 79, 83, 112, 125, 126, 127, 131, 132, 133, 163, 164, 185, 187, 188, 190, 191, 194, 228, 259, 276, 277, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285
Recursos hídricos 34, 41, 42, 43, 49, 62, 65, 76, 116, 141, 147, 148, 149, 176, 185, 188, 197, 215, 278
Rede coletora de esgoto 32, 242, 246, 249
Redução de custos 13, 14
Remoção de lodo 64, 66, 67, 71, 72, 73, 266, 267, 268, 270, 272
Remoção de nutrientes 158, 160, 215, 216, 217

Reúso não potável 42, 48, 49, 75, 77, 83
Reúso urbano 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 81

S

Saneamento ambiental 12, 22, 63, 266, 267, 286
Saneamento básico 1, 4, 9, 12, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 51, 53, 61, 62, 63, 108, 110, 116, 140, 147, 167, 168, 169, 170, 176, 234, 238, 239, 244, 245, 275
Sistema de gestão ambiental 84, 85, 91
Sustentabilidade 1, 2, 8, 11, 35, 36, 37, 39, 111, 160, 169, 226, 263, 296

T

Taxa de recirculação 162, 177, 180, 181, 182, 183
Toxicidade 174, 184, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212
Tratamento de água 10, 15, 57, 62, 93, 94, 95, 96, 105, 107, 108, 177, 178, 179, 183, 264
Tratamento de efluente doméstico 64
Tratamento de lodo 266

U

Ultrafiltração 41, 42, 44, 49, 93, 94, 95, 96, 97, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108
Universalização 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 27, 38, 51, 53, 62

 **Atena**
Editora

2 0 2 0