



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 Internazionele 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>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021017</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>84</b>
AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E OPERACIONAIS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO	
Ingrid Moreno Mamedes Karytany Ulian Dalla Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021018</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>93</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.4792021019</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>110</b>
BIOFILTRAÇÃO PARA TRATAMENTO DE SULFETO DE HIDROGÊNIO	
Monise Fernandes Melo Alexandre Prado Rocha Michele Lopes Cerqueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210110</b>	
<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>115</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210111</b>	
<b>CAPÍTULO 12 .....</b>	<b>125</b>
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	
<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	
Lucas Barreto Campos Mateus Pimentel de Matos Luciene Alves Batista Siniscalchi Sílvia de Nazaré Monteiro Yanagi Lucas Cardoso Lima	
<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	
Vanessa Farias Feio Neyson Martins Mendonça	
<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	
Rogério Ferreira da Silva Gilson Lima da Silva Victória Fernanda Alves Milanez Ricardo Oliveira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>214</b>
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	
<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	
Luis Henrique Pereira da Silva Sérgio Peres Ramos da Silva Maria de Los Angeles Perez Fernandez Palha Adalberto Freire do Nascimento Júnior	
<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**



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

Data de aceite: 06/01/2020

### **Paula Rafaela Silva Fonseca**

Universidade Federal de Minas Gerais,  
Departamento de Engenharia Sanitária e  
Ambiental  
Belo Horizonte  
<http://lattes.cnpq.br/0587117548076856>

### **Sue Ellen Costa Bottrel**

Universidade Federal de Juiz de Fora,  
Departamento de Engenharia Sanitária e  
Ambiental  
Juiz de Fora  
<http://lattes.cnpq.br/1846064067651897>

### **Ricardo Stahlschmidt Pinto Silva**

Companhia de Saneamento Municipal de Juiz de  
Fora, Departamento de Projetos  
Juiz de Fora

### **Júlio César Teixeira**

Universidade Federal de Juiz de Fora,  
Departamento de Engenharia Sanitária e  
Ambiental  
Juiz de Fora  
<http://lattes.cnpq.br/8763769776379175>

**RESUMO:** O conhecimento das características dos esgotos industriais, também denominados efluentes não domésticos (ENDs) gerados em determinada localidade é fundamental para a segurança operacional da rede de esgotos e bom

funcionamento das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), principalmente naquelas em que o tratamento biológico encontra-se presente. Além disso, tal conhecimento é de suma importância na implementação de programas de controle e monitoramento de tais efluentes. Neste contexto, o presente trabalho objetiva definir os parâmetros de controle de efluentes industriais no município de Juiz de Fora – MG. A partir de dados relativos a licenças ambientais de operação industrial, expedidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Juiz de Fora (SMA/JF), categorização dessas indústrias segundo a NBR 9897 (ABNT, 1986), e avaliação dos parâmetros de monitoramento da qualidade da água ao longo dos corpos receptores de Juiz de Fora nos pontos de monitoramento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) foram elencados os principais parâmetros de controle de ENDs para o município. Os parâmetros considerados pelo presente trabalho como básicos na caracterização de efluentes industriais para o município de Juiz de Fora foram: pH; temperatura; sólidos totais em suspensão; sólidos sedimentáveis; demanda bioquímica de oxigênio; demanda química de oxigênio; óleos e graxas; fósforo total; nitrogênio amoniacal total; fenóis totais; cádmio total; chumbo total; cianeto livre e zinco total.

**PALAVRAS-CHAVE:** efluentes não

domésticos, saneamento, poluição industrial, controle, monitoramento.

## ESTABLISHMENT OF CONTROL AND MONITORING PARAMETERS FOR NON-DOMESTIC EFFLUENTS IN THE CITY OF JUIZ DE FORA, MINAS GERAIS, BRAZIL

**ABSTRACT:** Knowledge of the characteristics of industrial sewage - also known as non-domestic effluent (NDE) - generated in a given location is fundamental for the operational safety of the sewage system and the proper functioning of the Wastewater Treatment Plants (WWTP), especially in those where biological treatment is present. Moreover, such knowledge is of primordial importance in the implementation of monitoring and control programs of such effluents. In this context, the present work aims to define the parameters of industrial effluent control in the city of Juiz de Fora - MG. From data related to environmental licenses of industrial operation, issued by the Municipal Environmental Secretariat of Juiz de Fora (SMA / JF), categorization of these industries according to NBR 9897 (ABNT, 1986) and evaluation of quality monitoring parameters of water along the receiving water bodies of Juiz de Fora at the monitoring points of the Minas Gerais Institute for Water Management (IGAM), the main parameters of NDE control for the municipality were listed. The parameters considered by the present work as basic in the characterization of industrial effluents for the city of Juiz de Fora were: pH; temperature; total suspended solids; sedimentable solids; biochemical oxygen demand; chemical oxygen demand; oils and greases; total phosphorus; total ammonia nitrogen; total phenols; total cadmium; total lead; free cyanide and total zinc.

**KEYWORDS:** non-domestic effluents, sanitation, industrial pollution, control, monitoring

### 1 | INTRODUÇÃO

As atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, segundo a Lei Federal nº 11.445 (BRASIL, 2007) compõe o serviço de esgotamento sanitário. Segundo definição da Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) nº 9648 (ABNT, 1986), esgoto sanitário é o despejo líquido constituído pelos esgotos doméstico e industrial, águas de infiltração e contribuição pluvial parasitária.

Dependendo das características dos despejos industriais, que variam de acordo com os processos produtivos, os mesmos podem ser admitidos nas redes de esgotos. Os esgotos industriais, também denominados efluentes não domésticos (ENDs), são encontrados em pontos específicos da rede coletora (VON SPERLING, 2016). O conhecimento das características dos ENDs gerados em determinada localidade é fundamental para a segurança operacional da rede de esgotos e bom funcionamento das Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs), principalmente naquelas em que o tratamento biológico encontra-se presente.

Outro aspecto a ser considerado, segundo Von Sperling (1998), quando se trata de efluentes industriais, é a dificuldade em generalizar quais parâmetros serão priorizados pelos órgãos ambientais nas etapas de licenciamento e fiscalização, já que os parâmetros dependem da realidade de cada local e da tipologia industrial prevalente. Sapia (2003), diz ainda, que mesmo que a legislação englobe as diversas listas de poluentes perigosos estipulados pelos órgãos ambientais dos diferentes países do mundo, não se garantiria sua eficácia sem um estudo regionalizado das fontes de ENDs lançados no sistema público.

Juiz de Fora, situada no sudeste do estado de Minas Gerais e considerada a principal cidade da mesorregião “Zona da Mata Mineira” possui 516.247 habitantes (IBGE, 2010), 98,1% de esgotos coletados e apenas 10% tratados. Visando o atendimento da Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), em 2014 foi concluído o Plano Municipal de Saneamento Básico de Juiz de Fora (PSB/JF), que prevê, dentre outras ações, a implantação e ampliação de ETEs (ação em andamento) bem como a elaboração de um programa de recebimento de efluentes não domésticos (JUIZ DE FORA, 2014).

Neste contexto, o presente trabalho representa um esforço inicial na definição dos parâmetros de interesse no controle de efluentes industriais no município de Juiz de Fora – MG levando-se em consideração as características locais. Com este trabalho, pretende-se fornecer subsídios para as indústrias, companhias de saneamento e órgãos ambientais na gestão dos ENDs do município.

## 2 | OBJETIVO

O objetivo geral do presente trabalho é definir os parâmetros de controle de efluentes industriais no município de Juiz de Fora – MG, e para alcançá-lo foram definidos os seguintes objetivos específicos: i) determinar as fontes contribuintes de efluentes não domésticos, a partir de levantamento quali/quantitativo das indústrias do município; ii) Avaliar os parâmetros de monitoramento da qualidade da água ao longo dos corpos receptores de Juiz de Fora nos pontos de monitoramento do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM).

## 3 | METODOLOGIA

Inicialmente, obtiveram-se dados relativos a licenças ambientais de operação industrial, expedidas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Juiz de Fora (SMA/JF) durante o período de 2002 a 2014, até a classe 4 da Deliberação Normativa nº 74 (COPAM, 2004). Tais indústrias foram classificadas segundo as categorias apresentadas na NBR 9897 (ABNT, 1986), quais sejam: Alimentos; Alumínio; Bebidas; Cereais; Cimento, concreto, cal e gesso; Curtume; Laticínios; Materiais plásticos e



sintéticos; Papel, polpa e celulose; Produtos farmacêuticos; Produtos inorgânicos; Produtos orgânicos; Têxtil; Tratamento de superfícies metálicas e galvanoplastias; Vegetais e frutas enlatados.

Posteriormente, para caracterizar os efluentes gerados pelas diferentes indústrias consideradas, utilizou-se a Tabela 1 – Recomendações de parâmetros mínimos para controle de efluentes líquidos da NBR 9897 (ABNT, 1986), onde foram levantados os parâmetros de interesse relativos a cada tipologia industrial.

Partindo-se da premissa de que o baixo nível de tratamento de esgotos leva ao lançamento *in natura* dos mesmos em corpos hídricos, analisou-se em seguida as informações apresentadas pelo IGAM nos documentos “Qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2014: resumo executivo” (IGAM, 2015) e “Qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2015: resumo executivo” (IGAM, 2016), para o município de Juiz de Fora. Tais documentos compõem o Programa Águas de Minas, onde são monitoradas diversas estações ao longo de corpos hídricos cujos parâmetros de qualidade são avaliados segundo o cumprimento da Deliberação Normativa Conjunta do Conselho Estadual de Política Ambiental e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais nº 01 (COPAM/CERH, 2008). Essa norma dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Na avaliação, considerou-se que se ao menos um parâmetro estivesse em desacordo com os limites da legislação, o indicativo de contaminação ao qual o parâmetro se refere seria considerado em desconformidade (IGAM, 2015). No município de Juiz de Fora foram analisados os dados provenientes de seis estações de monitoramento, denominadas BS002, BS006, BS017, BS083, BS088 e BS090. Na Figura 1, exibe-se as quatro das seis estações de monitoramento avaliadas, destacando-se a localização do Distrito Industrial de Juiz de Fora, área que reúne grande concentração das atividades industriais da cidade.

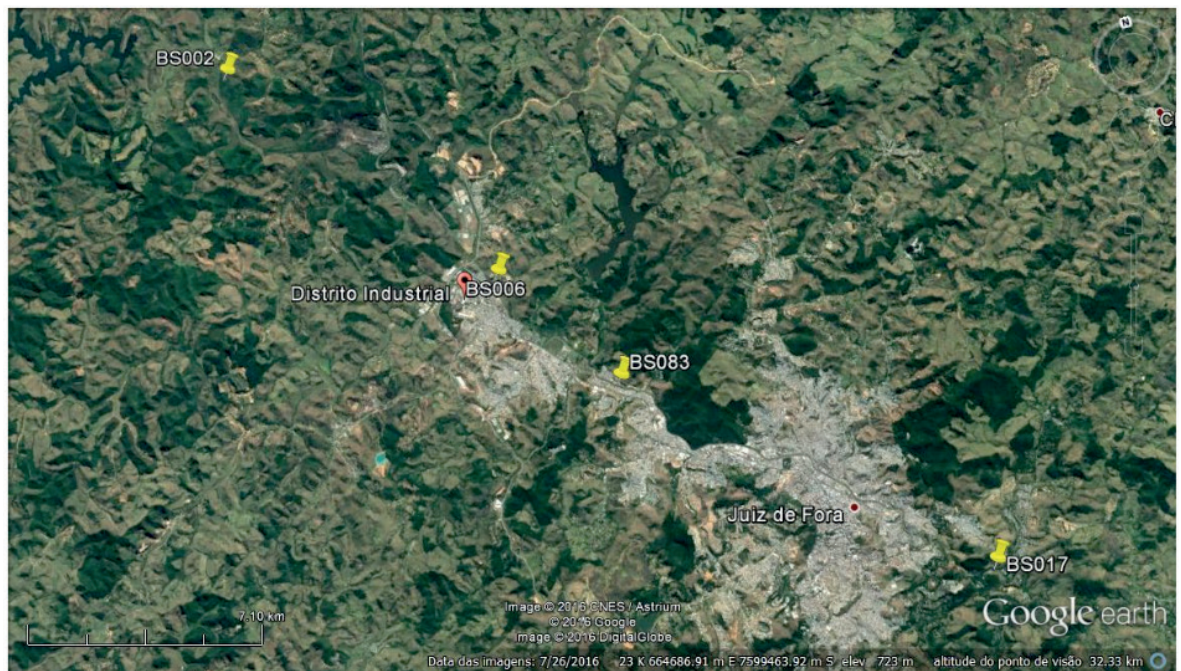


Figura 1 Localização de quatro estações de monitoramento do IGAM no município de Juiz de Fora

Fonte: Google Earth (2016)

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Tipologia Industrial do Município

As categorias adotadas neste trabalho para a classificação das indústrias foram aquelas consideradas nas recomendações de parâmetros mínimos para controle de efluentes pela NBR 9897 (ABNT, 1986). Da amostra de 140 indústrias, destacaram-se os ramos têxtil; produtos orgânicos; alimentos; materiais plásticos e sintéticos e concreto, cal e gesso, com 24, 20, 17, 13 e 12 unidades, respectivamente.

### 4.2 Parâmetros para controle de efluentes líquidos segundo NBR 9897 (ABNT, 1986)

Parte dos resultados obtidos na análise realizada com base na Tabela 1 da NBR 9897 (ABNT, 1986) são apresentados no Quadro 1, que contém os parâmetros elencados pela referida norma e respectivas frequências de ocorrência nos efluentes do quadro industrial considerado para Juiz de Fora – MG.

<b>Frequência de ocorrência de cada parâmetro nos efluentes das indústrias consideradas</b>					
<b>Parâmetro</b>	<b>N° Indústria</b>	<b>Porcentagem relativa</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>N° Indústria</b>	<b>Porcentagem relativa</b>
pH	140	100%	Carbono orgânico total	54	39%
Sólidos dissolvidos	140	100%	N-nitrato	54	39%
Sólidos não-filtráveis	140	100%	N-nitrito	54	39%
Sólidos sedimentáveis	140	100%	N-orgânico	52	37%
Sólidos totais	140	100%	Cromo total	51	36%
Temperatura	140	100%	Cobre	48	34%
Óleos e Graxas	139	99%	Estanho	48	34%
DQO	133	95%	Sulfatos	45	32%
DBO <sub>5,20</sub>	124	89%	Mercúrio	44	31%
Fósforo total	87	62%	Sulfetos	43	31%
Fenol	78	56%	Organoclorados	33	24%
N-total	78	56%	Arsênio	32	23%
Cor	73	52%	Fosfatos	32	23%
Cádmio	69	49%	Organofosforados	29	21%
Chumbo	69	49%	Carbamatos	28	20%
Cianeto	69	49%	Turbidez	28	20%
N-amoniaco	65	46%	Materiais Flutuantes	24	17%
Alcalinidade	63	45%	Mercaptanas	24	17%

<b>Frequência de ocorrência de cada parâmetro nos efluentes das indústrias consideradas</b>					
<b>Parâmetro</b>	<b>N° Indústria</b>	<b>Porcentagem relativa</b>	<b>Parâmetro</b>	<b>N° Indústria</b>	<b>Porcentagem relativa</b>
Ferro total	61	44%	Níquel	24	17%
Zinco	60	43%	Sulfitos	20	14%

Quadro 1. Frequência de ocorrência dos parâmetros de monitoramento nas indústrias de Juiz de Fora consideradas

### 4.3 Parâmetros que apresentaram não conformidades segundo monitoramento do IGAM

Os parâmetros que apresentaram não conformidade dentro dos indicativos de enriquecimento orgânico e substâncias tóxicas nas estações de monitoramento do IGAM encontram-se no Quadro 2, bem como o rio no qual a estação estava instalada e o enquadramento dos mesmos.

Rio/Classe	Estação de Monitoramento	Enriquecimento orgânico		Substâncias tóxicas	
		2014	2015	2014	2015
Rio Paraibuna Classe 2	BS002 (montante Distrito Industrial)	-	Fósforo total	-	
	BS006	Demanda Bioquímica de Oxigênio	Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo total	Fenóis totais	-
	BS017 (jusante Centro)	Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo total	Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo total, Nitrogênio amoniacal total	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre	Cádmio total, Cianeto livre, Zinco total
	BS083 (jusante Distrito Industrial)	Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo total	Demanda Bioquímica de Oxigênio, Fósforo total	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Zinco total	Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Zinco total
Rio Vermelho Classe 1	BS088	-	-	-	-
Rio do Peixe Classe 1	BS090	-	-	-	-

Quadro 2 Parâmetros que apresentaram não conformidades nas estações de monitoramento de Juiz de Fora

Fonte: Adaptado de Igam (2015, 2016)

Ao relacionar o Quadro 2 com a Figura 1, observou-se inconformidades na

estação BS083 que não estavam presentes na BS002, sendo essas estações situadas, respectivamente, à jusante e a montante da região do Distrito Industrial de Juiz de Fora. Este pode ser um indício da presença de lançamento de efluentes industriais contendo os parâmetros potencialmente tóxicos listados no Quadro 2 pelos empreendimentos localizados no Distrito Industrial no rio Paraibuna, principal curso de água do município.

A estação BS017, situada à jusante do centro urbano de Juiz de Fora também se destacou pela presença de substâncias potencialmente tóxicas e de enriquecimento orgânico não conformes, o que pode indicar tanto um resultado de novos lançamentos (tanto industriais, quanto domésticos) ao longo do rio Paraibuna, como a persistência de substâncias não biodegradáveis recebidas na região do Distrito Industrial.

Destaca-se ainda, que os parâmetros analisados pelo IGAM que não apresentaram conformidade com a Deliberação Normativa nº 01 (COPAM/CERH, 2008) em Juiz de Fora, Quadro 2, são aqueles que apresentam maior frequência nos efluentes industriais do município segundo análise a partir da NBR 9897 (ABNT, 1986), o que reforça a hipótese que a origem predominante desses parâmetros ser de origem industrial, ou seja, efluentes não domésticos (ENDs).

#### 4.4 Parâmetros definidos para o controle dos efluentes industriais de Juiz de Fora - MG

Devido aos motivos explicitados, optou-se por adotar como parâmetros prioritários de interesse para recebimento de ENDs originários de qualquer tipologia industrial de Juiz de Fora, aqueles que apresentaram não conformidades durante os anos de 2014 e 2015. Incluiu-se ainda os parâmetros que são indicados para controle dos efluentes de mais de 90% das indústrias de Juiz de Fora, como pode ser visto no Quadro 1: pH, temperatura, óleos e graxas, DQO, sólidos totais em suspensão e sólidos sedimentáveis. O conjunto dos parâmetros propostos para compor a caracterização básica de qualquer indústria do município encontra-se no Quadro 3. Para uma análise mais aprofundada, recomenda-se que além desses, o END seja caracterizado com outros parâmetros segundo sua tipologia industrial. No caso dos parâmetros: cádmio total, chumbo total, cianeto livre e zinco total, recomenda-se que seja concedida isenção de monitoramento no caso de justificativa técnica respaldada nas características do processo produtivo do empreendimento.

<b>Parâmetros para o recebimento de ENDs em Juiz de Fora</b>	<b>Justificativa da inclusão dos parâmetros</b>
pH	Porcentagem*



Temperatura	Porcentagem
Sólidos totais em suspensão	Porcentagem
Sólidos sedimentáveis	Porcentagem
Demanda Bioquímica de Oxigênio	NC**
Demanda Química de Oxigênio	Porcentagem
Óleos e graxas	Porcentagem
Fósforo total	NC
Nitrogênio amoniacal total	NC
Fenóis totais	NC
Cádmio total	NC
Chumbo total	NC
Cianeto livre	NC
Zinco total	NC

Quadro 3 Parâmetros básicos propostos para compor o programa de recebimento de ENDs em Juiz de Fora

\*Monitoramento recomendado em pelo menos 90% das indústrias, o que pode ser verificado no Quadro 1

\*\*NC: Não conforme segundo monitoramento do IGAM nos anos de 2014 e 2015, o que pode ser verificado no Quadro 2.

## 5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Tomando como referência as indústrias amostradas neste trabalho, o ramo industrial predominante em Juiz de Fora é o da indústria têxtil, seguido pela indústria de produtos orgânicos e de alimentos. O maior número de parâmetros que apresentaram não conformidade com a Deliberação Normativa nº 01 (COPAM/CERH, 2008), segundo monitoramento do IGAM (2014, 2015), foram obtidos em estações localizadas a jusante do Distrito Industrial de Juiz de Fora e a jusante do centro urbano do município. Os parâmetros considerados pelo presente trabalho como básicos na caracterização de efluentes industriais para o município de Juiz de Fora foram: pH; temperatura; sólidos totais em suspensão; sólidos sedimentáveis; demanda bioquímica de oxigênio; demanda química de oxigênio; óleos e graxas; fósforo total; nitrogênio amoniacal total; fenóis totais; cádmio total; chumbo total; cianeto livre e zinco total.

Definir qual metodologia assumir foi uma das principais dificuldades deste trabalho. Por este motivo, recomenda-se o estabelecimento e a divulgação de uma metodologia padronizada para a elaboração de programas de recebimento de efluentes não domésticos (ENDs). Recomenda-se ainda a realização do levantamento completo e atualizado das indústrias existentes no município de Juiz

de Fora, classificação segundo a tipologia industrial e divulgação desses dados na rede mundial de computadores por parte da Secretaria Municipal de Meio Ambiente.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9897 - **Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 1986.

BRASIL, **Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília: Diário Oficial da União de 08 de janeiro de 2007.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). **Deliberação Normativa nº 74, de 9 de setembro de 2004**. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ambiental de funcionamento ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização ambiental e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Disponível em: < <http://sisemanet.meioambiente.mg.gov.br/mbpo/recursos/DeliberaNormativa74.pdf>>. Acessado em: 24 de janeiro de 2016.

CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL; CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE MINAS GERAIS. **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º1, de 05 de mai. de 2008**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Belo Horizonte: COPAM, 2008.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Dados Série Histórica de Monitoramento do ano de 2014**. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/serie-historica/9021-2014>>. Acessado em: 28 de junho de 2016.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Dados Série Histórica de Monitoramento do ano de 2015**. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/serie-historica/9648-2015>>. Acessado em: 28 de junho de 2016.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2014: Resumo Executivo**. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2015. 175 p.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Qualidade das águas superficiais de Minas Gerais em 2015: Resumo Executivo**. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2016. 179 p.

JUIZ DE FORA. **Plano de Saneamento Básico de Juiz de Fora - MG**. Juiz de Fora: Prefeitura de Juiz de Fora, Esse Engenharia e Consultoria Ltda., 2014. 180p.

SAPIA, PAULA MÁRCIA AUGUSTI; MORITA, DIONE MARI. **Critérios de recebimento de efluentes não domésticos em sistemas públicos de esgotos: uma análise crítica**. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental–Artigo Técnico, v. 8, n. 3, p. 145-156, 2003.

VON SPERLING, Marcos. **Análise dos padrões brasileiros de qualidade de corpos d'água e de lançamento de efluentes líquidos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 3, n. 1, p. 111-132, 1998.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4ª Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

## 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**