



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>
-------------------------------	------------

## PROJETO DE EFICIÊNCIA HÍDRICA: REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA DESCARTADA POR DESTILADORES

Data de aceite: 09/01/2020

### **Roberto Santos de Oliveira**

Gestor de Recursos Humanos pela UNESA.  
Técnico de Eletrônica e Informática pelo CEFET-RJ.  
Coordenador de QSMSRS no Centro de Ciências da  
Saúde – CCS/UFRJ  
Rio de Janeiro - RJ

### **Julio Cesar Oliveira Antunes**

Engenheiro Civil/Cartografia pela UERJ.  
Especialista em Engenharia Sanitária e Ambiental  
pela UERJ. Mestre em Ciências em Recursos  
Hídricos pela UERJ. Professor do Departamento  
de Meio Ambiente do CEFET/RJ. Gerente da  
Gerência Guandu-Lameirão da CEDAE-RJ.  
Representante da CEDAE e Diretor no Comitê de  
Bacia Hidrográfica do Guandu-RJ.  
Rio de Janeiro - RJ

### **Lucas Olive Pinho Silva Gomes**

Mestre em Defesa e Segurança Civil pela UFF.  
Gestor Ambiental pelo CEFET/RJ. Coordenador  
de Biossegurança no Instituto de Biofísica Carlos  
Chagas Filho no Centro de Ciências da Saúde –  
CCS/UFRJ.  
Rio de Janeiro - RJ

**RESUMO:** A água destilada é um insumo extremamente importante para a produção de medicamentos na farmácia do Centro de Ciências da Saúde (CCS) na Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, bem como

em seus laboratórios de pesquisa, haja vista a utilização de cem destiladores que estão instalados no prédio do CCS. No entanto, para suprir a demanda de água destilada esses equipamentos descartam uma grande quantidade de água que é utilizada na troca de calor. Com os dados da eficiência de cada destilador, calculou-se um desperdício potencial de 1.000.000 de litros de água por mês. Porém, uma análise físico-química e biológica da água utilizada por esses equipamentos constatou sua potabilidade de acordo com o Anexo XX da portaria de consolidação N° 05 de out/2017. Esse desperdício ocorre a cerca de 50 anos, desde a instalação do primeiro destilador em um laboratório de pesquisa no CCS. Todavia, no atual século XXI, quando há escassez de água potável em diversos lugares no planeta, esse esbanjamento não poderia ser mais tolerado. Sendo assim, o presente trabalho relata o esforço para conter esse “desperdício”, diminuir o consumo de água e o custo por esse consumo no prédio do CCS, que possui 120 mil m<sup>2</sup>. Os resultados comprovam o grande valor ambiental do projeto por reaproveitar a água descartada por destiladores, sua simplicidade e capacidade de ser replicado em outras universidades, além do retorno econômico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Destilador, Reuso de água, Água potável, Desperdício de água, Eficiência hídrica.

**ABSTRACT:** Distilled water is an extremely important input for the production of medicines in the pharmacy of the Health Sciences Center (CCS) at the Federal University of Rio de Janeiro - UFRJ, as well as in its research laboratories, given the use of 100 distillers that are installed in the CCS building. However, to meet the demand for distilled water, these devices dispose of a large amount of water that is used for heat exchange. With the efficiency data of each distiller, a potential waste of 1,000,000 liters of water per month was estimated. But, a physicochemical and biological analysis of the water used by these equipments found its potability according to Annex XX of the Consolidation Ordinance No. 05 of Oct / 2017. This waste has been around 50 years since the installation of the first distiller in a research laboratory at CCS. However, in the present 21st century, when there is a shortage of drinking water in many places on the planet, this wastefulness could no longer be tolerated. Thus, the present paper reports the effort to contain this “waste”, reduce water consumption and the cost of this consumption in the CCS building, which has 120,000 m<sup>2</sup>. The results prove the great environmental value of the project by reusing the water discarded by distillers, its simplicity and ability to be replicated in other universities, as well as the economic return.

**KEYWORDS:** Distiller, Water reuse, Drinking water, Water waste, Hydric efficiency

### INTRODUÇÃO

O “Projeto de Eficiência Hídrica: Reutilização de Água Descartada por Destiladores” foi idealizado a partir das observações do desperdício da água ocorrido no processo de destilação nos laboratórios de pesquisa do Centro de Ciências da Saúde - CCS da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ. Tendo como objetivos eliminar esse desperdício, diminuir o consumo de água e o custo por esse consumo, o projeto foi escrito, baseado em estudos preliminares sobre a eficiência dos destiladores e uma projeção do custo da perda de água, sendo, então, submetido em 2014, ao “Concurso Soluções Sustentáveis” do Fundo Verde da UFRJ. Esse fundo tem por objetivo a elaboração de projetos de infraestrutura sustentável nos setores de geração e racionalização do uso de energia e de mobilidade urbana para a UFRJ.

Devido a ser um projeto de grande valor ambiental e inovador, o “Projeto de Eficiência Hídrica: Reutilização de Água Descartada por Destiladores” foi um dos vencedores na categoria de eficiência hídrica, recebendo R\$ 500.000,00 para a sua execução. Ademais, o projeto mostra-se alinhado ao Objetivo 6.4 dos 17 ODS (Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável) que constam na Agenda 2030 da ONU, ou seja:

Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos

os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água (Agenda 2030, ONU, 2015).

Vale ressaltar que o projeto foi elaborado e executado durante a crise hídrica que causou a escassez de água na região sudeste desse país entre os anos de 2014 e 2017.

Portanto, o presente trabalho objetiva apresentar a metodologia desenvolvida para implementação do sistema de reaproveitamento de água, seus resultados e ações que possibilitaram a realização do projeto.

A Figura 1 mostra um desenho esquemático clássico de um destilador, onde se pode constatar que a água de entrada (fornecida pela CEDAE/RJ), que serve como trocadora de calor, é, invariavelmente, lançada no esgoto.

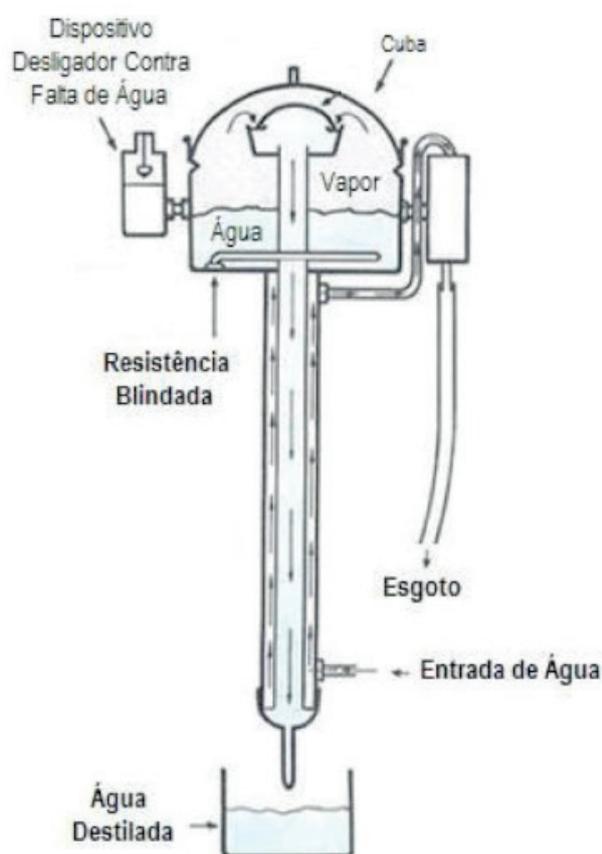


Figura 01 – destilador

Fonte: <http://www.biosystems.com.br/equipamentos/destilador-de-agua-tipo-pilsen-modelos-disponiveis-de-2-a-10-litros-h-modelo-dl-da>

## OBJETIVOS

O objetivo principal do projeto é eliminar o desperdício da água descartada por destiladores no processo de obtenção de água destilada para a utilização em pesquisas e elaboração de medicamentos nos laboratórios localizados no prédio do Centro de Ciências da Saúde da UFRJ, quantificando e reutilizando a água

desperdiçada de forma inteligente por meio de um sistema replicável em situações semelhantes.

Os objetivos secundários são diminuir o consumo de água e seu custo, mostrando que os órgãos públicos podem e devem melhorar a gestão dos recursos financeiros e naturais através de projetos inovadores e adoção de práticas de sustentabilidade em consonância com a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) do Ministério do Meio Ambiente.

## **METODOLOGIA**

A execução do projeto teve início em março de 2015 com uma equipe de cinco integrantes: um Gestor Público, um Gestor Ambiental, um Eng.º Eletricista, um aluno de Engenharia Ambiental da UFRJ, uma aluna de Gestão Ambiental do CEFET/RJ e um Engenheiro Civil e professor do Departamento de Meio Ambiente do CEFET/RJ como orientador. Sendo assim, para efeito de um estudo de viabilidade preliminar, foi necessário mapear e conhecer a quantidade e a localização dos destiladores espalhados nos diversos laboratórios em três pavimentos numa área de 120 mil m<sup>2</sup> construídos. Além disso, era importante conhecer a eficiência de cada destilador, ou seja, quantos litros de água são utilizados para se obter 1 litro de água destilada.

A partir desse dado, multiplicando-se pelo tempo estimado de uso, saber-se-ia o desperdício mensal de cada equipamento. Conseqüentemente, foi montada uma planilha com essas informações. Logo, foram contabilizados 100 destiladores com um potencial de desperdício de 1.000.000 de litros de água/mês.

Seguindo a metodologia definida no início do projeto, o próximo passo foi idealizar e montar um protótipo para a captação e reutilização da água descartada pelos destiladores. Para tanto, algumas perguntas precisavam de respostas, tais como: Qual a qualidade da água coletada? Qual a temperatura na qual a água sai do destilador? Qual a melhor utilização para o tipo e a quantidade de água que seria coletada? Como fazer a coleta sem interferir nas atividades dos laboratórios? Como quantificar a água reutilizada? Esses questionamentos e seus desdobramentos embasaram a construção de um protótipo com uma solução simples, eficaz, eficiente, inédita e ousada.

Portanto, o sistema idealizado funciona da seguinte forma: a água descartada é levada a um pequeno reservatório de 50 litros (Unidade Autônoma de Captação e Bombeamento – UACB – Figura 02) e, posteriormente, bombeada por uma minibomba pressurizadora (120W, 127V, 1.800l/h), que é acionada por uma eletroboia, para um reservatório de maior capacidade, externo ao prédio. Conseqüentemente, bombas centrífugas de maior potência, controladas por meio de um sistema elétrico robusto, bombeiam a água armazenada nos reservatórios externos para o sistema de

abastecimento. A Figura 03 ilustra o funcionamento do sistema, que é automático e sem contato humano em quaisquer de suas partes.



Figura 02 – protótipo da UACB instalado

Fonte: Autor

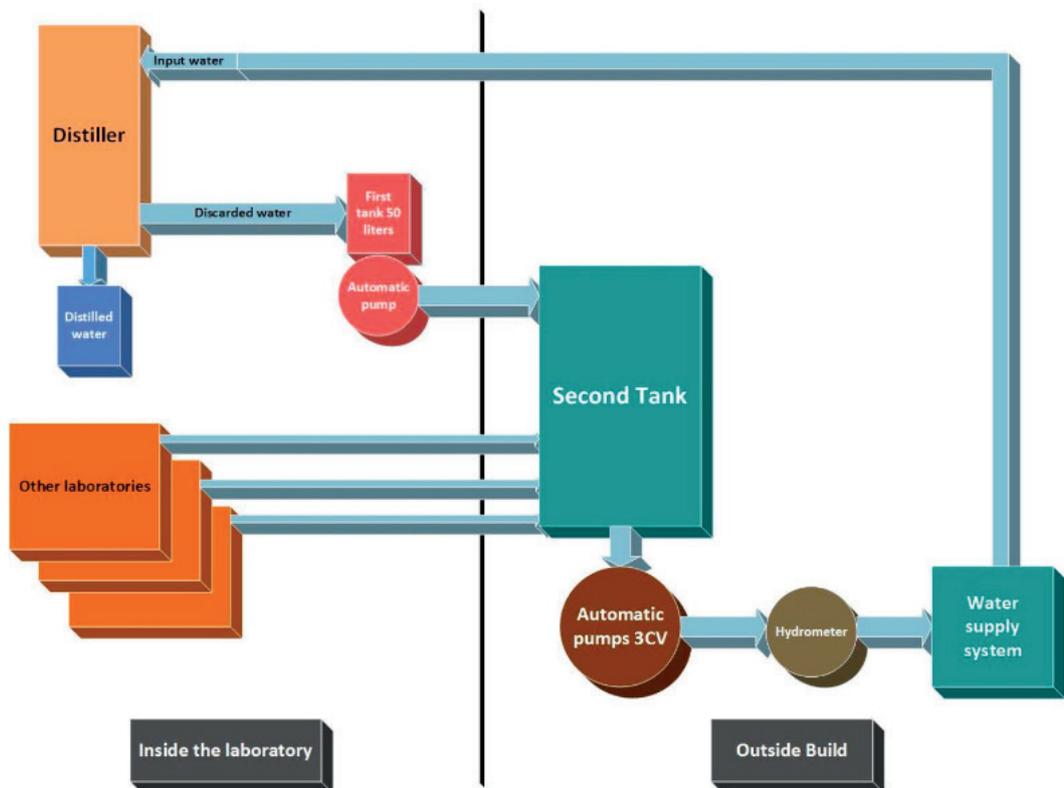


Figura 03 – esquema do sistema de captação e reutilização da água descartada pelos destiladores

Fonte: Criada pelo autor

Por conseguinte, o protótipo mostrou que o sistema é eficiente, pois ficou ativo durante 21 meses, captando e reutilizando a água de apenas três destiladores,

recuperando 560.310 litros de água (Figura 04) e trazendo uma economia de R\$11.576,00.

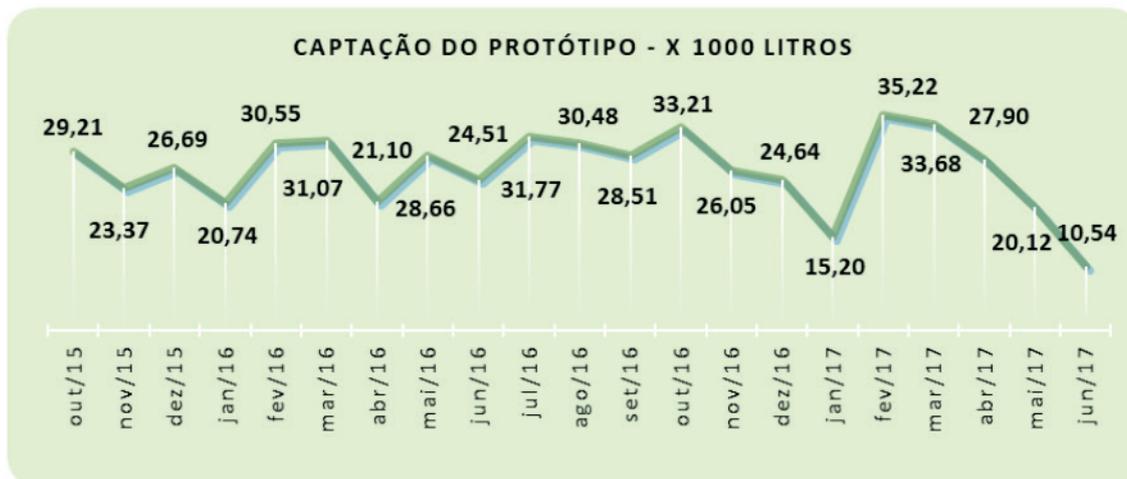


Figura 04 – Captação do protótipo

Fonte: Criada pelo autor

Em seguida, o sistema foi ampliando para a captação da água de 39 destiladores, por meio da construção de 30 UACB's. Infelizmente, os recursos financeiros não foram suficientes para se aproveitar a água de todos os destiladores, pois, foi necessário priorizar a malha de captação com 1,5km de tubulação instalada, os reservatórios externos de 30.000 litros e o sistema elétrico que controla as duas bombas centrífugas de 5CV, responsáveis pela reentrada da água no sistema de abastecimento do prédio, além da obra civil para receber os reservatórios e manter o local seguro.

As UACBs foram reprojatadas e construídas em alumínio e compensado naval, além de receberem um termômetro para que o operador do destilador regule a temperatura de saída da água, a qual deverá ser mantida no máximo em 40°C, por meio do registro de entrada, ofertando mais ou menos água ao equipamento. Esse fator pode ser considerado uma inovação, pois, nenhum dos destiladores possui esse controle. Esse procedimento melhora a eficiência do destilador por favorecer o processo de troca de calor e aumenta a vida útil da resistência elétrica. Para que os laboratórios parceiros pudessem contatar os responsáveis e saberem como operar a UACB, foi desenvolvido um Procedimento Operacional Padrão (POP) em forma de adesivo e aplicado no equipamento.

A malha de canos de captação começa na saída da bomba da UACB e foi calculada da seguinte forma: tubos de 25mm *aquaterm* saem da UACB, os quais desembocam em tubos de 32mm ao longo das paredes externas do prédio que se conectam a tubulação de 50mm, a qual leva a água até os dois reservatórios externos de 15.000 litros cada. Estes são completamente independentes, pois, havendo a

necessidade de manutenção o sistema de reaproveitamento da água não precisa ser interrompido.

A tubulação de reentrada com 60mm começa na saída dos reservatórios e passa por uma lateral do prédio de 100m atingindo a rede de abastecimento em 11 pontos de conexões ao longo de 200m no subsolo do CCS. A tubulação e as bombas foram calculadas levando em consideração os 30mca de pressão do sistema de abastecimento e os 10mca de perdas de cargas, sendo assim, quando as bombas centrífugas de 5CV são acionadas entregam 13.500 litros/h sob uma pressão de 40mca. Destaca-se que em cada uma das seções da tubulação de abastecimento, onde há uma conexão de entrada, foram instalados manômetros para o monitoramento da pressão do sistema, antes inexistentes. Com isso, a equipe conseguiu verificar a pressão da rede quando as bombas são acionadas, além de o setor de manutenção do prédio poder monitorar o sistema de abastecimento com maior precisão.

Dessa forma, a obra foi concluída em agosto de 2017. Ao final do primeiro mês de operação, registrou-se a quantidade de água captada e reutilizada pelo sistema, a qual ficou na casa de 286.000 litros.

Após a conclusão das obras principais, a equipe se dedicou a colocar o sistema de telemetria para funcionar. Por conseguinte, durante os meses de setembro de 2017 a janeiro de 2018 a equipe trabalhou na instalação do módulo DMI Mini TCR A663/CA-mA 88ES, desenvolvido pela empresa nacional ISSO Tecnologia, no sistema de alimentação elétrica e controle das bombas de 5CV. Foram acoplados ao equipamento três sensores que verificam as fases de alimentação das bombas, o transmissor de pressão, que verifica a pressão do sistema na saída das bombas e o hidrômetro, o qual gera um pulso a cada 10 litros de água entregues pelas bombas. Por meio da interface web, pode-se monitorar o sistema de reaproveitamento da água descartada por destiladores. Este é o link de acesso à interface web: <https://datalog.issodns.com/?sid=EHVM0LF24FAV&> (Figura 05).



Figura 05 – Tela da interface web

Fonte: Criada pelo autor

## RESULTADOS OBTIDOS

Com a instalação das 30 UACBs, a captação aumentou consideravelmente. As Figuras 06 e 07, abaixo, mostram a captação por mês e o retorno econômico por mês até outubro de 2018. Pode ser constatado que houve uma captação total de 4.175.000 de litros de água. Somadas a do protótipo, o projeto reutilizou 4.735.310 litros de água, obtendo um retorno econômico no valor de R\$ 94.426,50.



Figura 06 - Captação do sistema de coleta de água de destiladores

Fonte: Criada pelo autor

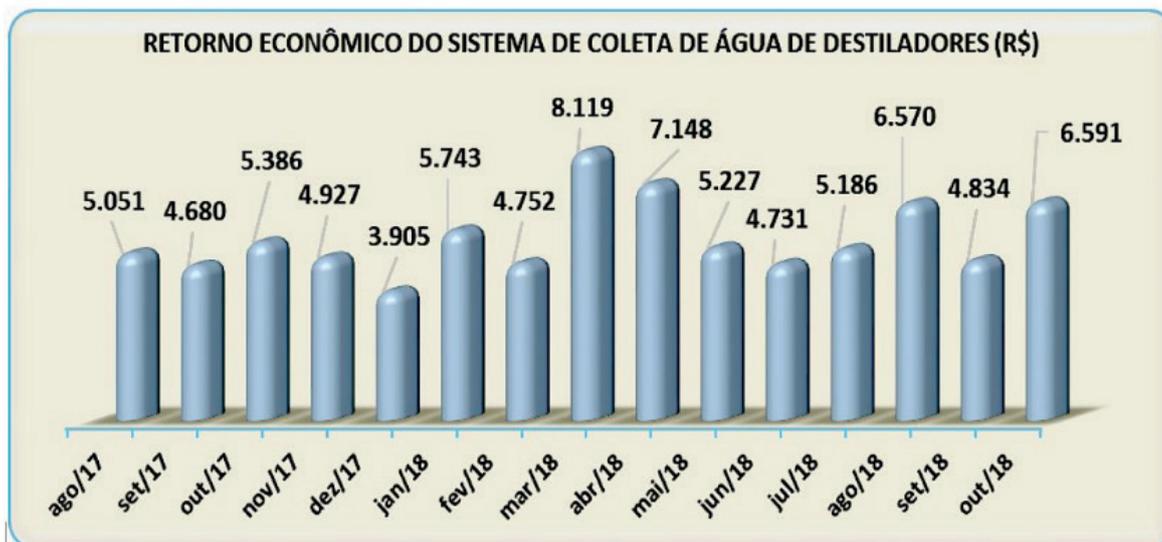


Figura 07 - Retorno econômico do sistema de coleta de água de destiladores

Fonte: Criada pelo autor

Outro resultado a ser destacado diz respeito a comparação da análise da qualidade da água captada com a água do sistema de abastecimento do CCS. A primeira análise foi feita em setembro de 2015 pelo Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF) e comparou a concentração de Cloro Livre Residual entre a água de abastecimento do CCS (amostra P) com a água na saída do destilador (amostra D) por meio do método iodométrico (**Figura 08**). Em agosto de 2017 outra análise foi feita no Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) no Laboratório de Química Analítica Quantitativa. As amostras foram coletadas de acordo com a NBR 9898 (Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores). As análises foram feitas em triplicata. As três amostras de água de abastecimento foram obtidas em uma torneira do Laboratório de Ecofisiologia e Toxicologia de Cianobactérias (Bloco G, subsolo, prédio do CCS). As três amostras de água de reuso foram obtidas dos reservatórios do Sistema de Reuso após 21 meses de operação. Todos os resultados comprovaram a potabilidade da água coletada, segundo o Anexo XX da portaria de consolidação N° 05 de out/2017 (Tabela 01).

<p>mgCl<sub>2</sub>/L amostra P = 2,13 ppm</p> <p>mgCl<sub>2</sub>/L amostra D = 2,079 ppm</p> <p>Faixa de Cloro Residual Livre preconizado pela Portaria MS 2.914: de 0,2 a 2,0 ppm.</p>
---

Figura 08 – Resultado da comparação do Cloro Residual Livre

Fonte: Relatório do Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho (IBCCF) – setembro /2015

Parâmetro	V.M.P. (MS 2914)	Resultado abastecimento	H <sub>2</sub> O	Resultado reuso	H <sub>2</sub> O
Ferro	0,3 mg/L	0,36 mg/L		0,28 mg/L	
Dureza total	500 mg/L	21,4 mg/L		21,1 mg/L	
Cloro Livre	5,0 mg/L	4,8 mg/L		4,6 mg/L	
Sólidos dissolvidos Totais	1000 mg/L	74,2 mg/L		63,8 mg/L	
Coliformes Totais	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml		Ausência em 100 ml	
Escherichia coli	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml		Ausência em 100 ml	

Tabela 01 – Resultado da análise da qualidade da água captada

Fonte: Relatório do Laboratório de Química Analítica Quantitativa (IFRJ) – agosto/2017

Considerando apenas o período no qual o projeto operou por completo, captando a água dos 39 destiladores, a média de reaproveitamento mensal representa entorno de 2,5% do total de água consumido pelo CCS. O consumo de energia para operar o projeto é, em média, 84KWh por mês, o que significa menos de 0,001% do total consumido pelo centro (1.200.000 KWh/mês).

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados comprovam que os cem destiladores instalados nos laboratórios de pesquisa no prédio do CCS descartam uma grande quantidade de água e esse desperdício vem ocorrendo desde a instalação do primeiro destilador há pelo menos 50 anos. Embora todos soubessem desse fato, nada de concreto foi feito para se resolver o problema. No entanto, esse projeto tornou-se inovador e sem paralelo em sua escala de atuação ao captar e reaproveitar a água descartada de uma forma inteligente e diminuindo os custos para os cofres públicos.

Além disso, as análises provaram a potabilidade da água coletada. Portanto, não há somente água sendo desperdiçada, mas água potável, que representa 0,003% da água doce disponível no planeta. Conseqüentemente, o resultado do projeto estabelece um novo paradigma na utilização de água para a produção de água destilada nos laboratórios de pesquisa e produção de medicamentos, que deveria levar a uma maior reflexão e discussão no âmbito da comunidade universitária e da administração pública.

## CONCLUSÕES – RECOMENDAÇÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O projeto é inovador por ter idealizado a Unidade Autônoma de Captação de

Bombeamento – UACB, que executa a sua função silenciosamente e de forma quase invisível às atividades dos laboratórios, a um custo baixo. Além disso, o projeto foi construído em uma escala jamais vista, sendo assim, não há precedentes na literatura que registrem a captação e a utilização de água potável na qualidade, na forma e na quantidade alcançadas pelo projeto.

Ao comprovar a potabilidade da água, o projeto foi ousado em utilizar a água captada em um sistema fechado, completamente inédito.

O projeto se tornou extremamente importante para o CCS/UFRJ por mostrar que o desperdício de água pode ser combatido com ações que levam a sustentabilidade, diminuindo o impacto do desenvolvimento humano no meio ambiente. Além disso, por sua baixa complexidade, o projeto pode ser replicado em outras universidades que utilizam destiladores em seus laboratórios de pesquisa.

A UFRJ e outras universidades deveriam considerar a construção de salas de água, onde os destiladores ficariam concentrados. Essa medida diminuiria em muito o custo do projeto, visto que uma UACB pode captar a água de quatro destiladores.

É recomendável que a União, não somente invista recursos para o término da captação dos sessenta destiladores que ficaram fora dessa primeira etapa do projeto, como também, possa incentivar que outras universidades adotem essa solução para cessar o desperdício de água potável por meio de destiladores, visto que o investimento tem retorno certo.

Sugere-se que haja uma revisão do Anexo XX da portaria de consolidação N° 05 de out/2017, pois, esse tipo de água não se encaixa em nenhuma das definições de reuso potável, porque não foi encontrada degradação da qualidade da água coletada em nenhum ponto do sistema.

## REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas, **História da Água**, Disponível em: [http://historiadaagua.ana.gov.br/livro\\_historia\\_agua.pdf](http://historiadaagua.ana.gov.br/livro_historia_agua.pdf), acesso em 22/09/2018.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Lei 6.938/81**- Brasília. Disponível em: [http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsulegis\\_03.pdf](http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/rsulegis_03.pdf), Acesso em 30/09/2018.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução 357/2005**.

FIESP, **Conservação e reuso de águas em edificações** (2005). Disponível em: <http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/conservacao-e-reuso-de-aguas-em-edificacoes-2005/>. Acesso em 30/03/2019.

FIORILLO, Celso Antônio Pacheco. **Curso de direito ambiental brasileiro**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2003.

ILHA, M. S. O.; OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M.: **Sistemas de medição individualizada de água: como determinar as vazões de projeto para a especificação dos hidrômetros?** - Scielo.

br – 2010

JACOB, Pedro. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cp/n118/16834.pdf>, acesso em 01/10/2018.

LENZA, Pedro. **Direito Constitucional Esquemático**. 14. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

MMA, Ministério do Meio Ambiente, **Agenda Ambiental na Administração Pública-A3P**. Disponível em: <http://a3p.mma.gov.br/>. Acesso em 30/03/2019.

MS, Ministério da Saúde. **Anexo XX da portaria de consolidação Nº 05 de out/2017**.

ONU, Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030**, Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em 30/03/2019.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**, 2015.

## 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**