



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<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof<sup>a</sup> 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](http://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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A UTOPIA DA UNIVERSALIZAÇÃO DO SANEAMENTO NO BRASIL	
Marcelo Motta Veiga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>13</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
APLICABILIDADE DOS INDICADORES DO DIAGNÓSTICO NO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE BELÉM	
Arthur Julio Arrais Barros	
Marise Teles Condurú	
José Almir Rodrigues Pereira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>41</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>64</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021016</b>	

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

**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**

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>185</b>
ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO E PERDAS DE METANO EM REATOR UASB DA ETE-UFLA POR MEIO DE DIFERENTES MODELOS MATEMÁTICOS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lucas Barreto Campos</li> <li>Mateus Pimentel de Matos</li> <li>Luciene Alves Batista Siniscalchi</li> <li>Sílvia de Nazaré Monteiro Yanagi</li> <li>Lucas Cardoso Lima</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>196</b>
ESTUDO DA GERAÇÃO DE TRIHALOMETANOS (THM) EM EFLUENTE TRATADO DE SISTEMA DE LODO ATIVADO DE FLUXO INTERMITENTE	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Vanessa Farias Feio</li> <li>Neyson Martins Mendonça</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>205</b>
ESTUDO DA TOXICIDADE DE EFLUENTE TÊXTIL SUBMETIDO À PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rogério Ferreira da Silva</li> <li>Gilson Lima da Silva</li> <li>Victória Fernanda Alves Milanez</li> <li>Ricardo Oliveira da Silva</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>214</b>
FITORREMEDIAÇÃO UTILIZANDO MACRÓFITAS AQUÁTICAS NO TRATAMENTO DE EFLUENTES DE ESGOTO DOMÉSTICO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Israel Nunes Henrique</li> <li>Lucieta Guerreiro Martorano</li> <li>Nathalia Costa Scherer</li> <li>José Reinaldo Pacheco Peleja</li> <li>Timóteo Silva Ferreira</li> <li>Julia de Souza Carvalho</li> <li>Patrícia Santos Silva</li> <li>Luciana Castro Carvalho de Azevedo</li> <li>Dayhane Mayara Santos Nogueira</li> <li>Jaelbe Lemos de Castro</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>225</b>
GASEIFICAÇÃO DOS LODOS DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOS TIPOS CONVENCIONAL E UASB	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Luis Henrique Pereira da Silva</li> <li>Sérgio Peres Ramos da Silva</li> <li>Maria de Los Angeles Perez Fernandez Palha</li> <li>Adalberto Freire do Nascimento Júnior</li> </ul>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210122</b>	

**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 28 .....286**

**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 REMISSIVO .....296**

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

Data de aceite: 06/01/2020

### **Joana Eliza de Santana**

Universidade Federal de Pernambuco.  
Companhia Pernambucana de Saneamento  
Recife – Pernambuco

### **Romero Correia Freire**

Companhia Pernambucana de Saneamento  
Recife – Pernambuco

### **Aldebarã Fausto Ferreira**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife – Pernambuco

### **Mayra Angelina Quaresma Freire**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife – Pernambuco

### **Maurício Alves da Motta Sobrinho**

Universidade Federal de Pernambuco  
Recife – Pernambuco

**RESUMO:** O Rio Capibaribe, em Pernambuco, tem apresentado resultados positivos para a presença de cianobactérias. Estas ocasionam a formação de flocos de baixa densidade, fazendo com que ETAs convencionais com decantação tratem esse tipo de água com dificuldade, gerando custos maiores no processo. A flotação seguida da filtração é opção viável técnica e economicamente para o tratamento de águas com grande quantidade de algas. Posto isto, o presente trabalho apresenta

os resultados obtidos da otimização da taxa de reciclo de um sistema de flotação, em função do tipo e dosagem do coagulante utilizado no processo, visando obter a máxima redução na cor, turbidez, ferro e manganês no tratamento da água do Rio Capibaribe em Pernambuco. Neste sentido, a melhor eficiência de remoção para os parâmetros citados foi de 99 %, 98%, 91% e 67%, respectivamente, mostrando que o processo de flotação por ar dissolvido é promissor no tratamento da água desse rio.

**PALAVRAS-CHAVE:** FAD, Taxa de Recirculação, Rio Capibaribe, Flotação.

### TREATABILITY STUDY TO OPTIMIZE AIR SOLVED FLOTATION TO RIVER CAPIBARIBE WATER TREATMENT AT PERNAMBUCO

**ABSTRACT:** The river Capibaribe, at Pernambuco, had been presenting positive results to cyanobacteria. It brings on low density flakes, giving difficulties to water treatment using conventional WTSs with decantation and increasing process costs. The flotation followed by filtration is an available technically and economically option to high algae concentrated water treatment. Thereby, this study presents results from recycle tax optimization to a flotation system in function of coagulating type and dose on process as objective to obtain the maximum color, turbidity, iron and manganese reductions

on river Capibaribe water treatment at Pernambuco. As results, better removing efficiency to quoted parameters were 99 %, 98%, 91% e 67%, respectively, showing that the air solved flotation treatment can be promising to treat this river.

**KEYWORDS:** ASF, Recycle, Rio Capibaribe, Flotation.

## INTRODUÇÃO

A flotação é um processo de separação baseado na introdução de bolhas de gás, geralmente o ar, como meio de transporte para as partículas suspensas, sendo estas hidrofóbicas ou condicionadas. Anexadas às bolhas, estas partículas formam um aglomerado de densidade aparente menor que a água, levando-o a flutuar até a superfície, formando uma capa de lodo de espessura crescente que posteriormente é removida por raspadores superficiais (KYZAS; MATIS, 2018; RICHTER, 2009).

Dentre os processos de flotação mais utilizados, destacam-se a flotação por ar disperso ou induzido, a flotação eletrolítica ou eletroflotação e a flotação por ar dissolvido (FAD), que são diferenciados, basicamente, pelo método de geração de bolhas.

No tratamento de água para consumo humano, o tipo de flotação mais utilizado é a FAD, no qual as bolhas são geradas por redução da pressão de um fluxo de água saturado com ar. Esse processo de flotação pode ser separado em três subtipos: com pressurização parcial do afluente, pressurização total do afluente, pressurização do efluente recirculado (Figura 1). Este último é o mais recomendado para tratamento de água que requerem a remoção de flocos com baixa densidade, como, por exemplo, flocos de águas cujo manancial tenha florações algais (DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

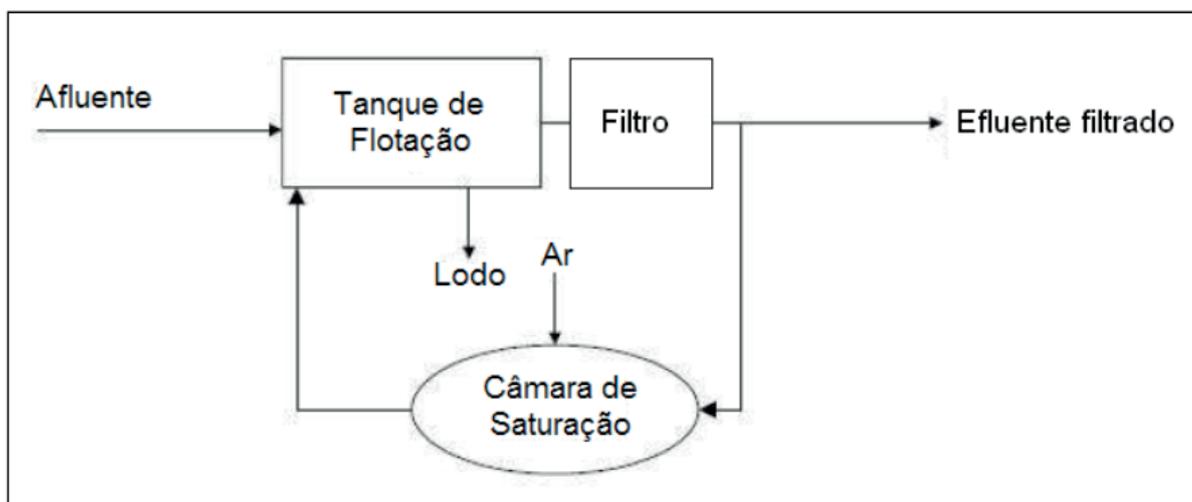


Figura 1: Flotação com pressurização do recirculado.

Fonte: Adaptado de Lopes (2008).

A principal vantagem da FAD são as altas taxas empregadas (entre 240 e 360 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>.dia). Se comparadas com a sedimentação, geralmente chegam a ser 10 vezes maior, resultando assim em ETAs mais compactas. Outro fator favorável ao uso da FAD com pressurização do recirculado para clarificação de águas é o fato de a vazão de recirculação ser relativamente pequena (7 a 15%). Além dessas, tem-se ainda que a concentração de sólidos no lodo chega a ser significativamente mais alta que na sedimentação, podendo apresentar teor de sólidos até 6 vezes maior que o da sedimentação (LOPES, 2008; DI BERNARDO; DANTAS, 2005).

Levantamentos realizados por Girão (2004) e por Dantas (2010) mostram a presença de cianobactérias na água do Rio Capibaribe na altura de Surubim, causada, provavelmente, devido à falta de tratamento dos efluentes domésticos e industriais, além da lixiviação de fertilizantes provenientes de áreas ocupadas pela agricultura. Outro fator que estimula o desenvolvimento de cianobactérias é o clima da região nordeste, predominantemente quente e com alta taxa de insolação (LIMA, 2017).

A flotação seguida da filtração é uma rota viável técnica e economicamente, para o tratamento de águas com grandes quantidades de algas ou de cor elevada e baixa turbidez, sendo uma alternativa viável para o tratamento de água do Rio Capibaribe, situado no estado de Pernambuco.

A utilização deste processo se justifica nas características climáticas e crescimento algal já citados, os quais proporcionam flocos com baixa densidade. Uma ETA convencional com decantação trata com dificuldade uma água bruta com tendência a formar flocos leves, necessitando da adição de mais coagulantes e de coadjuvantes para dar lastro aos flocos, devido a velocidade de flotação destes ser maior que a velocidade de decantação no processo convencional.

## **OBJETIVOS**

O objetivo do presente estudo é otimizar a taxa de reciclo do sistema de flotação por ar dissolvido (FAD), juntamente com o tipo e dosagem do coagulante utilizado no processo para obtenção da máxima redução na cor, turbidez, ferro e manganês no tratamento da água do Rio Capibaribe em Pernambuco.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A água bruta, proveniente do Rio Capibaribe, nas imediações de Surubim/PE, foi caracterizada em função dos parâmetros de turbidez (Turbidímetro Hach 2100Q), cor aparente (Colorímetro Digimed DM-COR), manganês (Kit Colorimétrico da Merck) e ferro (Kit Colorimétrico da Hach modelo IR-18).

Para simular o processo de flotação, utilizou-se um flotatete da PoliControl com câmara de pressurização. O equipamento foi concebido com fundo dos jarros adaptado em tela de fibra com 30 furos para permitir a entrada de água saturada com ar 0,954 mm, correia ajustável, velocidade programável de 10 a 700 rpm, cubas quadradas em acrílico transparente com capacidade de 3,5 litros; saturador de 15 a 600 kPa, mangueira de sucção 5 mm por cuba, interligação do saturador e base dos reatores de 0,125 mm. Na Figura 2 encontra-se um exemplo do flotatete. A alimentação da água bruta se dá por uma abertura superior do vaso de flotação, onde são simuladas inicialmente a mistura rápida e a floculação.

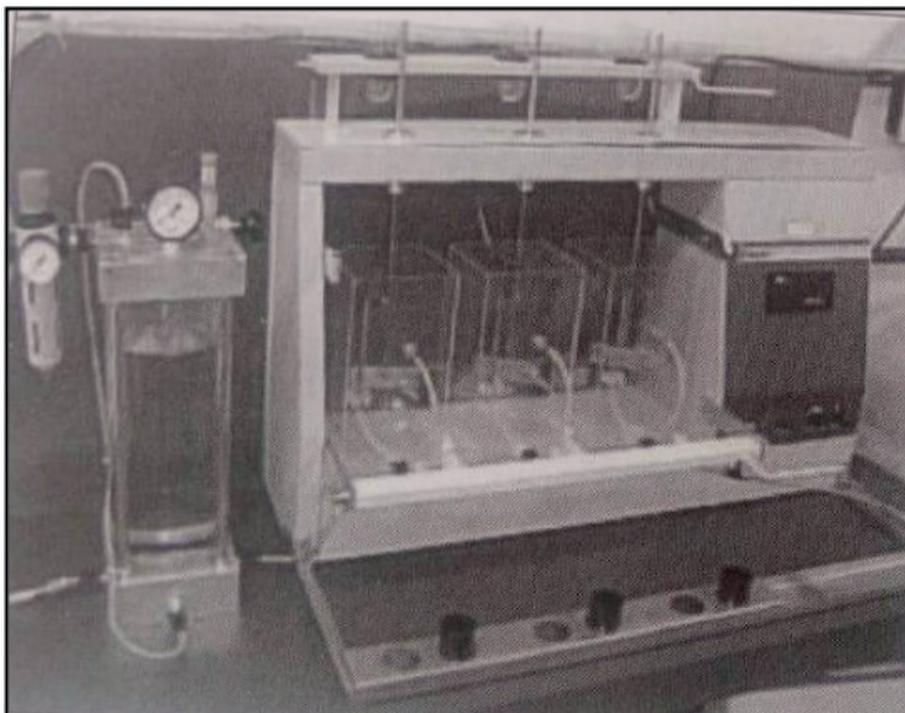


Figura 2: Exemplo de Flotatete com câmara de pressurização.

Fonte: DI BERNARDO; DANTAS; VOLTAN, 2011.

Neste estudo foram utilizados como coagulantes o sulfato de alumínio e o cloreto férrico, preparados na concentração de 2% m/v, variando as dosagens de 15 a 25 mg/L. O gradiente da mistura rápida foi  $800 \text{ s}^{-1}$  e tempo de 20 s; o gradiente no floculador foi igual a  $50 \text{ s}^{-1}$  e tempo de detenção de 15 min.

A operação do sistema consistiu em saturar a água filtrada do Rio Capibaribe com ar durante 10 minutos, sob pressão de 5,0 atm. Em seguida foi feita a liberação da água com ar saturado na base da coluna, através de uma válvula agulha. A velocidade de flotação foi igual a 10 cm/min e o tempo de detenção igual a 10 minutos. A taxa de recirculação variou de 10 a 12%, indicada no reator do flotatete (Figura 3a). A água clarificada foi amostrada através de uma saída (Figura 3b) para a determinação da cor, turbidez, ferro e manganês.

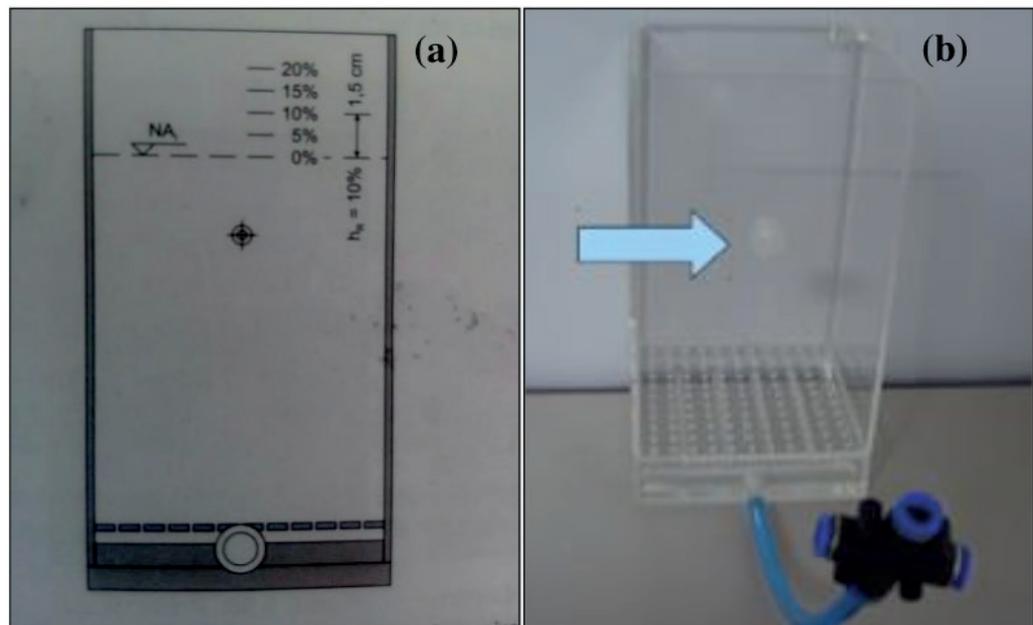


Figura 3: (a) Medição da taxa de reciclo. (b) Ponto amostragem para análise.  
 Fonte: (a) DI BERNARDO; DANTAS; VOLTAN, 2011. (b) PoliControl Equipamentos Analíticos.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A Tabela 1 contém as principais características da água bruta estudada.

<b>Cor (uC)</b>	200
<b>Turbidez (uT)</b>	20
<b>Fe (mg/L)</b>	3,5
<b>Mn (mg/L)</b>	1,2

Tabela 1: Características da água bruta.

Os resultados obtidos com a variação do coagulante e sua dosagem e da taxa de recirculação estão descritos nas Tabelas 2,3 e 4.

Sulfato de Alumínio					Cloreto Férrico				
Dosagem de coagulante (mg/L)	Cor (uC)	Turbidez (uT)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Dosagem de coagulante (mg/L)	Cor (uC)	Turbidez (uT)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
15	140	8,2	1,1	1,0	15	35	3,8	1,1	0,9
17	140	8	1,1	0,8	17	30	3,6	0,9	0,8
19	120	7,8	1,1	0,7	19	30	3,2	0,9	0,6
21	120	7,6	0,9	0,7	21	25	3	0,9	0,6
23	110	7,2	0,9	0,6	23	20	2,9	0,9	0,6
25	100	7,2	0,9	0,6	25	17	2,8	0,9	0,6

Tabela 2: Resultados da água clarificada para a taxa de recirculação de 10%.

Sulfato de Alumínio					Cloreto Férrico				
Dosagem de coagulante (mg/L)	Cor (uC)	Turbidez (uT)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Dosagem de coagulante (mg/L)	Cor (uC)	Turbidez (uT)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
15	110	7,2	0,9	0,7	15	18	2,5	0,8	0,7
17	110	7	0,7	0,7	17	17	2,3	0,5	0,7
19	100	6,9	0,5	0,7	19	16	2,1	0,4	0,7
21	97	6,9	0,5	0,7	21	16	1,9	0,4	0,7
23	95	6,8	0,4	0,7	23	14	1,9	0,4	0,7
25	95	6,8	0,3	0,7	25	12	1,8	0,3	0,7

Tabela 3: Resultados da água clarificada para a taxa de recirculação de 11%.

Sulfato de Alumínio					Cloreto Férrico				
Dosagem de coagulante (mg/L)	Cor (uC)	Turbidez (uT)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)	Dosagem de coagulante (mg/L)	Cor (uC)	Turbidez (uT)	Fe (mg/L)	Mn (mg/L)
15	90	6,4	0,4	0,6	15	5	1,5	0,3	0,5
17	80	5,1	0,4	0,6	17	4	0,9	0,3	0,5
19	85	5,1	0,4	0,5	19	4	0,8	0,3	0,4
21	80	4,9	0,3	0,5	21	3	0,6	0,3	0,4
23	80	4,7	0,3	0,4	23	3	0,6	0,3	0,4
25	75	4,6	0,3	0,4	25	2	0,4	0,3	0,4

Tabela 4: Resultados da água clarificada para a taxa de recirculação de 12%.

Comparando os coagulantes, para a mesma vazão de reciclo, percebe-se que o cloreto férrico obteve resultados melhores que o sulfato de alumínio para todas as dosagens realizadas. Isso pode ser explicado devido ao fato de o cloreto férrico formar flocos mais rapidamente e, ao mesmo tempo, mais resistente ao cisalhamento que os de sulfato de alumínio como já mostrado no trabalho de Libânio *et al.* (1997).

Com o aumento da recirculação, a tendência é de diminuição nos valores dos parâmetros medidos, ou seja, a taxa de reciclo de 12% foi a que obteve melhores resultados. Uma maior taxa de reciclo fornece bolhas de diâmetro menores, como mostrado no trabalho de Takahashi, Miyahara e Mochizuki (1979). Bolhas menores possuem maiores áreas de contato e, segundo Kitchener e Gochin (1981), bolhas maiores possuem velocidades ascensionais elevadas que podem romper os flocos formados ou até mesmo as interações entre flocos e bolhas.

Analisando as Tabelas 2, 3 e 4, percebe-se que o aumento da dosagem de coagulantes, para o mesmo coagulante e a uma mesma taxa de reciclo, proporciona uma maior eficiência na remoção dos parâmetros analisados, na faixa de concentração estudada.

Dentre todos os resultados, o que obteve os menores valores remanescentes dos parâmetros analisados foi o com a taxa de recirculação de 12% para o coagulante cloreto férrico com dosagem de 25 mg/L. Utilizando estas condições de ensaio,

consegue-se enquadrar a cor e a turbidez, com porcentagens de remoção 99% e 98%, respectivamente. A remoção de ferro (91%) ficou no limite, sendo o máximo permitido igual a 0,3 mg/L de acordo com a Portaria de Consolidação nº 05, Anexo XX, de 28/09/2017 do Ministério da Saúde. O manganês ficou acima do preconizado pela referida Portaria, cujo valor máximo permitido é 0,1 mg/L, sendo a sua remoção igual a 67%. É importante destacar que a água final obtida, na qual foram feitas as análises, é uma água clarificada, estando uma etapa antes de passar pelos filtros, podendo haver redução dos parâmetros após filtração.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O processo de flotação por ar dissolvido é frequentemente recomendado para o tratamento de água para consumo humano quando os flocos presentes na água durante o tratamento não têm densidade suficiente para decantar. Os resultados apresentados no presente estudo demonstraram que o processo de flotação por ar dissolvido é promissor no tratamento de água do Rio Capibaribe nas imediações do município de Surubim-PE, onde há uma grande proliferação algal. Diante das condições analisadas, foi possível otimizar o processo de floculação segundo parâmetros de Cor, Turbidez, Ferro e Manganês, sendo a maior taxa de remoção de parâmetros obtida para taxa de recirculação de 12% com dosagem de 25 mg/L de Cloreto Férrico. A melhor eficiência de remoção de parâmetros foi para 99 % da Cor, 98% da Turbidez, 91% do Ferro e 67% do Manganês.

Diante dos excelentes resultados obtidos no presente estudo, recomenda-se mais ensaios para otimização dos gradientes na mistura rápida e no floculador juntamente com o tempo de detenção do efluente no floculador, fundamental para a qualidade dos flocos formados.

## REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº 05, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.
2. DANTAS, E.W. Ecologia da comunidade de algas planctônicas em reservatórios de Pernambuco (Nordeste, Brasil). 2010. 143 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.
3. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D.B. Métodos e técnicas de tratamento de água. — 2ª ed. Vol. 1 — São Carlos: RiMa, 2005.
4. DI BERNARDO, L.; DANTAS, A.D.B.; VOLTAN, P.E.N. Tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. São Carlos: LDiBe, 2011.
5. GIRÃO, L.C.P. Uma análise de contribuição dos programas básicos ambientais como

instrumento de gestão ambiental para a Barragem de Jucazinho localizada no município de Surubim-PE. 2004. 133 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.

6. KITCHENER, J.A.; GOCHIN, R.J. The mechanism of dissolved air flotation for potable water: basic analysis and a proposal. *Water Research*, v. 15, n. 5, p. 585-590, 1981.
7. KYZAS, G.; MATIS, K. Flotation in Water and Wastewater Treatment. *Processes*, [s.l.], v. 6, n. 8, p.116-132, 7 ago. 2018.
8. LIBÂNIO, M.; PEREIRA, M.M.; VORCARO, B.M.; REIS, R.C.; HELLER, L. Avaliação do emprego de sulfato de alumínio e do cloreto férrico na coagulação de águas naturais de turbidez média e cor elevada. In: 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997, Foz do Iguaçu. Anais do 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu: ABES, 1997.
9. LIMA, V.C.M. Cianobactérias em reservatórios do Estado de Pernambuco: ocorrência e toxicidade. *Holos*, [s.l.], v. 4, p.111-124, 19 set. 2017.
10. LOPES, F.M.F. Comparação da flotação por ar dissolvido e sedimentação no tratamento de águas – estudo em escala de bancada utilizando policloreto de alumínio. 2008. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.
11. RICHTER, C.A. Água: métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Editora Blucher, 2009.
12. TAKAHASHI, T.; MIYAHARA, T.; MOCHIZUKI, H. Fundamental study of bubble formation in dissolved air pressure flotation. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, [s.l.], v. 12, n. 4, p.275-280, 1979.

## 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**