



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 Stahlschimidt 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 Stahlschimidt 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>
--------------------------	------------

**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**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>295</b>
---------------------------------	------------

<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>296</b>
-------------------------------	------------

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

Data de aceite: 06/01/2020

### Hudson Tiago dos S. Pedrosa

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre em Recursos Hídricos e Tecnologia Ambiental pela Universidade Federal de Pernambuco (PPGEC/UFPE). Analista de Saneamento da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

### Marcos Henrique Vieira de Mendonça

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Analista de Saneamento da Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA

E-mail: hudsontiago@compesa.com.br

**RESUMO:** A demanda da água no meio urbano cresce aceleradamente, acompanhando o aumento da população, das indústrias e de todas as atividades que utilizam a água em algum ponto de seu processo. Logo os sistemas de abastecimento de água ficam defasados ao passar dos anos, ultrapassando a estimativa de demanda do projeto inicial. A água é um produto cada vez mais escasso em nosso planeta. Todos nós temos necessidade de utilizá-la nas mais diversas atividades do nosso cotidiano e dependemos das empresas de saneamento para recebê-la em nossas residências em condições de uso. Em várias regiões do país já são sentidos diferentes impactos, como

escassez, desaparecimento de nascentes e rios, e isso leva às cidades a adotarem o racionamento d'água, visando a redistribuição do volume distribuído para atender, de forma racionada toda a malha distribuidora. O Estado de Pernambuco, por exemplo, detém a menor disponibilidade hídrica per capita do país, 1.320 m<sup>3</sup>/hab/ano, o que equivale a 3,5% da disponibilidade per capita da média nacional. Além dos fatores climáticos e geográficos, diversos autores defendem que as principais causas da escassez hídrica nos centros urbanos giram em torno de uma gestão ineficiente e da forma como a água doce é compreendida por muitos usuários, visto que muitos a consideram um recurso infinito. Devido à grande escassez hídrica do semiárido pernambucano, o sistema de abastecimento de água apresenta grades dificuldade para atender da melhor forma possível a população de São Bento do Una – PE. Assim a operação deste sistema apresenta demanda superior a disponibilidade de água em sua região. Por tanto, tendo que assumir um abastecimento intermitente, principalmente em áreas com desníveis topográficos desfavoráveis ao atendimento pelo regime de gravidade. A utilização de softwares como ferramenta na gestão operacional de sistemas de distribuição de água tem se tornado cada vez mais frequente, visto que os mesmos nos fornecem uma visão sistêmica do abastecimento de água

e o acompanhamento contínuo dos parâmetros hidráulicos. Porém, os softwares de simulação hidráulica iniciam suas simulações considerando a pressão estática do sistema, e as pressões nos nós variam de acordo com a vazão demandada para cada nó. Assim, estes não apresentam o tempo de enchimento e esvaziamento da rede quando se trata de abastecimentos intermitentes, onde a simulação inicia com a rede totalmente vazia. Este tempo é de suma importância para o dimensionamento do abastecimento em rodízio.

Desta forma, o presente estudo apresenta uma modelagem que representa o abastecimento de água em sistemas intermitentes. Esta ferramenta auxiliará no entendimento e visualização do comportamento destes sistemas em rodízio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Modelagem Hidráulica; Abastecimento com Intermitência.

## INTRODUÇÃO

A demanda da água no meio urbano cresce aceleradamente, acompanhando o aumento da população, das indústrias e de todas as atividades que utilizam a água em algum ponto de seu processo. Logo os sistemas de abastecimento de água ficam defasados ao passar dos anos, ultrapassando a estimativa de demanda do projeto inicial.

A água é um produto cada vez mais escasso em nosso planeta. E para suprir a necessidade do abastecimento da população atualmente, e que devido a alguns problemas de baixa capacidade nominal dos sistemas produtores, atrelado a ineficiência da rede produtora e distribuidora dos sistemas operacionais, cuja demanda, se comporta, aquém da necessária e que ainda vem sendo, de certa forma, tema de discussões pelo controle, cada vez mais efetivos dos mananciais existentes nos sistemas de tratamento e distribuição de água,

O Brasil é um país privilegiado com relação à disponibilidade hídrica, detém 53% do manancial de água doce disponível na América do Sul e possui o maior rio do planeta (rio Amazonas). Os climas equatorial, tropical e subtropical que atuam sobre o território, proporcionam elevados índices pluviométricos. No entanto, mesmo com grande disponibilidade de recursos hídricos, o país sofre com a escassez de água potável em alguns lugares. A água doce disponível em território brasileiro está irregularmente distribuída: aproximadamente, 72% dos mananciais estão presentes na região amazônica, restando 27% na região Centro-Sul e apenas 1% na região Nordeste do país. Todos nós temos necessidade de utilizá-la nas mais diversas atividades do nosso cotidiano e dependemos das empresas de saneamento para recebê-la em nossas residências em condições de uso. Em várias regiões do país já são sentidos diferentes impactos, como escassez, desaparecimento de nascentes e rios, e isso leva às cidades a adotarem o racionamento d'água, visando a redistribuição do volume distribuído para atender, de forma racionada toda a malha

distribuidora. (Saven – Sistema de auto avaliação da eficiência hídrica, 2016)

O Estado de Pernambuco, por exemplo, detém a menor disponibilidade hídrica per capita do país, 1.320 m<sup>3</sup>/hab/ano, o que equivale a 3,5% da disponibilidade per capita da média nacional (PERNAMBUCO, 2009). Além dos fatores climáticos e geográficos, diversos autores defendem que as principais causas da escassez hídrica nos centros urbanos giram em torno de uma gestão ineficiente e da forma como a água doce é compreendida por muitos usuários, visto que muitos a consideram um recurso infinito (BRAGA; RIBEIRO, 2001; SILVA, 2012; MELO et al., 2014).

Devido à grande escassez hídrica do semiárido pernambucano, o sistema de abastecimento de água apresenta grande dificuldade para atender da melhor forma possível a população de São Bento do Una – PE. Assim a operação deste sistema apresenta demanda superior a disponibilidade de água em sua região, por tanto tendo que assumir um abastecimento intermitente, usualmente denominadas de rodízio, principalmente em áreas com desníveis topográficos desfavoráveis ao atendimento pelo regime de gravidade. As empresas de saneamento têm investido bastante, em obras de melhorias nos seus sistemas produtores e distribuição, mas quando se depara com situações em que difere da normal, se faz a necessidade de implantação de rodízio, visando minimizar os problemas de desabastecimento e atender minimamente toda a população atingida com escassez hídrica.

A utilização de softwares como ferramenta na gestão operacional de sistemas de distribuição de água tem se tornado cada vez mais frequente, visto que os mesmos nos fornecem uma visão sistêmica do abastecimento de água e o acompanhamento contínuo dos parâmetros hidráulicos. Porém, os softwares de simulação hidráulica iniciam suas simulações considerando a pressão estática do sistema, e as pressões nos nós variam de acordo com a vazão demandada para cada nó. Assim, estes não apresentam o tempo de enchimento e esvaziamento da rede quando se trata de abastecimentos intermitentes, onde a simulação inicia com a rede totalmente vazia. Este tempo é de suma importância para o dimensionamento do abastecimento em rodízio.

Desta forma, o presente estudo apresenta uma modelagem que representa o abastecimento de água em sistemas intermitentes. Esta ferramenta auxiliará no entendimento e visualização do comportamento destes sistemas em rodízio.

## **OBJETIVO**

O objetivo deste estudo é desenvolver um modelo que represente um sistema de abastecimento de água em regime de intermitência. Assim, desenvolver um artifício de modelagem, utilizando o software EPANET, para auxiliar na tomadas de decisões no requisito de entender e dimensionar o abastecimento de água em rodízio em

localidades com escassez hídricas.

## METODOLOGIA

O modelo hidráulico (figura 1) foi construído buscando a melhor representação do sistema atual, levando em consideração as informações dos elementos físicos como perfil das adutoras, cotas, diâmetro da rede, curvas dos conjuntos motor-bombas entre outros elementos existentes do sistema. Esses foram obtidos através de cadastro técnico da Companhia Pernambucana de Saneamento.

Foi realizado o cálculo da demanda com base na população cadastrada nos bancos de dados da Companhia Pernambucana de Saneamento, assim como do cadastro da adutora para a elaboração do modelo hidráulico, bem como da rede de distribuição do Sistema, foi observado também o esquema da distribuição baseado no calendário de abastecimento do município de São Bento do Una - PE.

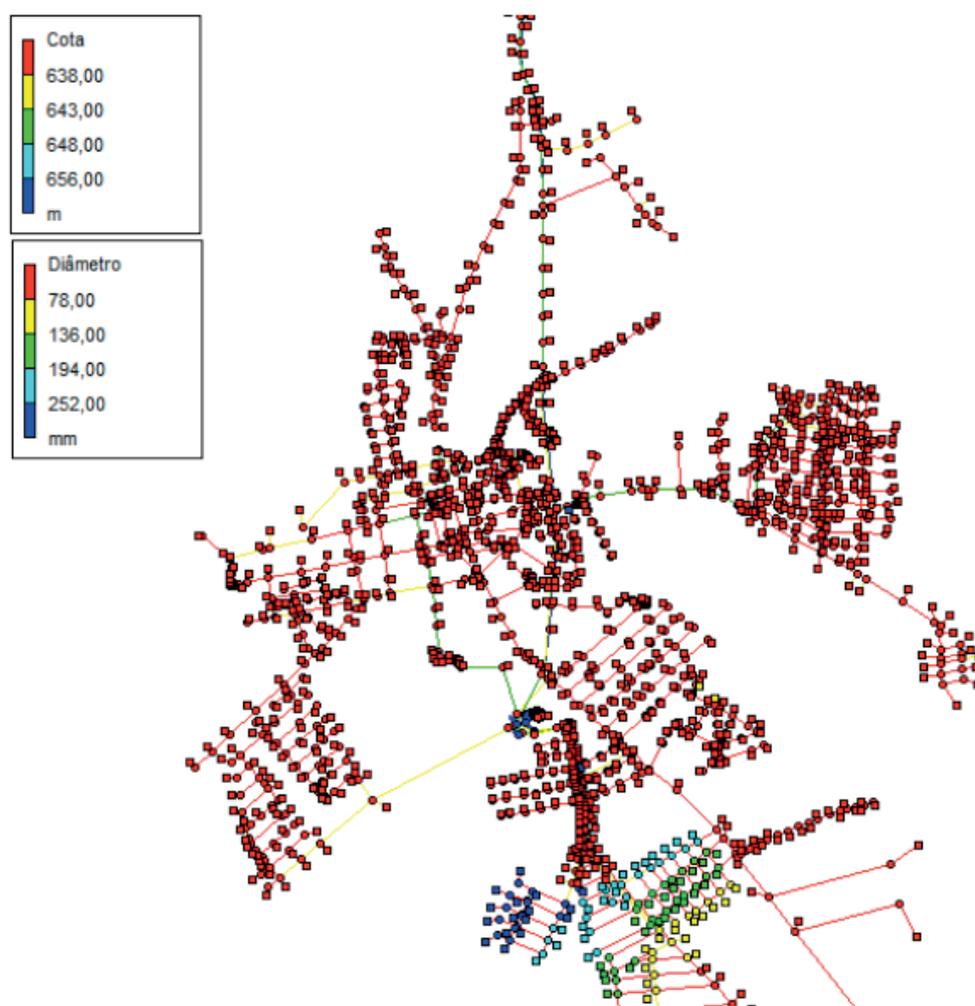


Figura 1 – Modelo hidráulico do sistema de abastecimento de água do município São Bento do Una-PE.

Para o levantamento das cotas dos pontos com o intuito de elaborar o modelo hidráulico foi utilizado o software Quantum Gis - QGIS, com multiplataforma de sistema

de informação geográfica que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados, combinado com os Modelos Digital de Terreno (MDT), Digital de Elevação (MDE) e imagens de Intensidade Hipsométrica do Pernambuco, para tanto, utilizou-se do Tridimensional – PE3D, que é o recobrimento aerofotogramétrico e perfilamento a laser com precisão altimétrica de até 10 cm.

Para entender melhor o abastecimento intermitente se faz necessário entender o enchimento e o esvaziamento da rede, assim determinar o regime de abastecimento com menor impacto para a população da região. Então para simular o enchimento e o esvaziamento da rede inseriu no modelo reservatórios de nível variado em cada nó da rede, com o volume equivalente das tubulações e dos ramais. O presente estudo considerou um ramal com 7 (sete) m, com diâmetro de 50 mm para cada 10 m de comprimento de rede. A figura abaixo apresenta o modelo com os reservatórios que representam o volume da rede a ser preenchida.

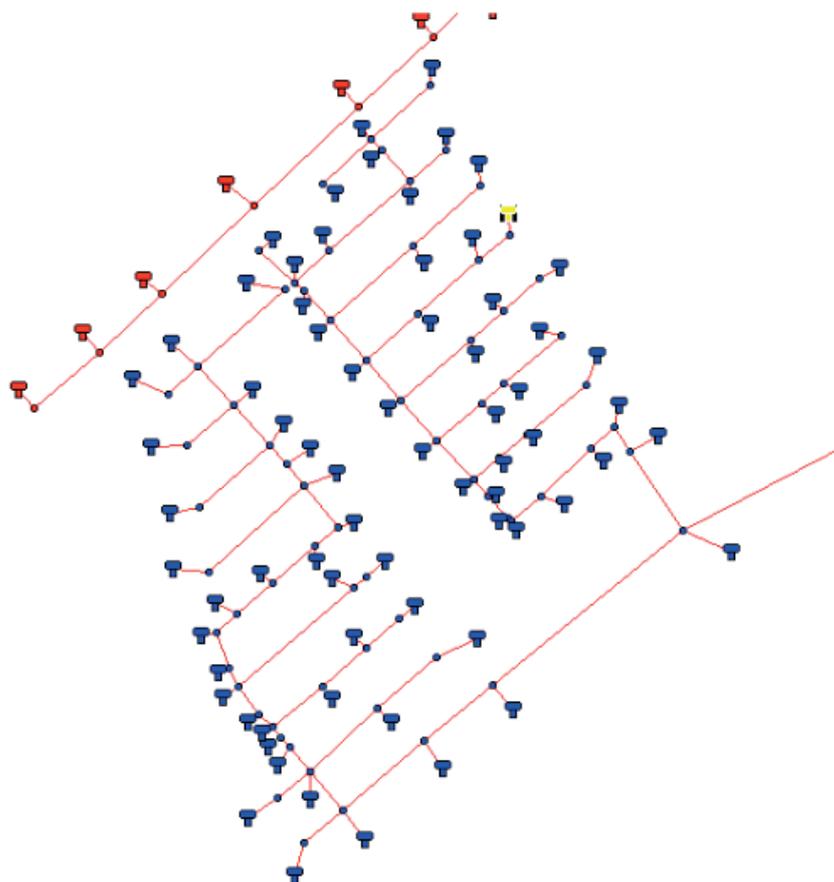


Figura 2 - Representação dos reservatórios equivalente ao volume de rede e ramais

## RESULTADOS/CONSIDERAÇÕES

A rede de distribuição de São Bento do Una – PE atualmente é dividida em três setores de abastecimento (Figura 3), com uma disponibilidade de 40 L/s que reversa entre estes setores. Com o modelo hidráulico pode-se comprovar que a atual disponibilidade, 40 L/s, não atende a demanda existente da população do município

de São Bento do Uma.

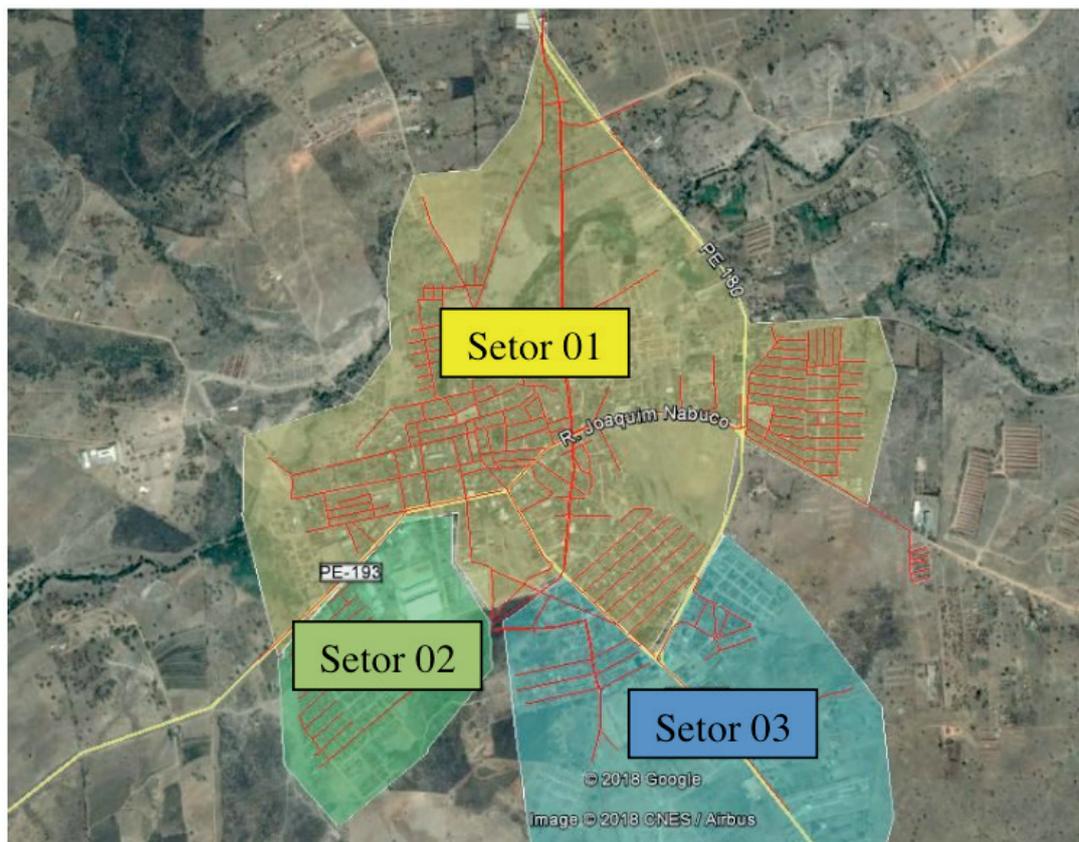


Figura 3 - Setores da rede de São Bento do Uma - PE

Os gráficos seguintes mostra a pressão em pontos da rede de São Bento do Uma. No setor 01, percebe-se que ao final da rede, circulo vermelho, só tem pressão suficiente para o abastecimento de 6 a 8 horas por dia. Percebe-se também, que o abastecimento nestes pontos críticos do setor 01 só tem abastecimento após decorres 24 horas de abertura do abastecimento para este setor.

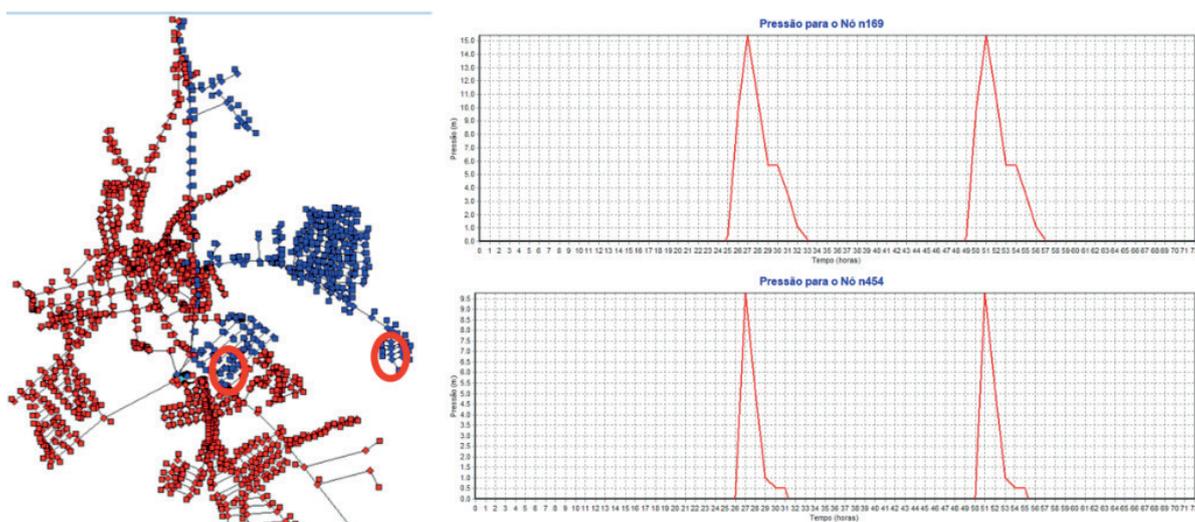


Figura 4 - Pressão ponta de rede setor 01

Ainda no setor 01, mas agora, na região central do setor 01 só temos 04 (quatro)

horas por dia. Nas primeiras 24 horas o abastecimento nesta região é de apenas 01 hora. Após as 24 horas iniciais do abastecimento a rede é saturada, só assim, esta região passa ter o abastecida periódico de 04 (quatro) horas/dia.

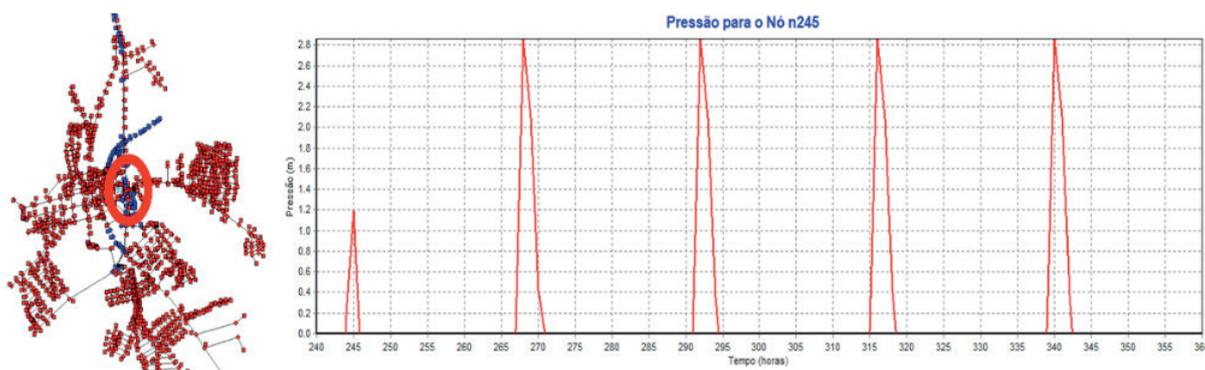


Figura 5 - Pressão na região central do setor 01

Na Figura 6 a situação é ainda pior, o ponto crítico destacado, circulo vermelho, passa a ter o abastecimento apenas no terceiro dia de abastecimento do setor.



Figura 6 - Pressão ponta de rede setor 01

No setor 03 o abastecimento ocorre em 08 horas por dia. Também pode perceber que nas primeiras 24 horas o abastecimento é um pouco menor decorrente da saturação da rede.

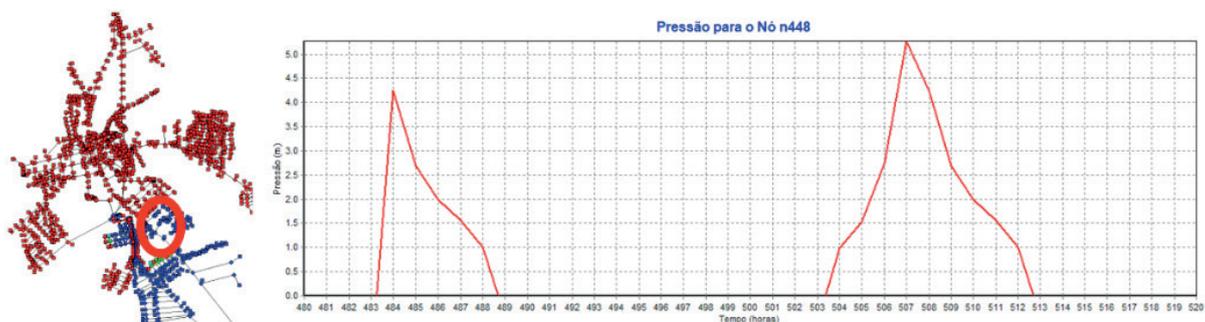


Figura 7- Pressão ponnto crítico de rede setor 03

Então para o melhor atender a população local e minimizar o efeito da escassez hídrica da região, o presente modelo auxiliou na definição de um rodízio de abastecimento de água buscando obter menor tempo de enchimento da rede,

por conseguinte, maior tempo de abastecimento. Para o alcance de melhorar o abastecimento nos pontos críticos o município de São Bento do Una foi dividido em seis setores, Figura 8.

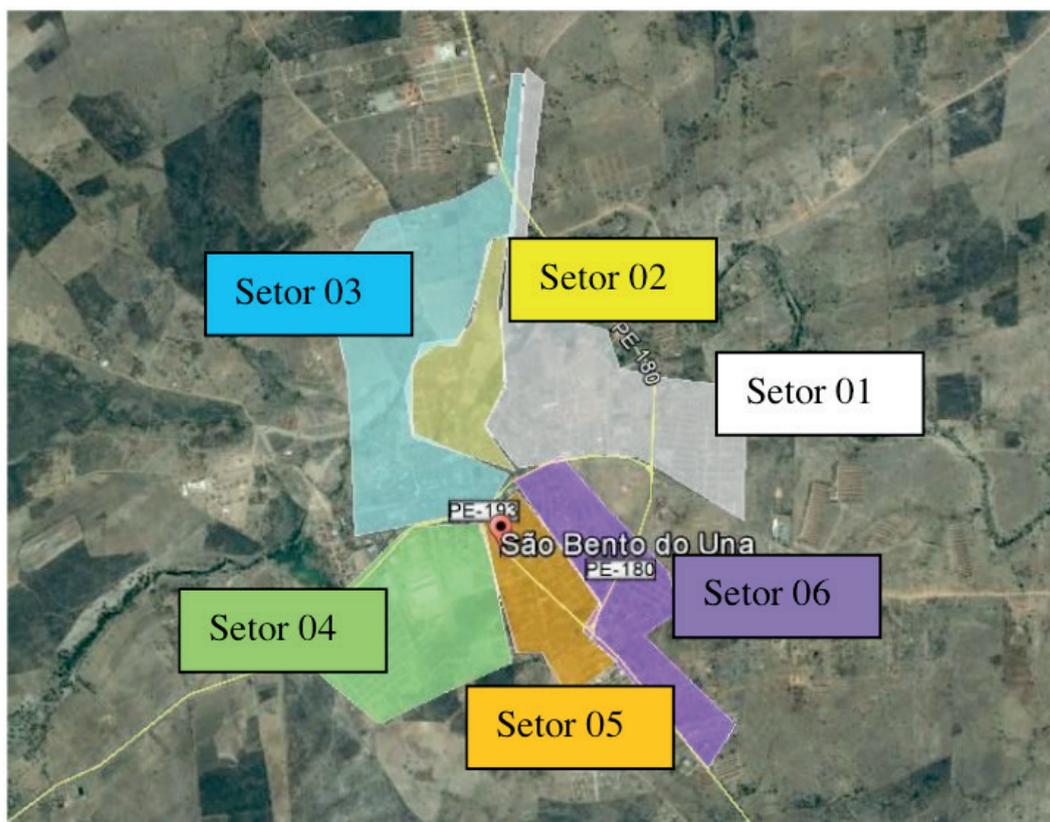


Figura 8- Setorização da rede de abastecimento do município do São bento do Uma

Para cada setor de abastecimento foi analisado o seu comportamento de enchimento, esvaziamento e a perda de carga nas tubulações da rede. Em alguns casos, somente a setorização não apresentou ganhos significantes. Nestes casos, além da setorização indicou-se a troca de tubulações com grandes perdas de carga por diâmetros maiores.

Para o setor 01, após a setorização e a substituição da rede a saturação da rede ocorreu às 12 horas após a abertura da rede, uma redução de 12 horas no tempo de enchimento da rede do setor 01. Após as 12 horas da abertura do abastecimento do setor, o mesmo passa a ficar com toda sua rede saturada durante as 24 horas de abastecimento.

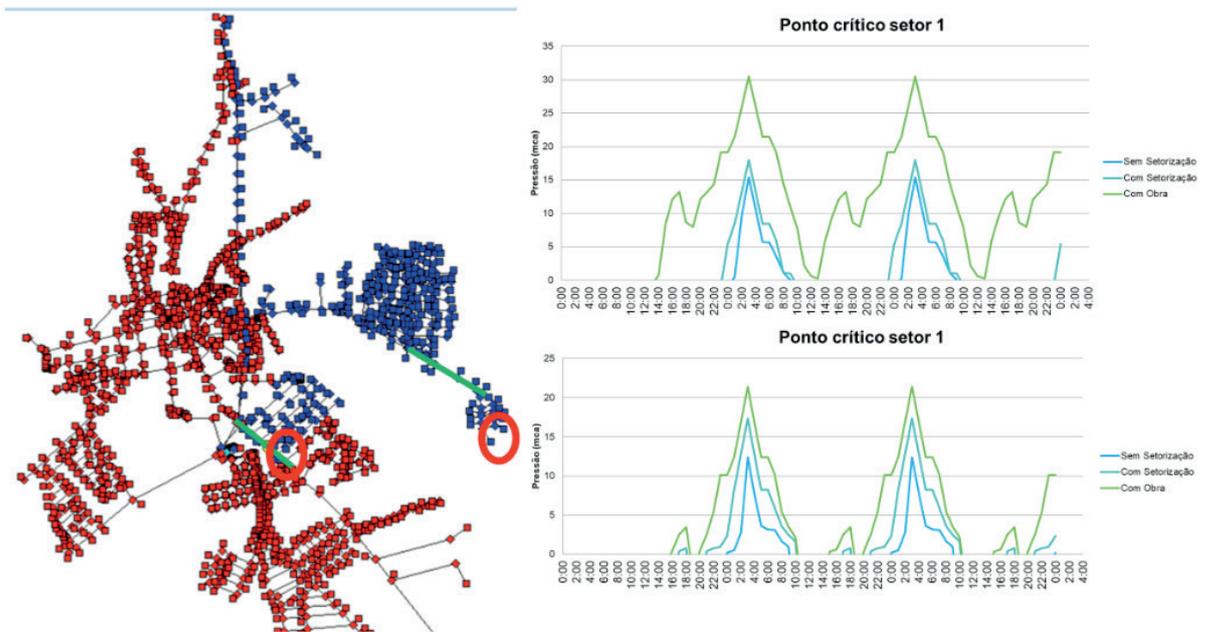


Figura 9 - Pressões ponto crítico setor 01 antes e depois

O setores 02 e 06 passaram a ter abastecimento 24 horas em seu ponto crítico (Figura 10 e Figura 11). Isto ocorre por conta da diminuição da rede, quer dizer, com o setor menor sua saturação é mais rápida.

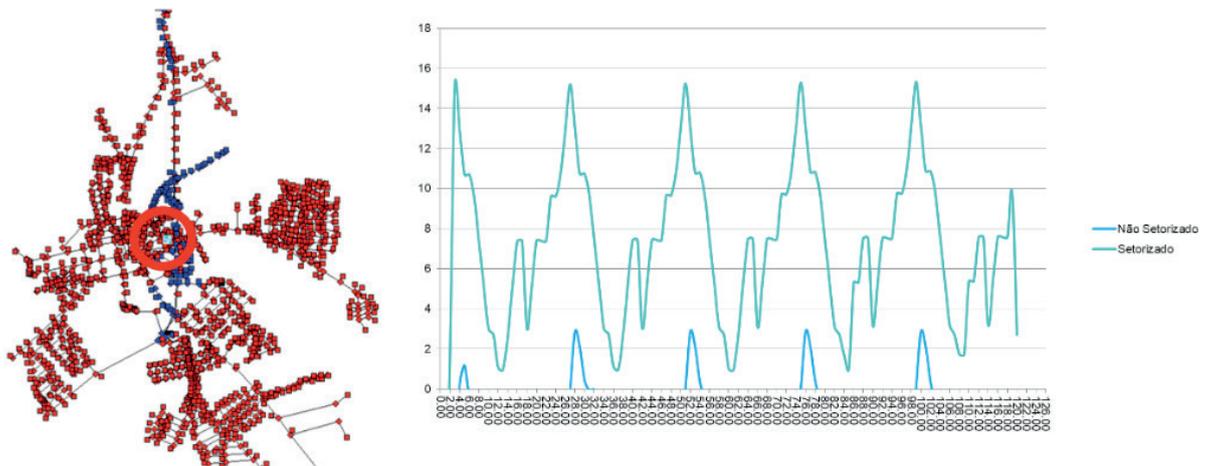


Figura 10 - Pressões no ponto crítico setor 02

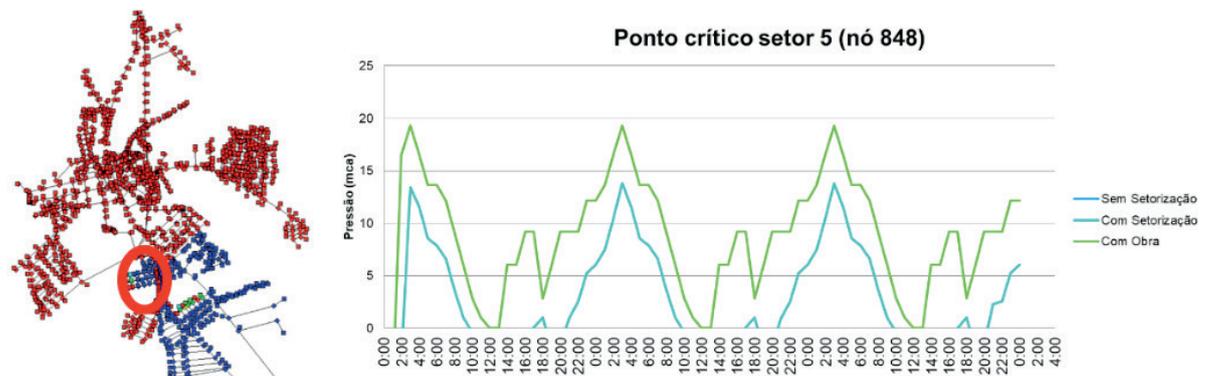


Figura 11 - pressões ponto crítico setor 06

## CONCLUSÕES

O presente estudo mostrou a importância da utilização de softwares de modelagem hidráulica como ferramenta na gestão operacional de sistemas de distribuição de água, visto que o mesmo nos forneceu uma visão sistêmica do abastecimento de água e o acompanhamento contínuo dos parâmetros hidráulicos e enchimento da rede.

O modelo demonstrou o tempo de enchimento e esvaziamento da rede quando se trata de abastecimentos intermitentes, onde a simulação inicia com a rede totalmente vazia e mostra como este tempo de saturação da rede é importante para o dimensionamento do abastecimento em rodízio.

O artifício de modelagem aqui apresentada, traz uma alternativa para suprir a falta de software no mercado que representem o abastecimento de água em sistemas intermitentes. Esta ferramenta auxiliará no entendimento e visualização do comportamento destes sistemas em rodízio.

Para o município de São Bento do Una – PE, ficou claro a necessidade da implantação de abastecimento de rodízio de imediato, enquanto não ocorrem obras estruturadoras que venham suprir o déficit hídrico na região do semiárido pernambucano.

O modelo permitiu uma análise detalhada do abastecimento e auxiliou na divisão dos setores de abastecimento, período e regime de rodízio para cada área delimitada.

## REFERÊNCIAS

TSUTIYA, Milton Tomoyuki – Abastecimento de Água – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004.

MONTEIRO, Ronaldo das Chagas, e TORRES, Antonio Sérgio C, e RAMOS, Nyadja Menezes Rodrigues – Sistemas de Abastecimento de Água, 2018

ANDRADE, G.O. Panorama dos recursos naturais do Nordeste – Imprensa Universitária – UFPE, 1968

ABES, Controle e Redução de Perdas nos Sistemas Públicos de Abastecimento de Água, Manual Técnico da ABES. 2015.

FUNASA, Redução de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água, 2ª edição – 2014. de Uberlândia, Uberlândia - MG, 2010.

## 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**