



Helenton Carlos Da Silva  
(Organizador)

# Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

**Atena**  
Editora

Ano 2020



Helenton Carlos Da Silva  
(Organizador)

# Demandas Essenciais para o Avanço da Engenharia Sanitária e Ambiental 4

**Atena**  
Editora

Ano 2020

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

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 4 [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 978-85-7247-952-3

DOI 10.22533/at.ed.523202101

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

## 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 III volume, apresenta, em seus 29 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>
ALGORITMO DE BUSCA EXAUSTIVA PARALELA EM PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Artemisa Fontinele Frota Luís Henrique Magalhães Costa Rafael Pereira Maciel Marco Aurélio Holanda De Castro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>25</b>
POÇO ARTESIANO; AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA QUE ABASTECE A ZONA RURAL NO MUNICÍPIO DE CALÇADO-PE	
Angela Maria Coêlho de Andrade Caio Cesário de Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>38</b>
AVALIAÇÃO DE DIGESTOR ANAERÓBIO PARA OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL E VIABILIZAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DO BIOGÁS NA GERAÇÃO DE ENERGIA	
Felipe R. A. dos Santos Clément Van Vlierberghe Guilherme F. Campos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>52</b>
AVALIAÇÃO DA TOXICIDADE DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA, SUINOCULTURA E LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO ( <i>Zea mays</i> L.)	
Rhégia Brandão da Silva Leonardo Duarte Batista da Silva Alexandre Lioi Nascentes Antonio Carlos Faria de Melo Dinara Grasiela Alves Everaldo Zonta João Paulo Francisco Marcos Filgueiras Jorge	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>76</b>
DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO WEB APLICADA À HIDRÁULICA DE CANAIS	
Lenise Farias Martins Rafael Pereira Maciel Luis Henrique Magalhães Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5232021015</b>	



**CAPÍTULO 6 ..... 86**

ESTUDO EXPERIMENTAL E MODELAGEM MATEMÁTICA DE UM REATOR ANAERÓBIO HORIZONTAL DE LEITO FIXO (RAHLF) PARA TRATAMENTO BIOLÓGICO DE EFLUENTE SINTÉTICO CONTENDO D-LIMONENO

Arnaldo Sarti  
Bruna Sampaio de Mello  
Brenda Clara Gomes Rodrigues  
Maria Angélica Martins Costa  
Samuel Conceição de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.5232021016**

**CAPÍTULO 7 ..... 98**

ESTIMATIVA DE REDUÇÃO DE PERDAS ATRAVÉS DO CONTROLE DE PRESSÃO – MODELO HIDRÁULICO DO SISTEMA MORROS DA ZONA NORTE DO RECIFE-PE

Marcos Henrique Vieira de Mendonça  
Hudson Tiago dos S. Pedroso

**DOI 10.22533/at.ed.5232021017**

**CAPÍTULO 8 ..... 111**

ESTUDO DA VULNERABILIDADE DA ÁGUA SUBTERÂNEA NO DISTRITO INDUSTRIAL DE ICOARACI (BELÉM-PA)

Ana Carla Leite Carvalho  
Leonardo Augusto Lobato Bello  
Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes  
Marco Valério Albuquerque Vinagre

**DOI 10.22533/at.ed.5232021018**

**CAPÍTULO 9 ..... 122**

ESTUDO DE ÁREA DE RISCO DEVIDO À EROSÃO HÍDRICA EM TRECHO DO CÓRREGO AFONSO XIII EM TUPÃ / SP – CAUSAS E SOLUÇÃO

José Roberto Rasi  
Roberto Bernardo  
Cristiane Hengler Corrêa Bernardo

**DOI 10.22533/at.ed.5232021019**

**CAPÍTULO 10 ..... 136**

FATORES DETERMINANTES PARA GESTÃO DA MANUTENÇÃO ELETROMECÂNICA EFICAZ EM UMA EMPRESA DE SANEAMENTO

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz  
Tiago Pontual Waked  
Bruno Roberto Gouveia Carneiro da Cunha

**DOI 10.22533/at.ed.52320210110**

**CAPÍTULO 11 ..... 145**

FISCALIZAÇÃO TÉCNICO-OPERACIONAL REMOTA DA PRESTAÇÃO DE SERVIÇO DE ÁGUA E ESGOTO – DO PLANEJAMENTO A EXECUÇÃO

Flávia Oliveira Della Santina  
Rodolfo Gustavo Ferreras

**DOI 10.22533/at.ed.52320210111**

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>161</b>
GESTÃO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA: ALTERNATIVAS PARA MELHORAR O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DO CENTRO DE CONVENÇÕES DE PERNAMBUCO	
Amanda Almeida de Oliveira Figueiredo Simone Rosa da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210112</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>180</b>
APLICAÇÃO DE NOVAS TECNOLOGIAS EM HIDROMETRIA COM BASE EM ESTUDOS DE VIABILIDADE ECONÔMICO FINANCEIRO	
Luiz Claudio Drumond	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210113</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>190</b>
METODOLOGIA DE LEVANTAMENTO DE DADOS DE PROJETO DE SANEAMENTO APLICADA AO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DE BRASÍLIA PRESIDENTE JUSCELINO KUBITSCHKE UTILIZANDO O SOFTWARE EPANET	
Stefan Igreja Mühlhofer Carolina Silva de Oliveira Sá Teles	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210114</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>204</b>
VISITAS DOMICILIARES JUNTO À POPULAÇÃO BENEFICIÁRIA DE OBRAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – UMA ABORDAGEM SOCIOAMBIENTAL EM CAICÓ – RN	
Julyenne Kerolainy Leite Lima Marília Adelino da Silva Lima Teonia Casado da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210115</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>212</b>
OTIMIZAÇÃO OPERACIONAL DE RESERVATÓRIO NA BUSCA DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA (RESERVATÓRIO DE JORDÃO DE 90.000 M <sup>3</sup> , SISTEMA PIRAPAMA-PE)	
Hudson Tiago dos S. Pedrosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210116</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>228</b>
PERSPECTIVA DOS 20 ANOS DA LEI N°9.433/97: PERCEPÇÕES DOS COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA E DOS ÓRGÃOS GESTORES DE RECURSOS HÍDRICOS ACERCA DO ENQUADRAMENTO DE CORPOS D'ÁGUA	
Paulo Eduardo Aragon Marçal Ribeiro Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210117</b>	

<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>238</b>
PRÉ-DIAGNÓSTICO DAS EFICIÊNCIAS ELETROMECÂNICAS E HIDROENERGÉTICAS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA A PARTIR DO CONSUMO ENERGÉTICO NORMALIZADO	
Luis Henrique Pereira da Silva Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz Leonardo Nascimento de Oliveira Milton Tavares de Melo Neto Hudson Tiago dos Santos Pedrosa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210118</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>247</b>
PROCEDIMENTO PARA AVALIAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE REUSO DE ÁGUA EM SISTEMAS RESFRIAMENTO	
Ewerton Emmanuel da Silva Calixto Fernando Luiz Pellegrini Pessoa Lidia Yokoyama Sérgio Pagnin Andréa Azevedo Veiga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210119</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>260</b>
PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA LAGOA DA GAROPABA DO SUL/SC COM VISTAS A EFETIVA EXECUÇÃO DOS INVESTIMENTOS DO CONTRATO DE CONCESSÃO EM SANEAMENTO	
Ricardo Martins Anderson Sandrini Botega Eduardo Silvano Batista Gislaine Lonardi Katia Viviane Motta Martins	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210120</b>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>274</b>
PROJETO DE AÇÃO SOCIAL ALIADO A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA ESCOLA E SEUS EFEITOS NA COMUNIDADE	
Manuella Andrade Swierczynski	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210121</b>	
<b>CAPÍTULO 22</b> .....	<b>293</b>
PROJETO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA: REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES	
Roberto Santos de Oliveira Julio Cesar Oliveira Antunes Lucas Olive Pinho Silva Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52320210122</b>	
<b>CAPÍTULO 23</b> .....	<b>305</b>
PROJETO DE INFRAESTRUTURA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO DESENVOLVIDO ATRAVÉS DA FILOSOFIA BIM	
Marcos André Capitulino de Barros Filho Pedro Henrique Matias Dantas	

Lucas Vieira Fernandes  
Aldrin Magno Dantas Siqueira Júnior  
**DOI 10.22533/at.ed.52320210123**

**CAPÍTULO 24 ..... 318**

QUALIDADE DA ÁGUA DOS POÇOS DO BAIRRO JARDIM CABANO DA VILA DOS CABANOS, MUNICÍPIO DE BARCARENA-PA

Claudio Farias de Almeida Junior  
Ronaldo Pimentel Ribeiro  
Mirian Favacho da Silva Ramos  
Amanda Ingrid da Silva Therezo  
Márcia de Almeida  
Marcos Antônio Barros dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.52320210124**

**CAPÍTULO 25 ..... 327**

RECUPERAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM POÇOS TUBULARES PROFUNDOS: O CASO DE VALE DO CATIMBAU

Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz  
Paulo César Nunes Pinho  
José Antônio Charão Cunha  
Luis Henrique Pereira da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52320210125**

**CAPÍTULO 26 ..... 338**

RESPONSABILIDADE SOCIAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. AÇÕES QUE FIZERAM A DIFERENÇA NA COMPANHIA DOCAS DO PARÁ/PORTO DE SANTARÉM – PARÁ – AMAZÔNIA

Cristiane da Costa Gonçalves de Andrade  
Andrelle Soares Dantas Faria  
Paula Danielly Belmont Coelho

**DOI 10.22533/at.ed.52320210126**

**CAPÍTULO 27 ..... 349**

SANEAMENTO DE QUALIDADE É CONSTRUÍDO COM FOCO EM GESTÃO: A EXPERIÊNCIA DA EMBASA – UNIDADE REGIONAL DE ITABERABA COM A IMPLANTAÇÃO DO MEG

Sebastiana Flávia Lima dos Santos  
Gustavo Lima Magalhães Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.52320210127**

**CAPÍTULO 28 ..... 360**

TOXICOLOGIA AGUDA DE *Rhamdia quelen* EXPOSTOS A XENOBIÓTICOS UTILIZADOS EM LAVOURAS ARROZEIRAS

Jaqueline Ineu Golombieski  
Débora Seben  
Joseânia Salbego  
Elisia Gomes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52320210128**

<b>CAPÍTULO 29 .....</b>	<b>370</b>
--------------------------	------------

**TRATAMENTO NATURAL DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE PISCICULTURA COM USO DE SEMENTE DE MORINGA OLEIFERA**

Edilaine Regina Pereira  
Maik Mauro Alves  
Bruna Ricci Bicudo  
Dandley Vizibelli  
Fellipe Jhordã Ladeia Janz

**DOI 10.22533/at.ed.52320210129**

<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>383</b>
---------------------------------	------------

<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>384</b>
-------------------------------	------------

## GESTÃO E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA: ALTERNATIVAS PARA MELHORAR O ATENDIMENTO DAS DEMANDAS HÍDRICAS DO CENTRO DE CONVENÇÕES DE PERNAMBUCO

Data de aceite: 09/01/2020

### Amanda Almeida de Oliveira Figueiredo

Universidade de Pernambuco (UPE)

Recife - Pernambuco

### Simone Rosa da Silva

Universidade de Pernambuco (UPE)

Recife - Pernambuco

**RESUMO:** O estudo analisou alternativas para melhoria no abastecimento de água e medidas de conservação no Centro de Convenções de Pernambuco, buscando equacionar e apresentar alternativas para otimização dos seus recursos hídricos. A metodologia consistiu nas fases de campo e pesquisa, através do levantamento e coleta de dados, caracterização do empreendimento, análise das informações, identificação dos problemas na gestão dos recursos hídricos e proposição de soluções. Os resultados identificaram a fragilidade na gestão de água do empreendimento com armazenamento hídrico insuficiente e apenas um poço para atender as demandas hídricas que chegaram a um consumo em 2015 de 98.478,4 m<sup>3</sup>. Assim, foi realizada a análise para perfuração de novo poço, viabilidade do suprimento das demandas hídricas pela concessionária, a verificação da contratação de caminhões-pipas para resolver problemas emergenciais de abastecimento,

ligação do antigo reservatório de refrigeração com as instalações hidrosanitárias e o estudo para implantação de sistema de captação de água pluvial. Concluiu-se que, caso haja falha na captação de água do poço existente por qualquer problema técnico, o empreendimento ficará em uma situação complicada para atendimento imediato das demandas hídricas. Apesar de seus reservatórios ativos possuírem uma capacidade de 3.600 m<sup>3</sup>, apenas 540 m<sup>3</sup> é destinado ao atendimento das instalações hidrosanitárias, valor reduzido em comparação com o consumo médio diário de 268,3 m<sup>3</sup>. Portanto, as alternativas propostas para melhorar o abastecimento e propiciar a conservação desses recursos devem ser levadas em consideração combinadamente, pois, uma solução não exclui as outras necessariamente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo de água, Água subterrânea, Atendimento de demandas, Captação de água pluvial.

### WATER MANAGEMENT AND CONSERVATION: ALTERNATIVES TO IMPROVE WATER DEMANDS AT THE PERNAMBUCO CONVENTION CENTER

**ABSTRACT:** The study analyzed alternatives for improving water supply and conservation measures at the Pernambuco Convention

Center, seeking to equate and present alternatives for optimizing its water resources. The methodology consisted of field and research phases, through survey and data collection, enterprise characterization, information analysis, identification of problems in water resources management and proposing solutions. The results identified the fragility in water management of the enterprise with insufficient water storage and only one well to meet the water demands that reached a consumption in 2015 of 98,478.4 m<sup>3</sup>. Thus, the analysis was performed for drilling new wells, feasibility of supplying water demands by the concessionaire, verifying the hiring of water trucks to solve emergency supply problems, connecting the old refrigeration reservoir with the sanitary facilities and the study to implementation of rainwater harvesting. It was concluded that, if there is a failure to capture water from the existing well due to any technical problem, the venture will be in a complicated situation to meet immediate water demands. Although its active reservoirs have a capacity of 3,600 m<sup>3</sup>, only 540 m<sup>3</sup> is destined to meet the sanitary facilities, a small amount compared to the average daily consumption of 268.3 m<sup>3</sup>. Therefore, the proposed alternatives to improve supply and to conserve these resources must be taken into consideration together, as one solution does not necessarily exclude others.

**KEYWORDS:** Water consumption. Groundwater Demand fulfillment. Rainwater harvesting.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil possui ampla disponibilidade de recursos hídricos, todavia, sua distribuição espacial não é uniforme. Assim, muitas regiões enfrentam problemas de escassez intimamente relacionados à dificuldade de acesso à água e poluição. Entretanto, a quantidade de água necessária para o atendimento das demandas hídricas é crescente por causa do aumento populacional e desenvolvimento econômico. Desta forma, a ampliação e otimização do sistema de abastecimento da água, fundamental para melhorar a oferta, se dar através do planejamento e investimentos em infraestrutura.

Segundo Marques et al. (2015) para restabelecer o equilíbrio entre oferta e demanda de água e garantir a sustentabilidade do desenvolvimento econômico e social, é necessário que métodos e sistemas alternativos modernos sejam convenientemente desenvolvidos e aplicados. Nesse sentido, reúso, reciclagem, gestão da demanda e redução de perdas se constituem, em associação às práticas conservacionistas, como as palavras-chave mais importantes em termos de gestão de recursos hídricos (FIESP, 2005).

Existe a necessidade de uma visão integrada de médio e longo prazo onde a sustentabilidade para o uso e conservação do recurso de água devem ser continuamente considerados em diversos setores da sociedade, tanto nas esferas

públicas como privadas (CARNEIRO, 2016). Portanto, percebe-se que uma gestão responsável das edificações com instituições públicas melhoraria os pilares fundamentais da sustentabilidade: ambiental, social e econômico.

De acordo com Ramísio et al. (2016) a investigação nas áreas de conhecimento associadas à sustentabilidade, e inerentemente na gestão sustentável da água, deverá assumir-se como uma prioridade dada a sua importância estratégica no desenvolvimento. Enquanto os programas de gestão de água não estiverem no topo das prioridades das instituições, este setor nunca será bem organizado (GRIGG, 2011).

Assim, as edificações públicas exercem um papel de destaque para a otimização e conservação de água. É importante a inserção e fomentação de técnicas e tecnologias de redução, reutilização e aproveitamento da água e aplicando-as, sempre que possível, visando à otimização e eficiência para o não desperdício (CARNEIRO, 2016).

Edificações públicas são imóveis construídos ou adaptados com recursos públicos para exercício de atividade administrativa ou para a prestação de serviços públicos, tais como prédios administrativos, escolas, hospitais, postos de saúde, clínicas, museus, instituições de pesquisa e outras instituições ou associações de diversos tipos. O consumo de água nesses prédios varia de acordo com sua tipologia, dimensões, quantidade de funcionários, jornada de trabalho, finalidade e população flutuante. Mas em geral, os aparelhos hidrossanitários e jardins são responsáveis por consumir a maioria da água.

A Empresa de Turismo de Pernambuco (EMPETUR) gerencia um amplo espaço para realização de grandes eventos do país, o Centro de Convenções de Pernambuco (CECON), que abriga famosos eventos de pequeno, médio e grande porte o ano inteiro, atraindo milhares de pessoas semanalmente.

Estudos analisando os diversos problemas hídricos enfrentados por edificações com tipologia de Centro Convenções são pouco abordados na literatura. Tais estruturas representam grandes custos de manutenção ao Governo devido às amplas instalações e por atender milhões de pessoas anualmente, portanto merecem um maior enfoque.

Esse trabalho analisou alternativas para conservação e melhoramento do gerenciamento do sistema de abastecimento de água do CECON, buscando equacionar e apresentar alternativas para otimização dos seus recursos hídricos.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido através de duas etapas principais: campo e pesquisa. A Figura 1 esquematiza a metodologia e os aspectos analisados A



realização de visitas técnicas exploratórias foi fundamental para a coleta de dados e informações sobre o CECON, pois através delas foi possível verificar todas as instalações físicas (salas, teatros, auditórios, estacionamento), conhecer os equipamentos hidrossanitários adotados nos banheiros e o estado de conservação das tubulações.

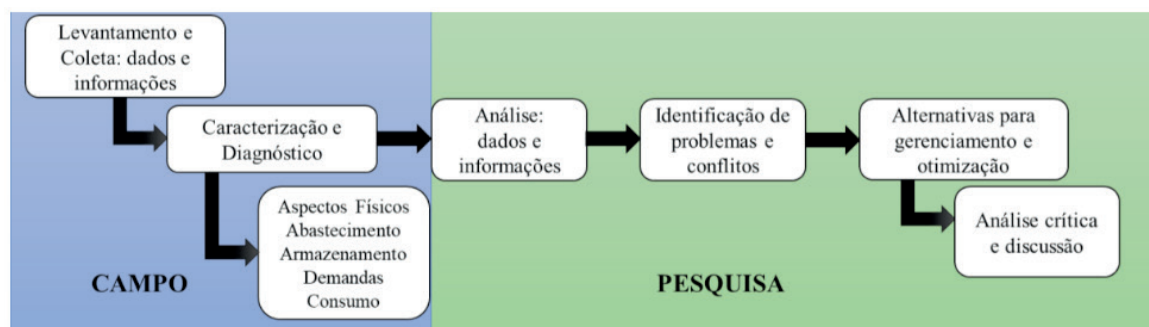


Figura 1 – Esquema das etapas e análises da metodologia do presente estudo.

Assim, constatou-se a necessidade de realizar os diagnósticos, caracterizando o empreendimento sobre os aspectos físicos, abastecimento de água, armazenamento hídrico, demandas e consumo.

A análise dos aspectos físicos teve o intuito de verificar no empreendimento áreas do terreno, área construída, área verde, capacidade do estacionamento e dos locais onde acontecem os eventos. Essas informações foram obtidas com o acesso a documentos internos e levantamento arquitetônico.

O diagnóstico do abastecimento de água identificou as fontes de fornecimento que o CECON utiliza ou possui acesso para o suprimento das demandas hídricas. O levantamento dos reservatórios construídos no empreendimento buscou identificar seus volumes e finalidades para conseguir caracterizar o armazenamento hídrico.

Também, identificou-se as demandas permanentes e flutuantes que necessitam de água para a manutenção e funcionamento da edificação. O acesso aos dados de consumo foi possível através da numeração dos hidrômetros do empreendimento junto à Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) tanto para o fornecimento público como utilização do poço.

Após o diagnóstico e análise das informações do empreendimento o estudo buscou alternativas para otimizar e melhorar o gerenciamento dos recursos hídricos do CECON, propondo soluções de caráter emergencial e permanente para garantir a segurança hídrica da edificação e conservação de água. As medidas analisadas passaram por uma discussão crítica, considerando novas fontes de abastecimento e aumento da disponibilidade de armazenamento.

O estudo para implantação de captação de água de chuva seguiu a metodologia de Figueiredo & Silva (2015) e Silva et al. (2017) onde foram

necessários o levantamento e análise estatística dos dados pluviométricos da região, estabelecimento do consumo da demanda a ser substituída por água pluvial, seleção dos métodos a serem aplicados e a estimativa do volume do reservatório através dos cálculos propostos pela NBR 15.527 (ABNT, 2007): Alemão, Azevedo Neto, Inglês e Simulação.

### 3 | RESULTADOS

#### 3.1 Caracterização da edificação

O Centro de Convenções de Pernambuco (Figura 2), localizado em Olinda, é considerado o maior centro de negócios do Nordeste, o terceiro maior polo de eventos do país e um dos mais modernos da América Latina. Ocupa um terreno de 240.000 m<sup>2</sup> tendo 74.000 m<sup>2</sup> de área construída, composto de pavilhão de feiras, setores de exposições, teatros e auditórios, salas de conferência, depósitos, posto de informação turística, estacionamento, jardins e espaços externos. A composição destes locais permite que eventos simultâneos transcorram naturalmente, sem quaisquer interferências.



Figura 2 – Vista área do Centro de Convenções de Pernambuco localizado em Olinda (PE).

Fonte: Saboia (2016).

O pavilhão de feiras é totalmente climatizado e possui cerca de 19.380 m<sup>2</sup> de área aproveitável. O setor de exposições é dividido em cinco áreas com aproximadamente 6.160 m<sup>2</sup>. O estacionamento disponível para público é operado

por empresa concessionária possuindo capacidade para até 1.212 automóveis. A área de telhado é de aproximadamente 40.000 m<sup>2</sup> e a área de jardim é de quase 25.000 m<sup>2</sup> e necessita de água para sua manutenção, semanalmente.

O principal teatro do CECON é o Guararapes, um dos maiores do Brasil, com capacidade para 2.371 pessoas (plateia e balcão). Além do teatro principal, existe também o Beberibe (capacidade: 390 assentos), os Auditórios Tabocas (capacidade: 800 cadeiras), Brum (capacidade: 202 assentos) e Ribeira (capacidade: 202 assentos), e mais onze Salas de Conferências (com capacidade para 100 pessoas cada), oferecendo significativa capacidade de acomodação para mais de 2.694 pessoas, em locais climatizados, com rede elétrica, rede wireless, baterias sanitárias e entradas independentes em cada conjunto.

### **3.2 Diagnóstico do abastecimento hídrico do Centro de Convenções de Pernambuco**

A Concessionária responsável pelo abastecimento do Centro de Convenções é a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). Existem duas ligações para o suprimento da água com hidrômetros instalados, entretanto, as mesmas não são utilizadas devido a problemas de falta de pressão da água, que inviabilizam o enchimento dos reservatórios.

Além disso, o custo para suprir as demandas hídricas com o fornecimento da COMPESA seria bastante elevado em decorrência do alto consumo do empreendimento. Assim, o poço é a única forma utilizada para suprimento das demandas, responsável por manter os reservatórios cheios especialmente para utilização nos banheiros e sistema de refrigeração dos eventos. Dessa forma, seu sistema de bombeamento é praticamente permanente. Entretanto, apesar desse poço ser essencial para o funcionamento, a sua manutenção não é realizada com grande frequência visto que ele já passou quase sete anos sem nenhuma intervenção.

Os eventos no Centro de Convenções são diários e possuem portes pequenos, médios e grandes. Também, vários deles podem acontecer ao mesmo tempo. Portanto, a paralização do fornecimento de água pelo poço para serviços de manutenção implicaria em consequências na agenda de eventos do CECON. Funcionários relataram que em 2014 houve uma programação para a intervenção no poço ocorrer durante os quatro dias com poucos eventos de pequeno porte. Porém, apesar da água ter sido previamente armazenada nos reservatórios, ainda existiu a insegurança e preocupação do tempo de manutenção durar mais que o estimado e a água armazenada não ser suficiente, sendo necessário uma solução emergencial com a utilização de carros-pipas para suprir as demandas hídricas.

A solução adotada pelos empregados funcionou, pois eles tiveram tempo para se planejar, contudo, também revela a grande dependência desse único poço

ocasionando uma insegurança hídrica no abastecimento. Esse fato é preocupante, pois caso haja interrupção no funcionamento do poço, provavelmente faltará água para realização dos eventos.

### 3.3 Diagnóstico do armazenamento hídrico

No CECON existem cinco reservatórios para o armazenamento de água, porém nenhum deles possui hidrômetros instalados. O reservatório 1 é o mais recente, inaugurado em 2006, em estrutura metálica e possui uma capacidade de 3.000 m<sup>3</sup> destinada ao sistema de refrigeração, que é mantido sempre a um nível elevado para que o arrefecimento não seja prejudicado.

O reservatório 2, com uma estrutura de concreto aparente, localiza-se na parte externa das edificações, tendo uma capacidade de 190 m<sup>3</sup>. O reservatório 3 é uma cisterna situada abaixo do reservatório 2, com capacidade de 350 m<sup>3</sup>. O reservatório 4 armazena 60 m<sup>3</sup>, correspondendo a uma reserva mínima de incêndio para o empreendimento com o intuito de alimentar por gravidade as tubulações do sistema de hidrantes.

Ainda existe um reservatório 5, com capacidade de 1.000 m<sup>3</sup>, localizado logo abaixo da superfície do terreno, que antigamente era destinada ao sistema de refrigeração. Contudo, a sua estrutura de concreto armado enterrada no solo não conseguia manter a água com a temperatura adequada para a finalidade e a sua capacidade ficou insuficiente para resfriar o volume de água necessário ao funcionamento do CECON. Quando o reservatório 1 foi inaugurado para dar suporte ao sistema de arrefecimento, o antigo deixou de ser utilizado até 2014, quando houve a necessidade de enche-lo por causa da manutenção do poço. Atualmente, ele é mantido cheio para uma eventual emergência, apesar de não possuir ligações permanentes com o restante da rede que abastece o sistema hídrico do CECON.

### 3.4 Caracterização das demandas hídricas

Primeiramente, as demandas hídricas do CECON podem ser classificadas entre permanentes e temporárias. As permanentes correspondem ao atendimento de:

- Quadro de aproximadamente 700 funcionários, em 2015, trabalhando diariamente dentro das instalações, pertencendo a vários órgãos públicos administrativos instalados no empreendimento.
- Resfriamento do ar condicionado permanente para funcionários, cujo consumo de água não pode ser mensurado, pois apenas o reservatório 1 é destinado ao sistema de refrigeração, tornando-se incomum com os eventos.
- Jardins internos e externos que totalizam em uma área verde de 25.098 m<sup>2</sup>.

As demandas temporárias em um empreendimento como o CECON podem ser muito superiores à permanente e são difíceis de serem quantificadas, pois consiste no público dos eventos e suas necessidades relacionadas ao uso dos banheiros e do sistema de arrefecimento.

Atualmente, o CECON não possui um banco de dados com a estimativa de público dos eventos, tendo registros entre os anos de 2000 a 2009. A estimativa de público mais recente registrada foi no ano de 2009, onde 1.573.127 de pessoas passaram pelas instalações do CECON em 524 eventos.

O cadastro e quantificação dessas informações é importante, pois permitiria a análise da variação de público dos eventos, comparando variações anuais, a ocupação mensal de cada espaço, os tipos de eventos e seus quantitativos, o número de pessoas nos eventos e a receita arrecadada.

A demanda de água devido à população flutuante dos eventos é difícil de ser estimada, pois o CECON não possui hidrômetros setorizados nos banheiros, copas e sistema de refrigeração na área destinada a eles.

### 3.5 Consumo de água do empreendimento

A caracterização do consumo de água do CECON foi feita considerando o consumo mensal durante o ano de 2015, período em que os dados foram fornecidos, logo após a implantação de hidrômetros com sistema de telemetria. Com essa tecnologia, foi possível verificar o comportamento do consumo horário, diário e mensal.

Percebeu-se que o funcionamento de um centro de convenções requer grande quantidade de água, aproximadamente 98.478,4 m<sup>3</sup> no ano de 2015, conforme apresentado na Figura 3. Assim, os meses com maior consumo superam 10.500 m<sup>3</sup>, como pode ser visto em dezembro (10896,48 m<sup>3</sup>), janeiro (10636,72 m<sup>3</sup>) e julho (10584,29 m<sup>3</sup>).

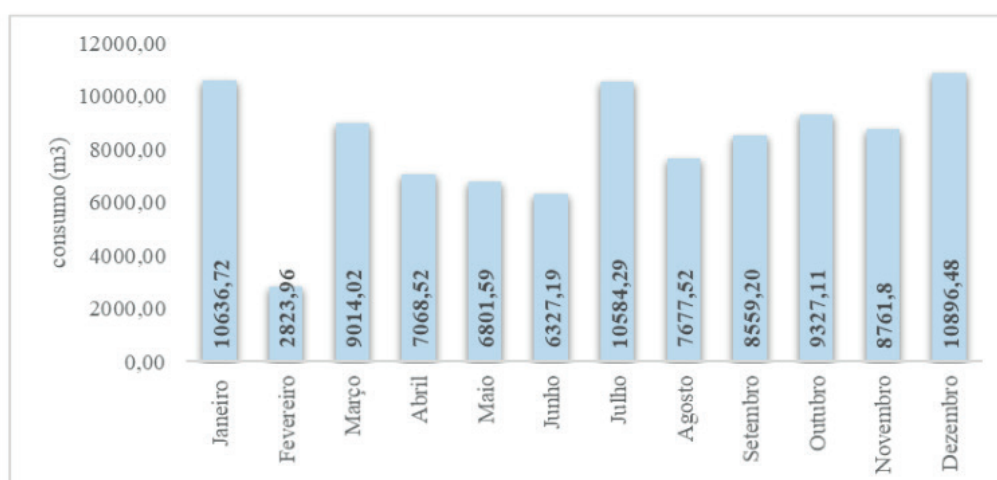


Figura 3 – Consumo ao longo dos meses do Centro de Convenções de Pernambuco para o ano de 2015.

Fonte: Figueiredo (2016).

O consumo médio diário em 2015 (Figura 4) foi de 268,29 m<sup>3</sup>/dia com um desvio padrão de 71,03 m<sup>3</sup>/dia. A Figura 4 apresenta o consumo médio diário em cada mês. O dia com o maior consumo (Figura 5) foi em 06/01/2015 onde estavam acontecendo três eventos: feirão de eletrodomésticos, aula de inglês e uma colação de grau. Observa-se que esses eventos não justificam um consumo de 2.945,24 m<sup>3</sup>, portanto, foi confirmado pelos funcionários o acontecimento de um grande vazamento neste dia, que demorou a ser resolvido. Em fevereiro, o hidrômetro apresentou defeito e acabou registrando o consumo acumulado de vários dias.

Apesar do consumo médio horário ter sido de 10,68 m<sup>3</sup>/h, não demonstra a real solicitação do poço pelas demandas hídricas por não considerar as horas que o mesmo não é requerido. A Figura 6 apresenta o consumo médio horário ao longo dos meses. Geralmente, o poço não é usado de 22h até às 8h do dia seguinte, refletindo que o uso de água é maior durante o expediente dos funcionários e dos eventos simultâneos. O pico de consumo acontece entre as 10h e 15h, pois nesse intervalo os reservatórios diminuem os níveis de água em função do consumo, sendo preciso vazões maiores para suprir as necessidades de hídricas rapidamente.

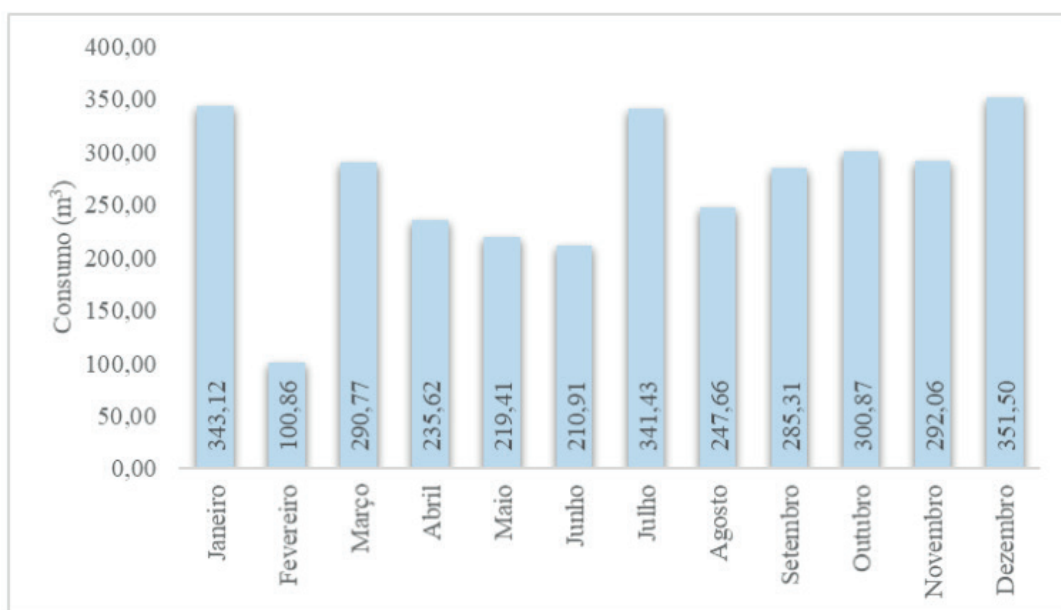


Figura 4 – Consumo médio diário por mês no Centro de Convenções de Pernambuco durante o ano de 2015.

Fonte: Figueiredo (2016).

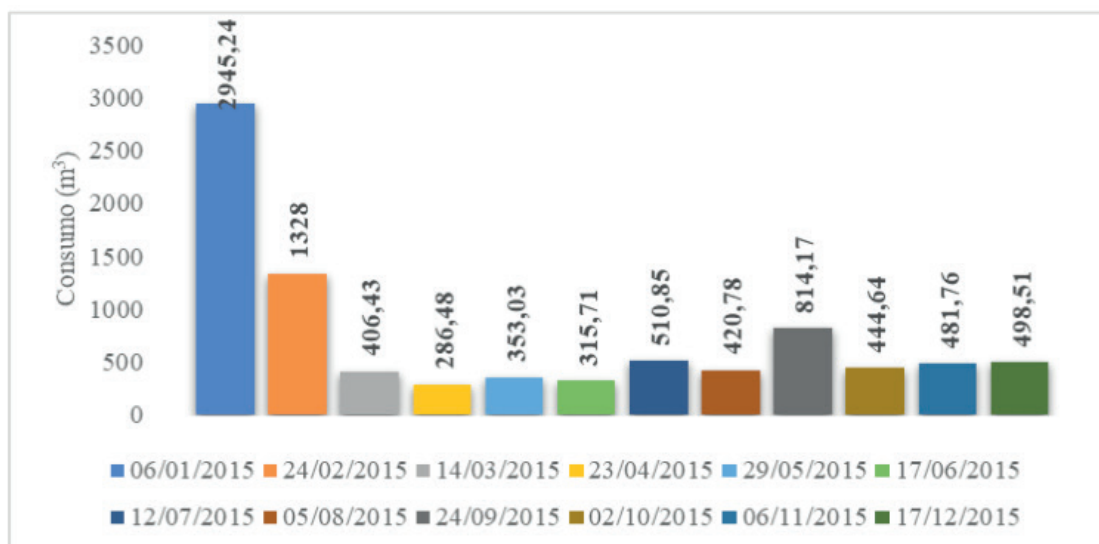


Figura 5 – Consumo máximo diário de cada mês no Centro de Convenções de Pernambuco para o ano de 2015.

Fonte: Figueiredo (2016).

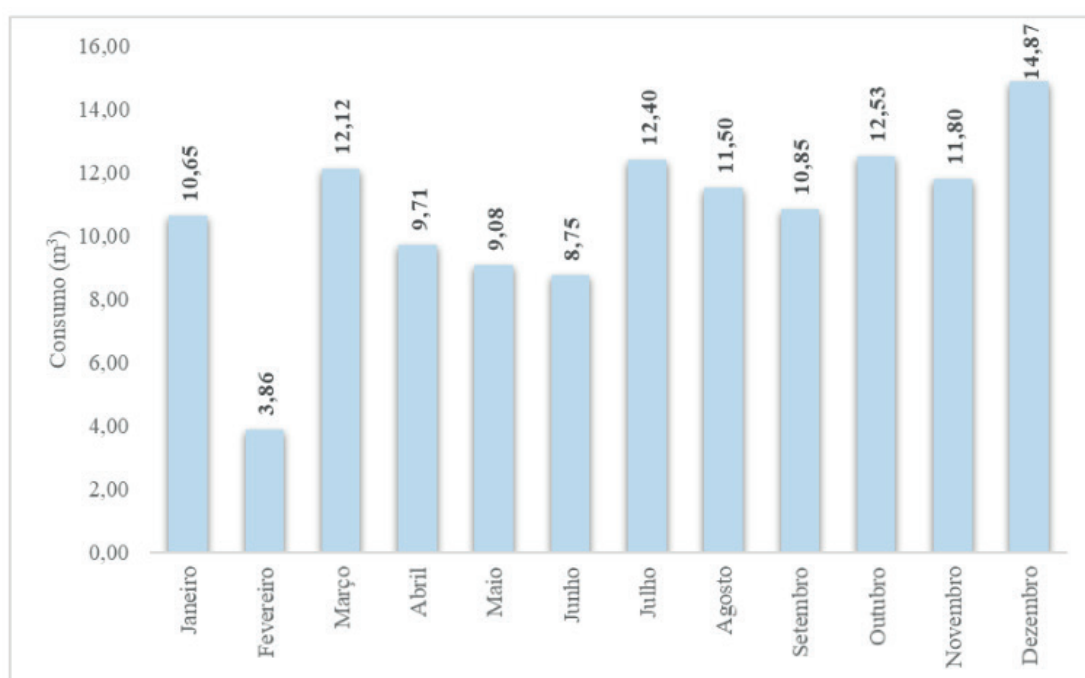


Figura 6 – Consumo médio de horário por mês em 2015 no Centro de Convenções de Pernambuco.

Fonte: Figueiredo (2016).

O máximo consumo horário foi de 67,34 m³/h em 17/06/2015 entre 10h e 11h. Nesse intervalo de tempo, estava ocorrendo a organização e montagem de uma feira de artesanato, uma conferência na área de saúde, várias reuniões e preparação para a festa de São João de duas escolas. A Tabela 1 apresenta os maiores consumos horários em cada mês do ano de 2015.

Máximo Consumo horário (m <sup>3</sup> )	Data	Horário (h)
54,51	16/01/2015	14:00 - 15:00
34,95	30/03/2015	21:00 - 22:00
32,45	13/04/2015	14:00 - 15:00
41,11	20/05/2015	13:00 - 14:00
67,34	17/06/2015	10:00 - 11:00
40,05	20/07/2015	13:00 - 14:00
63,18	19/08/2015	11:00 - 12:00
38,68	03/09/2015	10:00 - 11:00
40,40	04/10/2015	11:00 - 12:00
37,06	13/11/2015	13:00 - 14:00

Tabela 1 – Consumo máximo horário para o ano de 2015 no Centro de Convenções de Pernambuco.

Fonte: Figueiredo (2016).

### 3.6 Melhorias no gerenciamento para o atendimento das demandas hídricas do empreendimento

Edificações onde Centros de Convenções são instalados possuem uma tipologia bastante específica: grandes dimensões nas suas instalações; presença de população fixa administrativa; numerosa população flutuante dos eventos; possui eventos funcionando diariamente, em geral, das 6h às 22h; ampla área de jardim; banheiros com muitos equipamentos hidrosanitárias; necessidade de limpeza constantemente; e presença do sistema de refrigeração na maioria das instalações, incluindo banheiros. Todos esses aspectos influenciam na demanda hídrica do empreendimento.

A adoção do poço como única alternativa para o suprimento das demandas hídricas demonstra a dependência e fragilidade do gerenciamento hídrico do empreendimento. Novas alternativas precisam ser adotadas para evitar problemas futuros caso existam problemas no sistema de bombeamento do poço. Em caso de comprometimento do funcionamento do poço, mesmo que temporariamente, são necessárias soluções alternativas. As propostas apresentadas neste estudo objetivaram aumentar o armazenamento, indicar novas fontes de abastecimento e medidas de conservação de água para o empreendimento.

Com o intuito de aumentar o armazenamento hídrico no CECON é fundamental realizar a ligação do reservatório 5 com a rede de instalação hidráulica permanentemente. Assim, uma capacidade de 1.000 m<sup>3</sup> de armazenamento seria



incorporada à edificação, podendo ser utilizada diariamente ou apenas quando o poço necessitasse de manutenção. Considerando o consumo médio diário durante 2015, 268,29 m<sup>3</sup>/dia, esse reservatório conseguiria atender sozinho a demanda hídrica por mais de 3,5 dias. Tal fato também evitaria a ligação da bomba do poço constantemente.

Quando o fornecimento de água está comprometido, a solução mais rápida para não prejudicar a realização dos eventos é a compra de água de carro-pipa. Foram feitas três simulações para falta de água, estimando o custo que o CECON teria de arcar numa situação emergencial real durante o ano de 2015. Os preços utilizados são de duas empresas que fazem esse tipo de fornecimento de água e ficam localizadas na cidade do Recife. A primeira empresa trabalha com carro-pipa com capacidades de 20 m<sup>3</sup> (R\$ 480,00) e a segunda utiliza caminhões com 25 m<sup>3</sup> (R\$ 300,00).

A primeira simulação considerou a falta de água nos três dias de maior consumo, desconsiderando os consumos do dia com vazamento registrado no mês de janeiro e nos dias com falha no registro do equipamento de medição, como pode ser visto na Tabela 2. Nota-se que para o dia 24/02/2015 seriam necessários até 41 carros-pipas para suprir a demanda pela primeira empresa e 33 na segunda. Essa quantidade de veículos é muito alta e preocupante quando atrelada ao fato do trânsito de Recife ser caótico. Apesar do custo que o CECON teria que arcar variar bastante entre as empresas, é elevado por ser uma situação não planejada.

Data	Consumo (m <sup>3</sup> )	Nº de carros-pipas (empresa 1)	Custo (empresa 1)	Nº de carros-pipas (empresa 2)	Custo (empresa 2)
24/09	814,17	41	R\$19.680,00	33	R\$9.900,00
25/02	640,43	33	R\$15.840,00	26	R\$7.800,00
12/07	510,85	26	R\$12.480,00	21	R\$6.300,00

Tabela 2 – Simulação de custo para o suprimento da demanda hídrica nos três dias de maior consumo durante o ano de 2015.

Fonte: Figueiredo (2016).

A segunda simulação partiu da suposição de que o problema com o poço seja solucionado após 72h, considerando os mesmos critérios que a simulação 1. A Tabela 3 mostra que seriam necessários 72 ou 58 caminhão-pipa para o suprir a demanda hídrica do empreendimento com custos extremamente elevados.

Data	Consumo (L)	Nº de carros-pipas (empresa 1)	Custo (empresa 1)	Nº de carros-pipas (empresa 2)	Custo (empresa 2)
11/07/2015	440,69	23	R\$11.040,00	18	R\$5.400,00
12/07/2015	510,85	26	R\$12.480,00	21	R\$6.300,00

13/07/2015	456,85	23	R\$11.040,00	19	R\$5.700,00
Total	1.408,39	72	R\$34.560,00	58	R\$17.400,00

Tabela 3 – Simulação de custo para o suprimento da demanda hídrica nos três dias consecutivos de maior consumo durante o ano de 2015.

Fonte: Figueiredo (2016).

A terceira e última simulação refere-se a falta de água durante todos os dias do evento considerado o mais importante da agenda do CECON por atrair um público elevado em relação aos demais eventos, a FENEARTE. Em 2015, aconteceu XVI edição dessa feira de artesanato, a maior da América Latina, que durou 11 dias atingindo um público de mais de 330.000 pessoas com 5.000 expositores de 51 nacionalidades que comercializaram seus produtos, movimentando milhões de reais. A partir da Tabela 4 observa-se que o consumo nesses dias foi de 2.596,90 m<sup>3</sup> o qual dispenderia um custo de até R\$ 65.760,00 considerando o fornecimento pela empresa 1.

Data	Consumo (m <sup>3</sup> )	Nº de carros-pipas (empresa 1)	Custo (empresa 1)	Nº de carros-pipas (empresa 2)	Custo (empresa 2)
02/06/2015	263,55	14	R\$ 6.720,00	11	R\$ 3.300,00
03/06/2015	192,22	10	R\$ 4.800,00	8	R\$ 2.400,00
04/06/2015	181,76	10	R\$ 4.800,00	8	R\$ 2.400,00
05/06/2015	221,26	12	R\$ 5.760,00	9	R\$ 2.700,00
06/06/2015	240,91	13	R\$ 6.240,00	10	R\$ 3.000,00
07/06/2015	272,40	14	R\$ 6.720,00	11	R\$ 3.300,00
08/06/2015	292,24	15	R\$ 7.200,00	12	R\$ 3.600,00
09/06/2015	284,12	15	R\$ 7.200,00	12	R\$ 3.600,00
10/06/2015	173,11	9	R\$ 4.320,00	7	R\$ 2.100,00
11/06/2015	261,21	14	R\$ 6.720,00	11	R\$ 3.300,00
12/06/2015	214,12	11	R\$ 5.280,00	9	R\$ 2.700,00
Total	2.596,90	137	R\$ 65.760,00	108	R\$ 32.400,00

Tabela 4 – Simulação de custo para o suprimento da demanda hídrica nos 11 dias consecutivos da FENEART em 2015.

Fonte: Figueiredo (2016).

Um grande problema que deve ser resolvido é a falta de pressão na rede de abastecimento pública. É fundamental que esse empreendimento de singular importância para o Estado de Pernambuco tenha garantido o abastecimento público de água.

De acordo com o Art. 49 da ARPE (2013) o CECON tem o direito de solicitar à

COMPESA as informações sobre a pressão da rede pública que chega à edificação. Caso essa pressão esteja em desacordo com o estabelecido, a concessionária precisa ajustar. Além disso, segundo o Art. 144 da ARPE (2013), fornecer água com pressão em desacordo com os limites estabelecidos, constitui infração sujeita à imposição da penalidade de multa à concessionária. Entretanto, se a COMPESA estiver cumprindo a pressão necessária, cabe ao CECON investir e realizar obras para que a água chegue aos reservatórios da edificação. Ressalta-se que essa solução, a longo prazo, seria bastante onerosa. O CECON possui um alto consumo de água que iria impactar diretamente o custo com tarifa de água, uma vez que atualmente não há cobrança pela água captada do poço.

Outra solução seria a perfuração de um novo poço para que um sistema de rodízio entre eles fosse estabelecido, possibilitando manutenções regulares sem gerar transtorno para a realização dos eventos. Também, caso houvesse falha em um deles, o outro poderia entrar em funcionamento, enquanto as medidas corretivas fossem realizadas. Essa medida seria a mais econômica a longo prazo, pois atualmente não há cobrança pelo uso das águas subterrâneas do Estado de Pernambuco.

Entretanto, os impactos ambientais para os recursos subterrâneos continuariam semelhantes pela proximidade com o atual. A exploração dos recursos hídricos subterrâneos pelo CECON já é excessiva, pois ao longo de 2015, o empreendimento consumiu em média 268,29 m<sup>3</sup>/dia de água proveniente do poço, chegando a 2.945,24 m<sup>3</sup> em dias de maior consumo. Esse cenário pode ocasionar vários problemas, tais como: super exploração do aquífero, indução de água contaminada, avanço da cunha salina em subsuperfície e subsidência de solos.

Considerando o mapa de Zoneamento Explotável (Figura 7), utilizado como critério de análise de requerimentos de outorga em Pernambuco, observa-se que poço do CECON estaria situado na Zona C nos aquíferos do Cabo e Beberibe. Nessa região novos poços possuem um limite de vazão de outorga em 60 m<sup>3</sup>/dia e os poços existentes devem reduzir a vazão em 15%. Assim, a APAC não outorgaria uma captação de 268,29 m<sup>3</sup>/dia em um único poço para suprir as demandas hídricas da edificação, seriam necessários a perfuração de mais quatros.

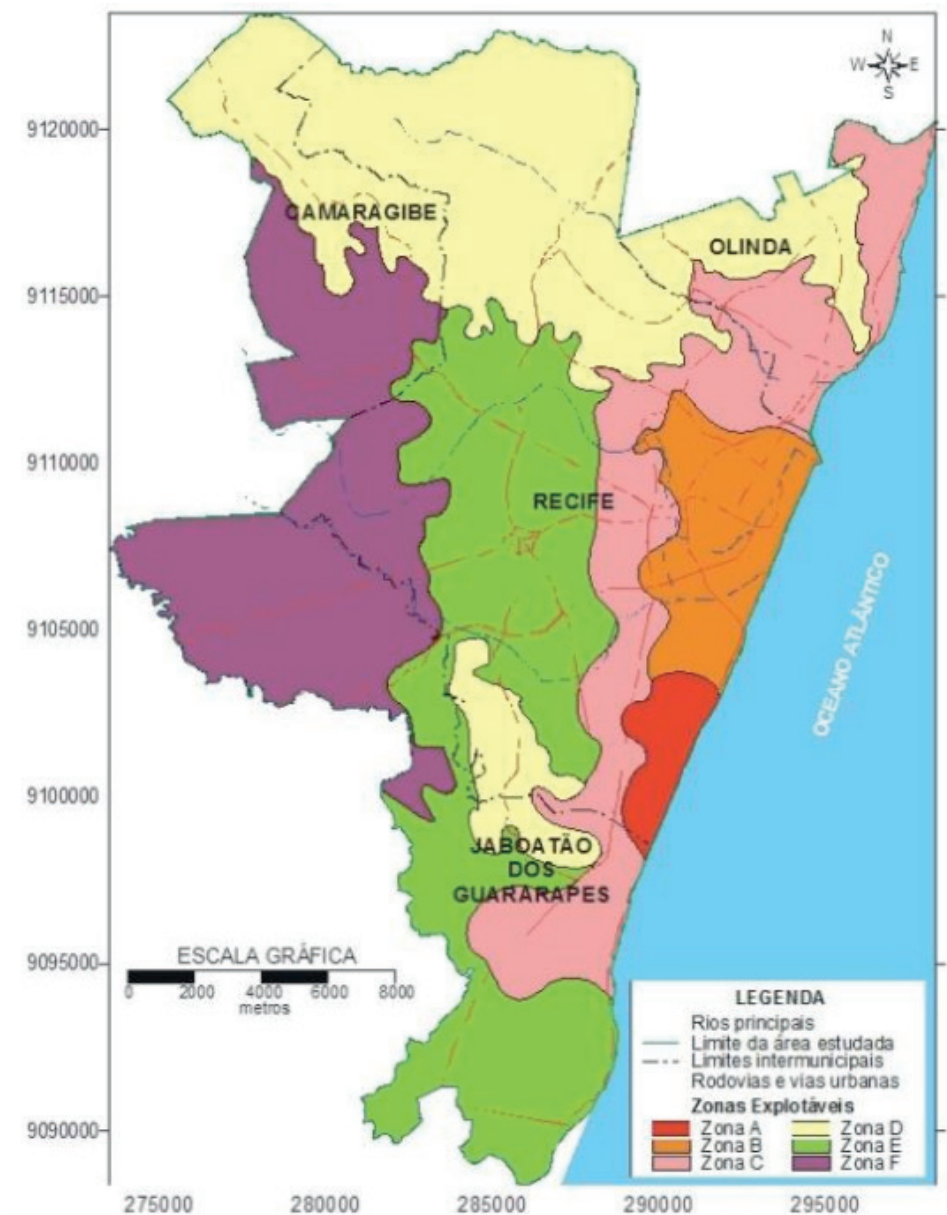


Figura 7 – Mapa de Zoneamento Explotável de água subterrânea nos municípios de Recife, Jaboatão dos Guararapes, Olinda e Camaragibe.

Fonte: Pernambuco (2003).

Também, uma medida sustentável para suprir as demandas hídricas dos jardins seria a captação de águas pluviais. Os jardins de invernos (internos) são regados mais frequentemente do que os externos com a água do poço.

A partir da análise dos dados pluviométricos (1980 a 2014), através de um pluviômetro localizado no Curado (Recife /PE), foi obtida a média anual histórica de 2.088,73 mm, como pode ser observado na Figura 8. Após essa análise e disposição física do empreendimento foi definido que a área destinada à captação da água de chuva seria de 1.739,62 m<sup>2</sup>. Considerou-se uma área de coleta do telhado (Figura 9) que se encontrava mais próxima a um canal de drenagem, pois facilitaria no escoamento da água para o armazenamento da mesma, sendo necessária apenas a construção de um desvio que ligaria o canal ao reservatório.



Figura 8 - Precipitação pluviométrica média mensais, entre os anos de 1980 a 2014.

Fonte: Figueiredo (2016).



Figura 9 - Vista superior do telhado da EMPETUR onde a área em vermelho seria destinada a captação de água pluvial.

Fonte: Figueiredo (2016).

Apesar de existir outras áreas de telhados que poderiam ser também destinadas a coleta de chuva, o custo do investimento para captação seria bem maior, já que não existe a ligação do canal próximo ao reservatório 5 com essas áreas. Assim, a solução proposta parte do princípio em adequar as instalações já existentes com o menor custo.

A previsão do consumo de água que poderia ser substituído por água pluvial seria destinada às atividades de regar jardim. O cálculo baseou-se nos indicadores de consumo de água em atividades relacionadas a jardim da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP). A quantidade de água consumida nesta atividade é de 2 L/m<sup>2</sup>/dia. Este consumo, foi multiplicado pela sua frequência durante

o mês e somadas, obtendo assim, a demanda hídrica para regar os jardins mensal de aproximadamente 625 m<sup>3</sup> e a anual de quase 7.500 m<sup>3</sup>.

O dimensionamento dos reservatórios para o armazenamento da captação de águas pluviais foi realizado através da utilização do programa Excel e Netuno, obedecendo à fundamentação teórica através dos métodos da NBR 15.527 (ABNT, 2007) que conduziram a valores distintos: Azevedo Neto (458 m<sup>3</sup>), Alemão (172 m<sup>3</sup>), Inglês (182 m<sup>3</sup>) e Simulação (1000 m<sup>3</sup>).

Comparando-se a capacidade dos reservatórios sugeridos por cada método com o volume médio de chuva mensal, obteve-se que no Azevedo Neto apenas no mês de junho o reservatório ficará completamente cheio, e nos demais meses ele sempre ficará ocioso. Enquanto isso, a partir do método prático Alemão, o reservatório ficaria cheio nos meses de fevereiro a agosto. No caso do método prático Inglês observa-se que apenas nos meses fevereiro a agosto o reservatório ficará completamente cheio.

O método da Simulação baseia-se na determinação do percentual de consumo que será atendido em função de um tamanho de reservatório previamente definido, sem considerar a evaporação da água. Então adotando que a capacidade simulada seriam 1000 m<sup>3</sup> (reservatório 5, atualmente subutilizado), o potencial de utilização de água pluvial no cenário simulado foi de 17,12% e o percentual de dias no período de análise em que a demanda é atendida corresponde: completamente (35,09%), parcialmente (18,46%), não atende (46,45%). Esse último reservatório nunca ficaria cheio e na maior parte do ano não conseguiria atender a demanda do jardim.

Portanto, qualquer que seja a capacidade dos reservatórios adotados a partir dos métodos da NBR 15.527 (ABNT, 2007) na maior parte dos meses não atenderia completamente a necessidade da rega de toda área de jardins, sendo necessário complementar com outra fonte de abastecimento. Porém, seria possível suprir o consumo dos jardins de inverno que são regados diariamente.

#### 4 | CONCLUSÕES

O CECON é extremamente importante para o Estado, pois comporta os maiores eventos de Pernambuco. Milhões de pessoas, de diferentes classes econômicas e nacionalidades, participam anualmente das feiras, seminários, reuniões, congressos, exposições, festas e refeições.

Os eventos nessas instalações são realizados diariamente e simultaneamente. Portanto, é notório que essa estrutura necessita de oferta hídrica garantida para atender suas demandas. Tal fato foi confirmado com análise do consumo em 2015, que chegou a 98.478,4 m<sup>3</sup> para o ano. Apesar deste número ser aparentemente elevado em comparação a outras edificações públicas, na maioria dos dias é justificável

em função dos eventos realizados. Cabe ressaltar que o consumo de água pode estar mascarado devido aos possíveis vazamentos decorrentes de patologias nas tubulações antigas que, muitas vezes, não podem ser consertadas imediatamente para não interferir nas atividades realizadas no CECON.

Entretanto, o grande problema é que toda essa água atualmente é fornecida exclusivamente por um único poço. Caso haja falha na captação de água do poço existente por qualquer problema técnico, o CECON ficará em uma situação complicada para atendimento imediato das demandas hídricas. Apesar de seus reservatórios ativos possuírem uma capacidade de 3.600 m<sup>3</sup>, apenas 540 m<sup>3</sup> são destinados ao atendimento das instalações hidrossanitárias, valor reduzido em comparação com o consumo médio diário de 268,3 m<sup>3</sup>.

As alternativas propostas neste trabalho para melhorar o abastecimento de água e propiciar a conservação desses recursos devem ser levadas em consideração combinadamente. Portanto, uma alternativa não exclui as outras necessariamente. Dessa forma, buscou-se garantir o aumento do armazenamento hídrico, dispor do abastecimento no cotidiano proveniente do poço e da concessionária, alertar para que haja uma reserva financeira para utilização de carros-pipas numa emergência e, por fim, propor a captação da água pluvial para utilização da parcial da necessidade da rega de jardim como uma medida de conservação dos recursos hídricos.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS DELEGADOS DE PERNAMBUCO - ARPE. Resolução nº 85, de 08 de outubro de 2013. Estabelece as condições relacionadas ao segmento comercial referente aos serviços públicos de distribuição de água e de esgotamento sanitário. Lex: Resoluções ARPE, Pernambuco. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=260659>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não-potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007. 12 p.

CARNEIRO, R. L. Diagnóstico de eficiência de uso da água no campus da faculdade UNB Planaltina-DF. 2016. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) - Universidade de Brasília, Planaltina, 2016.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - FIESP. Conservação e reuso de água em edificações. São Paulo: 2005. 152 p. Disponível em: <<http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2014/08/conservacao-e-reuso-de-aguas-2005.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2018.

FIGUEIREDO, A. A. O. Alternativas para melhorias ao atendimento das demandas hídricas do Centro de Convenções de Pernambuco. Recife. 2016. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco, Recife, 2016.

FIGUEIREDO, A. A. O.; SILVA, S. R. . Captações de águas pluviais em habitações de interesse social na Região Metropolitana do Recife. In: LATIN AMERICAN AND EUROPEAN CONFERENCE ON SUSTAINABLE BUILDINGS AND COMMUNITIES, 2015, Guimarães. Connecting People and ideas. Proceedings of Euro-Elecs 2015... Guimarães: Multicomp, 2015. v. 2. p. 1077-1086.

GRIGG, N. S. Governance and Management for Sustainable Water Systems. London: IWA Publishing, 2011. 204 p.

MARQUES, A. J. L.; SILVA, S. B.; CRUVINEL, K. A. S.; FERREIRA, E. M. Uso racional da água em concessionária de veículos. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 19, n. 3, set-dez, 2015, p. 891-899.

PERNAMBUCO. CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CRH. Resolução CRH nº 04, de 20 de novembro de 2003. Dispõe sobre a conservação e proteção das águas subterrâneas no Estado. Lex: Resoluções CRH, Pernambuco. Disponível em: <[http://www.srhe.pe.gov.br/documentos/docs\\_crh/IL\\_Resolucao\\_CRH\\_04\\_2003.pdf](http://www.srhe.pe.gov.br/documentos/docs_crh/IL_Resolucao_CRH_04_2003.pdf)>. Acesso em: 24 abr. 2018.

RAMÍSIOA, P.; COSTAB, H.; GOUVEIAC, N.; AREZESD, D. A gestão da água na política de sustentabilidade da Universidade do Minho. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, Guimarães. Proceedings... Guimarães: 2016. p. 1-8.

SABOIA, A. Centro de Convenções de Pernambuco utilizará apenas energia solar. 08 jun. 2016. Disponível em: <<http://www.blogdasppps.com/2016/06/centro-de-convencoes-de-pernambuco.html>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

SILVA, C. A. H. F. E. ; FIGUEIREDO, A. A. O. ; GOMES, M. M. A. ; SILVA, S. R. . Captação de águas pluviais em prédio público para fins de lavagem de veículos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 29, 2017, São Paulo. Anais... São Paulo: 2017. p. 1-12.



## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água potável 27, 35, 189, 264, 293, 302, 303, 325, 336, 350

Águas subterrâneas 25, 26, 27, 30, 33, 36, 37, 54, 111, 112, 113, 115, 117, 118, 120, 121, 123, 174, 179, 318, 319, 322, 323, 324, 326, 336, 361

Água subterrânea 25, 35, 36, 112, 117, 118, 119, 120, 161, 175, 318, 319, 324, 325, 377

Análises 25, 27, 28, 35, 37, 38, 41, 43, 45, 49, 50, 56, 91, 126, 140, 141, 158, 164, 267, 271, 301, 302, 320, 321, 322, 324, 360, 370, 373, 376, 379

### B

Biogás 38, 39, 40, 46, 47, 48, 49, 90

Busca exaustiva 1, 3, 4, 7, 20, 22, 23

### C

Conservação 159, 161, 162, 163, 164, 171, 178, 179, 259, 264, 274, 275, 276, 277, 279, 280, 281, 283, 284, 287, 292, 303, 338, 342

### D

Degradação dos solos 122

Desenvolvimento web 76, 78

Desperdício de água 293, 303

Destilador 293, 295, 296, 298, 301, 302

Digestor anaeróbio 38, 40, 43, 49

### E

Educação ambiental 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 284, 290, 291, 292, 304, 338, 340, 342, 344, 345, 347, 348

Eficiência hídrica 293, 294

Erosão hídrica 122, 123, 124, 126, 129, 135

Erosão urbana 122

### F

Fiscalização 140, 145, 146, 147, 148, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 261, 263, 264, 383

Fiscalização direta 145

Fiscalização indireta 145

### G

Gestão da manutenção 136, 137, 138, 139, 143, 144

God 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

### H

Hidráulica de canais 76, 77, 78, 79, 85

## I

Indicadores 100, 140, 145, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 160, 176, 181, 241, 246, 292, 358  
Inibição da atividade microbiana 38

## L

Lodo físico-químico 38, 41, 42, 43, 47, 48

## M

Manutenção evolutiva 136  
Manutenção preventiva 136, 330, 335  
Medidores estáticos 180, 181, 184, 189  
Meio ambiente 75, 111, 116, 122, 123, 228, 229, 233, 235, 236, 237, 263, 264, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 281, 283, 284, 285, 289, 290, 291, 292, 293, 296, 303, 304, 326, 338, 339, 342, 344, 345, 347, 362, 382, 383

## O

Otimização 1, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 14, 15, 19, 20, 21, 22, 23, 38, 40, 147, 161, 162, 163, 212, 213, 239, 240, 247, 249, 256, 259

## P

Planejamento 111, 125, 137, 139, 140, 143, 145, 146, 147, 155, 162, 228, 229, 230, 231, 236, 237, 246, 289, 305, 306, 308, 310, 315, 317, 326, 349, 351, 355, 356, 383  
Poço artesiano 25, 27, 28, 29, 30, 31, 35

## Q

Qualidade da água 25, 27, 30, 35, 36, 37, 74, 197, 296, 301, 302, 303, 318, 319, 325, 326, 364, 372

## R

Redes de distribuição de água 1, 2, 4  
Reuso de água 178, 247, 293

## S

Submedição 100, 180, 181, 185, 187  
Sulfato de alumínio 38, 41, 46, 47, 49, 50, 380  
Sustentabilidade 111, 123, 162, 163, 179, 205, 206, 211, 235, 236, 274, 275, 277, 280, 285, 292, 296, 303, 304, 338, 351, 383

## T

Tecnologia 22, 35, 37, 51, 52, 74, 76, 96, 98, 109, 168, 179, 180, 182, 188, 189, 212, 227, 238, 247, 259, 274, 299, 305, 308, 313, 316, 326, 360

## V

Viabilidade 8, 161, 180, 181, 186, 187, 188, 189, 235, 261, 296  
Vulnerabilidade 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 125, 181

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**