

Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)



Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 3

 **Atena**
Editora
Ano 2020

Maria Elanny Damasceno Silva
(Organizadora)



Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 3

Atena
Editora
Ano 2020

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Barão

Bibliotecário

Maurício Amormino Júnior

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Karine de Lima

Luiza Batista 2020 by Atena Editora

Maria Alice Pinheiro Copyright © Atena Editora

Edição de Arte Copyright do Texto © 2020 Os autores

Luiza Batista Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Revisão Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora

Os Autores pelos 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, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. 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.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

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

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
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
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
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. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
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. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
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. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
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

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
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 Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás

Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional

Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais

Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos

Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo

Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas

Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília

Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás

Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia

Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases

Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil

Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita

Prof. Me. Eivaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí

Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora

Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé

Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas

Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo

Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária

Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná

Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina

Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro

Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza

Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia

Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College

Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará

Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social

Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe

Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay

Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA

Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia

Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis

Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará

Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ

Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás

Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe

Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados

Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná

Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental 3

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecário: Maurício Amormino Júnior
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Edição de Arte: Luiza Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Maria Elanny Damasceno Silva

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

M514 Meio ambiente, recursos hídricos e saneamento ambiental 3 [recurso eletrônico] / Organizadora Maria Elanny Damasceno Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-222-7

DOI 10.22533/at.ed.227202207

1. Educação ambiental. 2. Desenvolvimento sustentável. 3. Meio ambiente – Preservação. I. Silva, Maria Elanny Damasceno.

CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br


Ano 2020

APRESENTAÇÃO

Prezado leitor (a), a obra Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Básico da série 2 e 3, englobam a temática das ciências ambientais no contexto teórico e prático de pesquisas voltadas para a discussão da preservação e recuperação dos recursos naturais, bem como a criação de métodos e tecnologias que contribuem para a redução dos impactos ambientais oriundos dos desequilíbrios das ações humanas.

O volume 2 contém capítulos que tratam da educação ambiental por meio de projetos interdisciplinares em ambientes educacionais e comunitário. Além disso, as pesquisas apresentadas apontam tecnologias diversas que auxiliam no monitoramento de áreas protegidas, risco de queimadas em florestas e simuladores de erosão em solo para formulação de dados sedimentológicos.

Em relação as tecnologias sustentáveis são divulgados estudos sobre os benefícios dos telhados verdes para captação de águas pluviais e o uso de biodigestores em propriedades rurais e zonas urbanas para o tratamento de matérias orgânicas utilizadas na geração de energia, gás e biofertilizantes. Sobre efluentes industriais e domésticos é indicado método de depuração aplicado em Estações de Tratamentos de Esgotos, assim como *Wetlands* construídas para eliminar a deterioração das bacias hídricas.

Diante do crescimento populacional em zonas urbanas é mostrado a necessidade de redimensionamento de área urbana próxima às áreas de inundações, complementando com o estudo sobre a atualização de Plano de Saneamento Básico municipal para controle de enchentes. E por fim, acerca de inundações em locais impermeáveis é evidenciado um sistema de infiltração de águas de chuvas que facilita o escoamento no solo.

No volume 3 é tratado da parceria entre gestores nacionais e internacionais de recursos hídricos a fim de fomentar a Rede Hidrometeorológica do país. As questões jurídicas ganham destaque na gestão ambiental quando se refere ao acesso à água potável na sociedade. E como acréscimo é exposto um modelo hidro econômico de alocação e otimização de água. As águas fluviais compõem uma gama de estudos contidos neste exemplar. Os assuntos que discutem sobre rios e praias vão desde abordagens metodológicas para restaurar rios, análises das características das praias de águas doces sobre o desenvolvimento do zooplâncton e composição granulométrica dos sedimentos dos corpos hídricos.

É destaque para a importância e conservação das Bacias de Detenção de águas de chuvas em zona urbana, como também os sistemas de controle da vazão das águas pluviais na prevenção de enchentes, assoreamento e erosões nas margens de rios. Os modelos matemáticos, hidrogramas e suas correlações são fatores que estimam volume das vazões nas áreas atingidas e servem como instrumentos eficazes preventivos contra inundações inesperadas. Similarmente, a modelagem pode ser bem inserida em um estudo que trata dos componentes aquáticos na qualidade das águas de rios.

A respeito da qualidade da água são mencionados ensaios físico-químicos e microbiológicos coletados em um rio e averiguados com base nos parâmetros das portarias e resoluções nacionais. No quesito potabilidade da água é exibido uma pesquisa com foco nas águas pluviais captadas e armazenadas em cisternas de placas.

Por último, salienta-se os estudos que substituem aparelhos hidrosanitários por modelos que reduzem a quantidade de água descartada, da mesma forma tem-se a substituição de válvulas redutoras de pressão por turbo geradores a fim de verificar a viabilidade financeira e energética em uma Companhia de Abastecimento metropolitano.

Portanto, os conhecimentos abordados e discutidos sem dúvidas servirão como inspiração para trabalhos futuros, replicação em outras regiões como também favorecerá para a minimização dos impactos ambientais provocados a longo prazo, além de ser modelos norteadores de consciência ecológica na sociedade.

Excelente leitura!

Maria Elanny Damasceno Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CONTRIBUIÇÃO DOS USUÁRIOS DE DADOS (<i>STAKEHOLDERS</i>) PARA O PROJETO DA REDE HIDROMETEOROLÓGICA NACIONAL DE REFERÊNCIA – RHNR	
Ana Carolina Zoppas Costi Fabrício Vieira Alves Diana Wahrendorff Engel Marcio de Oliveira Candido	
DOI 10.22533/at.ed.2272022071	
CAPÍTULO 2	13
GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS: MODELO HIDRO ECONÔMICO DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA	
William Dantas Vichete Arisvaldo Vieira Mélo Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.2272022072	
CAPÍTULO 3	26
ASPECTOS JURÍDICOS E ORGANIZACIONAIS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DA PARAÍBA	
Maria Helena Carvalho Costa Josevi de Sousa Carvalho Maria da Penha Medeiros Noemia Climentino Leite Carla Rocha Pordeus	
DOI 10.22533/at.ed.2272022073	
CAPÍTULO 4	35
ABORDAGENS METODOLÓGICAS PARA A RESTAURAÇÃO DE RIOS	
Jucimara Andreza Rigotti Lucia Helena Ribeiro Rodrigues	
DOI 10.22533/at.ed.2272022074	
CAPÍTULO 5	47
A INFLUÊNCIA DA DINÂMICA DAS MARÉS SOBRE O ZOOPLÂNCTON EM TRÊS PRAIAS DE CAMETÁ, PARÁ	
Elidineia Lima de Oliveira Mata Vitor Barbosa da Costa Kelli Garboza da Costa	
DOI 10.22533/at.ed.2272022075	
CAPÍTULO 6	61
ASPECTOS SEDIMENTOLÓGICOS DO RIO PARAGUAI NA ÁREA COMPREENDIDA ENTRE A MONTANTE DA PRAIA DO JULIÃO E A JUSANTE DO BARRANCO DO TOURO - MUNICÍPIO DE CÁCERES	
Bruno Ramos Brum Michelle do Espírito Santo Bertolino Fernando Guilert Pinheiro Borges Mauri Queiroz de Menezes Junior Carolina da Costa Tavares Célia Alves de Souza Ernandes Sobreira Oliveira Junior	
DOI 10.22533/at.ed.2272022076	

CAPÍTULO 7	71
DESAFIOS DA INSERÇÃO DE BACIAS DE DETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO DO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA, SP	
Carolina Sulzbach Lima Peroni Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira	
DOI 10.22533/at.ed.2272022077	
CAPÍTULO 8	81
METODOLOGIA PARA A IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE CONTROLE DE VAZÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS NUMA BACIA HIDROGRÁFICA, EM ESPECIAL OS COM RESERVAÇÃO E INFILTRAÇÃO	
Vinicios Hyczy do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.2272022078	
CAPÍTULO 9	91
MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS: YPANÉ Y JEJUÍ, UTILIZANDO HEC-HMS CON FINES DE PRONÓSTICOS HIDROLÓGICOS EN EL RÍO PARAGUAY	
Rosa del Rocío Aseretto Roger Monte Domecq Serrati Roberto Hiroshi Takahashi	
DOI 10.22533/at.ed.2272022079	
CAPÍTULO 10	106
CORRELAÇÃO ENTRE DOIS AVALIADORES DE DECLIVIDADE MÉDIA DO TALVEGUE PRINCIPAL DE 31 BACIAS NA REGIÃO DO MÉDIO TIETÊ	
André Luiz de Lima Reda Raul Victor Martins Julião de Oliveira Paulo Takashi Nakayama	
DOI 10.22533/at.ed.22720220710	
CAPÍTULO 11	118
MODELAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA EM RIOS UTILIZANDO O HEC-RAS. ESTUDO DE CASO NO RIO IPANEMA	
Ariel Ali Bento Magalhães José Rodolfo Scarati Martins	
DOI 10.22533/at.ed.22720220711	
CAPÍTULO 12	129
ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA DO CÓRREGO SÃO MIGUEL, BARÃO DE COCAIS - MG	
Vivian Aparecida de Oliveira Alicy Madeira de Souza Jeane de Fátima Cunha Brandão	
DOI 10.22533/at.ed.22720220712	
CAPÍTULO 13	142
QUALIDADE DA ÁGUA E CIDADANIA DA COMUNIDADE DE TOCOS 2 –GOVERNADOR MANGABEIRA, BAHIA	
Viviane Brandão Silva Leite	
DOI 10.22533/at.ed.22720220713	
CAPÍTULO 14	154
ESTUDO DE CASO DA RECUPERAÇÃO DA ENERGIA HIDRÁULICA INERENTE A OPERAÇÃO DA MACRO DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA	
André Schramm Brandão	

Paulo Henrique Holanda Pascoal
Ênio Pontes de Deus
Francisco Altanízio Batista de Castro Júnior

DOI 10.22533/at.ed.22720220714

CAPÍTULO 15 160

ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL E FINANCEIRA DA IMPLEMENTAÇÃO DE ALTERNATIVAS
TECNOLÓGICAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

Antônio José Cruz de Araújo
Êmele Rádna Rodrigues do Vale
Lívia Maria Pinheiro da Cunha
Maria Josicleide Felipe Guedes

DOI 10.22533/at.ed.22720220715

SOBRE A ORGANIZADORA..... 180

ÍNDICE REMISSIVO 181

ANÁLISE DA VIABILIDADE AMBIENTAL E FINANCEIRA DA IMPLEMENTAÇÃO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

Data de aceite: 01/07/2020

Antônio José Cruz de Araújo

Graduando em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, campus Mossoró.

<http://lattes.cnpq.br/2551345904160324>

Êmele Rádna Rodrigues do Vale

Bacharel em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, campus Mossoró.

<http://lattes.cnpq.br/3320830547360242>

Lívia Maria Pinheiro da Cunha

Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, campus Mossoró.

<http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K2445378P0>

Maria Josicleide Felipe Guedes

Professora Adjunta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Centro de Engenharias, Departamento de Engenharia e Ciências Ambientais, Curso de Engenharia Civil, campus Mossoró.

<http://lattes.cnpq.br/3341737489331381>

RESUMO: Diante dos problemas concernentes à escassez hídrica, faz-se necessária a busca por alternativas de uso racional da água. Nesse

sentido, com a realização desta pesquisa objetivou-se avaliar alternativas tecnológicas de uso racional da água em uma universidade, mais especificamente nas centrais de aulas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN, visando estimar os ganhos ambientais e o investimento financeiro da adoção das medidas propostas. As alternativas tecnológicas estudadas se referem à simulação da substituição dos aparelhos hidrossanitários instalados por modelos poupadores de água. Para tanto, foram realizadas visitas *in loco* a fim de obter o quantitativo e as características dos aparelhos hidrossanitários existentes. Além disso, foi efetuado um levantamento *on-line* do número de alunos que frequentam cada uma das 7 centrais de aulas da universidade e estudos literários para identificar os aparelhos poupadores de água mais eficientes. A partir dos dados coletados, foi possível simular alguns cenários de gestão da demanda de água. E, alicerçando-se nos resultados obtidos, concluiu-se que os cenários que contam com a substituição dos reparos e válvulas de descarga das bacias sanitárias convencionais proporcionam os melhores resultados, com economia de água variando de 20 a 23%.

PALAVRAS-CHAVE: Economia de água,

medidas tecnológicas, universidades.

ABSTRACT: In view of the problems concerning water scarcity, it's necessary to search for alternatives for the rational use of water. In this sense, this research aimed to evaluate technological alternatives for the rational use of water in a university, more specifically in the classrooms of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), campus Mossoró-RN, in order to estimate the gains and the financial investment of adopting the proposed measures. The technological alternatives studied refer to the simulation of the replacement of the installed hydrosanitary appliances by water-saving models. For this purpose, on-site visits were carried out in order to obtain the quantity and characteristics of the existing hydrosanitary devices. In addition, an online survey of the number of students attending each of the university's 7 classrooms and literary studies was carried out to identify the most efficient water-saving devices. From the data collected, it was possible to simulate some water demand management scenarios. And, based on the results obtained, it was concluded that the scenarios that rely on the replacement of repairs and flush valves in conventional sanitary basins provide the best results, with water savings ranging from 20 to 23%.

KEYWORDS: water economy, technological means, university

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil é um país privilegiado quanto a disponibilidade hídrica com 14% da água doce disponível no mundo (LANNA, 2018), entretanto o mesmo sofre com devido a má distribuição desse recurso em seu território, sendo o Nordeste uma região que carece de uma atenção especial uma vez que possui 87,8% do seu território no semiárido, região em que a maioria dos rios não são perenes, e para a garantia de oferta contínua de água, são utilizados reservatórios (ANA, 2017). Além dos obstáculos relacionados à má distribuição da água, o crescimento populacional, o desenvolvimento econômico e tecnológico e o uso descomedido desse recurso têm ocasionado um aumento na demanda desse bem, submetendo os recursos hídricos a grandes pressões.

Assim, observando-se a relevância da conservação dos recursos hídricos para a preservação da vida na Terra e manutenção de todas as atividades econômicas existentes, faz-se indispensável a sua conservação de modo a garantir que as gerações presentes e futuras a usufrua.

O gerenciamento da demanda de água pode ser compreendido como o desenvolvimento e implementação de estratégias que influenciem a demanda hídrica, de modo a obter o uso eficiente e sustentável de um recurso escasso, promovendo a equidade social e preservação ambiental (SAVENIJE; VAN DER ZAAG, 2002).

As ações que buscam viabilizar o uso racional da água podem ser dos seguintes tipos:
i) tecnológicas: medição individualizada do consumo de água, correção de vazamentos, utilização de aparelhos hidrossanitários poupadores de água, automatização da rede de

distribuição de água; ii) educacionais: programas e campanhas de educação ambiental, adequação dos currículos das escolas e universidades; iii) econômicas: subsídios para aquisição de aparelhos poupadores de água, penalização financeira que induza o aumento da eficiência da concessionária de água, cobrança pelo uso da água bruta; iv) regulatórias ou institucionais: legislação que induza o uso racional da água, outorga pelo uso da água, criação de comitês de bacias hidrográficas, entre outras alternativas (SHARMA; VAIRAVAMOORTHY, 2009; ALBUQUERQUE, 2004).

Nesse contexto, as instituições de ensino superior devem ser pioneiras na disseminação de ideias e atitudes concernentes à racionalização do uso da água, tanto pelo grande consumo intrínseco às suas atividades, quanto pela supremacia de apregoar conhecimentos e hábitos sustentáveis. Nessa perspectiva, foi selecionada uma universidade localizada no semiárido brasileiro como caso de estudo desta pesquisa, o campus central da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, localizado no município de Mossoró-RN.

2 | OBJETIVO

Avaliar a viabilidade ambiental e financeira da implementação de alternativas tecnológicas de uso racional da água na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró-RN.

3 | METODOLOGIA

As etapas metodológicas desta pesquisa são apresentadas na Figura 1, as quais encontram-se detalhadas nos itens 3.1 a 3.5.

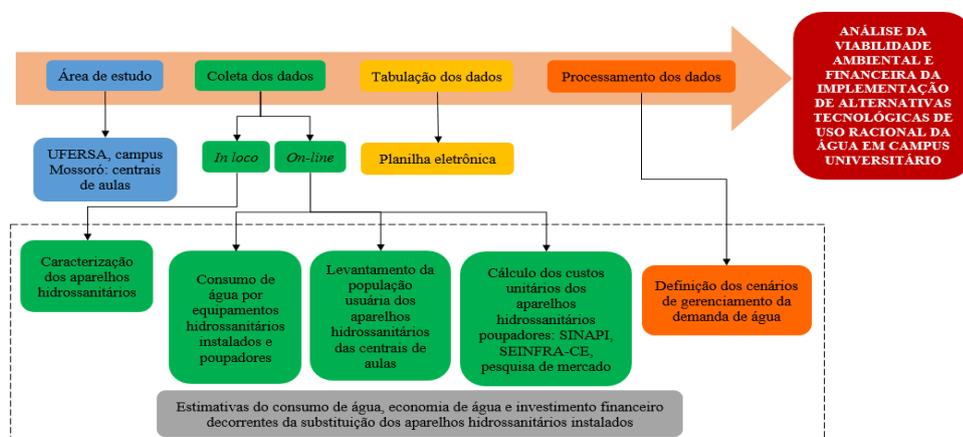


Figura 1: Fluxograma da pesquisa

*SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.

*SEINFRA: Secretária da Infraestrutura do Ceará.

*UFERSA: Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

3.1 Área de estudo

O município de Mossoró, pertencente ao estado do Rio Grande do Norte, possui uma população de 259.815 habitantes (IBGE, 2010). A UFERSA, campus central, está localizada em Mossoró-RN. Este estudo foi realizado nas centrais de aulas da instituição, perfazendo um total de 7 edificações.

Quanto à água utilizada na UFERSA, campus Mossoró, essa provém do sistema público de responsabilidade da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), cujo abastecimento tem uma relação direta com um termo de cooperação celebrado entre as duas instituições. Em razão da existência desse termo, a universidade está isenta da cobrança do consumo de água, durante os anos de 2009 até 2029 desde que assumisse a responsabilidade na contratação e no pagamento das despesas com a perfuração de um poço tubular profundo, na propriedade da universidade, com valor estimado de 1,3 milhões de reais.

3.2 Coleta de dados

3.2.1 Caracterização dos aparelhos hidrossanitários a partir de visitas in loco

O levantamento dos aparelhos hidrossanitários se deu por meio de visita *in loco* em todas as centrais de aulas da UFERSA, campus Mossoró. Para cada central de aulas foi realizado um levantamento dos equipamentos – bacias sanitárias, chuveiros, duchas, mictórios e torneiras – com auxílio de um formulário previamente elaborado. Foram obtidos os quantitativos de cada aparelho, suas respectivas características e estado de funcionamento.

Em seguida foram realizadas pesquisas na literatura com o intuito de identificar modelos de aparelhos hidrossanitários mais eficientes, no que diz respeito à economia de água, para simular a substituição dos modelos existentes na composição dos cenários de gerenciamento de demanda da água. Os aparelhos poupadores selecionados foram: dispositivo *dual flush* para bacias sanitárias com caixa acoplada (conhecido como reparo), válvulas de descarga com duplo acionamento para bacias e torneiras e mictórios com sensores.

3.2.2 Consumo de água por equipamento e custos para implantação das medidas tecnológicas sugeridas

Após a caracterização dos aparelhos hidrossanitários, foi possível identificar cada aparelho presente nas centrais de aulas, bem como suas características. De posse desses dados, foi realizada uma pesquisa na literatura e nos *sites* dos fabricantes com o intuito de obter valores médios aceitáveis para o consumo de cada tipo de aparelho.

Para posterior cálculo dos consumos totais, todas as unidades de vazão dos aparelhos devem ser transformadas para estar na unidade $L.uso^{-1}$. Para as bacias sanitárias, na literatura não são apresentados os valores de consumo em $L.uso^{-1}$, tanto para os modelos convencionais quanto para os modelos *dual flush*. Para os modelos com acionamento por válvula de descarga, o consumo foi obtido segundo a equação 1.

$$C_d = c_v \cdot t \quad \text{equação (1)}$$

Onde:

$c_{vd} \rightarrow C_{vd}$ = consumo das bacias com válvula de descarga, em $L.uso^{-1}$;

$c_v = c_v$ → consumo da válvula, em $L.s^{-1}$;

$t \rightarrow$ tempo de acionamento para cada uso, em $s.uso^{-1}$.

Para as torneiras, sejam convencionais, hidromecânicas ou por sensores de presença, o consumo em $L.min^{-1}$ foi obtido por meio das curvas de vazão *versus* pressão estática de cada modelo. A pressão estática foi estimada para duas situações: prédios com um e dois pavimentos. Assim, as vazões estimadas para as torneiras convencional, hidromecânica e por sensor são, respectivamente: 4,0, 3,0 e 4,2 $L.min^{-1}$.

Determinada a vazão em $L.min^{-1}$, foi realizada uma transformação para a unidade desejada, ou seja, $L.uso^{-1}$. Primeiramente todas as vazões em $L.min^{-1}$ foram divididas por 60 s para obter a vazão em $L.s^{-1}$. Nos modelos convencionais foi realizada a multiplicação da vazão pelo tempo médio necessário para a lavagem completa das mãos, de 14,14 s (PERSONA; INAGAKI, 2012). Nas torneiras hidromecânicas foi multiplicado pelo tempo de cada acionamento, de 6 s (DOCOL, 2019), bem como pelo número de acionamentos recomendados para a lavagem das mãos, que são 2 ciclos. No caso dos modelos com sensores, o tempo a ser multiplicado é o efetivo, que corresponde ao tempo que as mãos estão em contato direto com a água, de 8,2 s (PERSONA e INAGAKI, 2012).

Os valores de consumo dos mictórios convencionais e por sensores foram obtidos diretamente na literatura. Os valores dos consumos em $L.uso^{-1}$ por aparelhos encontram-se na Tabela 1.

Os custos da substituição dos aparelhos hidrossanitários convencionais por poupadores de água foram estimados mediante à elaboração de uma planilha orçamentária com base no SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), SEINFRA-CE (Secretaria de Infraestrutura do Ceará) e pesquisas de mercado na cidade de Mossoró-RN.

Aparelhos	Características	Consumo (L.uso⁻¹)	
Bacia sanitária	Caixa acoplada	6,00	
	Válvula de descarga	10,20	
	<i>Dual flush</i>		3,00
			6,00
Mictórios	Convencional	1,00	
	Sensor	0,60	
Torneiras	Convencional	0,94	
	Hidromecânicas	0,60	
	Sensor	0,57	

Tabela 1: Resumo dos consumos por aparelhos convencionais e poupadores.

3.3 População usuária das centrais de aulas e tabulação dos dados

Para obtenção do número de alunos que frequenta as centrais de aulas foi realizado um levantamento com base nas informações fornecidas pelo Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas - SIGAA da universidade, sendo constatado que, em média, 4.831 alunos frequentam diariamente as centrais de aulas. Assim, com posse dos dados de consumo por aparelho e da população de estudo foi possível estimar o consumo de água para cada cenário de gestão da demanda de água simulado.

3.4 Definição dos cenários de gerenciamento da demanda de água

Neste estudo, foi estimado o impacto na redução do consumo de água nas centrais de aulas caso houvesse a substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por poupadores. Para tanto, foram estimados os consumos de água para a situação atual, ou seja, com os aparelhos hidrossanitários existentes, bem como o consumo para a situação de substituição dos equipamentos convencionais por modelos poupadores.

Os cálculos foram realizados utilizando as equações 2 a 11, para diferentes porcentagens de utilização dos aparelhos hidrossanitários: i) baixa utilização dos equipamentos, isto é, situação na qual apenas 10% da população faria uso desses aparelhos, uma vez por turno; ii) média utilização dos equipamentos (50%); e iii) máxima utilização (100%).

É importante salientar que o consumo de água para cada central de aulas foi estimado, pois não se conhece o consumo real de água por essas edificações, uma vez que ainda não existe micromedição nos prédios da UFERSA.

3.4.1 Estimativa dos consumos de água nas centrais de aulas (situação atual – aparelhos convencionais)

O consumo de água gerado pelo uso das bacias sanitárias foi calculado com base

na equação 2.

$$C_b = P' (p_a \cdot n_t \cdot C_a) + P' (p_v \cdot n_t \cdot C_v) \quad \text{equação (2)}$$

Onde:

C_{tb} → consumo total de água pelas bacias sanitárias nas centrais de aulas;

P → porcentagem de alunos utilizando os aparelhos (10%, 50%, 100%);

p_{ca} → porcentagem de alunos utilizando a bacia sanitária com caixa acoplada;

n_t → número total de alunos;

C_{ca} → consumo de água da bacia sanitária com caixa acoplada;

p_{vd} → porcentagem de alunos utilizando a bacia com válvula de descarga;

C_{vd} → consumo de água da bacia sanitária com válvula de descarga.

A porcentagem de alunos utilizando cada tipo de bacia sanitária é calculada conforme as equações 3 e 4, para bacias de caixa acoplada e válvula de descarga, respectivamente:

$$p_a = \frac{n_a}{n_b} \cdot 100 \quad \text{equação (3)}$$

$$p_v = 100 - p_a \quad \text{equação (4)}$$

Onde:

p_{ca} → porcentagem de alunos utilizando a bacia sanitária com caixa acoplada;

n_{ca} → número de bacias sanitárias com caixa acoplada de volume reduzido;

n_{tb} → número total de bacias sanitárias da central de aulas;

p_{vd} → porcentagem de alunos utilizando a bacia sanitária com válvula de descarga.

O cálculo do consumo de água nos mictórios foi realizado utilizando a equação 5. Como esse tipo de aparelho está disponível apenas nos banheiros masculinos, apenas o número de homens foi considerado nos cálculos.

$$C_{mtc} = P' \cdot n_h \cdot C_m \quad \text{equação (5)}$$

Onde:

C_{mtc} → consumo total para mictórios;

P → porcentagem de alunos utilizando os aparelhos (10%, 50%, 100%);

n_h → número total de homens;

C_{mc} → consumo de água por mictório.

O consumo de água nas torneiras segue de forma análoga às bacias sanitárias. Os cálculos de consumo foram realizados a partir da equação 6.

$$C_t = P' (p_e \cdot n_t \cdot C_e) + P' (p_h \cdot n_t \cdot C_h) \quad \text{equação (6)}$$

Onde:

C_{tt} → consumo de água total para as torneiras da central de aulas;

P → porcentagem de alunos utilizando os aparelhos (10%, 50%, 100%);

p_{tc} → porcentagem de alunos utilizando as torneiras convencionais;

n_t → número total de alunos;

c_{tc} → consumo da torneira com acionamento convencional;

p_{th} → porcentagem de alunos utilizando as torneiras com acionamento hidromecânico;

c_{th} → consumo das torneiras com acionamento hidromecânico.

A porcentagem de alunos utilizando cada tipo torneira é calculada conforme as equações 7 e 8, para torneira convencional e hidromecânica, respectivamente:

$$p_c = \frac{n_c}{n_t} \cdot 100 \quad \text{equação (7)}$$

$$p_h = 100 - p_c \quad \text{equação (8)}$$

Onde:

p_{tc} → porcentagem de alunos utilizando as torneiras convencionais;

n_{tc} → número de torneiras com acionamento convencional;

n_{tt} → número total de torneiras;

p_{th} → porcentagem de alunos utilizando as torneiras com acionamento hidromecânico.

3.4.2 Estimativa dos consumos de água nas centrais de aulas (situação futura – equipamentos poupadores)

Através da equação 9 foi possível determinar o consumo de água gerado pela utilização de bacias sanitárias *dual flush*. Para os cálculos foi considerado que o volume de descarga de 3 L corresponderá a 90% dos acionamentos (dejetos líquidos) e de 6 L os demais 10% (dejetos sólidos). A simulação da substituição para o modelo *dual flush* aconteceu unicamente nos banheiros femininos, uma vez que a presença dos mictórios nos banheiros masculinos torna a mudança dispensável. Diante disso, o consumo total de água nas centrais de aulas foi obtido somando o consumo nos banheiros femininos com modelo *dual flush* com o consumo dos banheiros masculinos.

$$C_{tbd} = [P \times (0,9 \times n_m \times C_{3L}) + P \times (0,1 \times n_m \times C_{6L})] + [P \times (p_{ca} \times n_h \times C_{ca}) + P \times (p_{vd} \times n_h \times C_{vd})] \quad \text{equação (9)}$$

Onde:

C_{tbd} → consumo de água total nas bacias sanitárias modelo *dual flush*;

P → porcentagem de alunos utilizando os aparelhos (10%, 50%, 100%);

n_m → número de mulheres que frequentam a central de aulas;

C_{3L} → consumo proveniente do acionamento para remoção dejetos líquidos;

C_{6L} → consumo proveniente do acionamento para remoção de dejetos sólidos;

p_{ca} → porcentagem de alunos utilizando a bacia sanitária com caixa acoplada;

n_h → número total de homens;

C_{ca} → consumo de água da bacia sanitária com caixa acoplada;

p_{vd} → porcentagem de alunos utilizando a bacia com válvula de descarga;

C_{vd} → consumo de água da bacia sanitária com válvula de descarga.

Por meio da equação 10 foi possível determinar o consumo dos mictórios com sensores de presença.

$$C_{mts} = P \cdot n_h \cdot C_m \quad \text{equação (10)}$$

Onde:

C_{mts} → consumo total dos mictórios com sensores;

P → porcentagem de alunos utilizando os aparelhos (10%, 50%, 100%);

n_h → número total de homens;

C_m → consumo dos mictórios com sensores.

Para o cálculo do consumo das torneiras com sensores de presença foi utilizada a equação 11. Nesse caso foi realizado para uma situação mais otimista, na qual todas as torneiras, inclusive as hidromecânicas, seriam substituídas por modelos mais modernos, dotados de sensores.

$$C_{tts} = P \cdot n_t \cdot C_s \quad \text{equação (11)}$$

Onde:

C_{tts} → consumo total das torneiras com sensores;

P → porcentagem de alunos utilizando os aparelhos (10%, 50%, 100%);

n_t → número total de alunos;

C_s → consumo das torneiras com sensores.

3.4.3 Simulação de cenários de gestão da demanda de água

Para a realização do estudo, foram elaborados cenários de gestão da demanda de água a partir da substituição parcial ou total dos aparelhos hidrossanitários existentes por modelos poupadores, mais eficientes. Diferentes arranjos foram criados (Figura 2), visando obter estimativas de economia de água para diferentes combinações e, a partir disso, ter um panorama do impacto dessas mudanças, isto é, os ganhos ambientais gerados.

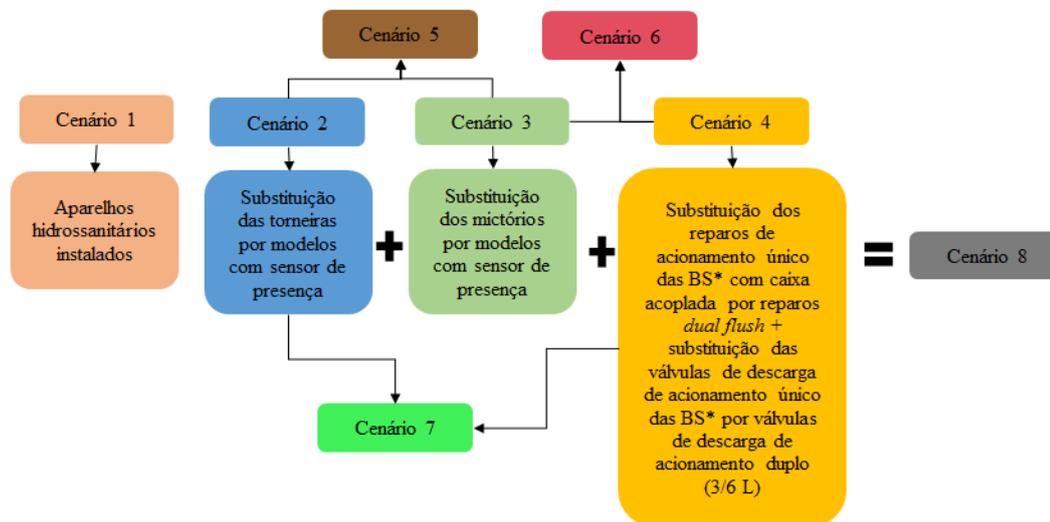


Figura 2: Cenários de gestão da demanda de água simulados.

*BS: bacias sanitárias.

Foram simulados 8 cenários (Figura 2). O cenário 1 é composto pelos aparelhos hidrossanitários já existentes e servirá como base de comparação para os demais. Os cenários 2 e 3 são, respectivamente, resultado da substituição das torneiras e dos mictórios instalados por modelos com sensores. No cenário 4 é proposta a substituição dos reparos de acionamento único das bacias sanitárias com caixa acoplada por reparos *dual flush* e substituição das válvulas de descarga com acionamento único das bacias por válvulas de descarga de acionamento duplo e modernas (3/6 L). No cenário 5 é prevista a mudança conjunta de torneiras e mictórios, no cenário 6 a substituição de mictórios e bacias, e no cenário 7, a troca de torneiras e bacias sanitárias. Por fim, o cenário 8 contará com a substituição de todos os equipamentos.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização dos aparelhos hidrossanitários

Os quantitativos dos modelos de aparelhos hidrossanitários existentes nas centrais de aulas podem ser observados na Tabela 2.

Aparelhos hidrossanitários	C.A1	C.A2	C.A3	C.A4	C.A5	C.A6	C.A7	Total
BS com caixa de descarga acoplada	8	6	21	6	-	20	24	85
BS com válvula de descarga	-	-	-	-	21	4	-	25
Mictórios	-	-	8	-	8	10	10	36
Torneiras convencionais	3	4	4	3	-	-	3	17
Torneiras hidromecânicas	3	-	12	01	16	16	16	64

Tabela 2: Quantitativo dos aparelhos hidrossanitários por central de aulas.

*BS – bacia sanitária, C.A1 – Central de Aulas 1, C.A2 – Central de Aulas 2, C.A3 – Central de Aulas 3, C.A4 – Central de Aulas 4, C.A5 – Central de Aulas 5, C.A6 – Central de Aulas 6, C.A7 – Central de Aulas 7.

Por meio da análise dos dados dispostos na Tabela 2, nas centrais de aulas há um total de 110 bacias sanitárias, sendo 25 dessas modelos não econômicos, com válvula de descarga (33%). Ressalta-se que, apesar das 85 restantes serem modelos de bacias de caixa acoplada (consumo de 6 L de água por acionamento) (77%), o que confere uma economia significativa em relação ao modelo de válvula de descarga (consumo de aproximadamente 10,41 L), o consumo de água nesses aparelhos pode ser reduzido ainda mais, com a instalação de dispositivos *dual flush* (consumo de 3 L de água para arraste de dejetos líquidos e de 6 L para dejetos sólidos).

É válido destacar que as bacias sanitárias com caixa acoplada, mesmo consumindo 4,3 L de água a menos que os modelos com válvula de descarga (41%), ainda são grandes fontes de desperdício, quando levado em consideração que a maior parte dos acionamentos são destinados a remoção de dejetos líquidos, onde são necessários apenas 3 L para o correto funcionamento.

Nas torneiras pode-se observar o maior esforço na adoção de dispositivos poupadores, com a presença de arejadores e com 83% dos modelos tendo acionamento hidromecânico. Mesmo assim, ainda é possível perceber a existência de modelos convencionais, não sendo identificadas nas Centrais de Aulas 1 e 2 nenhum modelo poupador.

No que diz respeito ao estado de conservação dos aparelhos hidrossanitários, a grande maioria apresenta um funcionamento satisfatório (com base em uma análise visual). Dentre as bacias sanitárias, apenas 1 aparelho apresentou vazamento e 3 estavam quebradas, totalizando 3,6% de bacias em condição não satisfatória. Em relação às torneiras, 6 aparelhos apresentavam vazamentos (7,41%) e, entre os mictórios, 2 aparelhos estavam quebrados (5,6%).

4.2 Análise dos cenários de gerenciamento da demanda de água

4.2.1 Cenário 1

A análise do cenário 1, que contempla os aparelhos hidrossanitários existentes, foi realizada com base nos valores de consumos para a situação simulada de máxima utilização dos equipamentos, isto é, situação na qual 100% da população faria uso desses aparelhos (Figura 3). É importante salientar que, embora os volumes de água consumidos para cada central de aulas variem em função dessas situações simuladas, a proporção se mantém a mesma.

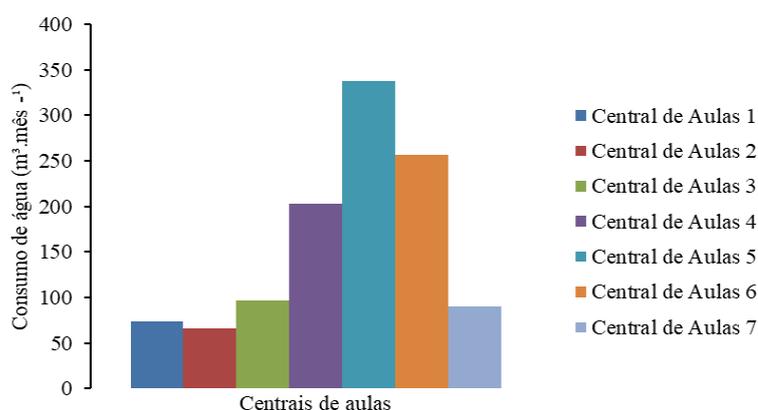


Figura 3: Estimativas de consumo de água nas Centrais de Aulas 1 a 7 para o cenário 1, considerando uma máxima utilização desses aparelhos.

Sendo assim, analisando os dados presentes na Figura 3, é possível observar que as Centrais de Aulas 5 e 6 são as responsáveis pelo maior consumo de água, correspondendo a aproximadamente 338 e 257 m³.mês⁻¹, o que perfaz um percentual de 30 e 23%, respectivamente, isto é, mais de 50% do consumo de água das centrais de aulas, independente da situação simulada (baixa, média ou máxima utilização dos aparelhos hidrossanitários).

Para esta situação de máxima utilização dos aparelhos hidrossanitários (100%), estima-se que o consumo de água total para o cenário 1 (Figura 3), englobando todas as centrais de aulas, é de aproximadamente 1.123 m³.mês⁻¹, perfazendo aproximadamente 6,5% de todo o volume consumido mensalmente pela universidade (17.306 m³.mês⁻¹) para atividades como: irrigação, consumo animal, laboratórios de ensino e pesquisa e consumo humano (PLS, 2013). Desse volume total consumido pelas centrais de aulas (cenário 1), cerca de 87,2% é decorrente da utilização das bacias sanitárias (979 m³.mês⁻¹), 5,1% dos mictórios (57 m³.mês⁻¹) e 7,7% das torneiras (87 m³.mês⁻¹).

4.2.2 Cenário 2

Por meio da Figura 4 é possível observar o volume estimado de água consumida para as torneiras existentes e para o modelo com sensores de presença, que é de 87 e 70 $\text{m}^3 \cdot \text{mês}^{-1}$, respectivamente.

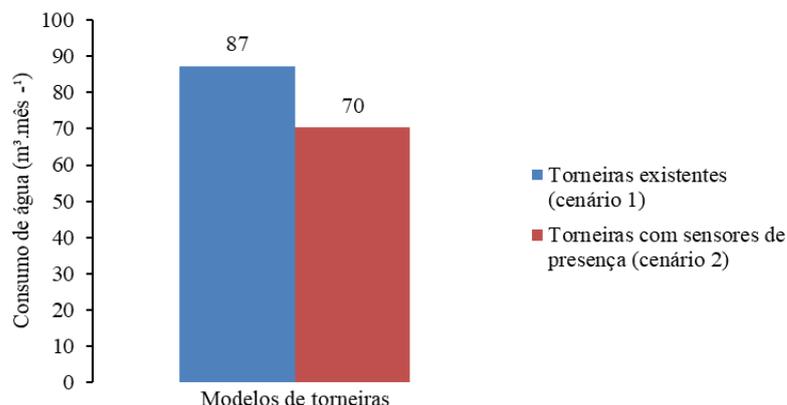


Figura 4: Consumo de água das torneiras convencionais e com sensores nas centrais de aulas (situação de máxima utilização dos aparelhos).

A partir dessas informações é possível perceber que as torneiras com sensores de presença proporcionam uma economia de água de aproximadamente 20% quando comparadas às hidromecânicas. Essa porcentagem de redução de consumo de água está bem próxima da identificada em estudo realizado na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, que resultou em uma economia de 25% com a mudança das torneiras hidromecânicas por modelos com sensores (SOARES, 2012). A comparação é válida uma vez que, nas centrais de aulas da UFERSA, o número de torneiras hidromecânicas representa um valor significativo do total, além de estarem instaladas nas centrais com maior fluxo de alunos, ocasionando maior impacto no consumo de água.

Na Figura 5 pode-se observar uma comparação entre os consumos de água total no cenário 1 e 2, que consiste na substituição das torneiras existentes por modelos com sensores de presença, para as diferentes situações simuladas: i) baixa (10%); ii) média (50%); e iii) máxima utilização dos equipamentos hidrossanitários (100%).

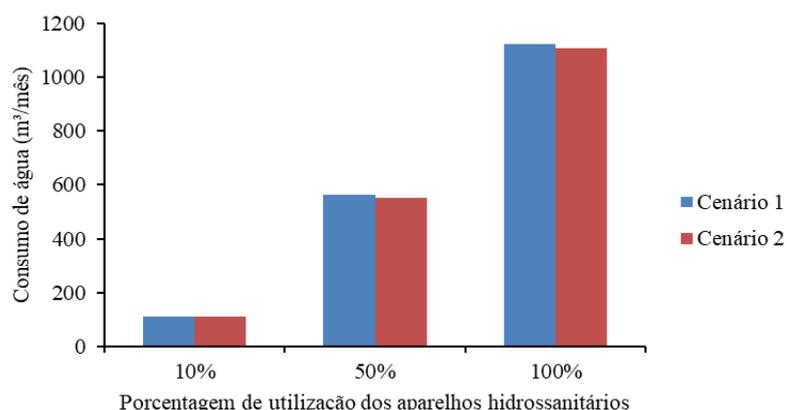


Figura 5: Consumo total de água nas centrais de aulas (cenários 1 e 2).

As torneiras com acionamento hidromecânico já são uma boa alternativa de aparelhos poupadores. Sendo assim, a substituição dos modelos convencionais existentes por modelos hidromecânicos pode ser uma alternativa mais interessante quando levado em conta o custo benefício.

4.2.3 Cenário 3

Os resultados das estimativas de consumo para o cenário 3, no qual é simulado o consumo de água das centrais de aulas com a substituição dos mictórios, podem ser observados na Figura 6. Nesse caso, foi possível observar uma redução de apenas 2% no consumo de água quando comparado ao cenário 1, mesmo com os mictórios dotados de sensores, economizando cerca de 40% de água por acionamento quando comparado ao modelo existente.

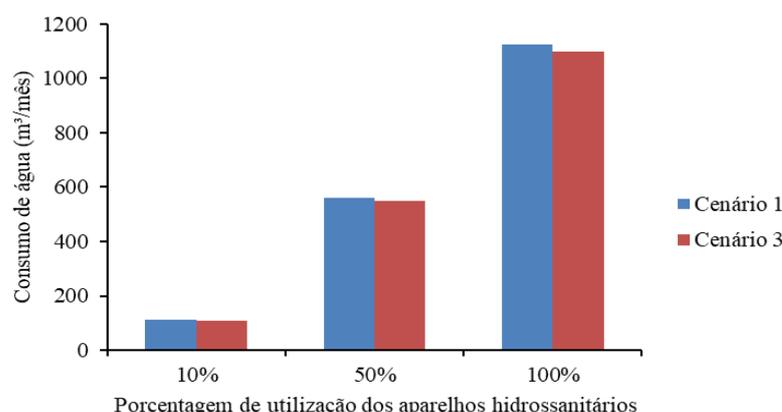


Figura 6: Consumo de água total nas Centrais de Aulas 1 a 7 (cenário 3), considerando uma baixa, média e máxima utilização dos aparelhos.

4.2.4 Cenário 4

O cenário 4 contempla a substituição das válvulas de descarga de acionamento único das bacias sanitárias por válvula de descarga de acionamento duplo, ou a mudança do dispositivo de acionamento único das bacias com caixa acoplada por um dispositivo de acionamento duplo (*dual flush*).

Com a simulação do cenário 4, houve uma redução do consumo de água de 112 para 90 m³.mês⁻¹, para uma situação de baixa utilização dos equipamentos (10%); de 562 para 451 m³.mês⁻¹, para uma média utilização (50%); e 1.123 para 903 m³.mês⁻¹, para uma máxima utilização dos aparelhos hidrossanitários (100%) (Figura 7).

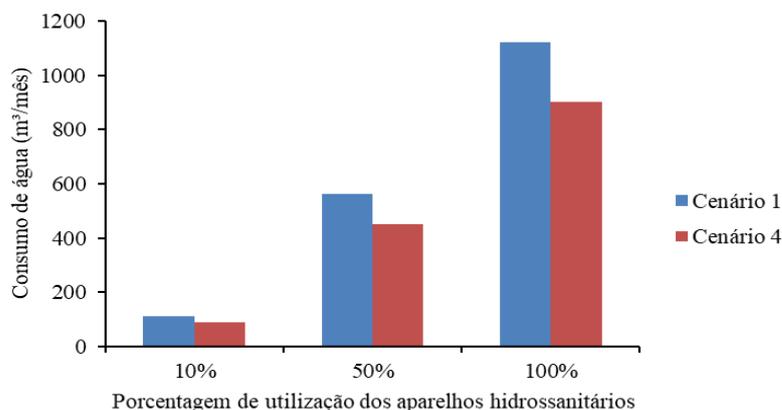


Figura 7: Consumo de água nas Centrais de Aulas 1 a 7 (cenário 4), considerando uma baixa, média e máxima utilização dos aparelhos.

Nesse cenário, com a substituição das bacias existentes pelo modelo com acionamento duplo, houve uma redução de cerca de 20% do consumo, valor bastante aproximado do obtido em estudo similar, realizado na UFCG. No estudo em questão, com a substituição dos aparelhos existentes por modelos com acionamento duplo, foi obtida uma economia de 23,19% (SOARES, 2012).

Outro estudo realizado na Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no Centro de Ciências Tecnológicas (CCT), foi obtida uma economia de 30,99% no consumo de água. Para o estudo foram substituídas 16 válvulas de descarga por modelos economizadores (válvula de descarga de acionamento duplo, de 3 e 6 L, sendo o consumo monitorado diariamente com auxílio de hidrômetros (ALEXANDRE; KALBUSH; HENNING, 2017).

4.2.5 Cenários 5, 6 E 7

Nos cenários 5, 6 e 7 são realizadas combinações entre os cenários 2, 3 e 4, de forma a diversificar as possibilidades e, conseqüentemente, abranger mais resultados, mostrando um maior número de alternativas e seus impactos para redução no consumo de água nas centrais de aulas.

Por meio desse processo é possível observar as melhores combinações, caso seja planejada a substituição de mais de um tipo de aparelho hidrossanitário. Assim, na Figura 8 pode-se observar os consumos totais de água para os cenários 5, 6 e 7 comparativamente ao cenário 1, englobando todas as centrais de aulas.

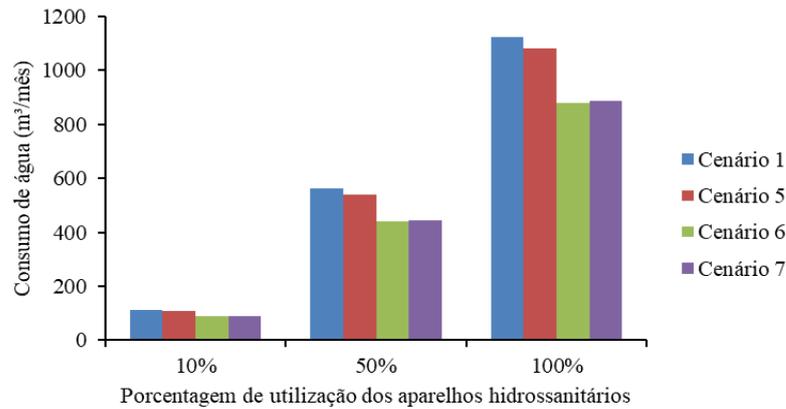


Figura 8: Consumo de água nas centrais de aulas (cenários 1, 5, 6 e 7).

É possível perceber que os cenários 6 e 7, caracterizados respectivamente pela substituição dos mictórios e bacias sanitárias e torneiras e bacias sanitárias, são os que apresentam os melhores resultados de economias de água. No entanto, como pode ser observado na Figura 9, a redução no consumo de água nos cenários 6 e 7 quando comprado ao cenário 4 são de apenas 3 e 2%, respectivamente.

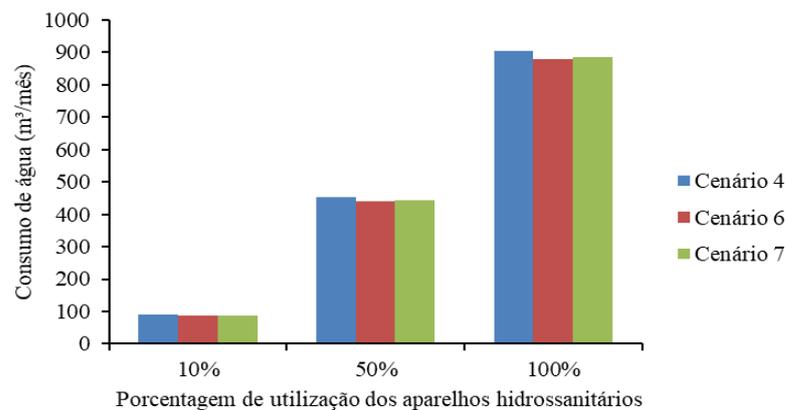


Figura 9: Consumo de água nas centrais de aulas (cenários 4, 6 e 7).

4.2.6 Cenário 8

O último cenário simulado representa a situação ideal, no qual todos os aparelhos hidrossanitários existentes seriam substituídos por modelos mais modernos (Figura 10), sendo apresentado também um comparativo com o cenário 1 (situação atual) e o 4 (substituição das bacias sanitárias).

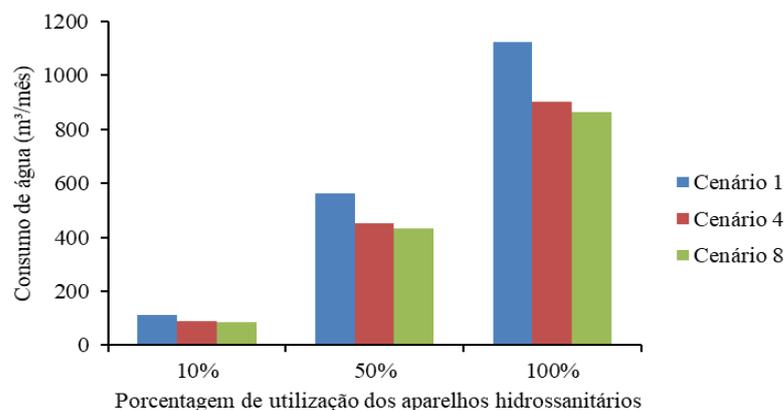


Figura 10: Consumo de água nas centrais de aulas (cenários 1, 4 e 8).

Conforme observado na Figura 10, o cenário 8 apresenta os melhores resultados de economia de água, cerca de 23%, quando comparado a situação atual (cenário 1). Vale destacar que esse é um valor bastante aproximado dos 20% atingidos com a execução do programa Pró-Água da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), no qual foi realizado um levantamento cadastral, detecção e conserto de vazamentos, implantação de telemedição, instalação de componentes economizadores, além da implantação de sistema de gestão dos sistemas prediais no campus (GONÇALVES, 2006).

Por fim, na Tabela 3 é apresentado um resumo dos valores de consumo de água, em $m^3.mês^{-1}$, para cada um dos cenários simulados, englobando todas as centrais de aulas, nas diferentes situações simuladas: i) baixa (10%); ii) média (50%); e iii) máxima (100%) utilização dos equipamentos hidrossanitários.

Percentual de utilização dos aparelhos	Consumo total de água nas centrais de aulas [$m^3.mês^{-1}$]							
	C.1	C.2	C.3	C.4	C.5	C.6	C.7	C.8
10%	112	111	110	90	108	88	89	86
50%	562	553	550	451	541	440	443	431
100%	1.123	1.106	1.100	903	1.083	880	886	863

Tabela 3: Volume de água consumido, em $m^3.mês^{-1}$, para todos os cenários e situações simuladas: baixa (10%), média (50%) e máxima (100%) utilização dos aparelhos hidrossanitários

*C.1 – Cenário 1, C.2 – Cenário 2, C.3 – Cenário 3, C.4 – Cenário 4, C.5 – Cenário 5, C.6 – Cenário 6, C.7 – Cenário 7.

Por meio dos dados dispostos na Tabela 3 é possível constatar que o cenário 8 apresenta os melhores resultados, com aproximadamente 23% de economia de água (Figura 14), uma vez que esse é o cenário mais otimista, contemplando a substituição de bacias sanitárias, mictórios e torneiras por modelos mais eficientes. Entre os cenários que contam com a mudança de um único aparelho hidrossanitário, o cenário 4, com a simulação da mudança das bacias sanitárias, apresenta o melhor resultado, com cerca de

20% de economia. Caso seja desejada a mudança de dois aparelhos de uma única vez, o cenário 7 traz as maiores economias, entorno de 21% obtidos com a substituição das bacias sanitárias e das torneiras.

4.5 Custos para implantação das ações tecnológicas

As ações tecnológicas de gerenciamento da demanda de água propostas nesta pesquisa foram orçadas, conforme Tabela 4. A planilha orçamentária foi baseada em composições de custos unitários, englobando os custos dos aparelhos hidrossanitários, mão de obra com encargos sociais e Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) de 12,70%, valor considerado pela empresa contratada pela UFERSA para realização de serviços hidráulicos e elétricos.

Item	Descrição dos serviços	Unidade	Quantidade	Preço	
				Unitário (R\$)	Total (R\$)
1.1	Torneira embutida de parede com sensor, apropriada para ambientes públicos	und	81,00	1.402,16	113.574,96
1.2	Válvula para mictórios com acionamento por sensor	und	36,00	1.480,79	53.308,44
1.3	Reparo completo de acionamento duplo para caixa acoplada	und	65,00	147,21	9.568,93
1.4	Válvula de descarga com acionamento duplo	und	16,00	285,86	4.573,74
TOTAL GERAL (R\$)					181.026,08

Tabela 4: Custos para implantação das ações tecnológicas de gerenciamento da demanda de água nas centrais de aulas da UFERSA.

É válido frisar que a consideração da substituição dos reparos e válvulas de descarga das bacias sanitárias só se deu nos banheiros femininos, uma vez que a presença de mictórios nos banheiros masculinos torna desnecessária a realização dessa substituição nesses banheiros.

O investimento necessário para a adoção de todas as alternativas tecnológicas de uso racional da água propostas é de R\$ 181.026,08 (caso da adoção do cenário 8) e geraria uma economia de 23% no consumo de água. É válido destacar que o valor elevado do investimento se dá principalmente pela substituição das torneiras existentes

por modelos com sensores de presença, se somarmos a esse maior custo a baixa redução no consumo de água proveniente dessa substituição, a utilização desse modelo de torneira torna-se uma solução pouco atrativa. Todavia, a exclusiva adoção de reparos e válvulas de descarga de acionamento duplo para as bacias sanitárias (cenário 4) é a opção mais atrativa ambientalmente (economia de 20%) e financeiramente, com investimento necessário de R\$ 14.142,67 (soma dos itens 1.3 e 1.4, expostos na Tabela 4), concomitantemente.

A análise ambiental e financeira é importante, porque em qualquer que seja a forma de gestão a ser desenvolvida por instituições públicas ou privadas é imprescindível o estudo das diversas alternativas que resultarão em diferentes opções de investimento e impactos ambientais.

5 | CONCLUSÃO

A estimativa de consumo de água para as centrais de aulas da UFERSA, bem como a simulação de cenários de gerenciamento da demanda de água, com a substituição parcial ou total dos aparelhos hidrossanitários existentes, possibilitou estimar os ganhos ambientais provenientes da substituição dos dispositivos existentes por modelos poupadores mais eficientes. A adoção dessas alternativas tecnológicas torna-se ainda mais interessante mediante o fato de que, independente da vontade do usuário, haverá uma redução no consumo de água.

Ressalta-se que as estimativas realizadas neste estudo foram embasadas nos ganhos ambientais e investimento financeiro necessário, permitindo, desta maneira, a criação de estratégias para a implantação de alternativas tecnológicas de gerenciamento da demanda de água na universidade, uma vez que foi possível identificar os locais onde a demanda de água é maior (Centrais de Aulas 5 e 6). Essa informação é importante, pois esses podem ser locais pioneiros quando da implantação dos aparelhos poupadores, uma vez que, possivelmente, trarão uma maior economia de água. Além disso, é possível determinar quais aparelhos devem ter prioridade na ocorrência de substituição. Nesse caso, um enfoque deve ser dado à substituição dos dispositivos de acionamento único das bacias sanitárias por aqueles de acionamento duplo, já que são os aparelhos que mais consomem água. A utilização de dispositivos poupadores resulta em um percentual de economia de água (20%) e requerem o menor investimento dentre os cenários simulados (R\$ 14.142, 67).

Campanhas de conscientização também podem ser planejadas para se obter um maior aproveitamento, uma vez que a máxima economia de água é conseguida quando as ações econômicas, tecnológicas e educacionais e regulatórias ou institucionais acontecem em conjunto.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, T. M. A. **Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento da demanda de água na escala de bairro**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – UFCG. Campina Grande, 2004.
- ALEXANDRE, A. C.; KALBUSCH, A.; HENNING, E. **Avaliação do impacto da substituição de equipamentos hidrossanitários convencionais por equipamentos economizadores no consumo de água**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 22, n. 5, p. 1005-1015, set/out 2017. 2017.
- ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: relatório pleno**. Brasília, 2017. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/>. Acesso em: 10 de dezembro de 2018.
- CAERN – Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte. **Dados operacionais**. Documento não publicado. 2018.
- DOCOL. **Torneira para Lavatório de Mesa Zenit - DocolTronic**. Disponível em: <https://www.docol.com.br/uploads/product/df218f29c3afa2138a463bcfb97093680d1e60f.pdf>. Acesso em: 11 de fevereiro de 2019.
- GONÇALVES, R. F. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: Prosab/ABES, 2006.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em: 12 de janeiro de 2019.
- IDEMA – Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. **Perfil do seu município**. 2008. Disponível em: www.idema.rn.gov.br. Acesso em: 12 de janeiro de 2019.
- LANNA, A. E. **A economia dos recursos hídricos: os desafios da alocação eficiente de um recurso (cada vez mais) escasso**. *Estudos Avançados* 22 (63), p. 113-130. 2008.
- PERSONA, G.; INAGAKI, G. Y. M. **Consumo de água nas torneiras dos banheiros da FEEC**. São Paulo: Unicamp, 2012.
- PLS – **Plano de Gestão de Logística Sustentável da UFERSA**. Mossoró. 2013.
- SAVENIJE, H.; VAN DER ZAAG, P. **Water as an Economic Good and Demand Management – Paradigms with Pitfalls**. *Water Internacional*, 27 (1), p. 98-104. 2002.
- SHARMA, S. K.; VAIRAVAMOORTHY, K. **Urban water demand management: prospects and challenges for the developing countries**. *Water and Environmental Journal*, n. 23, p. 210-218. 2009.
- SOARES, A. L. F. **Gerenciamento da demanda de água em ambientes de uso público: o caso da Universidade Federal de Campina Grande**. 2012. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) – UFCG. Campina Grande, 2012.
- UFERSA – **Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Gerenciamento de resíduos na UFERSA**. 2017. Disponível em: <https://reitoria.ufersa.edu.br/comissoes/pls/gerenciamento-de-residuos-quimicos-laboratoriais/>. Acesso em: 17 de janeiro de 2019.

SOBRE A ORGANIZADORA

MARIA ELANNY DAMASCENO SILVA - Mestre em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro Brasileira - UNILAB, ex-bolsista de pesquisa CAPES e integrante do grupo GEPEMA/UNILAB. Especialista na área de Gestão Financeira, Controladoria e Auditoria pelo Centro Universitário Católica de Quixadá - UniCatólica (2016). Tecnóloga em Agronegócio pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE (2014). Foi estagiária no escritório Regional de Quixadá do SEBRAE-CE entre 2012 a 2014. Atuou como bolsista técnica e voluntária de pesquisas durante a graduação em Agronegócios. Tem experiência nas áreas de ciências ambientais, ciências sociais, ciências agrárias e recursos naturais com ênfase em gestão do agronegócio, desenvolvimento rural, contabilidade de custos, políticas públicas hídricas, tecnologias sociais, sociobiodiversidade e educação ambiental. Além disso, faz parte da Comissão Técnica-Científica da Atena Editora. Possui publicações interdisciplinares envolvendo ensino-aprendizagem, cultura, contabilidade rural, poluição e legislação ambiental.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agência Nacional de Águas 1, 2, 33, 133, 134, 139, 178
Água Potável 26, 32, 143, 148
Águas Continentais e Estuarinas 47
Águas Subterrâneas 81, 144, 145, 146, 149, 151
Amortecimento da Vazão 89
Aparelhos Hidrossanitários 159, 160, 162, 163, 164, 167, 168, 169, 170, 172, 174, 175, 176, 177
Aquíferos 144, 145, 151
Áreas de Planalto 62, 68

B

Bacia do Ribeirão das Cruzes 74
Bacia Hidrográfica 10, 13, 31, 35, 37, 38, 40, 41, 43, 61, 62, 66, 67, 68, 70, 81, 82, 83, 84, 86, 87, 89, 105, 106, 116, 124, 127, 135
Bacias Urbanas 82, 116

C

Calhas dos Rios 35, 37, 41, 43
Clorofila-a 122
Coliformes Totais 141, 147, 148, 151
Composição Granulométrica 61, 63, 64, 66, 67, 69
Contaminação da Água 141, 145, 150, 151
Curva de Demanda 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23

D

Disco de Secchi 47, 52
Draga de “Van Veen” 65

E

Ecossistemas Lênticos 48
Eficiência Energética 155, 158
Escassez de Água 117, 143
Escherichia Coli 141, 142, 148
Espaços Públicos 72
Estaciones Meteorológicas 94, 103

Estiagem 20, 27, 28, 30, 67, 81, 84, 88, 154

Estudo de Potencial Hidro Energético 155

F

Fatores Planimétricos 105, 111

G

Gestão da Demanda de Água 159, 164, 167, 168

H

Hidrograma 83, 97, 98, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 110, 116

Hidrometeorológico 11

Humedad Del Suelo 91

I

Incertezas Hidrológicas 14

L

Levantamento On-line 159

M

Medidas Interventivas 128

Método de Pipetagem 61, 65

Modelos Matemáticos 105, 118

Monitoramento 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 118, 121, 135, 136, 138

P

Planejamento 1, 3, 4, 11, 12, 13, 15, 23, 26, 29, 31, 32, 34, 58, 63, 68, 72, 126, 154

Poços 42, 141, 143, 145, 146, 150

Potabilidade 130, 136, 141, 143, 148

Praias de Água Doce 47

R

Recursos Hídricos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 43, 44, 60, 61, 62, 63, 64, 68, 70, 92, 111, 116, 118, 124, 126, 129, 131, 140, 144, 160, 178

Renaturalização 38, 43

Resíduos Sólidos 71, 76, 78, 79, 145

S

Série Histórica 11, 107
Software 24, 25, 96, 119
Soil Water Characteristics 96
SSD AcquaNet 16

T

Torneiras e Mictórios 162, 168
Turbo-Geradores 153, 155, 157

U

Usinas Hidroelétrica 14

V

Visitas Técnicas 71, 73

Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 3

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 