

ÁGUA E O AMBIENTE CONSTRUÍDO

Daniel Sant'Ana
(Organizador)



 **Atena**
Editora
Ano 2021

ÁGUA E O AMBIENTE CONSTRUÍDO

Daniel Sant'Ana
(Organizador)



 **Atena**
Editora
Ano 2021

Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

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
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
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 – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
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
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

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

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª 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 Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

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

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

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

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª 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. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
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
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
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 Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
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 do Paraná
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. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Secconal Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andreza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
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. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
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. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
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. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
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. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
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. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
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
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Flávia Roberta Barão
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Daniel Sant'Ana

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A282 Água e o ambiente construído / Organizador Daniel Sant'Ana. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-771-0

DOI 10.22533/at.ed.710212701

1. Água. I. Sant'Ana, Daniel (Organizador). II. Título.
CDD 577.6

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A coleção “*Água e o Ambiente Construído*” tem como objetivo disseminar o estado atual do conhecimento das diferentes áreas de pesquisa pela publicação de estudos que abordam os aspectos tecnológicos, políticos, econômicos, sociais e ambientais da água e do ambiente construído.

A pressão sobre os recursos hídricos no Brasil, é um produto do crescimento populacional, expresso em altos índices de expansão urbana, desmatamento e poluição de água, associado às alterações no clima, afetando tanto a quantidade como a qualidade de águas superficiais e subterrâneas. Diante desta realidade, torna-se necessário promover uma gestão pautada na sustentabilidade, incentivando medidas capazes de preservar nossos mananciais.

O primeiro capítulo destaca a importância do uso de modelos de previsão de demanda urbana de água como ferramenta de planejamento de recursos hídricos, seja pelo dimensionamento de sistemas de água e esgoto ou para a simulação dos efeitos de políticas públicas e programas voltados para conservação de água.

Uma das principais ações para promover a conservação de água em edificações está na otimização das instalações hidráulicas prediais, como exemplo, pelo controle das pressões nas redes de água fria para reduzir as vazões de uso e minimizar perdas por vazamentos (Capítulo 2). Porém, para avaliar o desempenho de diferentes estratégias voltadas à conservação de água em edificações, é fundamental realizar um diagnóstico instalações prediais e usos-finais de água (Capítulo 3).

Os comitês de bacia hidrográficas possuem um papel fundamental na gestão quantitativa e qualitativa das águas. Contudo, o Capítulo 4 apresenta algumas barreiras a serem vencidas dentro do Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas em Pernambuco. Já o Capítulo 5 discorre sobre o uso do termo ‘microbacias’ e defende a importância da gestão da água dentro desta escala reduzida.

Realmente, faz sentido avaliar os impactos ambientais gerados pela cidade dentro da escala da microbacia urbana. Observamos, nos capítulos subsequentes, o acompanhamento e monitoramento quantitativo e qualitativo de águas subterrâneas (Capítulo 6), avaliação de canais naturais (Capítulo 7) e até mesmo a detecção e quantificação de fármacos e pesticidas em águas superficiais (Capítulo 8).

Os capítulos finais reforçam a importância de conscientizar e educar a população com o objetivo de preservar mananciais, seja por meio de um programa que contou com a participação da sociedade para identificar nascentes que precisavam ser recuperadas (Capítulo 9) ou pela educação ambiental em escola pública para a conservação de nascentes (Capítulo 10).

Este volume contou com a contribuição de pesquisadores de diferentes partes do país, trazendo de forma interdisciplinar, um amplo espectro de trabalhos acadêmicos relativos à demanda urbana de água, usos-finais de água, instalações prediais, instrumentos de gestão de água, análise de qualidade de água e educação ambiental. Por fim, desejo que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Daniel Sant'Ana

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
UMA REVISÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA DE ÁGUA EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE	
Livia Santana Daniel Sant'Ana	
DOI 10.22533/at.ed.7102127011	
CAPÍTULO 2	11
PADRÕES OPERACIONAIS DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA DO INSTITUTO CENTRAL DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	
Matheus Marques Martins Arthur Tavares Schleicher	
DOI 10.22533/at.ed.7102127012	
CAPÍTULO 3	25
ANÁLISE DOS USOS-FINAIS DE ÁGUA DE UMA QUITINETE EM BRASÍLIA	
Bruno Cabral Dos Santos Bomfim Daniel Sant'Ana	
DOI 10.22533/at.ed.7102127013	
CAPÍTULO 4	37
PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO, CENÁRIO ATUAL E AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE PROCOMITÊS NO ESTADO DE PERNAMBUCO	
Alex Lima Rola Magno Souza da Silva Wenil Alves do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.7102127014	
CAPÍTULO 5	50
MICROBACIA: IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	
Joel Cândido dos Reis	
DOI 10.22533/at.ed.7102127015	
CAPÍTULO 6	56
ACOMPANHAMENTO DO MONITORAMENTO QUALIQUANTITATIVO DE POÇOS ARTESIANOS DO PERÍMETRO IRRIGADO DE MORADA NOVA, CEARÁ, EM DIFERENTES ESTAÇÕES E ANOS	
Emanuela Bento de Lima Dálete de Menezes Borges Glêidson Bezerra de Góes José Willamy Ribeiro Marques Rildson Melo Fontenele	
DOI 10.22533/at.ed.7102127016	

CAPÍTULO 7.....	67
ANÁLISE DE CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE DADOS BATIMÉTRICOS COLETADOS COM ADCP PARA A OBTENÇÃO DE PERFIS TRANSVERSAIS E PARÂMETROS HIDRÁULICOS EM CANAIS NATURAIS	
Wênil Alves do Nascimento	
George Rorigues de Sousa Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.7102127017	
CAPÍTULO 8.....	79
DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE FÁRMACOS E PESTICIDAS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS NO BRASIL: TOXICOLOGIA AOS ORGANISMOS EXPOSTOS	
Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua	
DOI 10.22533/at.ed.7102127018	
CAPÍTULO 9.....	90
O PROGRAMA OLHO D'ÁGUA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA EM PRESIDENTE KENNEDY-ES	
Carla Corrêa Pacheco Gomes	
Geane Pacheco da Silva Florindo	
Katia Corrêa Pacheco	
Róger Costa Fonseca	
Desirée Gonçalves Raggi	
DOI 10.22533/at.ed.7102127019	
CAPÍTULO 10.....	103
EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A CONSERVAÇÃO DE NASCENTES: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	
Victor Hugo de Oliveira Henrique	
Romário Custódio Jales	
Vanusa Mariano Santiago Schiavinato	
Leilliane Erminia da Silva Stefanello	
Larissa Gabriela Araujo Goebel	
DOI 10.22533/at.ed.71021270110	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	114
ÍNDICE REMISSIVO.....	115

UMA REVISÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA DE ÁGUA EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 08/01/2021

Livia Santana

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente
Construído
Instituto Federal de Goiás
Anápolis - Goiás
<https://orcid.org/0000-0001-6870-4993>

Daniel Sant'Ana

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente
Construído
Universidade de Brasília
Brasília - Distrito Federal
<https://orcid.org/0000-0002-9020-081X>

RESUMO: Modelos de previsão de demanda de água podem ser utilizados como ferramentas de gestão e planejamento por agências reguladoras de recursos hídricos, companhias de abastecimento de água e tratamento de esgoto, profissionais da construção civil e gestores prediais. Este estudo teve como objetivo identificar os métodos e analisar os diferentes modelos de previsão de demanda de água em estabelecimentos assistenciais de saúde. Para tanto, foi realizado um levantamento bibliográfico exploratório de pesquisas científicas que apresentaram modelos de previsão de demanda de água em estabelecimentos assistenciais de saúde em diferentes países. Em geral, estudos prévios apresentaram modelos matemáticos baseados em regressão linear bivariada, correlacionando o consumo predial de água de

hospitais com o número de leitos, área construída ou número de funcionários separadamente. A maioria dos trabalhos analisados utilizaram testes estatísticos para verificar se as amostras eram normalmente distribuídas e apresentavam homogeneidade das variâncias. No entanto, verificamos limitações nos modelos existentes, podendo não ser aplicáveis à realidade Brasileira. Variáveis relacionadas às atividades e serviços de saúde oferecidos em países em desenvolvimento podem indicar diferentes padrões de consumo nos diferentes tipos de edificações de saúde. Pois, além de hospitais, o Brasil possui diferentes tipos de edificações, como unidades básicas de saúde e unidades de pronto atendimento (cada um prestando diferentes tipos de serviços de saúde), sendo necessárias novas pesquisas nestas tipologias para análise do consumo e modelagem da demanda de água.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo de Água, Previsão de Demanda Urbana de Água, Estabelecimentos Assistenciais de Saúde.

A REVIEW OF WATER DEMAND MODELS FOR HEALTHCARE FACILITIES

ABSTRACT: Water demand forecasting models can be used as management and planning tools by water regulatory agencies, water supply and sewage treatment companies, construction professionals and building managers. The objective of this review was to identify existing water demand forecasting models for different types of health care establishments and to understand the methods used to build them. With this in mind, an exploratory literature review of previous studies regarding water demand

prediction models of healthcare facilities was carried out. Overall, previous works present models based on bivariate linear regression, correlating hospital water consumption with number of beds, built area or number of employees, separately. Most of the studies reviewed, used statistical tests to check whether the samples were normally distributed and showed homogeneity of variances. However, we verified limitations in the existing models, which may not be applicable to the Brazilian reality. Variables related to health care services offered in developing countries may indicate different consumption patterns for the different types of health care buildings. Furthermore, in addition to hospitals, Brazil has different types of buildings, such as basic health units and emergency care units (that provide different health care services) and further research is needed within these built types.

KEYWORDS: Water Consumption, Urban Water Demand Forecasting, Healthcare Facilities.

1 | INTRODUÇÃO

Prever a demanda de água é um processo de traçar uma perspectiva sobre uso futuro da água com base no conhecimento dos padrões históricos de consumo. Modelos de previsão de demanda de água estão se tornando ferramentas fundamentais para o dimensionamento, planejamento e gestão de sistemas de água e esgoto (HERRERA et al., 2010). Modelos de previsão podem ser utilizadas como ferramentas de gestão e planejamento por agências reguladoras de recursos hídricos, companhias de abastecimento de água e tratamento de esgoto, profissionais da construção civil e gestores prediais.

Muitas vezes, esses profissionais fazem uso de técnicas simples de previsão de demanda, multiplicando o indicador de consumo de água *per capita* pela população projetada com a finalidade de obter uma previsão da demanda de água total (BILLINGS e JONES, 2008). A ausência de estimativas mais precisas de demanda promovem o superdimensionamento de sistemas de água e esgoto, podendo levar ao uso ineficiente de insumos e recursos naturais, ou até mesmo dificultar a sua adaptação com vistas na otimização (WONG e MUI, 2018).

Modelos de previsão de demanda de água são capazes de apresentar uma base de dados mais confiável para estimar a demanda urbana de água (BILLINGS e JONES, 2008). Portanto, prever a demanda de água pode evitar problemas com a escassez de água em virtude da diminuição da disponibilidade hídrica, ocasionada pelas mudanças climáticas e aumento populacional (WILLIS et al., 2010).

Os tipos de previsões de demanda de água podem variar em função das diferentes escalas temporais. A previsão de curto prazo é desenvolvida para a operação e gerenciamento de sistemas de abastecimento de água e a previsão de longo prazo, para o planejamento e projeto (HERRERA et al., 2010). Vários são os fatores que tem um impacto significativo sobre a demanda de água. Entre eles, podemos destacar variáveis de população, empregos, ciclos econômicos, tecnologia, clima, preços e programas de conservação (BILLINGS e JONES, 2008).

A previsão de demanda em estabelecimentos assistenciais de saúde é essencial para auxiliar na gestão do consumo de água. De acordo com Collet et al. (2016), a água é um recurso vital para o desenvolvimento das atividades da área da saúde. O consumo de água nesses estabelecimentos é elevado devido as características do uso e grandes volumes necessários para realização dos procedimentos (GONZÁLEZ et al., 2016), as instalações têm utilizações específicas e muitos estabelecimentos mais antigos usam quantidades excessivas de água (FERREIRA, 2009). A interrupção do fornecimento de água pode comprometer as atividades de higiene, limpeza, atendimento, serviços prestados, uso de equipamentos médicos e outros procedimentos, além do próprio funcionamento de sistemas de combate a incêndio e sistemas de aquecimento, ventilação e ar condicionado (COLLETT et al., 2016).

Isto posto, é fundamental que o planejamento do uso da água seja eficiente e satisfaça a demanda em estabelecimentos assistenciais de saúde. Segundo Herrera et al. (2010) o fator mais importante no planejamento e operação de um sistema de distribuição é o fornecimento contínuo de água com qualidade, volumes adequados e pressão razoável de maneira a garantir um sistema de distribuição de água confiável. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo identificar os métodos e analisar os diferentes modelos de previsão de demanda de água em estabelecimentos assistenciais de saúde.

2 | MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA DE ÁGUA EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

Para avaliar o consumo de água em estabelecimentos assistências de saúde foram analisados 05 artigos, que totalizaram 67 estabelecimentos. Esses estudos fizeram uso de análises estatísticas para identificar a correlação entre o consumo predial de água de hospitais e variáveis independentes, e 04 deles apresentaram um modelo matemático com base na regressão linear para prever a demanda de água.

A variável consumo de água foi correlacionada com as variáveis: número de leitos, área construída, número de funcionários, número de altas hospitalares, número de cirurgias com hospitalização, número de internações e número de atendimentos de emergência. Verificou-se na literatura revisada que apenas um estudo avaliou a relação entre outras atividades de saúde com o consumo de água (GÓMEZ-CHAPARRO et al., 2018) e os demais concentraram-se em relacionar o consumo de água com o número de leitos, área construída e número de funcionários.

Em Cuba, Armas (2002) avaliou apenas um estabelecimento assistencial de saúde público. Foi realizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para determinar a função de probabilidade a qual os dados se ajustam, sendo que as distribuições foram utilizadas para a análise: normal, lognormal, Pearson III, Gumbell (máximo) e Gumbell (mínimo), e ainda, feito o teste de Fisher para verificar as significâncias estatísticas. De acordo com os

resultados, os dados se ajustaram a uma distribuição normal, foi verificado a homogeneidade das variâncias e identificado uma correlação linear moderada entre o consumo de água e o número de leitos (coeficiente de correlação linear de 0,776). No entanto não foi obtido um modelo de previsão de demanda, apenas indicador de consumo de água por leito.

Na Espanha, González et al. (2016) realizaram um estudo em 20 estabelecimentos, incluindo hospitais públicos e privados. Inicialmente investigaram a correlação do consumo de água com as variáveis: número de leitos, número de funcionários e área construída e os resultados indicaram uma forte correlação entre o consumo anual médio de água e: i) área construída ($R^2 = 0,8417$); ii) número de funcionários ($R^2 = 0,9046$); e iii) número de leitos ($R^2 = 0,9172$). A correlação com a variável número de leitos foi a mais elevada entre os três indicadores analisados para estimar o consumo de água. E ainda, foram definidas as equações matemáticas para o ajuste linear entre consumo e as variáveis: número de leitos, número de funcionários e área construída.

Em seguida, uma segunda análise foi realizada para obter resultados mais detalhados, para os quais foi feita uma análise de variância (ANOVA) com os dados agrupados conforme as seguintes categorias: tipo de gestão (público ou privado), produto interno bruto (PIB), graus-dia de aquecimento por ano, categoria hospitalar dependendo do número de leitos, localização geográfica e intervalo de anos, e realizado o teste de Levene para avaliar a homogeneidade da variância.

O resultado alcançado com a análise estatística ANOVA, após avaliação entre os indicadores de consumo de água (m^3/n° leitos, m^3/n° funcionários e m^3/m^2) e o tipo de gestão, indicou diferenças significativas para o indicador número de leitos ($p = 0,03$). A análise entre os indicadores de consumo e o produto interno bruto (PIB) não apresentou diferenças estatísticas, o que indica que não há nenhuma relação direta do PIB com o consumo de água de acordo com a área construída, número de funcionários e número de leitos.

Tendo como análise os indicadores de consumo de água e a categoria graus-dia de aquecimento por ano, foi verificado uma diferença significativa para o indicador de número de leitos ($p = 0,03$). Com relação a categoria hospitalar foram identificadas diferenças estatisticamente significativas para um dos indicadores, a área construída do hospital ($p = 0,01$). Devido a essas diferenças substanciais, o teste de Fisher foi realizado para testar a significância estatística e provou que não há nenhuma relação entre a categoria hospitalar e o consumo de água, quando avaliado o número de funcionários ou número de leitos.

Quanto a localização geográfica, o resultado mostrou diferença significativa para o indicador número de leitos ($p = 0,01$). Pode-se concluir que existe uma relação direta entre o consumo de água dependendo da localização geográfica e o número de leitos. De acordo com os resultados obtidos para a categoria intervalo de anos, verificou-se que o indicador área construída também apresentou diferenças significativas e, portanto, há uma relação direta entre consumo de água e área construída.

Sanz-Calcedo et al. (2017) in order to determine the average annual water consumption, a fixed ratio is not the appropriate tool. A parametric type related to the built surface area and/or number of beds by hospital should be used instead. The average annual consumption of cold water for human consumption (CWHC) avaliaram as relações entre o consumo de água e variáveis funcionais e operacionais utilizando técnicas matemáticas de correlação e análise de sensibilidade em 13 estabelecimentos assistenciais de saúde na Espanha. Concluíram que há uma forte correlação entre área construída e número de leitos ($R^2 = 0,8975$) e uma correlação moderada entre o número de leitos e área construída por leito ($R^2 = 0,7418$). Os resultados também indicaram uma alta correlação entre consumo médio anual de água e as variáveis: área construída ($R^2 = 0,9645$) e número de leitos ($R^2 = 0,9356$). Conforme verificado, as variáveis área construída e número de leitos influenciam no consumo de água. Portanto foram propostos modelos matemáticos para definir a relação entre o consumo de água e as variáveis número de leitos e área construída.

Na Espanha, Gómez-Chaparro et al. (2018) verificaram as possíveis correlações entre as variáveis em estudo (área construída, número de leitos, número de funcionários e atividades de saúde) para 14 hospitais privados, tendo o coeficiente de correlação Pearson como parâmetro para identificar a dependência linear entre duas variáveis. Testes de sensibilidade também foram realizados e ainda, um estudo estatístico detalhado através da análise de variância (ANOVA) e teste de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk para verificar se as variáveis seguem uma distribuição normal.

Verificou-se uma alta correlação entre o consumo de água e: i) número de funcionários ($R^2 = 0,804$); ii) número de leitos ($R^2 = 0,8749$); e iii) área construída ($R^2 = 0,8815$). Na investigação da relação entre consumo de água com outras variáveis relacionadas às atividades na área da saúde, os resultados demonstraram uma forte correlação entre o consumo e: i) altas hospitalares, devido a recuperação, morte ou transferência de pacientes ($R^2 = 0,8466$); ii) número anual de cirurgias com hospitalização ($R^2 = 0,8054$); e iii) número de internações (período não inferior à noite para o dia ou durante a noite-almoço-jantar) ($R^2 = 0,9155$). Entretanto, observou-se uma correlação fraca entre o consumo de água e o número de atendimentos de emergência ($R^2 = 0,765$). As variáveis foram avaliadas para verificar se atenderiam as equações matemáticas propostas a fim de prever a demanda de água.

Foram também realizadas correlações entre o consumo de água e as variáveis: número de endoscopia, número de testes laboratoriais, número de nascimentos e o número de cirurgias de ambulatório, no entanto não foram encontrados valores aceitáveis para correlação (0,3829, 0,3648, 0,048 e 0,1308 respectivamente).

O resultado do teste ANOVA indicou que os hospitais com áreas construídas superiores a 100 m² por leito apresentaram um consumo mais elevado do que aqueles com áreas menores do que 100 m² por leito ($p = 0,0029$), o número de funcionários também foi mais elevado em hospitais com áreas construídas superiores a 100 m² por leito ($p =$

0,033) e não houve diferenças significativas na relação entre o consumo de água e: ano de construção e localização geográfica. Bem como, não foram observadas diferenças significativas entre os custos do consumo de água e consumo de água por: leito, área construída ou pelo número de funcionários.

Uma análise entre o consumo anual de água e as atividades de saúde também foi realizada. O resultado foi significativo quando analisado a relação entre o consumo e: i) número de altas hospitalares ($p = 0,021$); ii) número anual de cirurgias hospitalares ($p = 0,001$); iii) número anual de cirurgias ambulatoriais (sem internação) ($p = 0,002$); iv) número de endoscopias ($p = 0,0008$); v) número anual de exames laboratoriais ($p = 0,011$); vi) número anual de atendimentos de emergência ($p = 0,003$); vii) número de internações hospitalares ($p = 0,029$); e viii) número anual de pacientes ambulatoriais ($p = 0,049$).

Entretanto não foram encontradas diferenças significativas entre: i) número de altas hospitalares e os indicadores de consumo de área construída e número de funcionários; ii) número anual de cirurgias hospitalares e os indicadores de consumo de área construída e número de funcionários; iii) número de cirurgias ambulatoriais e os indicadores de consumo de área construída e número de leitos; iv) número de endoscopias e os indicadores de consumo de área construída, número de leitos ou número de funcionários; v) número anual de exames laboratoriais e os indicadores de consumo de área construída, número de leitos ou número de funcionários; vi) número anual de atendimentos de emergência e os indicadores de consumo de área construída e número de funcionários; e vii) número anual de internações hospitalares e os indicadores de consumo de área construída e número de funcionários.

Na Alemanha, González et al. (2018)but the environmental cost is high. This study quantifies the mean potable cold water consumption (PCWC realizaram um estudo em 19 estabelecimentos de saúde público e fizeram uso de análises estatísticas (ANOVA de duas vias) para construir os modelos de previsão de demanda. Investigaram a correlação do consumo de água com as variáveis número de leitos, número de funcionários e área construída. Os resultados indicaram uma correlação fraca entre o consumo de água e área construída ($R^2 = 0,6612$) e número de funcionários ($R^2 = 0,6990$). Uma forte correlação entre o consumo de água e o número de leitos ($R^2 = 0,9595$) foi apresentada, indicando que o consumo de água tem uma relação de dependência com o número de leitos.

Em seguida, os estabelecimentos foram agrupados por categorias (localização geográfica e categoria hospitalar, localização geográfica e graus-dia de aquecimento por ano e localização geográfica e graus-dia de resfriamento por ano) e foi realizado o teste de Levene. Os resultados para os dados categorizados como localização geográfica – categoria hospitalar, demonstraram que o indicador de área construída apresentou diferenças significativas para as variáveis localização geográfica ($p = 0,03$) e categoria hospitalar ($p = 0,02$). Ou seja, tanto a localização geográfica quanto a categoria hospitalar influenciaram no consumo de água por área construída. O indicador número de funcionários

também apresentou diferenças significativas em relação a categoria hospitalar ($p = 0,01$) e a variável com maior significância estatística foi o indicador de número de leitos ($p = 0,00$).

No que se refere a categoria localização geográfica – graus-dia de aquecimento por ano, foi observado diferenças significativas entre o indicador número de leitos e a variável graus-dia de aquecimento por ano ($p = 0,04$), o que demonstra que há uma relação direta entre essa variável e o consumo de água com base no número de leitos do hospital, no entanto não foi identificado relação com as seguintes variáveis: área construída e o número funcionários. Quanto à investigação da localização geográfica – graus-dia de resfriamento por ano, não foi identificado nenhuma relação direta entre o consumo de água e área construída, número de funcionários ou número de leitos em um hospital.

De maneira geral, a maioria dos estudos fizeram uso da análise de regressão, analisaram a homogeneidade das variâncias e apresentaram um modelo de previsão de demanda para estimar o consumo de água dos estabelecimentos assistenciais de saúde. A Tabela 1 reúne os modelos de previsão de demanda de água em estabelecimentos assistenciais de saúde coletados neste processo de revisão de literatura por país e tipo de estabelecimento, apresentando o número de amostras (N) utilizados para compor as equações.

Referência	País	Tipo	N	Modelo de Previsão
González et al. (2016)	Espanha	Hospital Público	10	$(198,77 \times n^{\circ} \text{ de leitos}) + 3.284$
		Hospital Privado	10	$(1,30 \times \text{área construída}) + 11.791$ $(38,26 \times n^{\circ} \text{ de funcionários}) + 15.221$
Sanz-Calcedo et al. (2017)	Espanha	Hospital Público	13	$(165 \times n^{\circ} \text{ de leitos}) + 12.100$ $(1.568 \times \text{área construída}) + 2.400$
Gómez-Chaparro et al. (2018)	Espanha	Hospital Privado	14	$(139,58 \times n^{\circ} \text{ de leitos}) - 2.076$ $(1.014 \times \text{área construída}) + 2.055$ $(38,23 \times n^{\circ} \text{ de funcionários}) + 1.723$ $3,65 \times (n^{\circ} \text{ de altas hospitalares})^{0,925}$ $1,60 \times (n^{\circ} \text{ cirurgias com hospitalização})^{1,111}$ $15,18 \times (n^{\circ} \text{ de internações})^{0,677}$ $0,23 \times (n^{\circ} \text{ de atendimentos de emergência})$
González et al. (2018)	Alemanha	Hospital Público	19	$(127,01 \times n^{\circ} \text{ de leitos}) + 4.580$ $(1,01 \times \text{área construída m}^2) + 7.693$ $(51,97 \times n^{\circ} \text{ de funcionários}) + 9.013$

Tabela 1. Modelos de previsão de demanda de água

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a análise dos dados obtidos pela revisão de literatura, verificou-se que, em geral, os estudos analisados fizeram uso de técnicas estatísticas fundamentadas em regressões lineares para gerar modelos de previsão de demanda de água. Por um lado, os modelos foram construídos utilizando uma pequena amostragem de estabelecimentos

assistenciais de saúde (mais especificamente, hospitais públicos e privados). Além do mais, apenas três estudos aplicaram testes estatísticos para verificar se as variáveis independentes eram significativas para o modelo de previsão de demanda de água para os estabelecimentos assistenciais de saúde. Outro fator limitante, está no fato de que os modelos existentes são baseados na realidade europeia (Espanha e Alemanha). Apesar de cada modelo apresentado se limitar ao seu caso específico, eles podem servir como uma referência para prever a demanda de água em novas instalações do mesmo tipo edificado.

Apesar da grande maioria dos estudos analisados correlacionaram o consumo de água de hospitais com número de leitos, área construída e número de funcionários, os modelos gerados apresentam uma equação por variável independente de forma separada. Em geral, os resultados evidenciaram uma forte correlação entre consumo de água e número de leitos (SANZ-CALCEDO et al., 2017; GÓMEZ-CHAPARRO et al., 2018; GONZÁLEZ et al., 2016; GONZÁLEZ et al., 2018) e correlação moderada entre as mesmas variáveis (ARMAS, 2002). Foi identificado uma forte correlação entre o consumo de água e área construída (SANZ-CALCEDO et al., 2017; GÓMEZ-CHAPARRO et al., 2018; GONZÁLEZ et al., 2016). Por sua vez, González et al. (2018) identificaram uma correlação moderada entre consumo de água e área construída. Os resultados apresentaram uma forte correlação entre consumo de água e o número de funcionários (GÓMEZ-CHAPARRO et al., 2018; GONZÁLEZ et al., 2016) e correlação moderada entre as mesmas variáveis (GONZÁLEZ et al., 2018). Por outro lado, Sanz-Calcedo et al. (2017) não consideraram a variável número de funcionários uma vez que os dados tiveram grandes flutuações ao longo do ano.

González et al. (2016) verificaram que a variável que melhor correlacionou com o consumo de água foi o indicador de número de leitos e ainda, mostrou que há uma tendência do aumento do consumo de água em hospitais com maior número de leitos. Por um lado, Gómez-Chaparro et al. (2018) identificaram que os hospitais com maiores áreas construídas por leito apresentaram consumos mais elevados. Por outro lado, Sanz-Calcedo et al. (2017) observaram que hospitais menores consomem mais água por leito e por área construída do que os maiores. Diferentemente dos estudos anteriores, destacaram que à medida que há um aumento do número de leitos e/ou área construída, o consumo de água diminui.

Ressalta-se que apenas um dos estudos revisados correlacionou o consumo de água com atividades de saúde (GÓMEZ-CHAPARRO et al., 2018). Os resultados evidenciaram fortes correlações entre o consumo anual de água e número de altas hospitalares, número anual de cirurgias com hospitalização e número de internações. Foi verificado que os hospitais com maior número de atividades apresentaram consumos mais elevados. Portanto, essas variáveis também podem ser contabilizadas para prever o consumo de água em hospitais.

Com relação às análises de variância, os resultados mostraram diferenças significativas para as variáveis número de leitos, área construída e número de funcionários dependendo das categorias em que as amostras foram classificadas em cada estudo. Verificou-se uma relação direta entre o consumo de água e o número de leitos (GÓMEZ-CHAPARRO et al., 2018; GONZÁLEZ et al., 2016; GONZÁLEZ et al., 2018), entre consumo de água e área construída (GONZÁLEZ et al., 2016; GONZÁLEZ et al., 2018) e entre consumo de água e número de funcionários (GÓMEZ-CHAPARRO et al., 2018; GONZÁLEZ et al., 2018). Por sua vez, Sanz-Calcedo et al. (2017) propuseram modelos de previsão mas não analisaram as variâncias para avaliar a qualidade do ajuste do modelo de regressão linear e Armas (2002) não apresentou um modelo de previsão de demanda.

4 | CONCLUSÕES

Esta revisão explorou os modelos de previsão de demanda de água existentes para estabelecimentos assistenciais de saúde. As pesquisas realizadas até o momento focaram na análise de um único tipo de estabelecimento assistencial de saúde (Hospitais) em países desenvolvidos (Espanha e Alemanha), correlacionando número de leitos, área construída e número de funcionários com consumo predial de água separadamente, gerando modelos de previsão de demanda de água desagregados, um para cada variável analisada.

Verificamos que as variáveis predominantes nas análises estatísticas para prever a demanda de água em hospitais foram: número de leitos, área construída e número de funcionários. A variável que melhor se relacionou com o consumo de água foi o número de leitos, indicando uma tendência do aumento do consumo de água em estabelecimentos assistenciais de saúde quando o número de leitos for elevado.

No entanto, outras variáveis relacionadas às atividades de saúde também devem ser avaliadas. Variáveis relacionadas às atividades e serviços de saúde oferecidos em países em desenvolvimento podem indicar diferentes padrões de consumo nos diferentes tipos de edificações de saúde. Pois, além de hospitais, o Brasil possui diferentes tipos de edificações, como unidades básicas de saúde e unidades de pronto atendimento (cada um prestando diferentes tipos de serviços de saúde), sendo necessárias novas pesquisas nestas tipologias para análise do consumo e modelagem da demanda de água.

Apesar da limitação do número de amostragem de estudos prévios, verificou-se que o consumo de água tem forte correlação com o número de leitos, área construída e número de funcionários. Destaca-se que não é indicado prever a demanda de água dos estabelecimentos apenas pelo uso de indicadores de consumo de água e que os modelos matemáticos são essenciais para otimizar a demanda.

Em geral, os modelos de previsão de demanda propostos por estudos prévios podem ser aplicados apenas para estabelecimentos locais, ou com padrões de consumo de água similares. No entanto, a inclusão de uma maior amostragem e tipologias variadas

(unidades básicas de saúde, unidades de pronto atendimento e hospitais) poderão ter uma maior representatividade estatística e possibilitar que os resultados sejam extrapolados para prever a demanda de água de novos estabelecimentos assistenciais de saúde.

REFERÊNCIAS

ARMAS, J. R. DE. Variaciones del caudal y consumos de agua relativos a una cama en el hospital “ Abel Santamaria “ en Pinar del Rio. **Ingeniería Hidráulica Y Ambiental**, v. 23, n. 1, p. 1–2, 2002.

BILLINGS, R. B.; JONES, C. V. **Forecasting urban water demand**. 2 ed. Denver: American Water Works Association, 2008.

COLLETT, S. et al. Water usage in a multi-speciality hospital and its effective management. **Journal of The Academy of Clinical Microbiologists**, v. 18, n. 2, p. 135, 2016.

FERREIRA, S. M. M. C. **Uso eficiente da água em instalações coletivas e similares**: contributo para a caracterização do uso e aumento da eficiência. Lisboa: Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) - Universidade Nova de Lisboa, 2009.

GÓMEZ-CHAPARRO, M.; GARCÍA SANZ-CALCEDO, J.; ARMENTA-MÁRQUEZ, L. Study on the use and consumption of water in Spanish private hospitals as related to healthcare activity. **Urban Water Journal**, v. 15, n. 6, p. 601–608, 2018.

GONZÁLEZ, A. G. et al. A quantitative analysis of cold water for human consumption in hospitals in Spain. **Journal of Healthcare Engineering**, v. 2016, 2016.

GONZÁLEZ, A. G.; GARCÍA SANZ-CALCEDO, J.; SALGADO, D. R. Quantitative determination of potable cold water consumption in German Hospitals. **Sustainability (Switzerland)**, v. 10, n. 4, p. 1–13, 2018.

HERRERA, M. et al. Predictive models for forecasting hourly urban water demand. **Journal of Hydrology**, v. 387, n. 1–2, p. 141–150, 2010.

SANZ-CALCEDO, J.G. et al. Analysis of the average annual consumption of water in the hospitals of extremadura (Spain). **Energies**, v. 10, n. 4, 2017.

WILLIS, R. M. et al. Alarming visual display monitors affecting shower end use water and energy conservation in Australian residential households. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 54, n. 12, p. 1117–1127, 2010.

WONG, L. T.; MUI, K. W. A review of demand models for water systems in buildings including a Bayesian approach. **Water (Switzerland)**, v. 10, n. 8, 2018.

ÍNDICE REMISSIVO

A

ADCP 67, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77

Agência Nacional de Águas 37, 39, 91, 101

Ambiental 10, 11, 16, 24, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 64, 87, 91, 93, 94, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113

Ambiente 2, 1, 24, 25, 27, 49, 51, 66, 79, 81, 82, 83, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 111, 112, 113, 114

Artesian Wells 57

Atividade de Campo 103, 106, 108, 110

B

Biota Aquática 79, 81, 83, 84, 85, 86

C

Comitês de Bacias Hidrográficas 37, 39, 40, 41, 48

Consumo de Água 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 30, 32, 34, 35, 36

Crise Hídrica 24, 90

E

Economic 50

Econômico 38, 50, 94, 104, 105

Ecossistemas 79, 83, 85, 87, 92

Environment 79, 80, 87, 88, 89, 90, 103

Estabelecimentos Assistenciais de Saúde 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10

H

Hydraulic Parameters 67

I

Indicadores de Consumo de Água 4, 9, 25, 35

Instalações Prediais de Água Fria 11, 12, 14, 18, 23

M

Meio Ambiente 51, 66, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 111, 112, 113

N

Nascentes 52, 90, 92, 94, 95, 97, 98, 100, 101, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 112, 113

Nordeste 57, 58

P

Parâmetros Hidráulicos 67, 68

Perdas de Água Prediais 11

Perfis Transversais 67, 73, 76, 77, 78

Poços Artesanais 57

Potabilidade de Águas 79

Pressão de Água 11

Previsão de Demanda Urbana de Água 1

Procomitês 37, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 48

Q

Quitinete 25, 27, 30, 34, 35

R

Recuperação 5, 55, 90, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 101

Recursos Hídricos 1, 2, 25, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 66, 68, 85, 86, 91, 92, 93, 94, 101, 102, 112

S

Saneamento 12, 16, 79, 80, 87

Sanitation 80

Social 47, 49, 50, 51, 94, 95, 102, 104, 106, 111, 113

T

Temática Ambiental 103, 105, 107, 108, 110, 111, 112

U

Urban Water Demand Forecasting 2

Usos-Finais de Água 25, 26, 27, 30, 34, 114

W

Water Consumption 2, 5, 6, 10, 12, 25

Water Crisis 90, 91

Water End-Use 25, 35

Water Potability 80





Water Pressure 12

Water Resources 35, 37, 57

Watershed Committees 37




ÁGUA E O AMBIENTE CONSTRUÍDO



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ÁGUA E O AMBIENTE CONSTRUÍDO



-  www.atenaeditora.com.br
-  contato@atenaeditora.com.br
-  [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
-  www.facebook.com/atenaeditora.com.br