



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**

<b>CAPÍTULO 28 .....</b>	<b>286</b>
<b>MONITORAMENTO FÍSICO E QUÍMICO DE UM SISTEMA DE LODOS ATIVADOS EM ESCALA DE BANCADA, DO TIPO UCT MODIFICADO</b>	
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.47920210128</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>295</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>296</b>

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

*Data de aceite: 06/01/2020*

*Data de submissão: 21/10/2019*

### **Lívia Figueira de Albuquerque**

Universidade Federal do Ceará – UFC  
Fortaleza – Ceará

<http://lattes.cnpq.br/6395442806782778>

### **Artemisa Fontinele Frota**

Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA  
Sobral – Ceará

<http://lattes.cnpq.br/1850137749322859>

### **Luís Henrique Magalhães Costa**

Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA  
Sobral – Ceará

<http://lattes.cnpq.br/5710487391407826>

**RESUMO:** Em análise ao crescimento urbano é importante destacar que, para a preservação ambiental, os serviços de sistema de esgotamento sanitário têm papel fundamental para a destinação correta dos excretas humanos. Dessa forma, torna-se necessário a correta concepção de projetos de redes coletoras de esgoto para que haja um melhor desempenho desses sistemas nos centros urbanos, a fim de que futuramente sejam evitados custos adicionais referentes a eventuais reparos nesses sistemas. Visto isso, as normas NBR 9649 (ABNT, 1986) e NBR

14486 (ABNT, 2000) prescrevem diferentes condições exigíveis para a elaboração destes projetos, no que diz respeito ao correto dimensionamento dos componentes da rede. Dada essa parametrização, o presente trabalho teve como objetivo analisar a influência dos critérios de cada uma das normas supracitadas no dimensionamento de redes coletoras de esgoto. O método de dimensionamento das análises se baseou em dois cenários, considerando o cenário 1 como referência aos parâmetros da NBR 9649 (ABNT, 1986) e cenário 2 como referência a NBR 14486 (ABNT, 2000). O dimensionamento foi feito através de uma aplicação WEB de automação de projetos de saneamento, conforme dito, disponível em <<http://www.AquaCAD.net/>>. O objetivo principal deste site é fornecer aos projetistas de saneamento serviços online de automação de diferentes processos a partir de arquivos criados em programas como o AutoCAD (.dxf), o Excel (.xlxs) e o Epanet (.inp). Em análise, pode-se concluir que o cenário 2 (NBR 14486) exigiu um menor volume de escavação para ser realizado e tubulação de menor diâmetro que o exigido no cenário 1 (NBR 9649). Isto se reflete de forma mais considerável quando se trata de redes mais extensas e de contribuições maiores da população. Além disso, com o auxílio do programa de automação, foi possível simular duas situações de uma forma mais rápida que

auxiliará em projetos mais complexos na área.

**PALAVRAS-CHAVE:** NBR 9649, NBR 14486, Rede coletora de Esgoto.

## INFLUENCE OF BRAZILIAN STANDARDS NBR 9649 AND NBR 14486 ON THE DESIGN OF A PVC SEWAGE COLLECTION SYSTEM

**ABSTRACT:** In terms of urban growth, it is important to highlight that, for environmental preservation, sewage services play a fundamental role in the proper disposal of human excreta. Thus, the correct conception of sewage collection projects is necessary for a better performance of these systems in urban centers, so that in the future, additional costs related to possible repairs to these systems are avoided. Therefore, Brazilian standards NBR 9649 (ABNT, 1986) and NBR 14486 (ABNT, 2000) establish different conditions required for the elaboration of these projects, regarding the correct sizing of the network components. Given such parameterization, the study aimed to analyze the influence of the criteria of each of the above-mentioned standards on the design of sewage collection networks. The analysis sizing method was based on two scenarios, considering scenario 1 as reference to the parameters of NBR 9649 (ABNT, 1986) and scenario 2 as reference to NBR 14486 (ABNT, 2000). The design was done through a sanitation project automation WEB application, available at <<http://www.AquaCAD.net/>>. The main purpose of this website is to provide sanitation designers with online services to automate different processes from files created in software such as AutoCAD (.dxf), Excel (.xlsx) and Epanet (.inp). After analysis, it can be concluded that scenario 2 (NBR 14486) required a smaller volume of excavation to be performed and smaller diameter pipe than required in scenario 1 (NBR 9649). This is most significantly reflected when it comes to larger networks and larger contributions from the population. Moreover, with the aid of the automation program, it was possible to simulate two situations in a faster way that will assist in more complex projects in the sanitation field.

**KEYWORDS:** NBR 9649, NBR 14486, Sewer Collection Network.

### 1 | INTRODUÇÃO

Em análise ao crescimento urbano, é importante destacar que, para a preservação ambiental, os serviços de sistema de esgotamento sanitário têm papel fundamental, pois estes contribuem para a destinação correta dos excretas humanos. Este procedimento em vigor evita a conseqüente proliferação de doenças, ocasionadas quando tal serviço é escasso ou ineficiente.

Dessa forma, torna-se necessário a concepção correta de projetos de redes coletoras de esgoto para que haja um melhor desempenho desses sistemas nos centros urbanos, a fim de que futuramente sejam evitados custos adicionais referentes a eventuais reparos nesses sistemas.

Visto isso, as normas NBR 9649 (ABNT, 1986) e NBR 14486 (ABNT, 2000)

prescrevem diferentes condições exigíveis para a elaboração destes projetos, no que diz respeito ao correto dimensionamento dos componentes da rede em material PVC. Mais precisamente, cada uma dessas normas cita um valor mínimo de tensão trativa média que cada trecho deve seguir.

Segundo Alem Sobrinho e Tsutiya (2000), a tensão trativa é uma tensão tangencial exercida sobre a parede do conduto pelo líquido em escoamento, ou seja, é a componente tangencial do peso do líquido sobre a unidade de área da parede do coletor e que atua sobre o material sedimentado, promovendo seu arraste.

Para cada tensão trativa média definida nessas normas, há um determinado coeficiente de Manning e uma equação de declividade mínima que atende a condição. Conforme a NBR 9649 (ABNT, 1986), cada trecho deve ser verificado pelo critério de tensão trativa média de valor mínimo 1,0 Pa, calculada para vazão inicial ( $Q_i$ ), para coeficiente de Manning  $n = 0,013$ . A declividade mínima que satisfaz essa condição pode ser determinada pela equação 1 aproximada:

$$I_{o,mín} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47} \quad (1)$$

Sendo  $I_{o,mín}$  em m/m e  $Q_i$  em L/s.

Em contrapartida, a norma NBR 14486 (ABNT, 2000) cita que o critério de verificação da tensão trativa seja de no mínimo 0,6Pa, para coeficiente de Manning de  $n = 0,010$ . Portanto, para garantir este critério a declividade mínima deve atender a seguinte equação 2:

$$I_{o,mín} = 0,0035 \cdot Q_i^{-0,47} \quad (2)$$

Sendo  $I_{o,mín}$  em m/m e  $Q_i$  em L/s.

Em resumo, a tabela 1 expõe as características citadas anteriormente de cada norma.

PARÂMETRO	NBR 9649	NBR 14486
Tensão trativa mínima	1 Pa	0.6 Pa
Coeficiente de Manning	0.013	0.01
Equação de declividade mínima	$I_{o,mín} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47}$	$I_{o,mín} = 0,0035 \cdot Q_i^{-0,47}$

Tabela 1: Parametrização das normas NBR 9649 (ABNT, 1986) e NBR 14486 (ABNT, 2000).

## 2 | OBJETIVOS

Dada essa parametrização, o presente trabalho tem como objetivo analisar a influência dos critérios de cada uma das normas supracitadas no dimensionamento de redes coletoras de esgoto. Além disso, é finalidade deste projeto estabelecer as



principais diferenças entre as mesmas, apontando vantagens e desvantagens ao adotar cada uma delas como parâmetros de dimensionamento, no que diz respeito a redes coletoras de PVC, tipo de material utilizado nesta análise. De forma mais detalhada, avaliar parâmetros do projeto que contribuem consideravelmente no orçamento de construção do empreendimento, tendo como exemplo o volume de escavação e escolha dos diâmetros.

### 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta análise comparativa, foi realizado um estudo de caso em uma rede coletora de esgoto e aplicados os critérios de ambas as normas no dimensionamento, criando dois cenários distintos. A rede hipotética está situada em um loteamento de 2742 lotes, localizada em uma altitude que varia de 52m a 67m. A figura 1 mostra o sistema nesta estruturação, com identificação das sub-bacias e respectivo sentido de escoamento em cada trecho da rede.

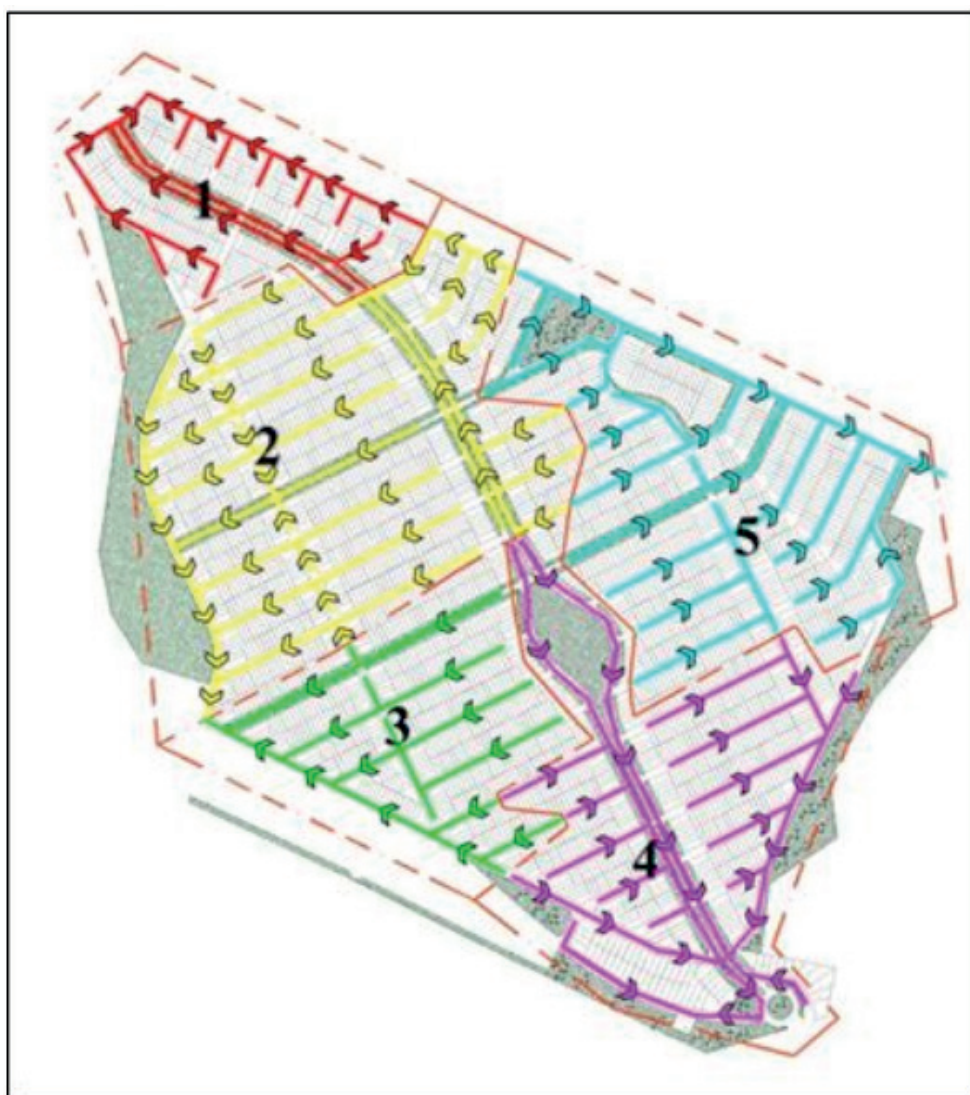


Figura 1: Rede em estudo com divisão de sub-bacias e sentido de escoamento.

Composta por 316 trechos, a rede apresenta uma área de aproximadamente 1,1Km<sup>2</sup> e conta com uma extensão de quase 18Km de canalização. De acordo com a disposição das declividades do terreno, a rede foi dividida em 5 sub-bacias. Para fins de dimensionamento, em cada lote será considerado uma família média de 5 membros, cada um consumindo por dia um volume de 150 litros. Além disso, para o cálculo das vazões de início e fim de plano, utilizou-se as equações (3) e (4) a seguir:

$$Q_i = \frac{86400}{b^3 \cdot d \cdot C \cdot K^2} \quad (3)$$

$$Q_f = \frac{P_f \cdot q \cdot C \cdot K_1 \cdot K_2}{86400} \quad (4)$$

Em que:

Q<sub>i</sub>: Vazão média de início de plano em L/s;

Q<sub>f</sub>: Vazão média de fim de plano em L/s;

P<sub>i</sub>: População de início de plano (hab);

P<sub>f</sub>: População de fim de plano (hab);

q: Consumo per capita (150 L/s.hab);

K<sub>1</sub>: Coeficiente de máxima vazão diária (1,2);

K<sub>2</sub>: Coeficiente de máxima vazão horária (1,5);

C: Coeficiente de retorno (0,8).

Dessa forma, a tabela 2 apresenta a vazão de início e fim de plano de cada uma das sub-bacias da rede em estudo. Para esta análise, a população de início e fim de plano apresenta o mesmo valor devido à rede já ter um contingente populacional numeroso, sem possibilidades de crescimento ao longo do tempo e por se tratar de um loteamento e já possuir sua população final previamente estabelecida em projeto.

SUB-BACIA	Nº DE LOTES	POPULAÇÃO	VAZÃO (L/s)	
			INÍCIO DE PLANO	FIM DE PLANO
1	219	1095	2.281	2.738
2	933	4665	9.719	11.663
3	386	1930	4.021	4.825
4	549	2745	5.719	6.863
5	655	3275	6.823	8.188

Tabela 2: Vazões de início e fim de plano de cada sub-bacia.

O método de dimensionamento dos cenários foi feito através de uma aplicação WEB de automação de projetos de saneamento, conforme dito, disponível em <<http://www.AquaCAD.net/>>. O objetivo principal deste site é fornecer aos projetistas de saneamento serviços online de automação de diferentes processos a partir de arquivos criados em programas como o AutoCAD (.dxf), o Excel (.xlsx) e o Epanet

(.inp).

Segundo AquaCAD (2018), a partir dos dados de entrada presentes nestes arquivos, é possível criar relatórios, planilhas e desenhos de forma automática. Os arquivos de entrada (inputs) serão armazenados no servidor por meio de uploads. Os dados presentes nestes arquivos serão interpretados via linguagem de programação para que, em seguida, processos como cálculos de dimensionamento, conversão de arquivos (dxf ↔ inp), geração de planilhas e desenhos possam ser realizados de forma automática. Após a realização das automações, os arquivos de saída (outputs) poderão ser adquiridos pelos usuários via downloads. Devido ao AquaCAD ser uma aplicação WEB, as automações poderão ser feitas de qualquer computador (independente do sistema operacional) com acesso a internet.

Para que os elementos do projeto sejam reconhecidos e dimensionados de forma correta, o AquaCAD estabelece alguns critérios para a criação dos elementos de desenho (layers, polilinhas e textos) que representarão as partes construtivas da rede de esgoto. São exemplos desses parâmetros: a inserção dos trechos de cada sub-bacia de ser feito com um layer específico de cada sub-bacia e este deve possuir uma nomenclatura com formato “AQUA\_SBN”, sendo o N o número da sub-bacias (ex: AQUA\_SB1, AQUA\_SB2, AQUA\_SB3...).

Além disso, os coletores são representados por linhas, onde cada uma delas representa um trecho da rede, sendo a primeira linha a montante considerada como um trecho do tipo “ponta-seca”. O lançamento das linhas deverá ser feito no sentido do escoamento. Em relação às cotas das singularidades, estas são interpoladas a partir das curvas de nível contendo elementos do tipo polilinhas ou spline com o layer de nome “AQUA\_CN”.

Outro detalhe importante a se destacar é a distinção das cores em cada trecho das sub-bacias. A caracterização dos trechos por diferentes cores possibilita a identificação de trechos com contribuição unilateral (cor azul), contribuição bilateral (cor verde) e sem contribuição (cor vermelha). Vale acrescentar que ao desenhar os trechos da rede é necessário que os mesmos estejam conectados em seus respectivos endpoints para que o AquaCAD possa reconhecer os trechos a montante e a jusante dos mesmos, sendo o trecho que possui o poço de visita (PV) final a única exceção a essa regra. Caso isso não ocorra, o AquaCAD entenderá que há mais de um PV final.

Desse modo, é possível determinar o tipo de contribuição e os trechos a montante e a jusante de cada trecho da rede via linguagem de programação, sendo estas condições de fundamental importância para o dimensionamento correto da rede. Feito tudo isso, a figura 2 apresenta a disposição do detalhamento da rede pós-dimensionamento pelo AquaCAD e a figura 3 mostra um exemplo de detalhamento de um trecho da rede.

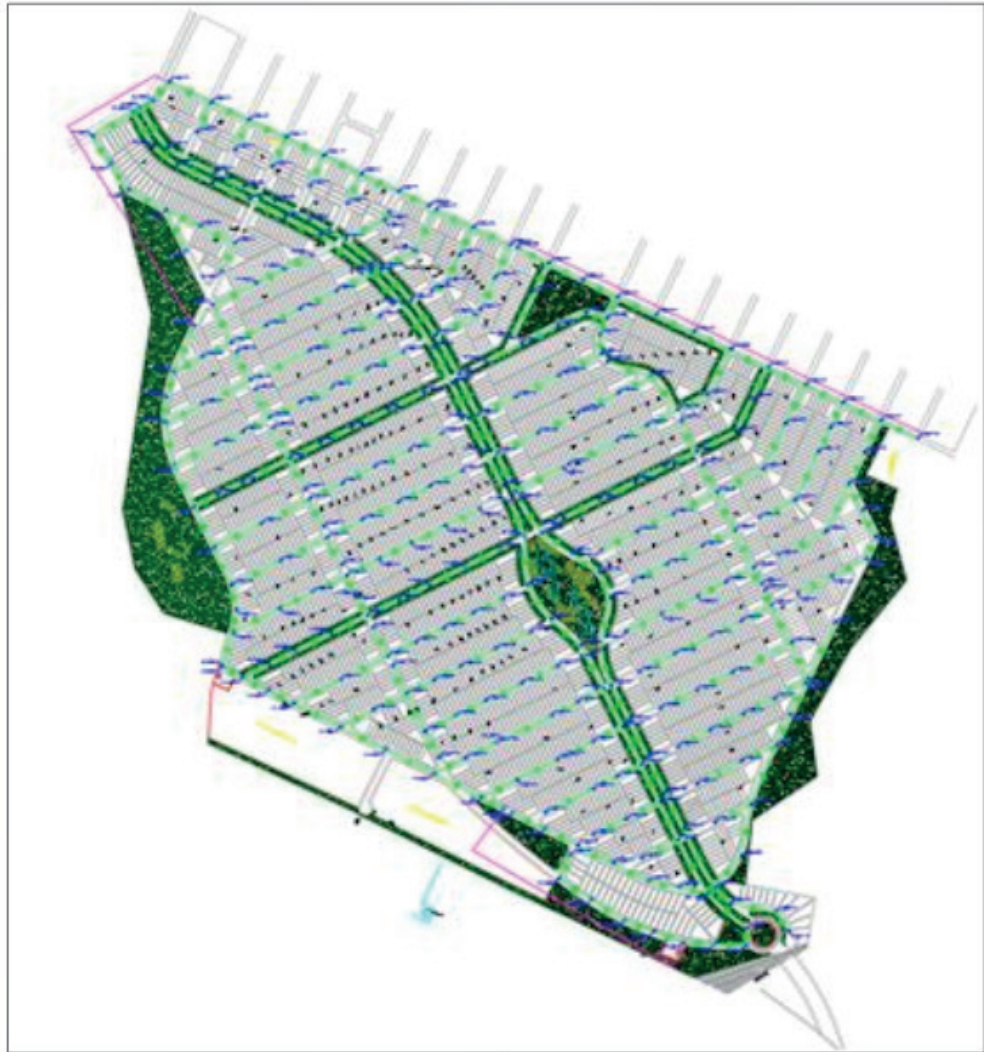


Figura 2: Desenho da rede pós-dimensionamento no AutoCad.



Figura 3: Exemplo de detalhamento de um trecho.

#### 4 | RESULTADOS OBTIDOS

A análise foi feita considerando a quantidade de escavação e os diâmetros das tubulações, sempre buscando o menor custo de obra. Dada esta relação, sabe-

se que menores escavações são resultadas de declividades mínimas adotadas, propiciando menores custos nesta etapa de execução do empreendimento. Por outro lado, pequenas escavações exigem que sejam adotadas tubulações de maiores diâmetros, favorecendo um maior custo nesses componentes da rede.

Segundo Alem Sobrinho e Tsutiya (2000), estimativas preliminares mostram que o custo de implantação de redes coletoras de baixa declividade pode ser cerca de 20 a 25% menor que o de redes convencionais. Dessa forma, os resultados da análise se basearam nesta inter-relação “escavação ↔ tubulação ↔ custo”. Então, foram avaliados, em cada simulação, o quantitativo de trechos por diâmetro e a escavação total a ser feita para a construção da rede.

Para a análise comparativa entre as normas, considerou-se o cenário 1 como referência aos parâmetros da NBR 9649 (ABNT, 1986) e cenário 2 como referência a NBR 14486 (ABNT, 2000). Feita a simulação em ambos os cenários, gerou-se a planilha de dados através da aplicação de automação, conforme dito anteriormente. Assim, dados do volume escavado em cada trecho podem ser analisados. A tabela 3 mostra o volume de escavação nos dois cenários em cada sub-bacia e o volume total.

Sub-bacia	Volume de Escavação (m <sup>3</sup> )	
	Cenário 1	Cenário 2
1	1795,95	1696,28
2	4332,31	4237,75
3	1719,48	1691,52
4	3139,25	3083,97
5	2942,06	2907,70
<b>Total</b>	<b>13929,05</b>	<b>13617,21</b>

Tabela 3: Volume de escavação nos dois cenários.

Em análise, observa-se uma diferença sutil no volume de escavação entre os cenários. Para a construção da rede, o cenário 1 exige um volume de 311,83 m<sup>3</sup> (2,29%) a mais de escavação proposta pelo cenário 2. Isto significa que as declividades do cenário 2 são menores, gerando uma maior viabilidade econômica nesta etapa de construção. Caso fosse analisado em redes com terrenos desuniformes e pontos altos a serem vencidos, maior seria esta diferença de volume de escavação.

Outro fator que exige uma análise mais criteriosa é a escolha dos diâmetros das tubulações da rede, pois consistem na etapa mais onerosa de construção. Então,

pela planilha de dados quantificou-se o comprimento de tubulação necessária por diâmetro em cada um dos cenários. A tabela 4 relata este dado.

Diâmetro (mm)	Comprimento de tubulação (m)	
	CENÁRIO 1	CENÁRIO 2
150	16306,97	16306,97
200	612,65	612,65
250	594,47	594,47
300	278,76	341,77
350	187,37	124,36
<b>Total</b>	<b>17980,22</b>	<b>17980,22</b>

Tabela 4: Comprimento de tubulações de acordo com os diferentes diâmetros.

Em análise, observa-se que para os diâmetros menores (150mm, 200mm e 250mm) não houve diferença de comprimento necessário, ambos os cenários exigiram quantidades equivalentes. Entretanto, para os diâmetros maiores (300mm e 350mm), presentes nas tubulações finais da rede, observou-se valores divergentes exigíveis.

Pelo desenho de projeto, percebeu-se que esta diferença entre os cenários é devido a um único trecho de 63,01m. No cenário 1 ele apresenta 350mm de diâmetro enquanto que no cenário 2 apresenta apenas 300mm. É importante destacar que apesar da diferença irrisória entre os cenários, trata-se de uma rede pequena, não exigindo tubulações tão grandes devido a sua pequena vazão.

Todavia, em grandes redes de esgoto é comum apresentarem tubulações maiores nos trechos finais próximos as Estações de Tratamento de Esgoto (ETE). Sabendo que tubulações de maiores diâmetros apresentam um custo maior, complementa-se que para este item da obra o cenário 2 se mostrou mais eficiente no quesito financeiro, mesmo se tratando de um pequeno trecho. A figura 4 apresenta o trecho em questão (1-20) exposto no desenho de projeto.



Figura 4: Trecho 1-20 nos cenários 1 e 2 respectivamente.

Avaliando as tensões trativas em cada cenário observou-se que estas se mantiveram equilibradas de acordo com o exigido em cada cenário. Pela tabela 5, observa-se que os cenários atendem a exigência do valor mínimo de tensão trativa que cada norma adota, validando a aplicação correta do dimensionamento.

<b>Tensão Trativa (Pa)</b>	<b>Cenário 1</b>	<b>Cenário 2</b>
<b>Mínima</b>	1,03	0,64
<b>Máxima</b>	15,94	14,33

Tabela 5: Valores máximos e mínimos de tensão trativa dos cenários 1 e 2.

## 5 | CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que em um projeto de redes coletoras de esgoto existem vários parâmetros que influenciam de forma considerável no orçamento da obra. Esta relação custo-benefício é de extrema importância na escolha dos melhores materiais e para o planejamento das etapas de obra, pois como se trata de um projeto de grande porte, é essencial analisar de forma cuidadosa esta questão.

Portanto, observou-se que o cenário 2 (NBR 14486) exigiu um menor volume de escavação para ser realizado e tubulação de menor diâmetro que o exigido no cenário 1 (NBR 9649). Isto se reflete de forma mais considerável quando se trata de redes mais extensas, com terrenos que possuem grandes desníveis e de contribuições maiores a população. Além disso, com o auxílio do programa de automação, foi possível simular duas situações de forma rápida e confiável que auxiliará em projetos mais complexos na área.

## REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 9649: **Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro: ABNT, 1986.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - NBR 14486: **Sistemas enterrados para condução de esgoto sanitário - Projeto de redes coletoras com tubos de PVC**. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ALEM SOBRINHO, P.; TSUTIYA, M. T. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. 2ª ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Univ. de São Paulo, 2000. 547 p.

Automação de Projeto de Saneamento, **AQUACAD**. 2018. Disponível em: <<http://www.AquaCAD.net/>>. Acesso em: 10 de setembro de 2018.

## 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**