



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>
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**

## AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS E OPERACIONAIS EM ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Data de aceite: 06/01/2020

### Ingrid Moreno Mamedes

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT.

Mestre em Tecnologias Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS, Especialista em Perícia e Auditoria Ambiental pela UNINTER e Doutoranda pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS.

### Karytany Ulian Dalla Costa

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT.

Especialista em MBA em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental pelo IPOG e Mestre pela Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT.

**RESUMO:** As estações de tratamento de esgoto foram criadas com intuito de minimizarem o potencial poluidor dos efluentes lançados nos corpos hídricos. Entretanto para que se obtenha a eficiência necessária para cumprir com os padrões exigidos pela legislação, é necessário que sejam implantados sistemas de gestão ambiental. Dessa forma por meio de ferramentas como matriz de interação aliada a aplicação do método GUT, pode-se observar a eficiência na determinação de prioridades e ações necessárias para mitigação dos impactos negativos e aumento da eficiência da estação

de tratamento de esgoto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Gestão Ambiental, Matriz de Interação, Método GUT.

### EVALUATION OF ENVIRONMENTAL AND OPERATIONAL IMPACTS ON WASTE TREATMENT STATION

**SUMMARY:** The sewage treatment plants were created in order to minimize the pollutant potential of effluents discharged into water bodies. However, in order to achieve the efficiency required to comply with the standards required by legislation, environmental management systems must be in place. Thus through tools such as interaction matrix combined with the application of the GUT method, it is possible to observe the efficiency in determining priorities and necessary actions to mitigate the negative impacts and increase the efficiency of the sewage treatment plant.

**KEYWORDS:** Environmental Management System, Interaction Matrix, GUT Method.

### 1 | INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Esgotos Domésticos – ETEs foram criadas com caráter positivo como medida mitigadora dentro do Sistema de Esgotamento Sanitário nos

municípios, em que consistem no tratamento do efluente doméstico e seu lançamento no corpo hídrico de forma ambientalmente adequada, porém não se avaliava os impactos à população e ao meio ambiente, causados por sua implantação e operação (VAZ *et. al.*, 2003). Assim fez-se importante, estudos dos impactos e disponibilização de ferramentas que auxiliem a gestão ambiental nas ETEs, como o Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

O SGA conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas, na Norma Brasileira ISO 14.001, sobre Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso, publicada em 31 de Abril de 2004, é definido como parte de um sistema da gestão de uma empresa ou organização utilizada para desenvolver, implementar políticas ambientais, bem como gerenciar e monitorar aspectos ambientais. Em que, quando aplicado a ETE tem como objetivo equalizar questões referentes à redução, reutilização e recuperação em todo processo, transformação do esgoto bruto (matéria-prima) em esgoto tratado (produto final) (PIMPÃO, 2011).

O autor também afirma que para subsidiar a aplicação do SGA, tem-se a Matriz de Interação, que apresenta como vantagem simplicidade em sua elaboração e baixo custo. A Matriz de Interação é disposta em formato de Tabela, de forma que é possível relacionar as atividades, causas dos impactos, como também sua abrangência e natureza, resultando na avaliação final dos impactos gerados nas etapas de um processo.

Assim, com o intuito de auxiliar os profissionais da área de saneamento com a utilização de ferramentas que avaliem os impactos resultantes de ETEs, fez-se este trabalho, buscando disponibilizar e acrescentar bibliografia editada e informação referente a tal assunto.

## 2 | OBJETIVO GERAL

Avaliar os impactos ambientais e operacionais em Estação de Tratamento de Esgoto.

## 3 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma Matriz de Interação para implantação do Sistema de Gestão Ambiental - S.G.A.;
- Identificar os aspectos operacionais e estruturais existentes nas unidades que compõem a ETE - Porto das Pedras;
- Avaliar os impactos ambientais e operacionais associados aos aspectos operacionais e estruturais, e
- Classificar os Impactos com auxílio do método “GUT”.

## 4 | METODOLOGIA

Primeiramente, foi estruturada uma lista de verificação com questões gerais e específicas com base na análise de informações adquiridas por meio de documentos, entrevistas aos operadores da ETE, visita in loco e exigências da legislação (CONAMA 430/20110, que dispõe sobre padrões de lançamento esgoto. Como ferramenta de avaliação, também foram selecionados indicadores de desempenho ambiental, sendo estes: Demanda Bioquímica de Oxigênio(DBO5), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Sólidos Totais (Fixos e Voláteis), pH, Temperatura, Turbidez, Fósforo Total, Nitrogênio Total, Coliformes Termotolerantes e Escherichia Coli, tendo como base a média dos mesmos referente aos meses de janeiro, fevereiro, março, abril e maio.

Posteriormente, distinguiu-se aspectos e impactos ambientais, de forma que cada aspecto ambiental corresponde a um impacto, sendo o aspecto ambiental toda atitude passível de afetar o meio ambiente, e como impacto ambiental qualquer mudança no meio ambiente resultante de um aspecto ambiental. Dessa maneira, se reconhece o aspecto ambiental como causa e o impacto ambiental como efeito.

Por meio destas distinções foi elaborada uma Matriz de Interação, em que os aspectos operacionais e estruturais relacionados aos impactos ambientais e operacionais foram listados e caracterizados de acordo com: a situação operacional (normal, anormal e emergencial); abrangência (local, regional e/ou global) e a natureza do impacto (positivo e negativo) (JORDÃO & PESSÔA, 2014; PIMPÃO, 2011 E VAZ ET. AL. 2003). Esta metodologia avaliativa, foi empregada a Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Porto das Pedras situado no município de Várzea Grande-MT, a qual é composta por: Gradeamento, Desarenador, Vertedor Parshall, Caixa de Gordura, Estação Elevatória, ETE compacta, Tanque de Plantas Aquáticas Flutuantes, Tanque de Plantas Aquáticas em Leito Fixo, Desinfecção por Radiação Ultravioleta e Leito de Secagem (Figura 1).

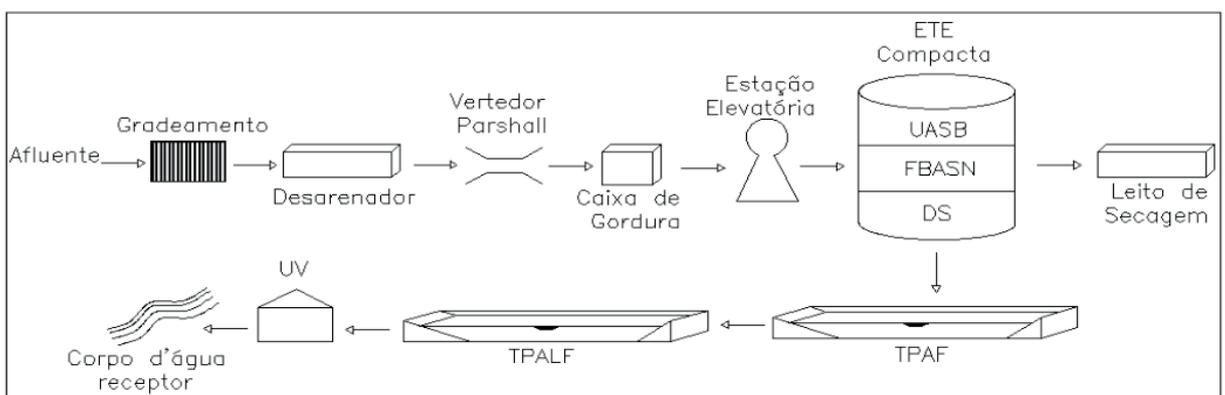


Figura 1 - Layout do Sistema da Estação de Tratamento de Esgoto Porto das Pedras.

UASB-Reator Anaeróbio de Fluxo Ascendente; FBASN-Filtro Biológico Aerado Submerso Nitrificante; DS-Decantador Secundário; TPAF-Tanque de Plantas Aquáticas Flutuantes; TPALF-Tanque de Plantas Aquáticas em Leito Fixo; UV-Desinfecção por Radiação Ultravioleta.

Aplicou-se também o Método “GUT”, adaptado de Santos (2002) citado por Vaz et. al. (2003), com a finalidade de classificar os impactos de acordo com a sua gravidade, urgência e tendência (Tabela 1). Após a classificação com a atribuição de notas, multiplicou-se as três variáveis e obteve-se resultados gerais para cada impacto, afim de estabelecer ações corretivas prioritárias.

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
3	Grave	Urgente	Irá piorar a médio prazo
4	Muito grave	Muito urgente	Irá piorar a curto prazo
5	Extremamente grave	Ação Imediata	Irá piorar rapidamente

Tabela 1- Classificação de acordo com o grau de gravidade, urgência e tendência dos impactos.

Fonte: Adaptado de Santos (2002) citado por Vaz et. al. (2003)

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Departamento de Água e Esgoto (DAE) tem documentado sua política ambiental, a qual está acessível aos operadores da ETE, entretanto não é disponibilizado ao público, impossibilitando que o mesmo exija o cumprimento de metas e melhorias. Também não foram identificados procedimentos de avaliação de metas e objetivos, apesar de serem utilizados bons indicadores de eficiência, como a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Sólidos Totais (ST). As responsabilidades quanto a gestão da ETE estão claramente definidas e são realizados treinamentos e conscientização dos funcionários quanto à segurança do processo, seus impactos e riscos ambientais e à saúde humana, porém não são cumpridas por todos os envolvidos. Observou-se ainda, que os treinamentos são realizados para todos os funcionários, entretanto apenas quando são admitidos (baixa frequência) e os mesmos não são documentados.

Pode-se constatar que não existem programas de reciclagem de resíduos sólidos (como o lodo digerido), de conservação de energia, inspeção e manutenção da ETE e de instruções e procedimentos para o caso de acidentes. Entretanto, apresentou conformidade quanto à legislação ambiental corrente (CONAMA 430/2011) relativa aos padrões de lançamento de efluente.

Em cada unidade que compõem o Sistema da ETE – Porto das Pedras foi identificado os aspectos operacionais e estruturais presentes e seus respectivos impactos. Por meio da combinação da Matriz de Interação, identificou-se 36 possíveis impactos, havendo predominância de impactos estruturais negativos (27) sobre

impactos positivos (9) (Tabela 2).

Atividade	Aspectos	Impactos	Situação Operacional	Abrangência	Natureza do Impacto	G	U	T	GUT		
						Gravidade	Urgência	Tendência			
Tratamento Preliminar	Gradeamento	Acúmulo de resíduos	Geração de odores	A	L	N	1	1	3	3	
			Obstrução da grade	A	L	N	2	3	1	6	
	Desarenador	Infiltração de água pluvial	Diluição do efluente	E	L	N	4	5	3	60	
			Baixa retenção de sedimentos	Obstrução nas unidades posteriores	N	L	N	3	1	2	6
		Abrasão nos equipamentos e tubulações		N	L	N	3	1	2	6	
	Caixa de Gordura	Baixa retenção de materiais graxos e gorduras	Aspectos desagradáveis nos corpos receptores	A	R	N	3	2	2	12	
			Geração de odores nas unidades posteriores	A	L	N	2	2	2	8	
			Obstrução dos coletores	N	L	N	2	1	2	4	
		Excesso de sobrenadante	Geração de odores	A	L	N	2	3	3	18	
			Contaminação do solo	A	L	N	2	2	2	8	
		Proliferação de vetores	A	L	N	2	2	3	12		
Estação Elevatória	Presença de Bomba Reserva	Segurança de operação do sistema	N	L	P	1	1	1	1		
Tratamento Primário	Reator UASB	Presença de Câmara de Distribuição e Equalização	Não formação de zonas mortas	N	L	P	1	1	1	1	
			Sobrecarga de lodo	Rompimento da estrutura	E	L	N	4	1	1	4
	Adequado Descarte e Secagem do lodo		Redução do volume de resíduos	N	L	P	1	1	1	1	
			Benefícios à Qualidade do solo	N	L	P	1	1	1	1	
			Proteção à Saúde pública	N	L	P	1	1	1	1	
	Excesso de Produção de gases		Polição do ar	N	L	N	2	1	2	4	
			Malefícios à saúde pública	N	L	N	2	1	2	4	
	Presença de Coleta e queima dos gases		Benefícios à Qualidade do ar	N	L	P	1	1	1	1	
			Proteção à Saúde pública	N	L	P	1	1	1	1	
			Emissão de material particulado	A	L	N	2	2	1	4	
Tratamento Secundário	FBASN	Meio suporte fixo	Aumento de remoção de matéria orgânica	N	L	P	1	1	1	1	
			Colmatção	Carreamento de sedimentos	N	L	N	3	1	1	3
	DS		Recirculação do lodo	Supressão do Reator UASB	N	L	P	1	1	1	1
			Difícil acesso	Riscos operacionais	E	L	N	4	5	1	20
Tratamento Terciário	TPAF	Baixa remoção de Matéria orgânica	Polição do corpo hídrico	E	L	N	2	4	5	40	
			Baixa remoção de nutrientes	Eutrofização do corpo hídrico	E	R	N	4	5	5	100
				Elevado crescimento das plantas	Proliferação de mosquitos	E	L	N	3	4	1
	TPALF	Baixa remoção de Matéria orgânica	Polição do corpo hídrico	E	R	N	2	4	5	40	
			Baixa remoção de nutrientes	Eutrofização do corpo hídrico	E	R	N	4	5	5	100
				Elevado crescimento das plantas	Proliferação de mosquitos	E	L	N	3	4	1
UV		Efluente com alta turbidez e alta concentração de SST	Não desinfecção	E	L	N	5	5	1	25	
Lançamento do efluente no corpo receptor	Alteração da qualidade da água do corpo hídrico		Malefícios à fauna	A	L	N	4	3	2	24	
			Malefícios à flora	A	L	N	4	3	2	24	
			Malefícios à saúde pública	A	L	N	5	5	3	75	

Tabela 2- Matriz de Interação de Aspectos/Impactos.

Situação operacional: Normal (N), Anormal (A), Emergência (E); Abrangência: Local (L), Regional (R), Global (G); Natureza do Impacto: Negativo (N), Positivo (P).

A maioria dos aspectos operacionais e estruturais causadores dos mesmos exigem ações de baixa complexidade para serem minimizados ou solucionados, como a operação e manutenção adequada das unidades de Tratamento de Esgoto Doméstico. Enquanto os impactos positivos podem ser potencializados com

adequada operação e estabelecimento de metas a curto, médio e longo prazo para melhoria do sistema.

Apesar dos impactos terem sido considerados, ao todo, como de abrangência local, por não ultrapassarem os limites da cidade, aproximadamente 28% dos aspectos operacionais se encontram em situação emergencial e 31% em situação anormal, o que demonstra a necessidade de melhorias operacionais em prol da saúde ambiental e social do município.

No Tratamento Preliminar, os impactos significativos (de maior prioridade) foram relacionados à infiltração de água pluvial (Figura 2-A) e a geração de odores, o que pode ser justificado pelo município estar localizado em região alagadiça, fator este que propicia o aumento de vazão e diluição do efluente, conseqüentemente, a queda de eficiência da ETE. Enquanto a geração de odores, esta é ocasionada principalmente pelo excesso de sobrenadante na caixa de gordura (Figura 2-B).

Observou-se também o acúmulo de resíduos no gradeamento, o qual geralmente ocorre por falha de operação e manutenção, afeta de forma direta na vazão e velocidade do afluente no sistema de tratamento, como também interfere na operação e eficiência das unidades posteriores (Figura 2-C).



Figura 2 - Unidades do Tratamento Preliminar. (A) Rachaduras presentes no Desarenador. (B) Sobrenadante presente na Caixa de Gordura. (C) Presença de resíduos no Gradeamento.

Na fase posterior de tratamento, Tratamento Primário, ressalta-se a importância do adequado descarte de lodo produzido nesta etapa, para que não ocorra rompimento estrutural do Reator UASB e aumente a eficiência referente a esta unidade. Deve-se também realizar a manutenção do coletor e queimador de gases, com o intuito de preservar a qualidade do ar e da saúde humana. Bem como as correções do leito de secagem, como a remoção de gramíneas e do lodo seco com sua devida disposição em aterro sanitário licenciado.

No Tratamento Secundário, observa-se urgência quanto à solução da dificuldade

de acesso ao Decantador Secundário (Figura 3-A), pois o mesmo encontra-se em uma unidade compacta (Figura 3-B), o que torna necessário a introdução do operador para realizar a devida manutenção, acarretando riscos operacionais ao sistema e riscos à saúde do operador. Quanto ao FBASN (Figura 3-C), sobre a colmatação, considerado de gravidade média, entretanto de pouca urgência, ressalva-se a importância da limpeza desta unidade, como proteção estrutural do mesmo e da eficiência do tratamento das unidades posteriores.



Figura 3 - Unidades do Tratamento Secundário. (A) Decantador Secundário. (B) Unidade Compacta com indicação das entradas de acesso da mesma. (C) Indicação do Meio Suporte Fixo no FBASN.

Ao final do tratamento, Tratamento Terciário, pode-se observar a ausência das plantas flutuantes no Tanque de Plantas Aquáticas Flutuantes (Figura 4-A) e no Tanque de Plantas Aquáticas em Leito Fixo (Figura 4-B), decorrente da proliferação de mosquitos. Esta falha operacional/estrutural acarretou os impactos ambientais/estruturais de maior prioridade (urgência) na ETE, por propiciar o acúmulo de nutrientes e conseqüentemente a eutrofização do corpo hídrico.

Em relação à Desinfecção por Radiação Ultravioleta, está inoperante, sendo reflexo da inadequada operação e ineficiência das unidades anteriores, considerada assim sistema operacional emergencial por ser essencial na remoção de patógenos e acarretar riscos à saúde humana (Figura 4-C).

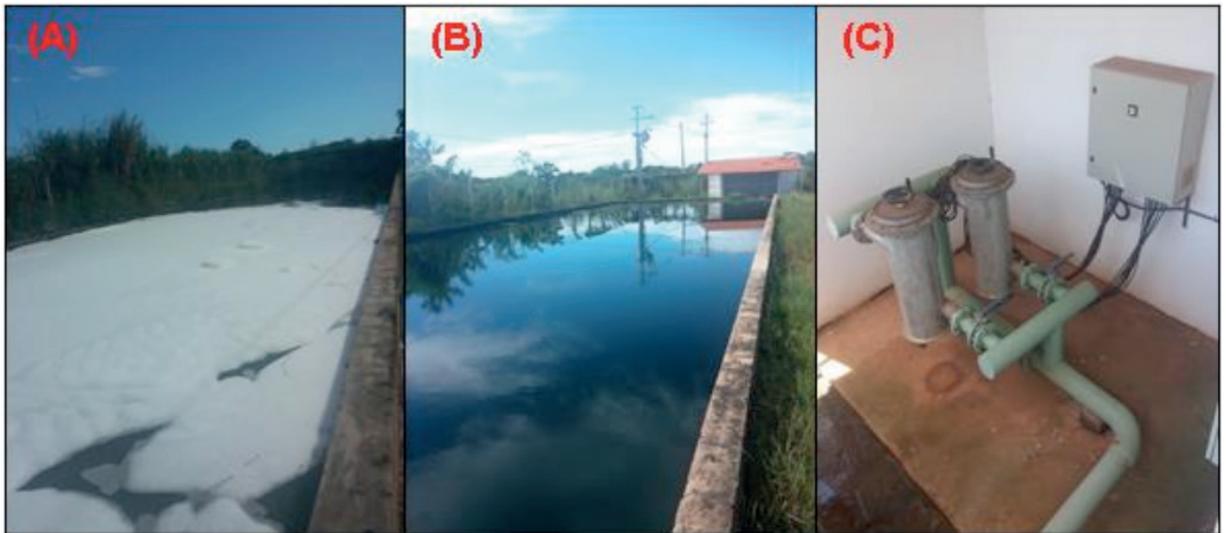


Figura 4 – Unidades do Tratamento Terciário. (A) Tanque de Plantas Aquáticas Flutuantes. (B) Tanque de Plantas Aquáticas em Leito Fixo. (C) Unidade de Desinfecção por Radiação Ultravioleta.

Torna-se evidente a urgência e magnitude de diversos impactos, entretanto para que se tenha uma gestão ambiental efetiva é importante que sejam estabelecidas prioridades e metas com base na avaliação atribuída pelo método GUT.

## 6 | CONCLUSÕES

Com a aplicação da Matriz de Interação de Aspectos/Impactos no sistema de tratamento de esgoto, observa-se a necessidade de significativas modificações nas unidades constituintes, correspondentes a correção das formas de operação e manutenção no contexto geral, para minimização dos impactos causados, como eutrofização dos corpos hídricos, malefícios a saúde pública e diluição do efluente decorrente da infiltração de água pluvial no sistema.

Conclui-se que a utilização da Matriz de Interação com a combinação dos aspectos operacionais/estruturais e impactos ambientais/operacionais contribui de forma significativa no planejamento e implantação do Sistema de Gestão Ambiental em Estações de Tratamento de Esgoto Doméstico, bem como auxilia os gestores em tomadas de decisões e definição de ações prioritárias.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Norma Brasileira ISO 14.001. **Sistemas da gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso**. Rio de Janeiro, 27 p., 2004. Disponível em: <[http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/nbr-iso-14001-2004\\_70357.pdf](http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/nbr-iso-14001-2004_70357.pdf)>. Acesso em: 06 abril 2016.

JORDÃO, E. P. & PESSÔA, C. A. **Tratamento de Esgotos Domésticos**. Rio de Janeiro – RJ: 7ª edição, 1050 p., 2014.

PIMPÃO, H. **Avaliação dos impactos ambientais da estação de tratamento de esgoto do bairro CPA III - Lagoa Encantada em Cuiabá/MT utilizando indicadores ambientais.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental. UFMT. Cuiabá – MT: 105 p., 2011.

VAZ, A. P. R.; DUCATTI, M. L.; PASQUALETTO, A. **Avaliação de impactos ambientais nas Estações de Tratamento de Esgotos Sanitários: ETE – LAJES, APARECIDA DE GOIÂNIA – GO.** Artigo Científico. Especialização em Gestão Ambiental. SENAI/UCG. Goiânia – GO: 17 p., 2003.

## 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**