

# 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 Cremona

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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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. Alexsandro 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](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
UMA REVISÃO DOS MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA DE ÁGUA EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE	
Livia Santana Daniel Sant'Ana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7102127011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
PADRÕES OPERACIONAIS DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA DO INSTITUTO CENTRAL DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA	
Matheus Marques Martins Arthur Tavares Schleicher	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7102127012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>25</b>
ANÁLISE DOS USOS-FINAIS DE ÁGUA DE UMA QUITINETE EM BRASÍLIA	
Bruno Cabral Dos Santos Bomfim Daniel Sant'Ana	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7102127013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7102127014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>50</b>
MICROBACIA: IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	
Joel Cândido dos Reis	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7102127015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>56</b>
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	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7102127016</b>	

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

## 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 ( $m^3/n^\circ$  leitos,  $m^3/n^\circ$  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 m<sup>2</sup> por leito apresentaram um consumo mais elevado do que aqueles com áreas menores do que 100 m<sup>2</sup> por leito ( $p = 0,0029$ ), o número de funcionários também foi mais elevado em hospitais com áreas construídas superiores a 100 m<sup>2</sup> 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 identificada 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 identificada 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.

## PADRÕES OPERACIONAIS DAS INSTALAÇÕES PREDIAIS DE ÁGUA FRIA DO INSTITUTO CENTRAL DE CIÊNCIAS DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 07/01/2021

### Matheus Marques Martins

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental  
Brasília – DF  
<http://lattes.cnpq.br/7655757608187406>

### Arthur Tavares Schleicher

Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental  
Brasília – DF  
<http://lattes.cnpq.br/3450296063299235>

**RESUMO:** O Instituto Central de Ciências (ICC) é o principal prédio da Universidade de Brasília (UnB) e maior consumidor de água do *Campus* Darcy Ribeiro. Contando com abastecimento direto, uma alternativa para reduzir as despesas com água é o controle de pressões nas instalações prediais de água fria. A partir da instalação de manômetros em dois banheiros do ICC, foram levantados dados de pressão a cada cinco minutos entre abril e julho de 2019. Os dados de vazão foram levantados por meio de um hidrômetro ultrassônico com telemetria instalado na ligação predial do ICC à rede de abastecimento com medições horárias de junho a agosto de 2019. Foi observado que as pressões constantemente ultrapassaram o máximo de 40 mca recomendado pela NBR 5626/2020, prejudicando a integridade das instalações prediais e também podendo ser associado a

uma vazão maior de vazamentos. A situação é mais crítica no período noturno e em dias sem aula, sendo que a ocorrência de vazões elevadas durante o período da noite pode ser relacionada a vazamentos de água no prédio. As simulações hidráulicas no programa EPANET confirmaram que o funcionamento de mais uma entrada de água no prédio e a troca das tubulações em ferro fundido por tubulações em PEAD são alternativas eficazes para melhorar a distribuição de pressões nas instalações prediais de água fria do ICC.

**PALAVRAS-CHAVE:** Instalações prediais de água fria, Consumo de água, Pressão de água, Perdas de água prediais.

### OPERATIONAL PATTERNS OF THE CENTRAL INSTITUTE OF SCIENCES' WATER FACILITIES IN UNIVERSITY OF BRASÍLIA

**ABSTRACT:** The Central Institute of Sciences (known as ICC) is the main building of the University of Brasília and also the greatest water consumer in the Darcy Ribeiro *Campus*. Since the building is directly supplied, a solution raised to reduce water bills was monitoring water pressures inside the building. Pressure data were obtained every five minutes from April 2019 to July 2019 from two manometers installed in restrooms located in the ICC. Flow data were obtained hourly from June 2019 to August 2019 using an ultrasonic hydrometer installed in the connection of the ICC's water facilities and the water distribution system. It was confirmed that water pressures constantly exceed the maximum limit of 40 mH<sub>2</sub>O recommended by NBR 5626/2020, which affects the integrity of water facilities and

can also be associated with a higher leakage flow. The critical scenario occurs at night and on non-class days, as the occurrence of high flows at night can be related to water leaks in the building. The hydraulic simulations developed using the software EPANET confirmed that one more water inlet in the building and the exchange of cast iron pipes for HDPE pipes are effective solutions to provide a better pressure distribution in the ICC's water facilities.

**KEYWORDS:** Water facilities, Water consumption, Water pressure, Water losses in buildings.

## 1 | INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água na natureza é limitada, devendo-se combater os desperdícios e minimizar as perdas. Os desperdícios estão relacionados ao modo como os consumidores lidam com a água, enquanto as perdas estão relacionadas à ocorrência de fugas e vazamentos na rede de distribuição ou à água consumida e não faturada, seja por fraude do consumidor ou por problema de medição no hidrômetro (LAMBERT e HIRNER, 2000).

Segundo dados do DPO (2019), o *Campus Darcy Ribeiro* contava com 48.317 alunos de graduação e pós-graduação matriculados no segundo semestre de 2018. Considerando docentes, técnico-administrativos e visitantes, constata-se que a população universitária representa uma demanda diária expressiva de água. O Instituto Central de Ciências (ICC) abriga diversos institutos, faculdades, salas de aula, auditórios e atividades de apoio acadêmico. Por este motivo, o consumo de água no ICC corresponde a 24% do consumo de água no *Campus Darcy Ribeiro* (MATOS e LOPES, 2016), maior índice entre os prédios do *Campus*. Além disso, a ocorrência de pressões acima do limite recomendado pela NBR 5626/2020 nas instalações prediais de água fria do ICC (ARAÚJO e VIRGOLIM, 2010; OLIVEIRA, 2018) aumenta o consumo de água e potencializa a vazão dos vazamentos. Desse modo, o controle de pressões nas instalações prediais de água fria do ICC pode promover economias significativas para a Universidade de Brasília (UnB).

Este trabalho se baseou na aquisição de dados de pressão e de vazão em campo, e em simulações hidráulicas para realizar um diagnóstico do sistema predial de água fria do ICC, de modo a propor recomendações quanto ao atendimento dos limites de pressão estabelecidos pela norma NBR 5626/2020 e ao controle do consumo de água.

## 2 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Sistema de distribuição predial

A ligação predial corresponde ao conjunto de tubulações, estrutura de medição e peças de conexão instalados com a finalidade de estabelecer uma comunicação hidráulica entre a rede pública de distribuição de água potável, operada por uma prestadora de serviços de saneamento, e a instalação predial, utilizada por um consumidor (TSUTIYA, 2006).

A rede predial de distribuição de água é descrita pela NBR 5626/2020 como o conjunto de tubulações constituído de barriletes, colunas de distribuição, ramais e sub-ramais, ou de alguns destes elementos, destinado a levar água aos pontos de utilização. A NBR 5626/2020 estabelece ainda que o dimensionamento das instalações prediais deve ser considerar: vazões de projeto em função da peça de utilização e uso simultâneo provável de dois ou mais pontos de utilização; velocidade da água inferior a 3,0 m/s em qualquer trecho; pressão da água superior a 0,5 mca em condições dinâmicas (com escoamento) e inferior a 40 mca em condições estáticas (sem escoamento) em qualquer ponto da rede.

## 2.2 Simulações hidráulicas

As simulações hidráulicas possibilitam avaliar a distribuição de pressões na rede, analisar o impacto de manutenções e intervenções, estimar as perdas por vazamentos e planejar expansões, considerando crescimento populacional e mudanças de uso e ocupação do solo. A calibração com dados de pressão e vazão levantados em campo torna o modelo mais confiável.

No programa EPANET, os nós do modelo hidráulico possuem dois dados de entrada: a cota e o consumo base; enquanto os trechos possuem três dados de entrada: o comprimento, a rugosidade e o diâmetro das tubulações. O consumo base no nó pode ser estimado pelo método dos pesos relativos, sendo o consumo máximo possível calculado pela Equação 1.

$$Q = C\sqrt{\Sigma P} \quad (1)$$

Onde:

Q = Vazão (l/s);

C = Coeficiente de descarga = 0,30 l/s;

$\Sigma P$  = Soma dos pesos de todas as peças de utilização alimentadas pelo trecho considerado.

No caso de instalações prediais de água que atendam a muitas peças de utilização, deve ser considerada a probabilidade de uso simultâneo dos aparelhos sanitários sob condições normais. A percentagem máxima provável de uso é definida utilizando o ábaco mostrado na Figura 1.

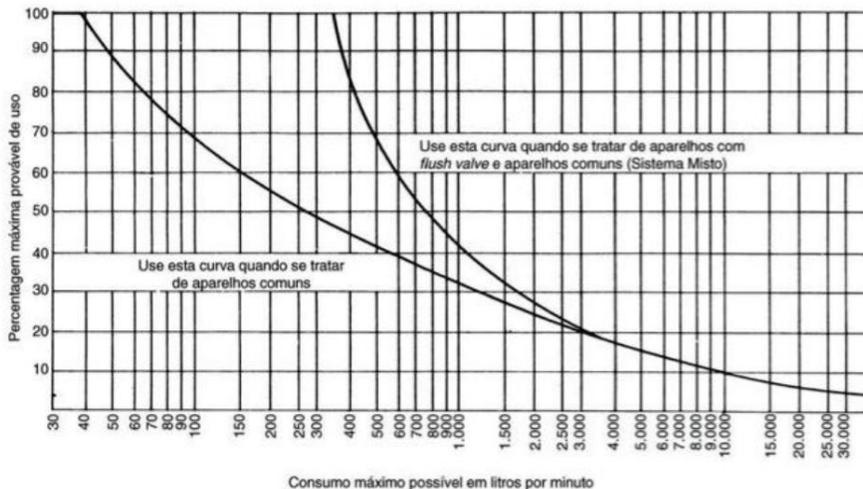


Figura 1. Probabilidade de uso simultâneo de aparelhos sanitários (Creder, 2006).

## 2.3 Consumo de água

Segundo o Portal UnBNotícias (2018), a adoção de medidas como o acompanhamento da conta de água por prédio, a racionalização do uso da água nos serviços de limpeza e mudanças nos processos de irrigação resultaram em uma economia de R\$ 472 mil na conta de água da universidade na comparação entre os anos de 2016 e 2017.

A análise do consumo de água em instituições de ensino deve observar que os consumidores representam uma população flutuante e que o consumo possui oscilações diárias e mensais. Como o usuário não é responsável direto pelo pagamento da conta de água em escolas e universidades públicas, há uma tendência maior ao desperdício de água (NUNES, 2000). Sendo assim, as campanhas de conscientização constituem uma medida essencial para a redução do consumo de água, devendo ser elaboradas após a caracterização da população e de seu comportamento (SILVA et al., 2006). A troca de equipamentos hidrossanitários convencionais por aparelhos economizadores de água e o aproveitamento de águas pluviais para usos não potáveis também são alternativas que se mostram eficazes.

## 3 | METODOLOGIA

### 3.1 Local de estudo

O *Campus* Darcy Ribeiro está localizado no bairro Asa Norte, em Brasília/DF. A alimentação do *Campus* é realizada por uma rede de distribuição de água ramificada (Figura 2), com todos os prédios possuindo hidrômetros individualizados. As instalações prediais

de água fria do ICC são ligadas à rede de distribuição do *Campus* por quatro diferentes entradas: duas na saída sul, uma no ICC Norte e outra na saída norte. Entretanto, apenas a alimentação na saída sul pelo Bloco B está em funcionamento.

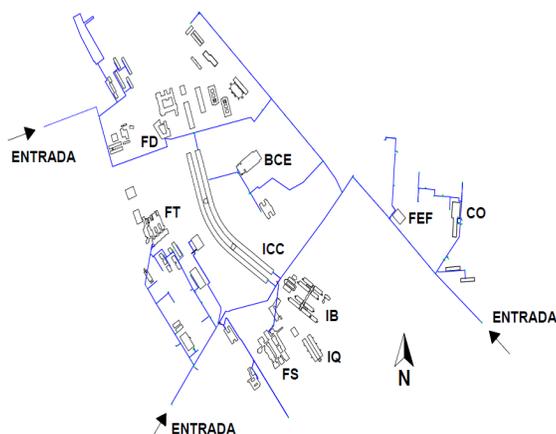


Figura 2. Rede de distribuição de água do *Campus* Darcy Ribeiro.

### 3.2 Levantamento de dados de pressão e de vazão

Os dados de pressão foram obtidos remotamente a partir da instalação de manômetros com *data logger* em dois banheiros no mezanino do prédio, um na região sul (B1-33/60) e outro na região norte (B1-633/62). Tais manômetros correspondem ao modelo *Z.10.B* da marca *Zürich*, com capacidade de medição entre 0 e 100 mca. As localizações aproximadas são apresentadas na Figura 3 e o modo como os manômetros foram instalados é exibido na Figura 4.

A coleta de dados de pressão se estendeu entre 25 de abril e 12 de julho de 2019 (representando o período letivo) e entre 18 e 31 de julho de 2019 (representando o período de férias). Cada coleta de dados semanal registrou as pressões em intervalos de cinco minutos, totalizando 2300 pontos.



Figura 3. Localização aproximada dos manômetros instalados no ICC.



Figura 4. Instalação do manômetro no banheiro B1-633/62.

Os dados de pressão foram divididos em período letivo e período de férias, sendo que o período letivo foi subdividido em dias com aula e sem aula. A UnB define os turnos como diurno e noturno, entretanto os dias com aula foram subdivididos em três turnos para observar melhor como a pressão varia ao longo do dia: matutino (06:00 a 11:59), vespertino (12:00 a 17:59) e noturno (8:00 a 23:00).

Os dados de vazão foram fornecidos diretamente pela Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) e abrangeram o período de 01 de junho a 31 de agosto de 2019. O levantamento de dados foi realizado por um hidrômetro ultrassônico com telemetria modelo *Octave* com diâmetro nominal de 50 mm da marca *Arad*. O cavalete instalado na ligação predial do ICC, localizado na saída sul do prédio, é exibido na Figura 5.



Figura 5. Cavalete com hidrômetro ultrassônico instalado na saída sul do ICC.

Durante o período em análise, as aulas se estenderam de 01/06 a 12/07 e de 12/08 a 31/08, havendo férias entre os dois intervalos. No período letivo e no período de férias, as vazões médias foram separadas em dois grupos: dias de semana e finais de semana.

### 3.3 Modelagem hidráulica no EPANET

As simulações foram executadas utilizando a formulação de Darcy-Weisbach, e em condições ideais: a alimentação na entrada do prédio foi simulada como um reservatório de nível fixo com nível de água de 40 m. As cotas dos nós foram definidas de acordo com o pavimento do prédio: 0,0 m para o subsolo, 3,4 m para o térreo e 6,6 m para o mezanino (Figura 6). As ramificações com mais de um nó representam as colunas verticais de distribuição.

A partir das plantas em formato DWG dos três pavimentos do ICC, foi levantado o número de bacias sanitárias, mictórios, lavatórios e chuveiros alimentados por cada nó. Após calcular o consumo máximo possível do prédio (15.514,8 l/min) pelo método dos pesos relativos (Equação 1), foi definida uma percentagem máxima provável de uso em 8% por meio da Figura 1.

Foram indicadas rugosidades absolutas de 0,25 mm para tubulações em ferro fundido e de 0,0015 mm para tubulações em PEAD (polietileno de alta densidade). Os condutos principais e suas ramificações possuem diâmetro nominal de 76,2 mm (três polegadas), enquanto uma derivação no bloco A do ICC Sul (exibida em azul escuro) possui diâmetro nominal de 101,6 mm (quatro polegadas). Os diâmetros dos condutos são apresentados na Figura 7.

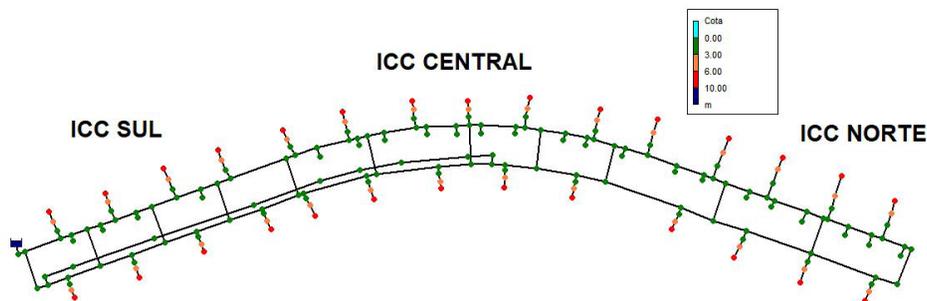


Figura 6. Cotas dos nós no modelo hidráulico do ICC.

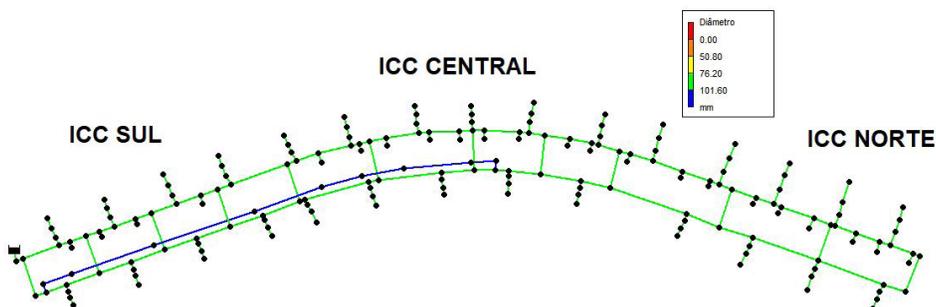


Figura 7. Diâmetros dos trechos no modelo hidráulico do ICC.

As simulações hidráulicas no EPANET variaram os pontos de entrada de água do prédio e o material das tubulações. O Cenário 1 (tubulação em ferro fundido com alimentação pela saída sul) corresponde à operação atual. Nos Cenários 2 (tubulação em ferro fundido com alimentação pelas saídas sul e norte) e 3 (tubulação em ferro fundido com alimentação pela saída sul e pelo ICC Norte), as simulações foram realizadas com a alimentação pela saída sul abastecendo o ICC Sul e Central, enquanto a segunda alimentação abastece apenas o ICC Norte. O Cenário 4 (tubulação em PEAD com alimentação pela saída sul) corresponde à substituição das tubulações. Em cada cenário, foi observado se as pressões nos nós atenderiam aos limites impostos pela NBR 5626/2020. Os cenários simulados também foram comparados entre si quanto à distribuição de pressões nas instalações prediais de água fria do ICC.

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Pressão nas instalações prediais de água fria do ICC

As variabilidades dos dados de pressão levantados nos banheiros com manômetros instalados durante o período letivo e durante o período de férias são apresentadas, respectivamente, nas Figuras 8 e 9 (X representa a média).

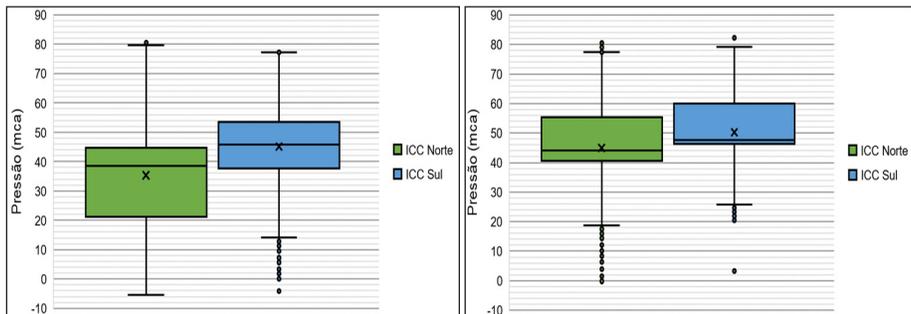


Figura 8. Variabilidade da pressão durante o período letivo: à esquerda, nos dias com aula; à direita, nos dias sem aula.

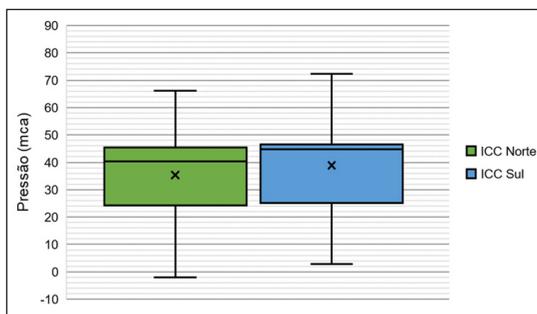


Figura 9. Variabilidade da pressão durante o período de férias.

Durante o período letivo, o banheiro no ICC Sul apresentou um padrão de pressões maior que o banheiro no ICC Norte, principalmente nos dias com aula, porque a alimentação do prédio ocorre pela saída sul e há perda de carga distribuída ao longo dos condutos em direção à saída norte. Durante as férias, o padrão de pressão registrado no ICC Sul e no ICC Norte foi considerado similar, devido à queda no consumo de água durante o mês de julho, quando menos pessoas circulam pela edificação. O limite superior estabelecido pela NBR 5626/2020 (40 mca) foi constantemente ultrapassado no banheiro do ICC Sul nos dias com aula.

Nos dias com aula, o banheiro do ICC Norte apresentou 57,0% dos dados de pressão dentro da faixa recomendada de operação (entre 0,5 e 40 mca). Por outro lado, é o único cenário com uma quantidade mais significativa de dados (3,3%) abaixo de 0,5 mca, o que pode resultar em mau funcionamento dos aparelhos hidrossanitários em diversos momentos do dia. Uma solução para garantir o abastecimento de água no ICC Norte nos dias com aula seria a ramificação dos ramais de abastecimento para encurtar os caminhos da água em momentos de alta demanda. Pensando em longo prazo, deve ser considerada a substituição da tubulação de ferro fundido por uma tubulação em PEAD, uma vez que a ocorrência de incrustações implica na necessidade de pressões mais elevadas para garantir o abastecimento.

Nos dias sem aula, 83,5% dos dados no banheiro do ICC Sul e 75,9% dos dados no banheiro do ICC Norte se encontram acima de 40 mca. Como não há problema com pressões baixas nos dias sem aula, a operação de uma válvula redutora de pressão (VRP) pode ser suficiente para amenizar o problema e também reduziria possíveis vazões de vazamentos.

Para observar melhor como as pressões oscilam ao longo de um dia, foi escolhido um dia típico de aula (22 de maio de 2019, quarta-feira) para observação. Nas Figuras 10 e 11, são apresentadas as variações de pressão neste dia nos banheiros do ICC Sul e do ICC Norte, respectivamente.

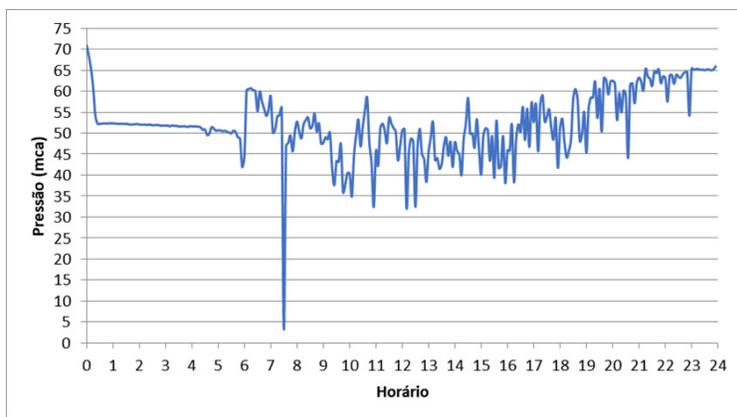


Figura 10. Variação da pressão no banheiro do ICC Sul no dia 22 de maio de 2019.

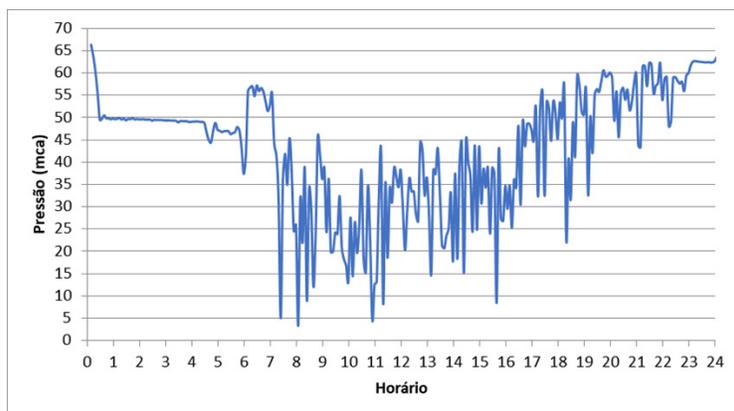


Figura 11. Variação da pressão no banheiro do ICC Norte no dia 22 de maio de 2019.

O funcionamento de uma VRP instalada na rede de abastecimento é observado entre 00:30 e 06:00, mantendo as pressões controladas em torno de 50 mca. A partir de

07:00, as pressões mantêm um padrão oscilatório decorrente da alimentação direta do prédio. As pressões oscilam mais no banheiro do ICC Norte, o que pode ser relacionado à maior distância para a alimentação do prédio ou a um maior uso comparado ao banheiro no ICC Sul. Em ambos os banheiros, é observado um aumento de pressão a partir de 17:00 (próximo ao fim do período diurno), culminando em pressões mais elevadas no período noturno.

## 4.2 Vazão na ligação predial do ICC

Nas Figuras 12 e 13, são apresentadas as variações horárias de vazão durante o período letivo e durante as férias, respectivamente. Não foram registradas vazões antes de 07:00 e após 22:00 nos três meses analisados, entretanto o hidrômetro ultrassônico possui limite mínimo de medição de 60 l/h, ou seja, vazões inferiores a 0,016 l/s não são registradas.

Entre junho e agosto de 2019, a vazão se manteve predominantemente entre 0,6 l/s e 1,1 l/s. As maiores vazões foram registradas durante o período da manhã e entre 19:00 e 21:00, enquanto as menores vazões ocorreram no período da tarde.

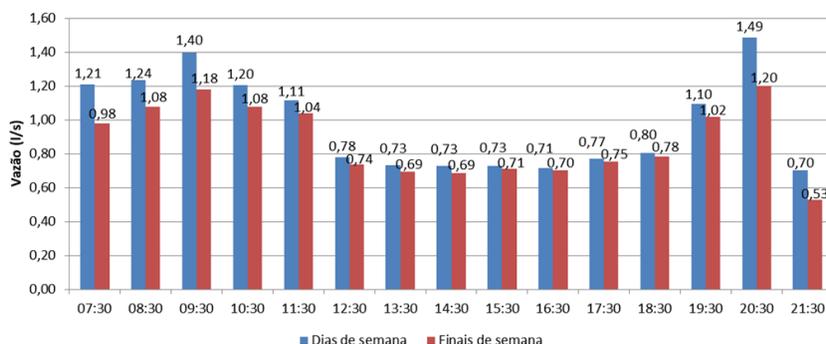


Figura 12. Vazões médias horárias durante o período letivo.

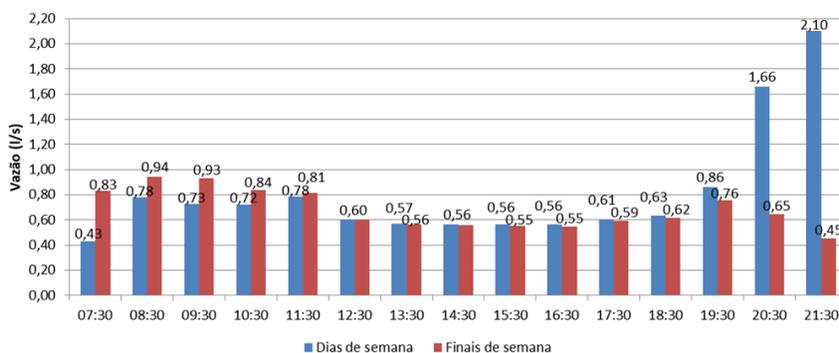


Figura 13. Vazões médias horárias durante o período de férias.

As vazões registradas em dias de semana foram maiores que as registradas nos finais de semana, o que é explicado pelo aumento do consumo de água decorrente de uma presença maior de pessoas no prédio nos dias com aula. As diferenças mais significativas entre as vazões nos dias de semana e nos finais de semana ocorreram antes de 10:00 e após 20:00, horários com maiores vazões registradas. Por outro lado, as vazões registradas nos finais de semana do período letivo não acompanharam o padrão de redução observado do período letivo para o período de férias. Isso significa que pode haver uma demanda especial nos finais de semana do período letivo, como equipamentos de laboratório que consomem água todos os dias. Durante os finais de semana, as pressões são mais estáveis devido a manobras de válvulas externas ao *Campus*, justamente para reduzir as pressões e, conseqüentemente, as perdas de água.

Nas férias, as vazões oscilaram menos ao longo do dia, porém ainda foram observadas vazões elevadas após 20:00 nos dias de semana, inclusive superiores às registradas dentro do período letivo. Como no período da noite também foram registradas as maiores pressões nas instalações prediais do ICC, pode ser um indício de ocorrência de vazamentos nesse horário.

### 4.3 Simulação hidráulica no EPANET

Na Figura 14, são apresentadas resumidamente as pressões calculadas pelo EPANET nos quatro cenários explicados anteriormente.

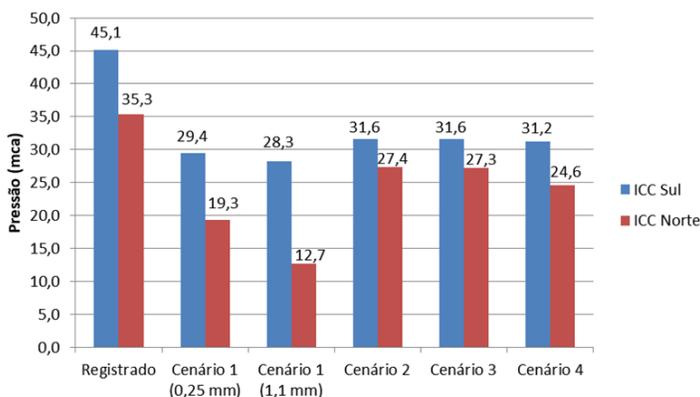


Figura 14. Comparativo entre as pressões nos dois banheiros do ICC analisados.

No Cenário 1, as simulações hidráulicas foram realizadas adotando rugosidades absolutas de 0,25 mm (rugosidade teórica) e de 1,1 mm (rugosidade máxima apropriada) para avaliar se a ocorrência de incrustações. A diferença de pressão considerando rugosidade teórica (10,2 mca) se aproximou mais da registrada pelos manômetros em campo (9,8 mca).

Em relação à abertura de uma nova entrada de água no ICC, não foram observadas diferenças significativas para definir uma preferência pela saída norte (Cenário 2) ou pelo meio do ICC Norte (Cenário 3). A nova entrada de água possibilita a redução da pressão na entrada do ICC Sul, uma vez que a alimentação do ICC Norte não dependeria mais da alimentação do ICC Sul.

A troca das tubulações em ferro fundido por tubulações em PEAD (Cenário 4) também se mostrou satisfatória, pois provocou uma redução expressiva na diferença de pressão entre os dois banheiros (6,2 mca) quando comparado ao Cenário 1 com rugosidade absoluta de 0,25 mm (10,2 mca), porém é preciso ressaltar que se trata de uma medida que demandaria tempo para ser colocada em prática, além de proporcionar custos elevados.

## 5 | CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi verificada uma relação entre menor movimentação/consumo de água e pressões mais elevadas nas instalações prediais, como nos dias sem aula dentro do período letivo e no período noturno. Quanto aos limites estabelecidos pela NBR 5626/2020, mais de 70% das medições estavam acima do limite de 40 mca no ICC Norte nos dias sem aula e no ICC Sul nos dias com e sem aula. Um número mais significativo de medições abaixo de 0,5 mca foi observado no ICC Norte em dias com aula, o que pode resultar em mau funcionamento dos aparelhos hidrossanitários. No período noturno, mais de 75% das medições estavam acima de 40 mca no banheiro do ICC Sul, incluindo cerca de 50% das medições acima de 50 mca. Portanto, o limite superior de pressão estática é frequentemente ultrapassado, o que prejudica a integridade das instalações prediais de água fria do ICC e também potencializa as perdas de água.

Os dados fornecidos pela CAESB mostraram que as vazões na ligação predial do ICC costumam variar entre 0,6 l/s e 1,1 l/s. A ocorrência de vazões elevadas durante o período da noite, mesmo durante o período de férias, pode ser relacionada a possíveis vazamentos de água no ICC.

Por meio de simulações hidráulicas no EPANET, concluiu-se que a abertura de uma nova entrada de água para alimentar exclusivamente o ICC Norte é uma medida eficaz para melhorar a distribuição de pressões nas instalações prediais de água fria do ICC. A substituição das tubulações em ferro fundido por novas tubulações em PEAD também é uma alternativa que apresenta bons resultados, porém demandaria mais tempo e recursos.

Um monitoramento mais controlado da pressão e da vazão no ICC seria extremamente vantajoso do ponto de vista do consumo e das perdas de água, podendo proporcionar reduções significativas dos gastos da universidade com as contas de água. Mais alternativas podem ser estudadas nesse contexto de monitoramento dos padrões operacionais das instalações prediais de água fria do ICC e de redução do consumo de água da universidade, como o uso de reservatórios para amortecer o abastecimento de água e o impacto da instalação de válvulas redutoras de pressão.

## REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente** – Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro, 56 p., 2020.

ARAÚJO, G.A.; VIRGOLIM, V.R. **Análise de consumo de água e perdas no Campus da UnB**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil). Universidade de Brasília, Brasília, 164 p., 2010.

CREDER, H. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6ª ed., LTC, Rio de Janeiro, 423 p., 2006.

DPO – Decanato de Planejamento, Orçamento e Avaliação Institucional. **Anuário Estatístico da UnB**. Brasília, 381 p., 2019.

LAMBERT, A.; HIRNER, W. **Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures**. IWA – The Blue Pages, Londres, Inglaterra, 13 p., 2000.

MATOS, C.R.; LOPES, T.P.R.M. **Consumo de água no Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília: estudo de medidas para redução de perdas**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Universidade de Brasília, Brasília, 214 p., 2016.

NUNES, S.S. **Estudo da conservação de água em edifícios localizados no campus da Universidade Estadual de Campinas**. Dissertação (Mestrado em Edificações). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 144 p., 2000.

OLIVEIRA, R.S. **Estudo de reservatórios e redução de perdas de água na Universidade de Brasília – Campus Darcy Ribeiro**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Ambiental). Universidade de Brasília, Brasília, 80 p., 2018.

SILVA, G.S.; TAMAKI, H.O.; GONÇALVES, O.M. **Implementação de programas de uso racional da água em campi universitários**. In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 49-61, Jan./Mar. 2006.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água**. 3ª ed., Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 643 p., 2006.

UnBNOTÍCIAS. **Em ano de crise hídrica, UnB economiza 14% no consumo**. 2018. Disponível em: <<https://noticias.unb.br/76-institucional/2182-em-ano-de-crise-hidrica-unb-economiza-14-no-consumo>>. Acesso em: 04 Jan. 2020.

## ANÁLISE DOS USOS-FINAIS DE ÁGUA DE UMA QUITINETE EM BRASÍLIA

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 08/01/2021

### **Bruno Cabral Dos Santos Bomfim**

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente  
Construído  
Centro Universitário de Brasília  
Brasília-DF

<http://lattes.cnpq.br/9543000614125222>

### **Daniel Sant'Ana**

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente  
Construído  
Universidade de Brasília

<https://orcid.org/0000-0002-9020-081X>

**RESUMO:** Este estudo faz uma análise dos usos-finais de água em uma residência do tipo quitinete em Brasília-DF. A partir da instalação de medidores de fluxo em cada ponto de uso conectados a um equipamento de registro dos eventos de uso do tipo *datalogger*, foi possível coletar dados de frequência de uso, tempo de uso, vazão de equipamento e volume usado por ponto de consumo (uso-final de água). Com base nestes levantamentos, foi possível identificar e conhecer os padrões de consumo do morador, visualizando a demanda individualizada em cada ponto de consumo existente no local. Em linhas gerais, a unidade analisada apresentou um consumo médio de 151,27 litros por pessoa por dia. Verificou-se que o chuveiro foi o ponto com maior índice de consumo de água da moradia (37,3% do consumo total), seguido pela descarga

sanitária (37,62%), torneira de cozinha com filtro embutido (13,4% e torneira de lavatório (12,9%).

**PALAVRAS-CHAVE:** Usos-Finais de Água, Indicadores de Consumo de Água, Quitinete.

### DOMESTIC WATER END-USE ANALYSIS OF A STUDIO FLAT IN BRASÍLIA

**ABSTRACT:** This study analyses domestic water end-use consumption for a studio flat in Brasília, Brazil. Water flow meters connected to dataloggers were installed at each point of water use in the flat for a three-week period of data collection. With this, it was possible to collect data on the frequency of use, time of use, equipment flowrate and volume used per water end-use. Overall, findings suggest an average water consumption of 151.27 liters per person per day. The showerhead contained the highest rate of water consumption (37.3% of total consumption), followed by the toilet flushing (36.4%), kitchen tap with water filter (13.4%) and bathroom tap (12.9%).

**KEYWORDS:** Water End-Use, Water Consumption Indicators, Studio Flat.

## 1 | INTRODUÇÃO

A fim de reduzir a sobrecarga do consumo sobre os recursos hídricos, a implementação de tecnologias voltadas à conservação de água em edificações é vista vista como uma estratégia eficaz para a redução do consumo de água nas grandes cidades. Porém, para avaliar o desempenho de diferentes estratégias

conservadoras de água e identificar soluções viáveis voltadas à redução do consumo de água nas edificações, é fundamental quantificar o consumo de água em seus usos-finais.

No que se diz respeito à caracterização dos usos-finais de água em edificações, diferentes estudos vêm sendo desenvolvidos no Distrito Federal. Com o intuito de analisar o potencial de redução do consumo de água em um complexo de edificações de escritórios em Brasília, Sant'Ana (2012) estimou os usos-finais de água em usos não potáveis. Sant'Anna et al. (2013), desagregaram o consumo predial de uma escola pública de ensino infantil, analisando os usos-finais do consumo adulto e infantil, da cozinha e torneiras de jardim. Outro estudo caracterizou os usos-finais de água em dois tipos diferentes de edificações hoteleiras nos setores hoteleiros Norte e Sul de Brasília, analisando o consumo predial dos dormitórios, funcionários, cozinha, lavanderia, limpeza e irrigação (NASCIMENTO e SANT'ANA, 2014). Ao caracterizar os usos-finais de água para uma escola de ensino médio no Guará, Santana e Sant'Ana (2017) identificaram perdas significativas por vazamento, chegando a 27% do consumo predial.

Barbosa et al. (2018) estimaram os usos-finais de água nas edificações de ensino superior no Campus Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, para uma análise comparativa do desempenho de sistemas de aproveitamento de águas pluviais e sistemas de reúso de águas cinzas. Com o intuito de reduzir o consumo de água na Rodoviária do Plano Piloto, Santos e Sant'Ana (2019) analisaram os usos de água em lavatórios, descargas sanitárias e lavagem de pisos. Já no Aeroporto Internacional de Brasília, Santos et al. (2019), estimaram os usos-finais de água nos processos de lavagem de piso e irrigação para avaliar o potencial de redução no consumo de água pelo aproveitamento de água pluvial. Totugui et al. (2019) caracterizaram os usos-finais de água de uma loja em um edifício comercial em Brasília.

Em relação à análise dos usos-finais de água em edificações residenciais do Distrito Federal, até o momento, estudos prévios avaliaram o consumo doméstico em casas e apartamentos. Com o intuito de identificar soluções viáveis para promover a conservação de água em edificações residenciais, Sant'Ana (2012) avaliou os usos-finais de água em 35 apartamentos de prédios verticais de Águas Claras e prédios horizontais de Brasília. Para tanto, o estudo fez uso de cronômetros e diários de registro fixados ao lado de cada ponto de consumo de cada apartamento, onde cada morador pôde registrar seu uso de água (tempo ou frequência) diariamente durante sete dias. Ao associar essas informações com medições das vazões de cada equipamento hidráulico, resultados indicaram que os pontos de maior consumo de água foram os chuveiros (24%), seguido de máquinas de lavar roupas (22%), descargas sanitárias (16%) e torneiras de cozinha (16%), enquanto os pontos de menor consumo foram as máquinas de lavar louças (0,7%), filtros de água (1,3%) e bidês/duchas higiênicas (1,5%), dentro de um consumo *per capita* de 221 litros/pessoa/dia.

Em outro estudo, Sant'Ana et al. (2013) caracterizaram os usos-finais de água em 19 apartamentos das superquadras de Brasília e, ao utilizar o mesmo método de Sant'Ana (2012) para estimar os usos internos de água, obtiveram proporções de usos-finais muito similares para um consumo de 172 litros/pessoa/dia. Este estudo, por outro lado, ao realizar observações *in-loco* associadas ao uso de entrevistas semiestruturadas para coletar dados de usos comuns de água, apresentou dados de consumo externo em lavagem de pisos e irrigação de jardins, concluindo que estes usos finais equivalem a 3,5% de todo consumo predial. Em um estudo mais robusto, Sant'Ana e Mazzeza (2018) avaliaram o consumo doméstico de água de casas e apartamentos ( $n = 118$ ) em oito Regiões Administrativas do Distrito Federal. Resultados dos usos-finais de água foram apresentados como indicadores *per capita* (litro/pessoa/dia) para usos internos e indicadores por área (litro/m<sup>2</sup>/dia) para usos externos por faixa de renda familiar (baixa, média-baixa, média alta e alta). Os usos que apresentaram o maior índice de consumo foram os chuveiros (21%), descargas sanitárias (17%), torneiras de cozinha (17%) e máquinas de lavar roupas (17%). Os usos que apresentaram os menores índices de consumo foram os filtros (1%), bidets/duchas higiênicas (1%) máquinas de lavar louças (2%). Já os usos finais de lavatórios e tanques representaram nove por cento do consumo doméstico cada.

Até onde vai a literatura, há uma carência de dados relativos aos usos-finais de água em quitinetes. Quitinetes são configuradas por pequenos ambientes conjugados a uma pequena cozinha (copa) com um banheiro. Este tipo de configuração de moradia pode apresentar padrões de consumo de água diferente de apartamentos. Com isso em mente, este estudo teve como objetivo analisar os usos-finais de água em uma residência do tipo quitinete em Brasília-DF.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODO

A quitinete analisada encontra-se em uma edificação no Setor de Grande Áreas Norte em Brasília-DF. Esta edificação está em um conjunto de apartamentos localizados próximo a um centro universitário, abrigando, em sua maioria, estudantes e jovens profissionais com idade média de 25 anos de idade. A quitinete pode ser considerada de padrão médio, apresentando apenas um *boulevard* de ligação entre os blocos e nenhuma área de lazer. A quitinete conta com uma área útil equivalente a 27 m<sup>2</sup> com um banheiro, e seu ambiente, conjugado a uma pequena copa-cozinha, possui uma divisória para separar um dormitório da sala de estar (Figura 1). A unidade analisada não possui um hidrômetro individualizado, e os pontos de consumo de água limitam-se a um chuveiro elétrico, vaso sanitário de caixa acoplada e lavatório no banheiro, e uma torneira de pia com filtro de água embutido na copa-cozinha.

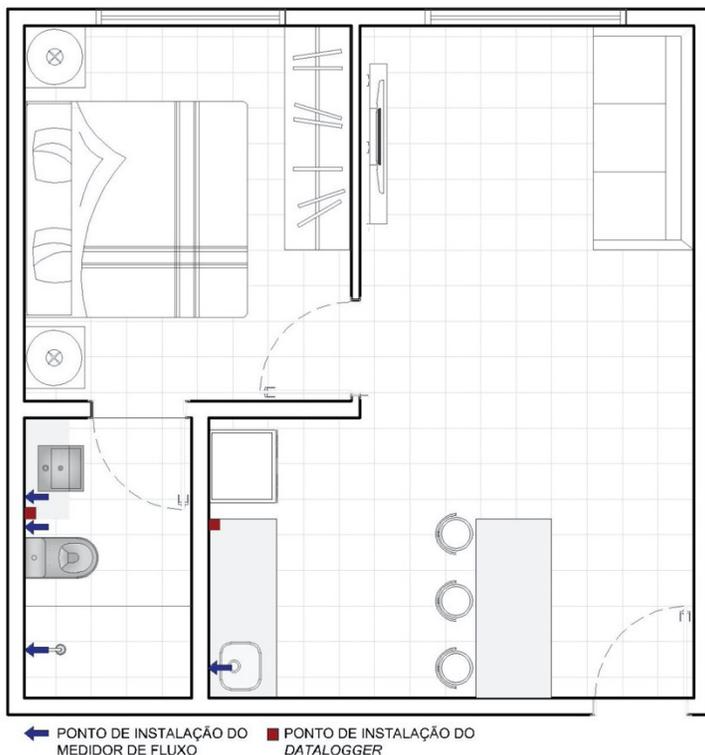


Figura 1. Indicação dos pontos de instalação dos medidores de fluxo e *dataloggers*.

Primeiramente, foi realizada uma vistoria hidráulica, verificando os aspectos físicos dos aparelhos hidrossanitários, existência ou não de vazamentos e existência de elementos economizadores de água, arejadores, restritores de vazão ou uso de garrafas pet dentro da caixa acoplada. Em seguida, foram instalados medidores de fluxo em cada ponto de uso água para realizar medições do consumo dentro de um período de quatro semanas (Figura 2a). Cada medidor de fluxo foi conectado a um módulo de registro de dados do tipo *datalogger* (Figura 2b).

O aparelho *datalogger* apresenta a capacidade de aferir o fluxo em pulsos do aparelho em análise e transformar o valor de pulso em volume de água. Essa calibração ocorreu no início da instalação do aparelho, com o auxílio do software *SmartMeter*. Para isso, foi calibrado em 450 pulsos, conforme padrão estabelecido pela fabricante para funcionamento correto. Além disso, o limiar de trabalho do medidor de fluxo é de 1 a 30 litros/minutos, considera-se, portanto, qualquer valor medido fora desse faixa de trabalho como vazamento do aparelho hídrico em estudo.

Para o início do procedimento de instalação dos equipamentos, fechava-se o registro de gaveta geral da unidade e drenava-se o restante da água para possibilitar a ligação do medidor de fluxo. Após o fim do fluxo hídrico, instava-se o medidor de fluxo

entre o ponto de saída da parede e a tubulação de ligação do aparelho hidráulico de acordo com o sentido indicado no medidor. Ressalta-se a recomendação do fabricante de instalar o medidor de fluxo sempre na horizontal, uma vez que qualquer inclinação do aparelho poderia comprometer a coleta de dados. Após a instalação, abria-se novamente o registro de gaveta e analisava-se a existência ou não de vazamento no ponto instalado. Caso existisse vazamento gerado pelo aparelho, eliminava-se o mesmo para fornecer uma instalação funcional e fidedigna a situação anterior ao estudo.



Figura 2. Medidor de fluxo (a) instalado no chuveiro, conectado ao *datalogger* (b).

Com a instalação de todos os medidores de fluxo, configurava-se o *datalogger* com um conjunto máximo de quatro medidores. Para isto, realizava-se a ligação do aparelho ao computador a partir da porta USB – B existente no aparelho a fim de fazer a calibração do aparelho, conforme descrito anteriormente. Após a calibração, ligava-se o aparelho na energia e realizava-se testes para ver se o aparelho registrava o consumo dos equipamentos.

Para realizar a verificação, retirava-se o aparelho da tomada e sacava-se o cartão de memória para se ler o registro gerado no computador. Caso o aparelho gerasse uma planilha .csv com a data atualizada, registro da calibração e valores de consumo gerado pelos medidores de fluxo, o aparelho estava pronto para o uso, caso contrário, verificava-se a instalação dos medidores de fluxo conforme o sentido indicado em seu corpo e realizava-se uma nova calibração. Com a verificação concluída, retornava-se o cartão ao *datalogger* e ligava-se novamente o aparelho na energia para início do estudo. A Figura 1 apresenta os pontos de instalação dos medidores de fluxo e localização dos *dataloggers* na unidade estudada.

Por fim, ao realizar a desinstalação dos equipamentos de medição, foi realizada uma entrevista ao morador com o intuito de obter informações relativas aos hábitos

e padrões de consumo de água durante o período de medições, padrões de ocupação e permanência no imóvel, eventuais problemas com os equipamentos de medição ou aparelhos hidrossanitários e demais observações do morador consideradas pertinentes ao estudo. Após os levantamentos e análises individuais dos usos finais, foi possível identificar as vazões médias de cada aparelho hidrossanitário, seu tempo médio de uso, frequência média de uso diário e indicadores *per capita* de consumo de água.

### 3 | RESULTADOS

As medições dos usos-finais de água na quitinete foram realizadas entre os dias 13 de abril de 2019 e 10 de maio de 2019. No local, reside um jovem do sexo masculino e 24 anos de idade. A execução de faxina realizada duas vezes por mês, com passagem de pano úmido nos pisos da quitinete, consumindo aproximadamente um balde de água de 5,6 litros. Após a vistoria e levantamento de dados pertinentes, foram instalados dois *dataloggers* para o monitoramento dos equipamentos consumidores da cozinha e banheiro.

O levantamento realizado na torneira de pia com filtro embutido na cozinha teve os dados comprometidos no período de 17 de abril de 2019 a 19 de abril de 2019 devido a queda de energia ocorrida no local. Durante o levantamento realizado, registrou-se um consumo médio equivalente a 19,46 litros por dia. A Figura 3 apresenta a evolução do consumo durante o período levantado. Percebe-se picos de consumo recorrentes nos finais de semana, período no qual o morador recebe a visita da namorada, passando mais tempo em casa. Além disso, observa-se um pico de consumo na segunda quarta-feira analisada. Este pico é oriundo do feriado de 1º de maio, o qual o morador passou o dia na residência. Infere-se que o maior consumo deste uso-final ocorreu nos finais de semana e feriados - período de maior estadia do morador no local.

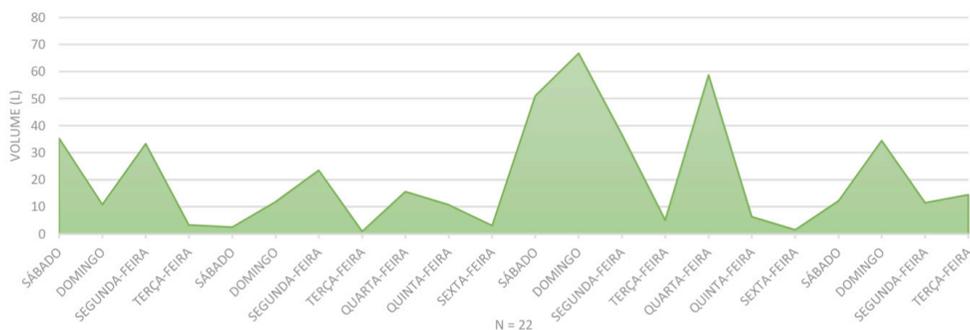


Figura 3. Evolução de consumo diário da torneira de pia de cozinha com filtro

A Figura 4 representa o consumo médio semanal da residência. Confirma-se que o dia de maior consumo está concentrados no fim de semana e na segunda-feira. A ocorrência de um consumo médio elevado na quarta-feira é reflexo do feriado do dia 1º de maio, onde houve um consumo similar ao fim de semana. Já consumo reduzido na sexta-feira é justificado pelo fato de o morador ter o hábito pernoitar fora da residência neste dia.

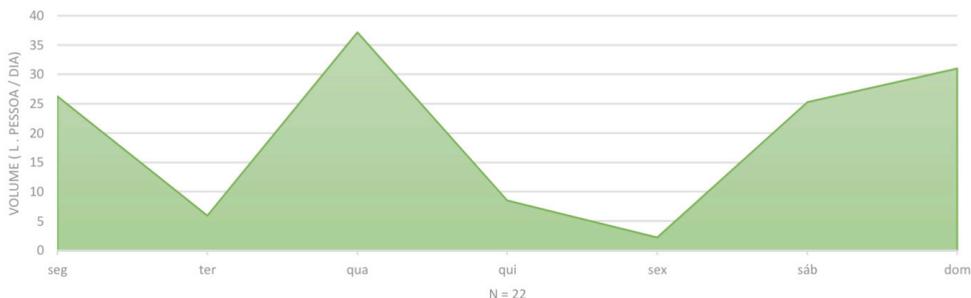


Figura 4. Consumo médio da torneira de pia de cozinha com filtro ao longo da semana

A partir da vistoria hidráulica, constatou-se que a ducha higiênica apresentava problemas com vazamento quando aberto seu registro, desta forma, fora informado que o morador não utiliza este equipamento. Sendo assim, a instalação dos medidores de fluxo foi realizada apenas no vaso sanitário, chuveiro e lavatório.

A Figura 5 apresenta a evolução do consumo diário do chuveiro durante o levantamento realizado. Percebe-se uma constância no consumo deste equipamento, como dias de maior consumo concentrados novamente aos fins de semana. Além disso, o reflexo de aumento de consumo no feriado do dia 1º de maio se confirma também neste equipamento.

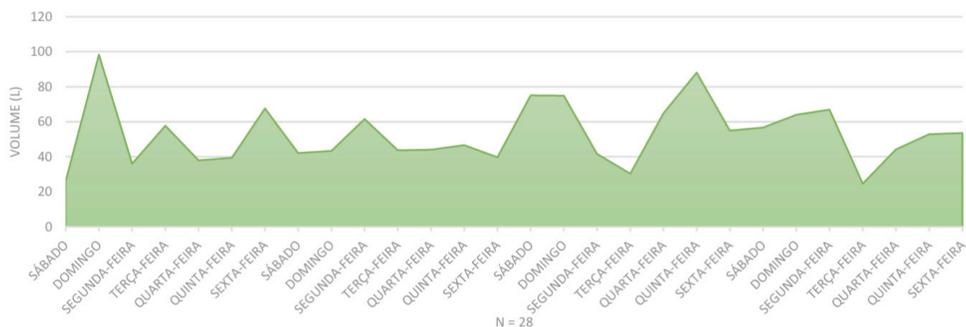


Figura 5. Evolução de consumo diário no chuveiro.

Quando comparado com a análise da pia de cozinha, percebe-se um aumento considerável no consumo de água deste equipamento. Porém, ao contrário do que se visualiza na variação de consumo *per capita* da pia de cozinha, o consumo *per capita* do chuveiro mantém relativa constância em seus valores diários, apenas sendo possível visualizar leves picos de consumo ao longo dos finais de semana. Estes picos de consumo podem ser justificados pela visita esporádica da namorada do morador durante os finais de semana. Este comportamento pode ser visualizado na Figura 6.

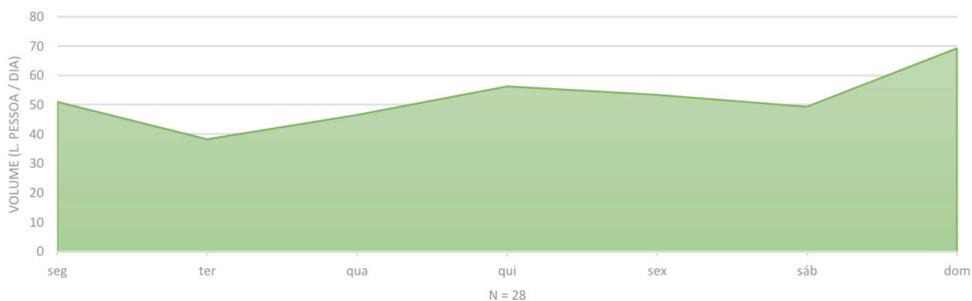


Figura 6. Consumo médio do chuveiro ao longo da semana

O vaso sanitário instalado nesta residência é do tipo caixa acoplada, com volume de descarga de 6 litros por fluxo. Mas, em média, as medições registraram um volume de enchimento da caixa acoplada equivalente a 5,5 litros para cada descarga realizada.

De acordo com a Figura 7, o vaso sanitário também apresentou picos de consumo nos finais de semana, reforçando a tese de aumento de consumo com o aumento de estadia do morador na residência. Além disso, mais uma vez percebe-se o aumento substancial de consumo ocasionado devido ao feriado do dia 1º de maio.



Figura 7. Evolução de consumo diário do vaso sanitário

Em se tratando do consumo médio *per capita*, percebe-se uma tendência de aumento de consumo no decorrer da semana, com picos acentuados aos finais de semana (Figura 8).



Figura 8. Consumo médio do vaso sanitário ao longo da semana

Constatou-se a existência de um arejador no lavatório, acessório que pode permitir para redução de consumo e melhoria da liberação da água. A auditoria de consumo deste equipamento nos mostrou um pico exacerbado de consumo no primeiro final de semana de levantamento, conforme ilustrado na Figura 9.

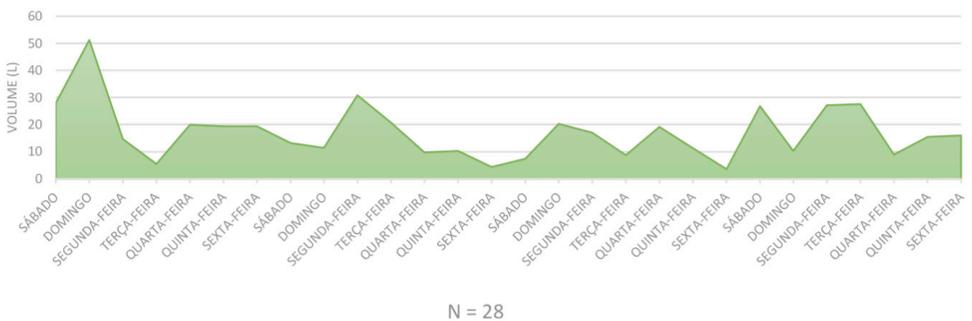


Figura 9. Evolução de consumo diário no lavatório

Quando analisado este período nos demais levantamentos, percebe-se que todos apresentaram essa variação de consumo no primeiro fim de semana. Não foi encontrada nenhuma justificativa plausível para este aumento, sendo considerado uma variação anormal do padrão de consumo do morador. Assim como os demais equipamentos analisados, o lavatório apresentou uma tendência de crescente de consumo nos finais de semana, podendo ser justificado com o aumento populacional da residência nesse período (Figura 10).



Figura 10. Consumo médio do lavatório ao longo da semana

A Tabela 1 apresenta um resumo dos valores médios obtidos de vazão por aparelho hidrossanitário, seu tempo de uso diário, frequência, indicador de consumo *per capita* e proporção dos usos-finais para um consumo diário médio equivalente a 151,27 litros por pessoa dia.

Aparelho Hidrossanitário	Vazão Média (L/s)	Tempo Médio por Uso (s)	Frequência Média de Uso Diário	Indicador de Consumo (L/ pessoa/dia)	Proporção do Consumo Total (%)
Chuveiro Elétrico	0,07	807	1	56,5	37,3
Descarga Sanitária	0,05	110	10	55,0	36,4
Torneira de Pia com Filtro	0,06	13	26	20,3	13,4
Torneira de Lavatório	0,03	130	5	19,5	12,9

Tabela 1. Consumo, frequência, tempo e vazão por ponto de uso de água

## 4 | CONCLUSÃO

Verificou-se que os pontos de maior consumo de água na quitinete foram na no chuveiro elétrico (37,3%) e na descarga sanitária (37,6%), seguidos da torneira de pia de cozinha com filtro embutido (13,4%) e torneira de lavatório (12,9%). Essa proporção por uso-final foi maior que demais proporções apresentadas em estudos prévios (SANT'ANA, 2012; SANT'ANA et al., 2013; SANT'ANA e MAZZEGA, 2018). Provavelmente, isso se deve pelo fato de quitinetes possuírem um número de equipamentos reduzidos ao mínimo. Além do mais, a quitinete analisada não possuía lavanderia (tanque ou máquina de lavar roupas) e máquina de lavar louças, o que pode explicar o consumo *per capita* de 151,27 litros/pessoa/dia, um pouco menor do que estudos prévios em apartamentos.

Se compararmos os indicadores *per capita* de usos-finais de água em chuveiros e lavatórios, verificamos que os resultados estão em sintonia com os resultados de estudos prévios. Porém, ao comparar os resultados em descarga sanitária e torneira de cozinha,

houve uma diferença acima de 36% no volume utilizado em descarga sanitária e menor que 40% no volume utilizado na torneira de pia de cozinha com filtro. Essa diferença pode estar associada aos hábitos de consumo do morador. Por exemplo, constatou-se um maior número de descargas sanitárias por dia do que a média de estudos prévios. Outro fator, pode estar na maneira como o morador operou a torneira da pia da cozinha, controlando o fluxo de água durante uso.

As vazões registradas nos eventos de uso de água foram menores que as vazões dos estudos anteriores. Provavelmente, isso se deve ao fato de o morador restringir o fluxo de água durante os usos de torneiras e registro do chuveiro. Evidentemente, um maior número de amostragens auxiliaria em resultados de maior representatividade deste tipo de moradia. Mesmo assim, apesar de suas limitações, este estudo apresenta dados relativos à frequência, tempo de uso, vazão e volume de água por uso-final de água em uma quitinete de Brasília-DF.

Com isso, podemos inferir que, para este caso específico, o emprego de equipamentos economizadores de água não seria capaz de promover reduções significativas no consumo de água, pois as vazões de uso já são baixas. Podemos observar que o volume de água utilizado em chuveiros é muito similar à demanda de água em descargas sanitárias, o que abre o caminho para estudos futuros verificarem a viabilidade do reúso de águas cinzas em descargas sanitárias para este tipo de moradia.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, G. G.; BEZERRA, S. P.; SANT'ANA, D. Indicadores de consumo de água e análise comparativa entre o aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edificações de ensino do Campus Darcy Ribeiro - UnB. **Paranoá**, n.22, p.1-15, 2018.

SANT'ANA, D. Aproveitamento de água pluvial no complexo central de tecnologia do Banco do Brasil. In: Giovanni Seabra. (Org.). **Terra: Qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades**. 1ed. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2013, v.4, p.690-703.

SANT'ANA, D. **Domestic water end-uses and water conservation in multi-storey buildings in the Federal District, Brazil**. In: 28th International PLEA Conference: Opportunities, Limits & Needs, 2012.

SANT'ANA, D.; BOEGER, L.; MONTEIRO, L. Aproveitamento de águas pluviais e o reúso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília - parte 1: reduções no consumo de água. **Paranoá**, n.10, p.77-84, 2013.

SANT'ANA, D.; MAZZEGA, P. Socioeconomic analysis of domestic water end-use consumption in the Federal District, Brazil. **Sustainable Water Resources Management**, v.4, p.921-936, 2018.

SANTANA, P. M.; SANT'ANA, D. **Water use and conservation in educational centres of the Federal District, Brazil**. In: PLEA 2017, 2017, Edinburgh. Design to Thrive, 2017. v. 3. p.5173-5180.

SANT'ANNA, R.; MIRANDA, R.; CÉSAR, L.; SANT'ANA, D. Análise do consumo de água em escola pública do Distrito Federal. In: Giovanni Seabra. (Org.). **Terra**: Qualidade de vida, mobilidade e segurança nas cidades. 1ed. João Pessoa: Editora Universitária UFPB, 2013, v.3, p.1231-1243.

SANTOS, S. A.; SANT'ANA, D. Análise do potencial de redução do consumo de água potável pelo aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas na Rodoviária do Plano Piloto de Brasília - DF. **Paranoá**, n. 23, p. 84-92, 2019.

SANTOS, S. A.; SANT'ANA, D.; TOTUGUI, N. SANTANA, L. F. **Aproveitamento de água pluvial no Aeroporto Internacional de Brasília**: estimando o potencial de redução do consumo de água potável em irrigação e lavagem de pisos. In: XIII Simpósio Nacional de Sistemas Prediais, 2019, São Paulo. Desempenho e Inovação de Sistemas Prediais Hidráulicos. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2019. v.1. p.94-102.

NASCIMENTO, E. A. A.; SANT'ANA, D. Caracterização dos Usos-Finais do Consumo de Água em Edificações do Setor Hoteleiro de Brasília. **Revista de Arquitetura IMED**, v.3, p.156-167, 2014.

# CAPÍTULO 4

## PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO, CENÁRIO ATUAL E AVALIAÇÃO DO SISTEMA DE PROCOMITÊS NO ESTADO DE PERNAMBUCO

*Data de aceite: 01/02/2021*

### Alex Lima Rola

Universidade de Pernambuco  
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/5476503745179658>

### Magno Souza da Silva

Universidade de Pernambuco  
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/9463823939680376>

### Wenil Alves do Nascimento

Universidade de Pernambuco  
Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/0863513352329114>

**RESUMO:** Os pró-comitês são mecanismos de fomento às boas práticas nos comitês de bacia e, de forma mais significativa, visam validar processos de retroalimentação e feedback dos dados e das experiências, promovendo múltiplos benefícios ao Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos (SNGRH) e aprimorando as ferramentas de trabalho dos comitês de bacia. A implementação do programa deu-se gradativamente em diversos estados e regiões de acordo com o entendimento dos mesmos sobre a necessidade de sua inserção. O artigo se propõe discutir a implementação desse mecanismo no Estado de Pernambuco e verificar se há avaliação por parte dos órgãos responsáveis acerca de sua eficácia. Para tanto, foram coletados e verificados dados relativos ao tempo e ao espaço em que houve tal implementação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Comitês de bacias hidrográficas, agência nacional de águas, procomitês, recursos hídricos.

### IMPLEMENTATION PROCESS, CURRENT SCENARIO AND EVALUATION OF THE PROCOMITES SYSTEM IN THE STATE OF PERNAMBUCO

**ABSTRACT:** Pro-committees are mechanisms for fostering good practices in river basin committees and, more significantly, aim to validate feedback and data and experience feedback processes, promoting multiple benefits to the National Water Resources Management System (SNGRH) and improving the working tools of the basin committees. The program was implemented gradually in several states and regions according to their understanding of the need for insertion. The article proposes to discuss the implementation of this mechanism in the State of Pernambuco and to verify if there is evaluation by the responsible agencies about its effectiveness. To this end, data were collected and verified regarding the time and space in which there was such implementation.

**KEYWORDS:** Watershed committees, brazilian national water agency, pro- committees, water resources.

## 1 | INTRODUÇÃO

Instituídos pela Lei Federal nº 9.433 de 1997, os Comitês de Bacia Hidrográfica são partes integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, espaços onde representantes da comunidade de uma bacia hidrográfica discutem e deliberam a respeito da gestão dos recursos hídricos, assumindo responsabilidades e poderes.

As motivações para seu surgimento e as demandas sociais vinculadas “geram uma expectativa em que as práticas de organização espacial sejam realizadas de uma forma diversa da que tradicionalmente ocorria como tentativas de planejamento e gestão do território.” (LOPES et al, 2015, p. 114).

Considera-se que os comitês se caracterizam por uma diversidade de atores envolvidos, com diferentes interesses e níveis de entendimento sobre a política de recursos hídricos. Não obstante e/ou por ocasião disto, sugerem o potencial de realizar acordos coletivos sobre o uso da água. Segundo Lopes (2015, p.115)

[...] são os espaços adequados para o debate democrático sobre o uso das águas e também para congregar diversos conhecimentos técnicos e os obtidos através da realidade vivida, visando a um gerenciamento adequado das águas, que possibilite o uso por todos, sem que haja prejudicados.

Os comitês de bacia caracterizam-se pela diversidade dos atores envolvidos e pela capacidade de realizar acordos coletivos sobre o uso da água. São legalmente constituídos com a finalidade de debater questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes; arbitrar conflitos relacionados aos recursos hídricos; aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia; acompanhar a execução e o cumprimento das metas do Plano de Recursos Hídricos da bacia; constituir os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos; promover o rateio de custos das obras de uso múltiplo, de interesse comum e coletivo, e ainda propor aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos e ao Conselho Nacional a isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos (Madrugá et al, 2011).

Os comitês de bacia, ao serem analisados sob a ótica de sua funcionalidade e da parte prática de seu funcionamento, sobretudo em regiões onde a cultura da ação participativa ainda é incipiente, apresentam extrema dificuldade em manter os representantes ativos e instigados a participar com uma frequência aceitável das atividades do órgão, além do desafio de lidar com as diversidades de interesses e com as assimetrias entre as condições de participação dos seus diversos integrantes.

É dispensável ratificar o papel político intrínseco aos processos de participação seja na dimensão conjuntural, seja, e principalmente, considerando as determinações estruturais do próprio sistema e regime econômico. Esses fatores são determinantes na operacionalização dos processos participativos, na escala macro e que capilarizam suas

influências no âmbito socioespacial diretamente impactado na construção e efetivação da participação. No nível micro intrínseco aos grupos sociais vinculados à ação que demanda formas de participação, constata-se diferentes formas de atuação, envolvendo desde aqueles relacionados aos segmentos públicos e particulares, especialmente quanto ao que se compreendem por participação, suas expectativas e definições (Siegmond- Schultze et al, 2019).

A atuação dos municípios como gestores dos recursos hídricos se efetiva por meio de sua participação nos Comitês de Bacias Hidrográficas, na medida em que compõem o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Pizella, 2015).

## **1.1 Antecedentes**

A Agência Nacional de Águas – ANA iniciou estudos para verificar possíveis ações junto às esferas estaduais com o intuito de fomentar uma melhor implementação dos processos e atividades dos comitês, principalmente devido à grande disparidade que foi constatada entre o funcionamento dos processos de gestão na esfera federal em relação às esferas estaduais.

Nesse contexto, a mobilização dos estados, da ANA, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH e de diversos entes do SINGREH resultou na assinatura, em 2011, da carta em prol de um Pacto Nacional pela Gestão das Águas. Um dos principais desdobramentos desse pacto foi o lançamento, em 2013, do Programa Progestão, voltado para o desenvolvimento das estruturas de gestão estaduais, contemplando um amplo elenco de metas no âmbito da cooperação federativa e do aprimoramento dos sistemas estaduais de gestão.

Tendo como referência a experiência exitosa do Progestão no apoio aos órgãos gestores estaduais, os comitês encaminharam diversos pleitos para a criação, pela ANA, de um programa análogo que contemplasse os comitês. Durante o Encontro Nacional de Comitês de Bacias – ENCOB, realizado em Caldas Novas/GO no ano 2015, teve início a discussão dos princípios e características gerais de um programa de apoio aos comitês, sendo assegurado pela diretoria da ANA a consolidação dos fundamentos discutidos em um novo programa a ser lançado oportunamente (<https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/procomites/antecedentes>). Acesso em 04/12/2019).

A análise feita pela ANA foi de que a disparidade na qualidade dos serviços se deve em grande parte à escassez de recursos nas esferas estaduais para a atuação, de forma que o programa previu como um de seus pilares de funcionamento a distribuição de recursos de acordo com metas estabelecidas e fiscalização por parte da ANA, sendo que a implementação deveria se verificar em todas as instituições reguladoras. A contribuição federal poderia assim fomentar melhoras no processo nos âmbitos estaduais, limitando-se a isto.

## 1.2 O Programa

O Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas – Procomitês, criado pela ANA, tem por objetivo o aperfeiçoamento da atuação dos comitês de bacias hidrográficas estaduais e sua consolidação com espaços efetivos de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, em consonância com o caráter democrático e participativo que a baseia. Foi instituído pela Resolução ANA 1.190/2019, que constitui o seu Regulamento.

Esta Resolução já previu a promoção de ações de capacitação em favor do aperfeiçoamento da representatividade e do exercício da representação, tendo como alvo os membros dos comitês de bacias hidrográficas e dos conselhos de recursos hídricos, enfatizando aspectos como a redução das assimetrias de conhecimento, motivação e organização entre os diferentes setores e segmentos.

O Procomitês funciona através do apoio financeiro condicionado ao alcance das metas previamente pactuadas entre os estados contratantes, os comitês estaduais aderentes ao Programa e a ANA. O Programa é constituído por seis componentes, e cada um deles tem um peso específico para o repasse dos recursos, que tem valor de referência máximo de R\$ 50.000,00 por comitê aderente, e máximo de R\$ 500.000,00 por Unidade Federativa. Estes componentes são:

- Funcionamento dos comitês de bacias;
- Capacitação para aprimoramento da representação e representatividade nos colegiados;
- Comunicação para promoção do reconhecimento dos colegiados pela sociedade;
- Cadastro nacional de instâncias colegiadas;
- Estímulo à implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos;
- Acompanhamento e avaliação da efetividade do Programa.

Os três estados que aderiram ao programa já em 2016 implementaram as metas do seu primeiro período em 2017 e em 2018 obtiveram a certificação das ações realizadas com apoio dos recursos repassados no ato do contrato. Em 2019 está ocorrendo o 2º período de certificação do programa para os estados pioneiros e, para 11 estados já com contrato, ocorre o primeiro período de certificação. Outros 5 estados contrataram em 2019 e mais três encontram-se em processo de viabilização de condições para os contratos, totalizando 22 UFs com Decreto estadual de adesão ao programa (MA, PR, DF, AL, AM, BA, GO, MS, MT, PB, PE, PI, RS, SE, TO, ES, SC, RN, RO, SP, RJ) O princípio segue a lógica: agir e implementar, para depois certificar (<https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/procomites/antecedentes>). Acesso em 04/12/2019).

O incentivo financeiro ao alcance das metas pactuadas pelos estados e respectivos comitês de bacias hidrográficas aderentes ao Procomitês será depositado anualmente em conta específica vinculada ao respectivo Contrato, sendo os recursos financeiros calculados proporcionalmente ao alcance das metas contratuais pactuadas, observados, conforme o Anexo II do Regulamento do programa (Resolução ANA nº 1.190/2016), os seguintes valores máximos de referência:

R\$ 50.000,00 (cinquenta mil) reais como valor unitário por comitê; e

Valor total anual máximo de referência, por UF: R\$ 500.000 (quinhentos mil) reais.

O montante total máximo anual a ser estabelecido em contrato e que poderá ser auferido por determinado Estado ou Distrito Federal aderente ao Programa será calculado considerando o produto entre o valor unitário de referência (R\$ 50.000,00) e o número de comitês estaduais formalmente instituídos, limitado a R\$ 500.000,00, proporcional ao cumprimento das metas contratadas. (Resolução ANA nº 1.190/2016).

O Programa foi detalhado pela Resolução ANA 1.595 de 19 de dezembro de 2016. Seu funcionamento ocorre em etapas sucessivas: inicialmente os comitês formalizam a intenção de aderir e os governos estaduais promulgam um Decreto específico; em seguida é realizada uma oficina de pactuação das metas a serem cumpridas, com a presença de representantes dos comitês, da entidade estadual e do CERH, requisito para a assinatura do contrato entre o estado e a ANA; a partir daí iniciam-se os períodos anuais de implementação das metas pactuadas, que são avaliadas pela ANA e certificadas pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos. ([https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/procomites/como\\_func](https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/procomites/como_func). Acesso em 04/12/2019). A situação atual de implementação pode ser verificada na figura abaixo:

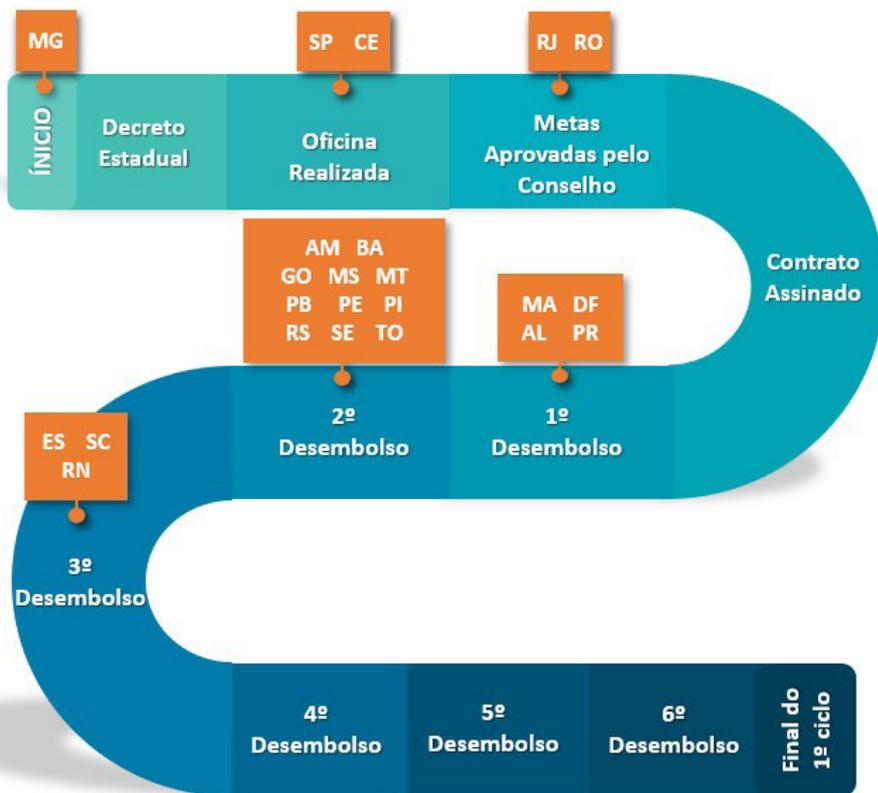


Figura 01: Implementação nos estados (Ana.gov.br. Acesso em 08/12/2019).

O processo de certificação do Procomitês acontece anualmente ao final de cada período de implementação, durante um ciclo de 5 anos. Após um ano de atividades regulares do Comitê de Bacia Hidrográfica, em que este buscou cumprir as metas pactuadas no programa, a certificação é a etapa de verificação do alcance dessas metas, sendo a etapa de fechamento do período. A certificação é fundamental, uma vez que o recurso destinado a entidade estadual é proporcional à nota obtida na certificação, onde a certificação é realizada com o apoio de ferramentas desenvolvidas pela ANA e que possuem o objetivo de verificar a comprovação do cumprimento das metas pactuadas para aquele período por parte dos comitês. Ao final do preenchimento dessas ferramentas, é contabilizado o percentual de atingimento das metas pelo comitê (<https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/procomites/processo-certificacao>. Acesso em 04/12/2019).

O quadro abaixo detalha os valores de contrato de cada acordo com os estados.

NOME UF	DECRETO	OFICINA	DATA OFICINA	CONTRATO	VALOR CONTRATO
AMAZONAS	SIM	SIM	07/06/2017		R\$ 50.000,00
ESPÍRITO SANTO	SIM	SIM	22/11/2016	dez/16	R\$ 500.000,00
GOIÁS	SIM				R\$ 500.000,00
MATO GROSSO DO SUL	SIM	SIM	24/03/2017		R\$ 150.000,00
PARAÍBA	SIM	SIM	01/08/2017		R\$ 150.000,00
PERNAMBUCO	SIM	SIM	16/03/2017		R\$ 350.000,00
PIAUÍ	SIM	SIM	16/05/2017		R\$ 100.000,00
RIO DE JANEIRO	SIM	SIM	03/07/2017		R\$ 450.000,00
RIO GRANDE DO NORTE	SIM	SIM	09/12/2016	dez/16	R\$ 150.000,00
RIO GRANDE DO SUL	SIM	SIM	11 e 12/04/2017		R\$ 500.000,00
SANTA CATARINA	SIM	SIM	16 e 17/11/2016	dez/16	R\$ 500.000,00
SERGIPE	SIM	SIM	03/08/2017		R\$ 150.000,00
TOCANTINS	SIM	SIM	07/03/2017		R\$ 200.000,00

Figura 02: Valores dos contratos (Ana.gov.br. Acesso em 08/12/2019).

## 2 I IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA EM PERNAMBUCO

Através de Termo de Manifestação de Interesse, sete comitês do estado aderiram ao Programa, sendo eles os COBHs Capibaribe, Ipojuca, Goiana, Metropolitanos Norte, Metropolitano Sul, Una e Pajeú. Pernambuco aderiu ao Programa através do Decreto 44.025/2017, indicando a Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC como entidade coordenadora do Programa, celebrando o Contrato 064/2017 com a ANA e tendo o Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH como órgão interveniente.

Em 2017, foi realizada a Oficina do Procomitês no Estado para diagnosticar a situação dos comitês e seu enquadramento em níveis característicos e níveis de implementação. Com exceção do COBH Metropolitano Norte, que foi enquadrado no nível característico 02, os demais comitês foram enquadrados no nível característico 03. E com exceção do comitê do Pajeú, enquadrado no nível de implementação 05, como exigência da ANA para afluentes do São Francisco, todos os demais foram enquadrados no nível de implementação 04. Abaixo descrevemos as características de cada um destes níveis, destacando que o nível característico é o diagnóstico da situação atual do comitê, enquanto

o nível de implementação é o nível que ele deve chegar ao longo deste primeiro ciclo do Programa, que totaliza 05 anos.

- Nível 1, Comitê Criado: prévia existência de Decreto Estadual ou outro normativo caracterizando sua criação;
- Nível 2, Comitê Instalado: condição de comitê criado, Regimento Interno aprovado, processo eleitoral realizado, membros empossados e diretoria eleita, com mandatos vigentes, observados os normativos estaduais pertinentes;
- Nível 3, Comitê consolidado em funcionamento: condições de comitê instalado, além de regular funcionamento evidenciado ao menos pela realização das reuniões ordinárias regimentalmente previstas;
- Nível 4, Comitê com Plano ou Enquadramento aprovado: condições de comitê consolidado em funcionamento, além de Plano ou Enquadramento aprovado na forma do Regimento Interno e dos normativos pertinentes no âmbito do estado;
- Nível 5, Comitê com Cobrança Implementada: condições de comitê com Plano ou enquadramento aprovado, além de cobrança aprovada e implementada.

Na Oficina referida, os pesos dados pelos comitês do estado para cada um dos componentes do Programa foram:

- 25% (Funcionamento e conformidade documental)
- 15% (Capacitação) III - 10% (Comunicação) IV - 20% (Cadastro)
- 20% (Implementação de instrumentos de gestão)
- 10% (Acompanhamento)

A tabela abaixo apresenta o percentual de repasse conforme o alcance das metas:

Critério de cálculo dos repasses anuais, conforme grau de alcance das metas pelo Estado

Percentual de alcance das metas anuais (score médio)	Percentual a ser repassado
$P > 90\%$	100%
$80\% < P \leq 90\%$	90%
$70\% < P \leq 80\%$	80%
$60\% < P \leq 70\%$	70%
$50\% \leq P \leq 60\%$	60%
$P < 50\%$	50%

Tabela 1: Alcance das metas anuais (do autor)

Após a adesão ao Programa e comprovação dos dados informados na Oficina, Pernambuco recebeu, em 2018, a primeira das seis parcelas contratadas, totalizando R\$

350.000,00. 2018 foi o primeiro ano de implementação das metas, e 2019 o primeiro ano de certificação delas.

A figura abaixo mostra o esquema de implementação e certificação do Procomitês:

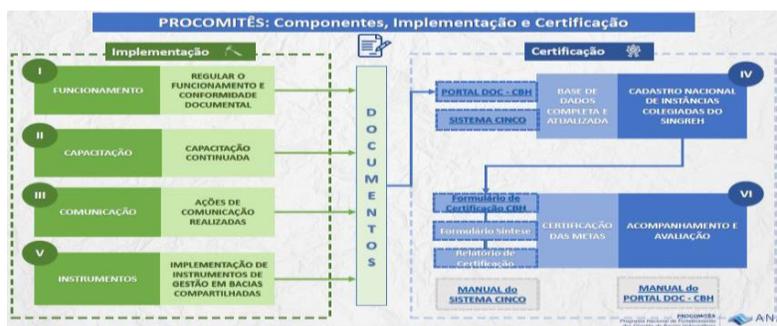


Figura 04: Esquema de funcionamento (Ana.gov.br. Acesso em 08/12/2019).

Neste esquema, os documentos comprobatórios das ações realizadas nos componentes I, II, III e V, alimentarão o Portal DOC-CBH e o Sistema Cinco, que constituem o componente IV. Por fim, o componente VI é constituído pelos formulários de certificação dos CBHs e da Entidade Estadual (APAC). Após o preenchimento dos formulários, é gerado o Relatório de Certificação, que segue para apreciação e aprovação pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH, nele constando planilha Síntese de Certificação, que informa o percentual alcançado pelo Estado.

Na primeira certificação, realizada em 2019, o estado alcançou percentual acima de 90%, o que o habilitou a perceber 100% da segunda parcela, que corresponde a R\$ 350.000,00, como mostra o quadro abaixo:

UF: PE  
E.E.: APAC - Agência Pernambucana de Águas e Clima

PROCOMITÊS  
Programa Nacional de Fortalecimento  
dos Comitês de Bacias Hidrográficas

ANA  
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

SÍNTESE DE CUMPRIMENTO DAS METAS  
ANO 1

QUADRO DE INDICADORES E METAS: Síntese Estadual				ANO 1						/		2018					
ANO: 2018				I. Funcionamento e conformidade documental		II. Capacitação		III. Comunicação		IV. Cadastro		V. Implementação de instrumentos de Gestão		VI. Acompanhamento		Totais Certificados (%)	Total Estadual (%)
IG	UF	NOME DO CBH		Peso	Total Parcial (%)	Peso	Total Parcial (%)	Peso	Total Parcial (%)	Peso	Total Parcial (%)	Peso	Total Parcial (%)	Peso	Total Parcial (%)		
65	PE	65. CBH Metropolitanano Sul - GL2		25	25	15	15	10	10	20	16,66667	20	20	20	20	96,67%	100%
64	PE	64. CBH do Rio Pajeú		25	19,375	15	15	10	10	20	20	20	20	20	20	94,38%	
175	PE	175. CBH do Rio Una		25	24,375	15	7,5	10	10	20	20	20	20	20	20	91,88%	
61	PE	61. CBH do Rio Gostosa		25	22,5	15	15	10	10	20	16,66667	20	20	20	20	94,17%	
63	PE	63. CBH do Rio Ipojuca		25	25	15	15	10	10	20	20	20	20	20	20	100,00%	
62	PE	62. CBH do Rio Capibaribe		25	23,75	15	15	10	10	20	20	20	20	20	20	98,75%	
216	PE	216. CBH Metropolitanano Norte - GL1		25	25	15	15	10	10	20	20	20	20	20	20	100,00%	

de ..... de 201 .....

*Fernanda Batista*  
Responsável pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos

*Suzanna Maria G. L. Montenegro*  
Responsável pelo D.ão / Entidade Estadual

**Fernanda Batista Lalayette**  
Secretária de Infraestrutura e Recursos Hídricos  
Governador do Estado de Pernambuco

**Suzanna Maria G. L. Montenegro**  
Diretora Presidente  
Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC

Figura 05: Quadro de Indicadores e Metas: Síntese Estadual (APAC.pe. Acesso em 08/12/2019).

### 3 I DA AVALIAÇÃO E AUTO AVALIAÇÃO

Dentre as ferramentas desenvolvidas para auxiliar o processo de acompanhamento e certificação do Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacia Hidrográfica – PROCOMITÊS, destaca-se o componente VI, em especial o instrumento avaliativo, constante no Formulário de Certificação. Nele se apresenta objetivamente uma autoavaliação do Comitê e uma avaliação do Programa (subcomponentes VI.2 e VI.3, respectivamente). Ainda que o componente VI aponte com mais clareza o lugar para avaliação e autoavaliação, o Formulário de Certificação traz em seu componente I (subcomponente I.9) a possibilidade de identificar que tipo de apoio tem exercido o Estado para garantir o funcionamento e o fortalecimento previsto no programa. Em linhas gerais, pode-se considerar que os subcomponentes I.9, VI.2 e VI.3 se complementam para encerrar as possibilidades de avaliação dentro do Formulário de Certificação, demonstrando o entendimento dos colegiados de como os entes do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos tem se organizado para garantir a eficácia do programa.

A avaliação consiste em perguntas objetivas, com pequena margem para expressar problemas particulares identificados pelos colegiados. O subcomponente I.9 (FIGURA 06) trata do apoio técnico e logístico e questiona sobre a existência de oferta de recursos financeiros, função de secretaria-executiva, infraestrutura e apoio logístico aos comitês pelo Estado. Neste subcomponente, a visão manifestada pelos comitês identifica a ausência de fornecimento de recursos financeiros direcionados para os colegiados, mas todos afirmaram haver apoio logístico. Dos sete comitês, somente um, o COBH Capibaribe, declarou haver apoio para funcionamento da secretaria-executiva, e, para infraestrutura, cinco declararam haver apoio. Não há esforço possível de interpretação além do dado que foi apresentando, mas há que considerar a possibilidade de que a percepção dos serviços ofertados pelo Estado, se o foram, possam ter sido compreendidos como de outra natureza. O subcomponente se encerra com uma pergunta mais clara e precisa sobre a satisfação dos avaliadores em relação aos serviços ofertados. Para esta, quatro comitês se consideraram satisfeitos.

#### I.9 Apoio técnico e logístico

21) Informar em quais aspectos o Estado oferece apoio para o Comitê de Bacia Hidrográfica:

Recurso Financeiro

Função de Secretaria Executiva

Infraestrutura

Apoio logístico


Se sim, informar valor recebido no ano:

22) O apoio fornecido pelo Estado atende bem às suas necessidades? Marcar a opção correta com X.

Sim

Não

Figura 06: Subcomponente I.9 do Formulário de Certificação. (Ana.gov.br. Acesso em 08/12/2019).

O subcomponente VI.2 trata da avaliação da efetividade do Programa, consiste de 7 perguntas objetivas e permitem a escolha em três níveis como resposta: sim, não e parcialmente. Nele é possível avaliar se a atuação das Entidades Estaduais e da União tem apresentado suficiência para implantação do Programa e suas metas, como demonstrado no quadro abaixo:

**VI.2** Avaliação da efetividade do programa

2) Responda as questões a seguir com a avaliação do CBRH sobre o PROCOMITÊS, marcando um X na coluna correspondente.

A realização de oficinas de planejamento e acompanhamento promovidas pela ANA auxiliou o cumprimento das metas pelo Comitê?  
 Os procedimentos administrativos adotados para certificação das metas são suficientes e adequados?  
 O Comitê possui as condições necessárias para atingir as metas propostas pelo PROCOMITÊS?  
 O Apoio prestado pelo órgão gestor de recursos hídricos (EE) é suficiente para o cumprimento das metas do PROCOMITÊS?  
 O aporte de Recursos do PROCOMITÊS impactaram positivamente na atuação do Comitê?  
 Houve uma boa integração entre as ações propostas pelo Estado e as metas estabelecidas para o CBRH?  
 O PROCOMITÊS contribuiu para o aperfeiçoamento da atuação do Comitê?

SIM	PARCIALMENTE	NÃO

FIGURA 7: Subcomponente VI.2 do Formulário de Certificação. (Ana.gov.br. Acesso em 08/12/2019).

O subcomponente VI.3 trata da autoavaliação do comitê, consiste de 8 perguntas objetivas e também permitem a escolha em três níveis: sim, não e parcialmente. Nele é possível avaliar os impactos e resultados da implantação do Programa nos comitês, e se o alcance das metas previstas no plano mais geral do programa encontra correspondência na articulação, preparação e organização da participação social.

**VI.3** Autoavaliação do Comitê

3) Responda as questões a seguir com a avaliação do CBRH sobre a sua atuação, marcando um X na coluna correspondente.

O Comitê possui uma boa estrutura de apoio ao seu funcionamento?  
 O Comitê possui uma boa estrutura de documentação e acesso as suas resoluções e deliberações?  
 O Comitê é composto por representantes capacitados na área de gestão de Recursos Hídricos?  
 O Comitê é reconhecido e valorizado, pela população em geral, na sua área de atuação?  
 O Plano de Bacia é do conhecimento dos membros do Comitê?  
 Houve a participação e apropriação do Plano pelas entidades representadas no Comitê?  
 Houve a participação e apropriação pelo Comitê das propostas de equacionamento?  
 Há uma boa discussão das questões que envolvem a cobrança pelo uso das águas no âmbito do CBRH?

SIM	PARCIALMENTE	NÃO

FIGURA 8: Subcomponente VI.3 do Formulário de Certificação. (Ana.gov.br. Acesso em 08/12/2019).

Inicialmente, elaboramos uma visão panorâmica de respostas conforme se segue:

Comitê	I.9	VI.2	VI.3
1	N, N, N, S, N	S, S, S, S, S, S, S	P, S, P, P, N, P, S, S
2	N, S, S, S, N	P, N, P, P, S, N, S	P, S, P, P, S, P, N, P
3	N, N, S, S, S	P, S, S, P, S, S, S	S, S, P, P, S, P, S, S
4	N, N, N, S, N	S, S, N, N, N, N, P	N, S, P, P, N, N, N, P
5	N, N, S, S, S	S, S, P, P, S, S, S	P, P, P, N, #, #, N, S
6	N, N, S, S, S	P, P, N, S, S, S, S	N, P, N, N, N, P, N, P
7	N, N, S, S, S	P, S, P, S, S, S, S	N, S, N, N, N, N, N, S

As perguntas são elaboradas para que a resposta SIM represente um aspecto ou ponto positivo, estes valores posteriormente são somados em uma planilha síntese e repercutem no quadro de indicadores e metas. Não obstante, fica evidente que para a maioria dos temas abordados predominaram valores neutros e negativos, principalmente na autoavaliação.

Algumas perguntas expressam momentos diversos do clico e níveis característicos também diferentes. As respostas demonstram como até mesmo um pequeno universo de comitês apresentam enormes disparidades de condições. No entanto, identificam-se determinadas incongruências em algumas respostas, principalmente quando se vinculadas ao subcomponente I.9, denotando, possivelmente, dificuldades de compreensão sobre o processo avaliativo ou até mesmo do significado da avaliação, como observado no exemplo abaixo:

Comitê 1		
I.9	O apoio fornecido pelo Estado atende bem suas necessidades?	NÃO
VI.2	O apoio prestado pelo órgão gestor é suficiente para o cumprimento das metas?	SIM
VI.3	O comitê possui uma boa estrutura de apoio ao seu funcionamento?	PARCIAL

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho objetivou apresentar a performance dos comitês de bacias pernambucanas e dos órgãos fomentadores em 2019, primeiro período de implementação do Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas – Procomitês no Estado de Pernambuco.

Na pesquisa, não foram encontrados estudos referidos ao Procomitês, tampouco à sua implementação em Pernambuco, que pudessem subsidiar teoricamente a discussão, a qual se pautou, portanto, na realidade concreta experimentada no Estado.

Inicialmente, foi trazida a compreensão de alguns autores a respeito de comitês de bacias hidrográficas, a fim de mostrar sua importância e as dificuldades desta instância na realização de sua finalidade, que é, em suma, ambientar de modo orgânico e institucionalizado a participação da sociedade no processo decisório da gestão dos recursos hídricos, o que, em última análise, motivou a criação do Programa.

Em seguida, foram elencados alguns antecedentes que convergiram para forjar a conjuntura necessária à decisão, pela ANA, de estruturar o programa. Entre eles, destacaram-se a elevada discrepância entre os processos de gestão das unidades federativas em relação à União, por um lado, e o pleito pelos próprios comitês deliberado num Encontro Nacional de Comitês de Bacias – ENCOB, por outro.

O Programa foi apresentado em sua estrutura e funcionamento, permitindo mostrar que sua implementação não ocorreu ao mesmo tempo entre as diversas unidades da

federação, sendo que, desde 2016, há ainda hoje estados que não aderiram. Pernambuco, com a totalidade dos comitês estaduais, aderiu ao Programa em 2017, experimentou seu primeiro período de implementação em 2018 e, em 2019, com mais de 90% de cumprimento das metas, obteve a certificação que garantiu o total de recursos possível para o Estado.

Finalmente, abordou-se o processo de avaliação do Programa pelos comitês pernambucanos e ficou demonstrada a necessidade de aprimoramento das ferramentas acessórias de avaliação, além da consequente resposta dos órgãos responsáveis quando verificadas as deficiências no fornecimento dos serviços de apoio e de eficácia do programa.

## REFERÊNCIAS

ANA. RESOLUÇÃO Nº 1.190 DE 03 DE OUTUBRO DE 2016 .Documento nº 00000.056032/2016-35.

ANA. RESOLUÇÃO No 1.595, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2016. Documento nº 00000.073361/2016-41.

AMORIM, Alcides Leite de, RIBEIRO, Márcia Maria Rios; BRAGA Cybelle Frazão Costa. Conflitos em bacias hidrográficas compartilhadas: o caso da bacia do rio Piranhas-Açu/PB-RN. RBRH vol. 21 no.1 Porto Alegre jan./mar. 2016 p. 36 – 45.

CAMPOS, Valéria Nagy de Oliveira; FRACALANZA, Ana Paula. Governança das águas no Brasil: Conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. Ambiente & Sociedade. Campinas v. XIII, n. 2, p. 365-382, jul.-dez. 2010.

Lopes, Mario Marcos; Ribeiro, Maria Lucia; Teixeira, Denilson. O comitê de bacia hidrográfica como foco de estudo em dissertações e teses. Revista Uniara. V. 18, nº 2, dezembro de 2015.

MADRUGA, Lúcia Rejane da Rosa Gama; SILVA, Tania Nunes da Silva; BEURON, Thiago; BLOCK, Alexander. Comitê de Bacia: Uma Configuração Social Emergentena Gestão Sustentável das Águas. Desenvolvimento em Questão. Editora Unijuí, ano 9, n. 18, jul./dez. 2011 p. 79-110.

NORONHA, L. C. Com boa gestão, não faltará água. In: BARROS FILHO, O. L.; BOJUNGA, S. (Orgs., Tempo das águas. Porto Alegre: Laser Press Comunicação, 2006. p. 15-39.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200004>.

<https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/procomites/antecedentes>. Em 04/12/2019

PIZELLA, Denise Gallo. Relação entre Planos Diretores Municipais e Planos de Bacias Hidrográficas na gestão hídrica. Rev. Ambient. Água. vol. 10 n. 3 Taubaté – Jul. / Sep. 2015

REGO, Virgínia Villas Boas Sá. Construindo o futuro: juventude e cidadania na gestão das Águas. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v.10 n.2, p. 91-101, jul./dez. 2016.

SANCHEZ-ROMÁN, Rodrigo Máximo; FOLEGATTI, Marcos Vinicius; GONZÁLEZ,

## MICROBACIA: IMPORTÂNCIA DAS PEQUENAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

*Data de aceite: 01/02/2021*

**Joel Cândido dos Reis**

Universidade Federal de Goiás - UFG,  
Departamento de geografia Catalão -GO.

**RESUMO:** As microbacias são mantenedores da vida em escala local, sistema seja fauna, flora, ou humana. Sendo como também são responsáveis pela recarga dos cursos d'água volumosos espalhado pela superfície terrestre. Logo prejuízo em uma microbacia pode acarretar problemas ambientais, sociais e econômicos. Esse trabalho parte do desejo de contribuir no processo de manejo do sistema ambiental formado por cada ente do complexo formado pelos meio biótico e abiótico das microbacia levando à discussão além da questões ambientais uma nova ótica da visão do planejamento, assim a possibilidade do pensamento econômico, possa concientizar a sociedade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ambiental, Social, econômico.

### MICROBACIA: IMPORTANCE OF SMALL RIVER BASINS

**ABSTRACT:** Microbasins are life sustainers on a local scale, be it fauna, flora, or human systems. As they are also responsible for recharging the voluminous water courses spread over the Earth's surface. Therefore, damage to a watershed can lead to environmental, social and economic problems. This work is based on the desire to

contribute to the management process of the environmental system formed by each entity of the complex formed by the biotic and abiotic environments of the watersheds, leading to the discussion, besides the environmental issues, a new approach to the vision of the planning, thus the possibility of eco-economic thinking, can make society aware.

**KEYWORDS:** Environmental, Social, economic.

### 1 | INTRODUÇÃO

O recurso natural água, é fundamental para a vida humana. Sendo esse, essencial para existência, como também, para as mais variadas formas das atividades cotidianas. Devendo ser pensada pela sociedade de forma ambiental, social e econômica.

Mesmo com todas as mazelas ocasionadas sobre os recursos hídricos, a cada dia mais nota-se uma sociedade com maior grau de preocupação com o futuro da água, em principal o receio da possível escassez ocasionado pelo uso de forma desordenado. A bacia hidrográfica é vista nesse ótica como o recorte análise e gestão das águas. Estudo na qualidade ambiental tendo como substrato bacias hidrográficas, tem se mostrado de grande eficácia. Isso, pois o recorte espacial baseado nessa estrutura geomorfológica por ser um sistema a qual congrega traços de todos seus componentes físicos e antrópicos.

Entre outros componentes de uma bacia hidrografia recurso natural água, é fundamental para a vida humana. Sendo esse, essencial para existência, como também, para as mais variadas formas das atividades cotidianas. Devendo ser pensada pela sociedade de forma ambiental, social e econômica.

A água vista como recurso nessa ótica, pois é fundamental para economia, para sociedade, para meio ambiente. Vem sendo usado e transformado pela sociedade, como bem ou seus produtos cotados e numerados como comitites do mercado mundial.

As bacias são muito mais que apenas água, são unidades onde pode ser analisado desde o ciclo da água, fauna, flora até as interferência do homem. O estudo todos os elementos que à compõem, torna-se viável avaliação do equilíbrio que todo o sistema encontra. As pequenas bacias devem fazer parte de uma visão integrada, bem como atribuí-las o grau de relevância

Costa e Guimarães (2006 p.1) ,

Bacias hidrográficas são unidades de gestão e planejamento ambiental para monitoramento hidrológico, conservação do solo e disciplinamento do uso da terra, devido à importância na produção de água em qualidade e quantidade.

O recorte física adotada na legislação para o gerenciamento de recursos hídricos é a de bacia hidrográfica que constitui um princípio básico para implementação da gestão dos recursos hídricos, sendo que tal denominação também é utilizada em outros países. Fica claro a ideia de que bacia hidrográfica é utilizada como unidade básica de estudo e gestão. Conceituada como um sistema, onde ocorre a drenagem de água, sedimentos e material dissolvido para uma saída comum. Oferecendo, portanto praticidade e simplicidade para a aplicação de modelos de estudo de recursos hídrico.

Segundo Botelho (1999, p. 270)

[...] bacia hidrográfica passa também a representar uma unidade ideal de planejamento de uso das terras. Tendo sua delimitação baseada em critérios geomorfológicos, as bacias de drenagem levam vantagens sobre unidades de planejamento definidas por outros atributos cujos traçados dos limites podem ser bastante imprecisos, como, por exemplo, unidades definidas por atributos climáticos, ou, ainda, baseadas nos tipos de vegetação, que pode não cobrir a paisagem de modo contínuo.

Por que utiliza-las como objeto de análise? A bacia hidrográfica traz características próprias, portanto uma serie de eventos podem ser ali analisados e avaliados. Cada vez mais as ações humanas tem reflexos diretos na qualidade e quantidades dos recursos naturais que compõem as bacias hidrográficas. Ora seja para o uso e manutenção das atividades diárias e triviais ( alimentar, beber, banho etc.), ora seja como importante ferramenta econômica, sendo utilizado desde o setor primário ( agricultura , pecuária pesca entre outros...) às atividades industriais e geração de energia .

Para Botelho e Silva (2012, p.155) houve grande aumento no grau de conscientização da sociedade a cerca da importância dos recursos hídricos, que impulsionaram estudos científicos e como reflexo, a criação de políticas de regulamentação do uso desses recursos. Assim cada dia mais e mais cresce o valor da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e análise.

## 2 | BACIA/MICROBACIA COMPREENDENDO CONCEITO

Na literatura pode ser notado uma serie de pesquisa sobre o tema bacia hidrográfica, embora tenham traços de semelhança principalmente ao tratar da relação sobre drenagem. Botelho (1999, p.269) trata como sendo uma célula natural. Definida por uma área drenada por um rio e seus tributários tendo como limites divisores de água.

Conforme Botelho e Silva (2012, p.153), as bacias hidrográficas já eram estudadas pelos geógrafos como unidade espacial para análise desde o final da década de 1960, uma vez que permite avaliar os componentes, processos e integração, sendo preferencialmente usada a expressão do termo microbacia para referir a unidades menores.

Barrela (2001) apud Teodoro *et al* ( 2007, p138) conceitua Bacias hidrográficas como um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, esse rio formado nas partes altas do relevo, onde as águas escoam formando os rios e riachos, ou infiltram no solo para formar as nascentes e o lençol freático. Lima (2005, p.174) remonta aos primórdios dos estudos geográficos identificando a bacia como unidade fundamental de ocorrência dos processos de escoamento hídrico e sedimentar.

Para Freitas e Kerr (1996) apud Botelho (1999 p. 273), “A área da microbacia depende do objetivo do trabalho que se pretende realizar.” Há quem os defina com base na área drenadas, Assim como Faustino (1996), apud Teodoro et al ( 2007, p.139) que limita a área da microbacia toda sua área possui limite de 100 km<sup>2</sup>. Ou o caso de Cecílio e Reis (2006 ) apud Teodoro et al. ( 2007, p 139) caracteriza com microbacia uma sub-bacia hidrográfica com área reduzida, sua a área máxima varia entre 10 a 20.000 ha ou 0,1 km<sup>2</sup> a 200 km<sup>2</sup>

Santos, Santos e Barbosa ( 2013, p. 166) afirma que o termo microbacia é geralmente, usado para definir bacias hidrográficas com área de dimensão menor. Embora citado em diversos em diversos trabalhos, não há um consenso entre os estudiosos sobre suas dimensões.

Para Pereira e Pereira (2010, p.9)

A atuação espacialmente mais localizada permite tratar, com um grau de aprofundamento e especificidade bastante razoável, problemas econômicos, sociais e ecológicos comuns a uma determinada comunidade. O uso da microbacia hidrográfica para o desenvolvimento de planos de manejo ambiental, onde os estudos dos fenômenos físicos e biológicos devem ser analisados de forma integrada e sistêmica, são conjugados com os estudos

socioeconômicos que definem os processos de organização espacial inseridos dentro e fora da área da bacia.

Para Santos, Santos e Barbosa. (2013, p 166),

A gestão de pequenas bacias hidrográficas ainda é pouco destacada no cenário acadêmico. Se as grandes bacias hidrográficas tem importância nacional e regional, com suas grandes dimensões, vastas redes de drenagem e reservatórios gigantescos, as pequenas bacias não devem ser esquecidas, pois estas se configuram como unidades de análise de alta dinamicidade, pela sua reduzida área, possibilitando análises cuidadosas, mas não menos importantes.

Com base em Botelho (1999 p. 273) a microbacia deve abranger uma área suficientemente grande, para que se possam identificar as inter-relações existentes. Relações entre os diversos elementos do quadro socioambiental que a caracteriza, e pequena o suficiente para estar compatível com os recursos disponíveis.

O recorte física adotada na legislação para o gerenciamento de recursos hídricos é a de bacia hidrográfica Segundo Botelho (1999, p. 270) . Constitui um princípio básico para implementação da gestão dos recursos hídricos, sendo que tal denominação também é utilizada em outros países. Fica claro a ideia de que bacia hidrográfica é utilizada como unidade básica de estudo e gestão.

Conceituada como um sistema, onde ocorre a drenagem de água, sedimentos e material dissolvido para uma saída comum. Oferecendo, portanto praticidade e simplicidade para a aplicação de modelos de estudo de recursos hídrico.

Segundo Botelho (1999, p. 270)

[...] bacia hidrográfica passa também a representar uma unidade ideal de planejamento de uso das terras. Tendo sua delimitação baseada em critérios geomorfológicos, as bacias de drenagem levam vantagens sobre unidades de planejamento definidas por outros atributos cujos traçados dos limites podem ser bastante imprecisos, como, por exemplo, unidades definidas por atributos climáticos, ou, ainda, baseadas nos tipos de vegetação, que pode não cobrir a paisagem de modo contínuo.

A bacia hidrográfica traz características próprias, portanto uma serie de eventos podem ser ali analisados e avaliados. Cada vez mais as ações humanas tem reflexos diretos na qualidade e quantidades dos recursos naturais que compõem as bacias hidrográficas. Ora seja para o uso e manutenção das atividades diárias e triviais ( alimentar, beber, banho etc..), ora seja como importante ferramenta econômica, sendo utilizado desde o setor primário ( agricultura , pecuária pesca entre outros... ) às atividades industriais e geração de energia .

### 3 | RELEVÂNCIA

São as microbacias que alimentam as sub-bacias hidrográficas e as bacias de grande porte. Durante seu percurso para terras mais baixas, os pequenos riachos juntam-se a outros rios aumentando seu volume formando os rios, esses rios em seu percurso recebe águas de outros tributários, formando rios maiores até desaguar na sua foz com o oceano.

Logo as pequenas bacias hidrográficas tem importante papel no abastecimento hídrico. São essas as formadoras das grandes bacias. Impactos nesse sistema pode gerar perda na recarga e no volume de água a jusante.

O papel da Microbacias vai muito além de estudos da qualidade ambiental, perpassa, pela análise da qualidade da vida humana, uma vez que a dependência desse recurso cada vez é maior. Ainda mais, visto na conjuntura atual, onde não há otimismo sobre do futuro desse bem.

Medeiros (2012, p. 65) “O ser humano depende de serviços ambientais como condição para sua sobrevivência Pelo seu tamanho reduzido quando comparadas aos grandes cursos d’água facilita uma análise mais aprofundada. Nos estudos em área de menor escala como caso dessas pequenas redes de drenagem, traz maior visibilidade dos detalhes, possibilitando, melhor análise, dos mais variados componentes do sistema hídrico.

Impactos nas pequenas bacias podem gerar uma series de prejuízos. Prejuízos ambientais, uma vez que é formado por todo um sistema, físico, vegetal e animal. Prejuízos para a população, como é nítido, o ser humano depende da água para suas atividades diárias e para alimentação. E prejuízos econômicos, pois, esse recurso além de vital, é o substrato para produção econômica, e geração de energia.

### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inegavelmente o recurso água faz parte direta e indiretamente da vida cotidiana. Ligada desde o abastecimento, preparo de alimento, lazer, economia etc... Compreender todo o sistema a qual compreende o ciclo hidrológico é relevante para o contexto em que vivemos.

Se de um lado temos vislumbrado por todas as mídias as grandes bacias hidrográficas brasileiras, com seus volumes gigantescos. As pequenas bacias embora com menor volume não são menos importantes.

As microbacias são mantenedores da vida em escala local ,sistema seja fauna, flora, ou humana. Sendo como também são responsáveis pela recarga dos cursos d’água volumosos espalhado pela superfície terrestre.

Como já mencionado a água e seus subprodutos ( refer-se as oa que o ser humano faz com essa, ou retira dessa,como pesca, energia, transporste, abastecimento humano,

inrrigação entre varios outros.) tambem deve ser vista de forma sustentavel por motivos capitalistas. Logo prejuízo em uma microbacia pode acarretar problemas ambientais, sociais e econômicos.

## REFERÊNCIAS

BOTELHO, Rosangela Garrido. SILVA, Antônio Soares da. A bacia hidrográfica e a qualidade ambiental. IN: VITTE, Antônio C.; GUERRA, Antônio Teixeira (Org.).

**Reflexão sobre a Geografia Física no Brasil.** 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

BOTELHO, Rosangela Garrido. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S. da; Botelho, R. G. M. (org.) Erosão e Conservação dos Solos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

MEDEIROS, Saulo Ferraz Alves. A reserva legal às margens de curso d'água nas cidades brasileiras: preservação e proteção de um ecossistema. Revista labverde. v.4, São Paulo, p.64-85. Jun, 2012.

PEREIRA, Lúcio Alberto; PEREIRA, Maria Carolina Tonizza. Bacia Hidrográfica e Sua Relação Com o Ecossistema Ripária. Anais do I Workshop Sobre Recuperação de Áreas Degradadas de Mata Ciliar no Semiárido. 5-15 p. 2012.

SANTOS, Rodrigo Lima; SANTOS, Romulo Lima; BARBOSA, Ronaldo dos Santos. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO AÇAIZAL EM SENADOR LA ROCQUE – BRASIL, Revista Eletrônica Revista eletrônica geoaraguaia. Barra do Garças-MT. V 3, n.2, p 159 - 181 agos/dez. 2013. Disponível em; Revista eletrônica geoaraguaia.br<"http://www. Revista eletrônica geoaraguaia.com.br.> pesquisado em 20-03-2015

TEODORO, Valter Luiz Lost. Et al. **O conceito de bacia hidrográfica e a hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica local.** Revista Uniará. n 20. 2007.

## ACOMPANHAMENTO DO MONITORAMENTO QUALIQUANTITATIVO DE POÇOS ARTESIANOS DO PERÍMETRO IRRIGADO DE MORADA NOVA, CEARÁ, EM DIFERENTES ESTAÇÕES E ANOS

Data de aceite: 01/02/2021

Data de submissão: 22/12/2020

### **Emanuela Bento de Lima**

Quixeramobim – Ceará

<http://lattes.cnpq.br/1188013658753444>

### **Dálete de Menezes Borges**

Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC

Sertão Central

Quixeramobim – Ceará

<http://lattes.cnpq.br/3827567208678788>

### **Glêidson Bezerra de Góes**

Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC

Sertão Central

Quixeramobim – Ceará

<http://lattes.cnpq.br/2313842324222509>

### **José Willamy Ribeiro Marques**

Faculdade de Tecnologia CENTEC – FATEC

Sertão Central

Quixeramobim – Ceará

<http://lattes.cnpq.br/7757949286295482>

### **Rildson Melo Fontenele**

Centro Universitário de Juazeiro do Norte –

UNIJUAZEIRO e Faculdade de Tecnologia

CENTEC – FATEC Cariri

Juazeiro do Norte – Ceará

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

**RESUMO:** Objetivou-se com o seguinte trabalho, acompanhar o monitoramento quali-quantitativo de poços artesianos do perímetro irrigado de Morada Nova, Ceará, em diferentes estações e

anos. Para realização deste trabalho, utilizaram-se dados dos boletins de monitoramento efetuado por técnicos da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), gerência de Quixeramobim, Ceará. As coletas ocorreram entre julho de 2017 (período seco) a janeiro de 2019 (período chuvoso). Para realização desse trabalho foram selecionados 43 poços artesianos. Sendo realizado acompanhamento mensal através do monitoramento quantitativo e trimestralmente através do monitoramento qualitativo. Os parâmetros avaliados para as variáveis qualitativas foram: temperatura (°C), pH, salinidade (mg/L), sólidos totais dissolvidos (mg/L), condutividade elétrica (µS). Já para as variáveis quantitativas foram: nível estático (m) e nível dinâmico (m). Após a obtenção dos dados, os mesmos foram tabulados em planilha do software Office Excel e realizada a análise descritiva dos mesmos. A temperatura da água variou entre 29,77 °C a 30,91 °C, com um valor médio de 30,36 °C. Observou-se que o pH da água dos poços artesianos do Perímetro Irrigado de Morada Nova está dentro da faixa de valores estabelecidos, que seria de 6,5 a 8,5, com exceção da média do monitoramento qualitativo do mês de janeiro de 2018, que apresentou pH de 9,25. Os valores para salinidade variaram de 498,59 a 589,97 mg/L, apresentando-se acima do estabelecido, que seria de 200 mg/L. Resultado semelhante foi obtido para os sólidos totais dissolvidos, que variaram entre 701,17 a 829,64 mg/L, bem acima do estipulado, que seria de até 500 mg/L de sais. Já para os níveis estáticos, observou-se um aumento da passagem do período seco para o período chuvoso. O mesmo

ocorrendo para os níveis dinâmicos. Portanto, conclui-se que, o levantamento de dados qualiquantitativos de poços artesianos permite a avaliação das características dos recursos hídricos, e que o bom desempenho na realização dos monitoramentos resulta em tomadas de decisões referentes à gestão desses recursos. Ressaltando que, a avaliação qualiquantitativa da água é essencial para assegurar o uso sustentável e seguro na agricultura irrigada do perímetro irrigado de Morada Nova, Ceará, em diferentes estações e anos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nordeste, poços artesanais, recursos hídricos.

## ACCOMPANIMENT OF QUALIQUANTITATIVE MONITORING OF ARTISIAN WELLS FROM THE IRRIGATED PERIMETER OF MORADA NOVA, CEARA, IN DIFFERENT SEASONS AND YEARS

**ABSTRACT:** The objective of the following work was to monitor the qualitative and quantitative monitoring of artesian wells in the irrigated perimeter of Morada Nova, Ceará, in different seasons and years. In order to carry out this work, data from the monitoring bulletins carried out by technicians from the Water Resources Management Company (COGERH), management of Quixeramobim, Ceará, were used. The collections took place between July 2017 (dry season) and January 2019 (rainy season). To carry out this work, 43 artesian wells were selected. Monitoring is carried out monthly through quantitative monitoring and quarterly through qualitative monitoring. The parameters evaluated for qualitative variables were: temperature (°C), pH, salinity (mg/L), total dissolved solids (mg/L), electrical conductivity (µS). The quantitative variables were static level (m) and dynamic level (m). After obtaining the data, they were tabulated in an Office Excel spreadsheet and their descriptive analysis was performed. The water temperature varied between 29.77 °C to 30.91 °C, with an average value of 30.36 °C. He observed that the water pH of the artesian wells of the Perimeter Irrigated of Morada Nova is within the range of established values, which would be 6.5 to 8.5, with the exception of the average of the qualitative monitoring of the month of January 2018, which presented pH of 9.25. The values for salinity ranged from 498.59 to 589.97 mg/L, being above the established, which would be 200 mg/L. A similar result was obtained for the total dissolved solids, which varied between 701.17 to 829.64 mg/L, well above the stipulated, which would be up to 500 mg/L of salts. As for the static levels, there was an increase in the transition from the dry to the rainy period. The same is true for dynamic levels. Therefore, it is concluded that the survey of qualitative and quantitative data from artesian wells allows the evaluation of the characteristics of water resources, and that the good performance in carrying out the monitoring results in decision making regarding the management of these resources. Emphasizing that the qualitative and quantitative assessment of water is essential to ensure sustainable and safe use in irrigated agriculture in the irrigated perimeter of Morada Nova, Ceará, in different seasons and years.

**KEYWORDS:** Water resources, artisanal wells, northeast.

## 1 | INTRODUÇÃO

O território brasileiro contém cerca de 12% de toda a água doce do planeta. Ao todo, são 200 mil microbacias espalhadas em 12 regiões hidrográficas, como as bacias do São Francisco, do Paraná e a Amazônica (a mais extensa do mundo e 60% dela localizada no

Brasil). É um enorme potencial hídrico, capaz de prover um volume de água por pessoa 19 vezes superior ao mínimo estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) de 1.700 m<sup>3</sup>/s por habitante por ano. (BRASIL, 2018).

Apesar da abundância, os recursos hídricos brasileiros não são inesgotáveis. As características geográficas de cada região e as mudanças de vazão dos rios, que ocorrem devido às variações climáticas ao longo do ano, afetam a distribuição. (BRASIL, 2018). Após tratada de acordo com a qualidade requerida, a água pode ser utilizada para diversos fins: abastecimento doméstico; abastecimento industrial; irrigação; dessedentação animal; preservação da flora e fauna; recreação e lazer; geração de energia elétrica; navegação e diluição de despejos.

O Ceará é um Estado com baixa disponibilidade hídrica, devido à combinação de uma série de fatores, sobretudo: baixos índices de precipitação (inferiores a 900 mm); altas taxas de evaporação (superiores a 2.000 mm); irregularidade do regime de precipitação (secas frequentes e por vezes plurianuais); e um contexto hidrogeológico desfavorável (80% do território sobre rocha cristalina, com camada de solo raso e poucos recursos hídricos subterrâneos). Por isso, a maior parte dos rios é naturalmente intermitente, ou seja, são corpos d'água que secam durante a estação seca. (SOUZA FILHO, 2018).

A segurança hídrica da população do Ceará e das atividades econômicas durante os períodos de escassez são, portanto, fortemente dependentes de sofisticada infraestrutura hídrica, com reservatórios, interligação de bacias, canais e adutoras, estações de bombeamento entre outros. No Ceará, além de milhares de reservatórios de menor porte (mais de 28.000), 155 reservatórios são considerados estratégicos por concentrarem a capacidade de reservação plurianual (18,63 bilhões de m<sup>3</sup>), distribuídos nas 12 regiões hidrográficas do Estado. A infraestrutura hídrica compreende ainda 408 km de canais, 1.784 km de adutoras e redes de distribuição e 32 estações de bombeamento. No total, são 2.582 km de rios perenizados, envolvendo 81 corpos d'água. (SOUZA FILHO, 2018).

Nas últimas décadas, na tentativa de promover um modelo de agricultura de grande produtividade, sucessivos governos têm investido na infraestrutura hídrica para a criação de diversos distritos de irrigação na Região. Apesar do elevado custo deste tipo de operação, com frequência essa possibilidade é apresentada como a resposta para a superação da escassez hídrica, que limita o desenvolvimento da agricultura regional. (CASTRO, 2018).

Até os anos 1990, a política e gestão de recursos hídricos no território do Ceará e no Nordeste semiárido em geral eram, sobretudo, federais, conduzidas por instituições do governo federal que tinham como missão principal o combate contra as secas. Destacando-se o papel do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) (SOUZA FILHO, 2018), que deu início às obras do Perímetro Irrigado de Morada Nova (PIMN) em 1968, objetivando amenizar problemas relacionados à escassez hídrica, à qual está exposta grande parte do território nordestino.

Diante disso, vários órgãos governamentais atuam no gerenciamento dos recursos hídricos em nosso país; dentre esses órgãos pode-se citar a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), criada pela Lei nº 12.217, de 18 de novembro de 1993, com a finalidade de implantar um sistema de gerenciamento da oferta de água superficial e subterrânea do Estado do Ceará, compreendendo os aspectos de monitoramento dos reservatórios e poços, manutenção, operação de obras hídricas e organização de usuários. Através da informação e divulgação de dados à comunidade, esta tem o papel de co-gestora dos recursos hídricos, para que possam tomar decisões coletivas e negociadas, como também avaliar a política de gestão a ser implementada nas bacias. (CEARÁ, 2018).

Pode-se destacar como eixos de atuação da COGERH: a operação e manutenção da infraestrutura hídrica, monitoramento quantitativo e qualitativo de recursos hídricos, elaboração de estudos e projetos sobre recursos hídricos, gestão participativa, implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e desenvolvimento institucional.

São monitorados pela COGERH desde 2001, os poços artesianos do Perímetro Irrigado de Morada Nova. A implantação do perímetro foi iniciada no ano de 1968, e os serviços de administração, operação e manutenção da infraestrutura de uso comum tiveram início no ano de 1970. Apresenta área irrigável de 4.333 ha, atualmente, com área explorada reduzida, e produz arroz, feijão, banana, acerola, coco, graviola e capim-de-corte. O sistema de irrigação utilizado no perímetro é em 100% da área por superfície (gravidade). (CEARÁ, 2018).

Diante disso, objetivou-se com o seguinte trabalho, acompanhar o monitoramento quali-quantitativo de poços artesianos do perímetro irrigado de Morada Nova, Ceará, em diferentes estações e anos.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho, utilizaram-se dados dos boletins de monitoramento efetuado por técnicos da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), gerência de Quixeramobim, Ceará. As coletas ocorreram entre julho de 2017 (período seco) a janeiro de 2019 (período chuvoso).

O Perímetro Irrigado de Morada Nova está localizado nos municípios de Morada Nova e Limoeiro do Norte, no Estado do Ceará, mais especificamente na microrregião do Baixo Jaguaribe, no subvale Banabuiú, a 170 km de Fortaleza, com sua maior área (70%) encravada no município de Morada Nova. As suas coordenadas geográficas são: 5° 10" de latitude Sul e 38° 22" de longitude W.G (Figura 1).

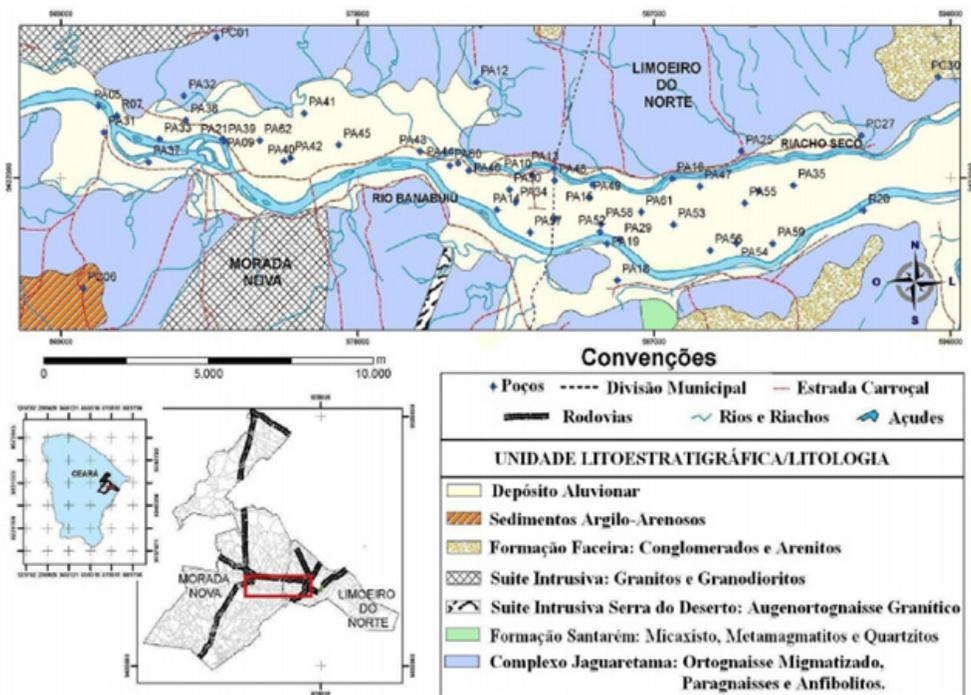


Figura 1. Área e distribuição espacial dos poços monitorados. (CPRM, 2003).

Para realização desse trabalho foram selecionados 43 poços artesanais. Sendo realizado acompanhamento mensalmente através do monitoramento quantitativo e trimestralmente através do monitoramento qualitativo.

Os poços possuem profundidade mínima de 6 metros e máxima de 21 metros. Os parâmetros avaliados para as variáveis qualitativas foram: temperatura (°C), pH, salinidade (mg/L), sólidos totais dissolvidos (mg/L), condutividade elétrica (μS). Já para as variáveis quantitativas foram: nível estático (m) e nível dinâmico (m).

Para medição dos níveis estáticos e dinâmicos, utilizou-se um medidor elétrico para nível de água (Figura 2).



Figura 2. Medidor elétrico para nível de água.

O referido medidor elétrico possui uma sonda que ao entrar em contato com a água emite um sinal sonoro e um sinal luminoso (Figura 3), permitindo que o técnico suspenda a descida da trena e realize a leitura do nível.



Figura 3. Painel eletrônico do medidor elétrico para nível de água.

Para determinação dos parâmetros qualitativos, usou-se a sonda portátil MP - 6p, muito utilizada e eficiente para testes rápidos e confiáveis (Figura 4), que permite a obtenção dos valores através do contato com a água retirada no poço.



Figura 4. Sonda portátil MP – 6p.

A mesma sonda possui uma cavidade (Figura 5) para aplicação da água por três vezes consecutivas para adaptação do aparelho.



Figura 5. Aplicação da água para adaptação do aparelho.

No caso de o motor dos poços ter sido retirado ou ter apresentado condições de mau funcionamento, impossibilitando, assim, a coleta, faz-se necessário a utilização de varas de cano de PVC de 25 mm para sucção da água do poço através da pressão feita pelo técnico (Figura 6).



Figura 6. Retirada da água dos poços através de canos de PVC.

Após a obtenção dos dados, os mesmos foram tabulados em planilha do software Office Excel e realizada a análise descritiva dos mesmos.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as médias do monitoramento trimestral qualitativo dos poços artesanais rasos do Perímetro Irrigado de Morada Nova para os seguintes parâmetros: temperatura, pH, salinidade, sólidos totais dissolvidos e condutividade elétrica.

Período	Parâmetros qualitativos				
	Temperatura (°C)	pH	Salinidade (mg/L)	STD (mg/L)	CE (µS)
Julho 2017	29,77	7,38	589,97	829,64	1094,53
Janeiro 2018	30,85	9,24	584,22	789,91	1046,47
Junho 2018	29,91	7,25	498,59	701,17	894,63
Janeiro 2019	30,91	7,06	550,00	773,55	1118,75

Tabela 1. Dados qualitativos durante o período de julho de 2017 a janeiro de 2019.

\*Período seco; \*\*Período chuvoso; Sólidos totais dissolvidos (STD); Condutividade elétrica (CE).

A temperatura da água variou entre 29,77 °C a 30,91 °C, com um valor médio de 30,36 °C. Isso ocorreu devido à disposição de camadas de solo e rochas acima do lençol freático, que protegem a mesma do contato direto com a superfície do ar, resultando numa menor variação da sua temperatura diária e mensal.

Avaliando os dados coletados, pôde-se observar que os valores para o parâmetro de temperatura foram próximos aos dados do DNOCS, não havendo muita variação, onde a temperatura mínima foi de 26°C e máxima de 32°C, no município de Morada Nova.

De acordo com a Resolução nº 357 (CONAMA, 2005), que diz que o pH para águas salinas deve está entre 6,5 a 8,5, observou que o pH da água dos poços artesianos do Perímetro Irrigado de Morada Nova está dentro da faixa de valores estabelecidos (Tabela 1), com exceção da média do monitoramento qualitativo do mês de janeiro de 2018, que apresentou pH de 9,25. Isso se deve ao fato de que em alguns pontos, pode acontecer da chuva solubilizar outras substâncias a ela, tornando o pH do meio alcalino.

Verificou-se que a salinidade apresentou valores que variaram de 498,59 a 589,97 mg/L, com valores médios de 544,28 mg/L no período seco e 567,11 mg/L no período chuvoso, estando acima do estabelecido pela Portaria 2914/2011 do MS, que determina até 200 mg/L de sais como parâmetro máximo para a água ser considerada como doce.

Verificou-se que a salinidade média dos poços artesianos foi maior no período chuvoso, quando comparado ao período seco. Inicialmente, quando a chuva cai na terra, dissolve alguns dos elementos comuns e, antes de percolar para baixo, evapora-se deixando assim os sais dissolvidos na superfície ou no solo perto da superfície. As chuvas seguintes adicionam mais sais. Finalmente, por ocasião das chuvas mais intensas os sais mais solúveis são carreados para as partes mais profundas do aquífero ocasionando o aumento da salinidade. (MAIA et al, 2007).

Ainda segundo Maia et al. (2007), a salinidade altera tanto a qualidade como a quantidade da água aplicada sobre os cultivos, podendo interferir no rendimento das culturas, trazendo prejuízos à produtividade, modificando suas características físicas, químicas e microbiológicas, além de ser uma das maiores responsáveis pela degradação ambiental.

Segundo Fenzel (1986), a condutividade elétrica, que é usada para determinação dos sólidos totais dissolvidos, é o valor recíproco da resistividade elétrica. Em outras palavras, a condutividade da água é determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Sendo a capacidade que a água tem de transmitir a corrente elétrica. Ou seja, os sais dissolvidos e ionizados presentes na água transformam-na num eletrólito capaz de conduzir a corrente elétrica.

Diante disso, observou-se que as estimativas dos sólidos totais dissolvidos variaram entre 701,17 a 829,64 mg/L, com média de 765,41 mg/L no período seco e 781,73 mg/L no período chuvoso, estando acima do estipulado pela Resolução 357/2005 do CONAMA, que estipula até 500 mg/L de sais como parâmetro máximo para a água ser considerada como doce. Esta observação mostra que existiram variações na constituição de cátions e ânions na água dos poços no período avaliado, o que indica que ocorrem variações sazonais na composição físico-química como já identificado por Silva et al. (2006).

As médias do monitoramento quantitativo, realizado mensalmente nos poços do perímetro irrigado de Morada Nova para nível estático e nível dinâmico, estão apresentadas na Figura 7.

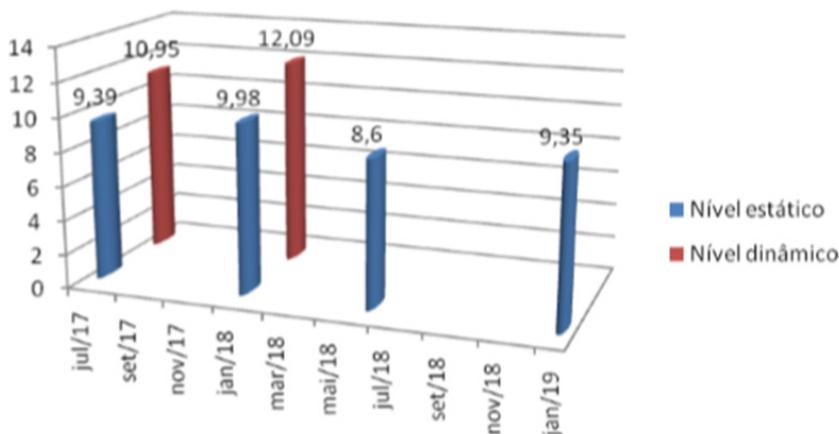


Figura 7. Gráfico dos dados quantitativos no período de julho de 2017 a janeiro de 2019.

Verificou-se que, o aumento dos níveis estáticos foi resultante da precipitação de chuvas, pois foi observado que aumentou da passagem do período seco para o período chuvoso, onde no mês de julho de 2017, o nível estático foi de 9,39 m e julho de 2018 de 8,06 m, e nos meses chuvosos, janeiro dos anos de 2018 e 2019, com médias de 9,98 m e 9,35 m. Da mesma forma, os níveis dinâmicos, com elevação no mês de janeiro de 2018, apresentando uma média de 12,09 m e para o mês de julho de 2017, uma média de 10,95 m. Não havendo médias para os meses seguintes, devido os poços artesianos não estarem em bombeamento nos dias de monitoramento.

Para Costa Filho et al. (1998), nível estático de um poço é a profundidade do nível da água dentro do poço, quando não está em bombeamento por um bom período de tempo. Já o nível dinâmico é a profundidade do nível da água dentro do poço, quando está em bombeamento.

De acordo com Teixeira et al. (2008), as medidas mensais dos níveis estáticos dos poços permitem acompanhar a variação do lençol freático, com isso é possível se obter informações como a taxa e direção do movimento das águas subterrâneas; estado ou mudanças no armazenamento das águas subterrâneas; mudanças no nível devido à extração da água, quantidade, fonte e área de recarga.

## 4 I CONCLUSÃO

Diante do exposto, conclui-se que, o levantamento de dados quali-quantitativos de poços artesianos permite a avaliação das características dos recursos hídricos, e que o bom desempenho na realização dos monitoramentos resulta em tomadas de decisões referentes à gestão desses recursos. Ressaltando que, a avaliação quali-quantitativa da água é essencial para assegurar o uso sustentável e seguro na agricultura irrigada do perímetro irrigado de Morada Nova, Ceará, em diferentes estações e anos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria N° 2.914/2011**. Disponível em: <<http://bvsmms.saude.gov.br/>>. Acesso em: 25 de mar. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas. **Irrigação**. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/portal/ANA/usos-daagua/irrigacao>>. Acesso em: 25 nov. 2018.

CASTRO, N. de C. **Sobre a agricultura irrigada no semiárido: uma análise histórica e atual de diferentes opções de política**. Rio de Janeiro: IPEA, 2018. 49p.

CEARÁ. Governo do Estado. Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará. **Perímetros públicos irrigados do Ceará**. Fortaleza, 2018. Disponível em: <<http://www.adece.ce.gov.br/index.php/agronegocio/estrategias-do-agronegociocearense>>. Acesso em: 06 nov. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento** (Resolução nº 357), 2005. Disponível em: <[http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcd\\_a\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_397\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf)>. Acesso em: 02 jan. 2019.

COSTA FILHO, W. D. et al. **Noções básica sobre poços tubulares: cartilha informativa**. Serviço Geológico do Brasil (Superintendência Regional do Recife), 1998. 22p.

CPRM, **COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS/Sistema Geológico do Brasil**, 2003, Atlas de geologia e recursos minerais do Ceará: sistema de informações geográficas-SIGE. Mapas na escala 1:500.000, 1CD-Rom.

FENZEL, N. **Introdução á hidrogeoquímica**. Belém: UFP, 1986. 189p.

MAIA, P. J. S. et al. Estudo da variação da salinidade de águas subterrâneas do Poço Amazonas (Canindé – Ceará) em função da pluviosidade. **Revista Scientia Amazonia**. v.6, n.3, p.83-91, 2007.

SILVA, J. L. S. da. et al. **Relatório final do projeto**. N° 10/OEA/ GEF/SG.pdf. 2006. 195p.

SOUZA FILHO, F. de A. **Diagnóstico dos recursos hídricos do Ceará**. Fortaleza: FASTEF, 2018. 88p.

TEIXEIRA, Z. A. et al. Monitoramento dos níveis estáticos de poços do perímetro irrigado de Morada Nova – Ceará, Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 15. 2008, Natal. **Anais do XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. São Paulo: Acqua Consultoria, 2008. 15p.

## ANÁLISE DE CRITÉRIOS DE SELEÇÃO DE DADOS BATIMÉTRICOS COLETADOS COM ADCP PARA A OBTENÇÃO DE PERFIS TRANSVERSAIS E PARÂMETROS HIDRÁULICOS EM CANAIS NATURAIS

Data de aceite: 01/02/2021

**Wênil Alves do Nascimento**

UFRGS – Instituto de Pesquisas Hidráulicas  
Recife – PE  
<http://lattes.cnpq.br/0863513352329114>

**George Rorigues de Sousa Araújo**

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais  
Recife – PE

**RESUMO:** ADCPs nos fornecem hoje uma ferramenta de tecnologia eficaz na coleta de dados hidrológicos, seja em dados de vazão ou em dados morfológicos dos corpos hídricos. Nos aspectos relativos à coleta de dados morfológicos dos leitos, como os perfis transversais, por exemplo, há uma coleta de dados extensa e, nesse processo, a necessidade da filtragem e seleção dos valores a serem utilizados no processo de criação dos parâmetros para confecção desses perfis. Os critérios para a seleção desses dados dentro do processo de criação dos perfis transversais dos corpos hídricos é o objeto de estudo aqui, sendo também avaliados outros parâmetros hidráulicos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Perfis transversais, ADCP, parâmetros hidráulicos.

ANALYSIS OF CRITERIA FOR THE SELECTION OF BATIMETRIC DATA COLLECTED WITH ADCP TO OBTAIN CROSS PROFILES AND HYDRAULIC PARAMETERS IN NATURAL CHANNELS

**ABSTRACT:** ADCPs today provide us with an effective technology tool for collecting hydrological data, either flow data or morphological data from water bodies. In aspects related to the collection of morphological data of the beds, such as the cross-sectional profiles, for example, there is an extensive data collection and, in this process, the need for filtering and selection of values to be used in the process of creating the parameters for making these data. profiles. The criteria for selecting these data within the process of creating transverse profiles of water bodies is the object of study here, and other hydraulic parameters are also evaluated.

**KEYWORDS:** Transverse Profiles, ADCP, Hydraulic Parameters.

### 1 | INTRODUÇÃO

Os métodos de obtenção de dados hidrológicos vêm mudando bastante ao longo dos anos, seguindo conceitos básicos de características que os definem a partir de normas e equações clássicas relacionadas aos métodos de cálculo. Dentro desse conjunto de dados fundamentais nos controles hidrológicos, está a definição das seções transversais que, de forma resumida, “parametrizam e tornam possível o processo de obtenção de dados”

(Guerra e Cunha, 1998), controle, monitoramento, quantificação de outros índices e projeções de diversos cenários no âmbito hidráulico de determinado local, sendo um ponto chave nos dados relacionados às estações de monitoramento hidrológico.

Desta forma, o processo de obtenção e determinação desse perfil vem sendo modificado junto com os processos relativos a outros parâmetros hidrológicos. Por tratar-se de um dado base, ou seja, do qual outros serão baseados para a obtenção, o cuidado nesse processo de obtenção deve ser bem rigoroso e uma análise acerca das diferenças nos valores de acordo com cada método de obtenção se faz valer. Um dos processos utilizados hoje é com o uso dos aparelhos ADCP, que utilizam alta tecnologia na realização dessa batimetria, mais especificamente, o M9, equipamento este fabricado pela SONTEK.

O ADCP funciona como uma espécie de mecanismo de pulsação que, através de tecnologia de efeito Doppler, pelo meio que se fizer necessário, é atravessado em velocidade menor do que a velocidade do rio pela seção transversal, onde coleta repetidamente dados de batimetria do leito e o gradiente de velocidade do fluxo. Ao final da travessia, quando chega na margem oposta, o aparelho utiliza dessas informações para calcular a vazão no rio naquele momento. Geralmente são utilizadas duas travessias em sentidos opostos para que os dados se complementem e haja uma expectativa menor de erro no resultado.

Para a definição do perfil de seção transversal, utiliza-se apenas os dados de batimetria desse universo de dados oferecidos pelo aparelho, mesmo assim, é uma quantidade considerável de valores os quais precisam ser analisados e filtrados no intuito de evitar erros absurdos do aparelho e otimizar o processo.

Com os dados obtidos, a questão não se encerra, já que o mesmo oferece uma detalhada e extensa quantidade de dados relativos à batimetria, sendo necessário um rigoroso critério de definição acerca do filtro para a seleção e utilização desses dados.

Para explicitar o conceito de perfil transversal, sua correlação com outros parâmetros hidráulicos e, consecutivamente, a importância desse dado e de sua correta parametrização, precisaremos visitar outros conceitos relacionados às caracterizações de corpos hídricos.

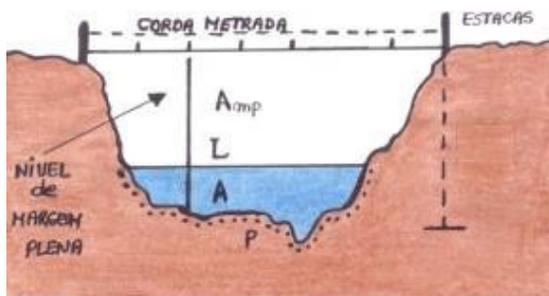
O objeto de estudo aqui são canais naturais, ou seja, leitos de rios, onde, através do acompanhamento de diversos parâmetros conseguimos definir todos os processos de controle dos recursos hídricos de determinada região, visando até processos como cheias e secas, onde, “é preciso que haja um conhecimento prévio do perigo através da investigação da sua ocorrência em outras épocas, com que frequência costuma acontecer e realizar monitoramentos para se antecipar e evitar o risco de desastres” (Medeiros, 2019). De forma sucinta, o controle contínuo de características como pluviosidade de determinada região são interligados a dados como o nível de determinado rio em determinado momento (geralmente são dados diários). Esses dados são correlacionados e têm valor inestimável no controle dos processos hídricos locais e, quando conjugados com outros, em uma esfera macro.

No acompanhamento do nível do rio em determinado ponto, diversos outros parâmetros são gerados, tais quais:

**Nível da água:** De forma absoluta, réguas são instaladas no leito do rio e informações diárias são colhidas com a cota no qual o rio se encontra em horários fixos para cada leitura. “O histórico desses níveis ao longo de décadas é de extrema importância hidrológica” (Christofoletti, 1980), onde serve de base para aspectos como projetos para obras no local ou políticas públicas ou identificação de fenômenos extremos, visto o tempo de retorno. Geralmente dado em cm.

**Vazão:** Algumas vezes ao ano são realizadas, in loco, medições de descarga líquida no trecho monitorado do rio, tais medições são relacionadas à cota no momento da medição e, com o histórico compilado das medições e das cotas, são o material para a fabricação das “Curvas Chave”, basicamente “curvas de correlação que nos permitem estimar o volume de água que passa pelo rio em determinado trecho de acordo com a cota do mesmo no momento escolhido” (Iatrubesse, 2011). Processos de outorga, controle de barragens e liberação de água são dependentes de parâmetros como esse. Geralmente dado em  $m^3/s$ .

**Seção transversal:** Local escolhido para a parametrização, funciona como um corte transversal imaginário no leito do rio, onde são realizadas todas as coletas dos dados fluviométricos.



Seção transversal – corte. (fonte: Braga e Afonso, 2003)

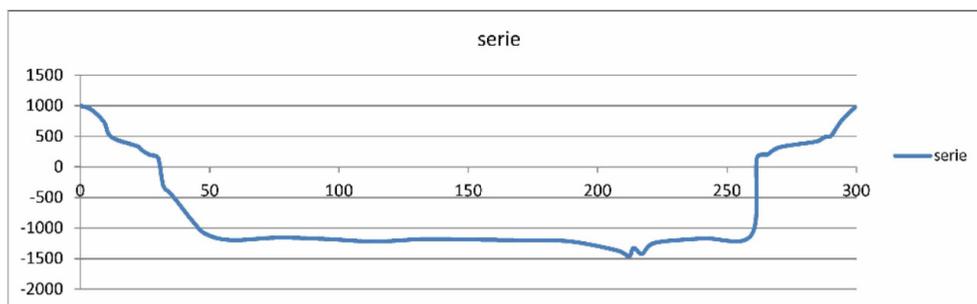
**Área da seção:** É o parâmetro relacionado à seção transversal que demonstra a área da mesma, já que vazão no rio, velocidade da água e área da seção são conceitos diretamente relacionados. De forma geral, é a área geométrica desse corte imaginário no leito do rio. Da área da seção também deriva o conceito de área da seção molhada, similar ao conceito geral, mas que “responde apenas à área coberta de água da seção” (Fujita et al, 2011). Geralmente dado em  $m^2$ .

**Perímetro molhado:** Relacionado também à seção transversal, o perímetro molhado pode ser identificado como a “parte da seção transversal em contato com água” (Silva,

2010) para cada nível do rio, de forma que representa, no corte da seção transversal, a medição do leito do rio que está em contato com a água naquele momento. Geralmente dado em metros.

Raio hidráulico: “parâmetro que correlaciona o perímetro molhado e a área da seção molhada” (Paz, 2004) , fundamental para o entendimento do funcionamento hidráulico do canal. Muito aplicado em engenharia para condutos e obras, mas também importantíssimo nos canais naturais. Geralmente dado em metros.

Perfil de seção transversal: dado da seção transversal materializada com suas características e valores, fundamental para a definição de todos esses parâmetros acima. Representado geralmente em gráfico cotado. É através desse gráfico que todos esses parâmetros são calculados. “Para os ambientes ocupados pelos seres humanos, esta seção transversal pode ser usada para identificar um conjunto de habitats que variam de acordo com seu nível e intensidade do caráter urbano”. (Fialho, 2019)



Perfil de seção transversal. (fonte: Do autor)

Levantamento de seção transversal: Processo de coleta de dados para a confecção do perfil transversal da seção, que deve ser realizado com determinada frequência a ser definida visando acompanhar possíveis modificações no leito do rio naquele determinado ponto escolhido, vista a possibilidade de modificação constante do mesmo e “a drenagem ser sensível as alterações estruturais da paisagem, sejam elas por tectônica, diferença litológica e alterações nos níveis de base”(Monteiro e Souza, 2016).

Conforme verificado acima, o perfil de seção transversal é fundamental no processo de acompanhamento hidráulico e o processo de levantamento desse perfil, desta forma, se torna chave nesse universo de estudo, assim, vael verificar parametrizações e possíveis formas de coordenar e alinhar os processos de realização dos mesmos, onde, conforme a situação do leito e os equipamentos disponíveis, tal execução pode variar.

Em leitos secos ou com altura de coluna de água inferior a cerca de oitenta centímetros, esse levantamento geralmente é feito utilizando equipamentos topográficos, com a coleta de pontos e suas respectivas distâncias e profundidades para a definição do

perfil. Observa-se os pontos iniciais e finais da seção e, entre eles, são coletados pontos intermediários e seus dados de profundidade e distância em relação à margem esquerda são anotados, toando-se essa como o ponto zero da escala.

Geralmente em leitos com valores de coluna de água acima de oitenta centímetros, esse levantamento é realizado na parte seca utilizando do mesmo processo de execução dos leitos secos, com o uso dos equipamentos topográficos, já na parte molhada da seção transversal, o levantamento é realizado com o uso dos equipamentos ADCP, os quais, ao invés de retornar alguns pontos bem espessados dentro da seção, retornam diversos pontos bem próximos, numa núvem gigante de pontos, os ausi precisam ser filtrados e selecionados para a confecção do perfil transversal, visto a infinidade de dados e possíveis erros do aparelho.

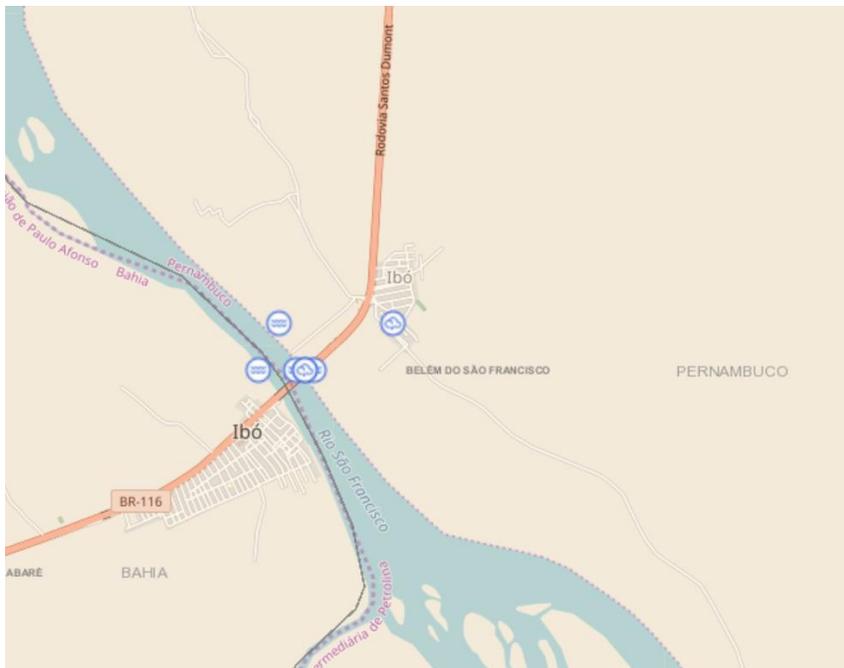
Tendo em vista a grande difusão no uso desses equipamentos, torna-se necessária a parametrização e a criação de um alinhamento do procedimento de escolha dos pontos que serão utilizados entre esses muitos oferecidos pelo aparelho. Similar à nossa era, o grande desafio não é a obtenção da informação, visto que a mesma esta disponível e em grande quantidade, o desafio é a seleção da informação. Esse texto trata sobre isso.

## **2 | OBJETIVOS**

De acordo com os conceitos visitados anteriormente, fica evidente a importância de uma boa definição do perfil transversal e, sendo o ADCP a ferramenta mais utilizada para tal finalidade na maioria das situações, verificar a correta utilização dos dados do mesmo é essencial, sendo o objetivo deste trabalho evidenciar as possíveis diferenças entre os eprfis gerados de acordo com cada forma como os dados do ADCP forem utilizados, de forma a conscientizar e guiar tal procedimento para execuções mais adequadas e normatizadas.

## **3 | METODOLOGIA**

Para a comparação desses diferentes perfis e a confecção de diversos outros que evidenciem as diferenças no uso do ADCP, foi escolhida uma estaçãocujo levantamento de seção transversal vem sendo executado com o uso do ADCP. A estação de IBÓ (Código ANA: 48590000) encontra-se no Rio São Francisco no município de Belém de São Francisco em Pernambuco.



Estação Ibó (fonte: Ana.gov.br. Acesso em 26/03/2020)

Foram coletados os seguintes dados da estação em cinco anos distintos:

- a. Perfil transversal;
- b. Área molhada;
- c. Perímetro molhado;
- d. Raio hidráulico.

Os dados foram selecionados de anos que atendessem aos seguintes critérios:

- Dois anos nos quais foram executadas as coletas dos dados sem uso do ADCP;
- Dois anos nos quais foram executadas as coletas dos dados com o uso do ADCP;
- O último ano de execução da coleta desses dados com o uso do ADCP;
- Anos com os dados já analisados e consolidados;
- Disponibilidade dos dados (alguns anos posteriores a 1996 e 1997 ainda tiveram seus levantamentos de seção realizados topograficamente, mas tais dados estavam indisponíveis no momento da consulta).

Desta forma, foram selecionados os anos de 1996, 1997, 2016, 2017 e 2019.

Além desses dados coletados, também foi selecionado o dado da travessia em ADCP que serviu como base para a confecção do perfil do ano de 2019, de forma que esse passará por diversas iterações a fim de compará-las com os outros cinco conjuntos de informações os quais dispomos. Sendo essas três iterações:

- Utilizando 10% dos dados de profundidade coletados pelo ADCP igualmente espaçados;
- Utilizando 50% dos dados de profundidade coletados pelo ADCP igualmente espaçados;
- Utilizando todos os dados de profundidade coletados pelo ADCP.

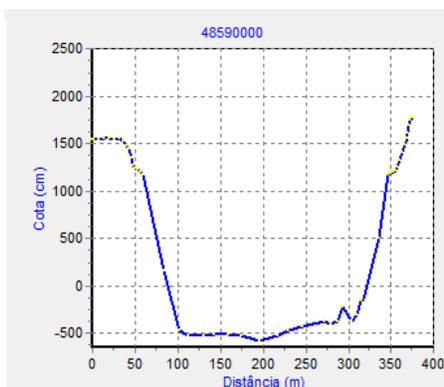
Esse dado do ADCP do ano de 2019 servirá de base para a confecção de outros três conjuntos de dados os quais seguirão critérios distintos a fim de serem comparados com os demais.

Desta forma, nosso universo de análise passará a ter os cinco conjunto de dados consolidados de anos anteriores e os três conjuntos de dados gerados com diferentes formas de análise do arquivo do ADCP do ano de 2019.

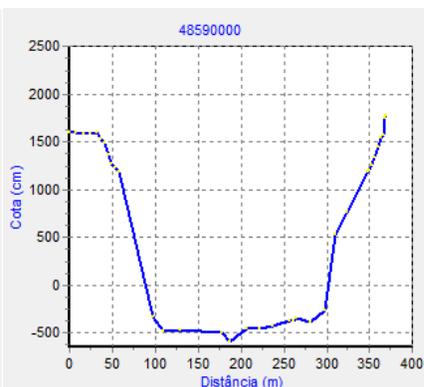
Para o cálculo dos valores dos elementos geométricos e a determinação dos perfis transversais será utilizado o software gratuito Hidro 1.4 (disponível no site da ANA).

A análise consistira na comparação dos valores considerados consolidados com os valores das iterações com as diferentes metodologias a fim de, com o uso de métodos estatísticos, verificar qual metodologia de iteração utilizada aproxima-se mais dos valores consolidados e se a dispersão dos valores das demais metodologias é verificadamente absurda a ponto de ser significativa nos dados gerados por elas.

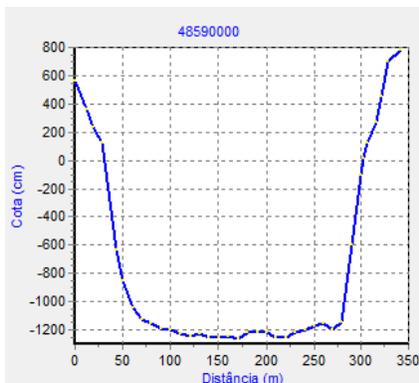
## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO



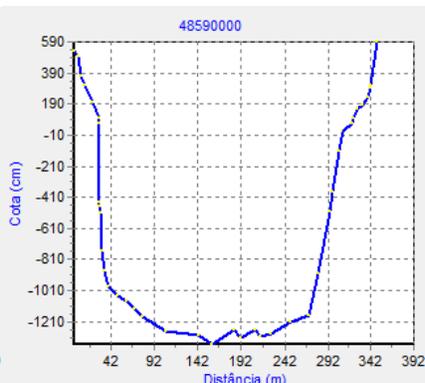
Perfil transversal - ano 1996 (Fonte: HidroWeb - ANA)



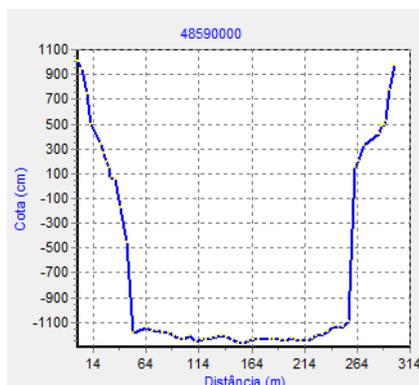
Perfil transversal - ano 1997 (Fonte: HidroWeb - ANA)



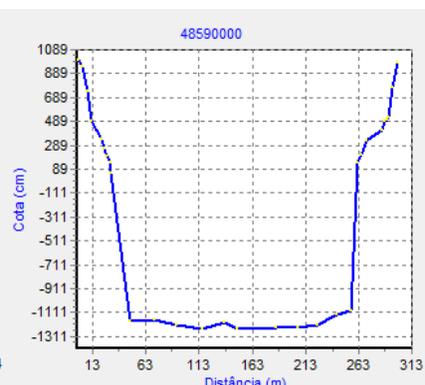
Perfil transversal - ano 2016 (Fonte: HidroWeb - ANA)



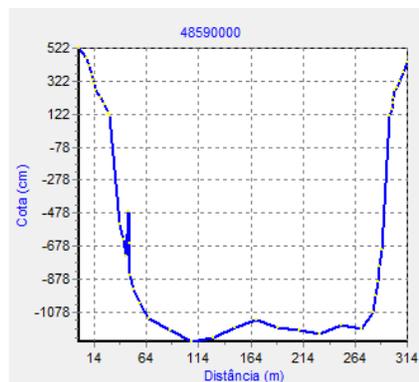
Perfil transversal - ano 2017 (Fonte: HidroWeb - ANA)



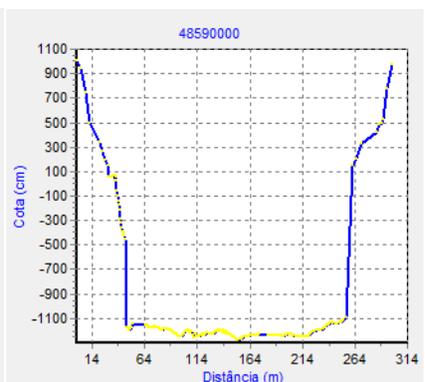
Perfil transversal - interação com 50% dos dados igualmente espaçados (fonte: do autor)



Perfil transversal - interação com 10% das verticais (fonte: do autor)



Perfil transversal - ano 2019. (fonte: HidroWeb - ANA)



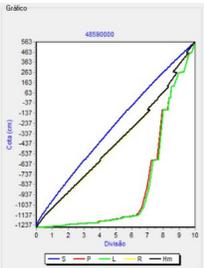
Perfil transversal - interação com o uso de todos os dados do ADCP (fonte: do autor)

Elementos Geométricos

Passo de cota (cm) 10

#	Cota [m]	S [m <sup>2</sup> ]	P [m]	L [m]	R [m]	Hm [m]
1	-1295	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1448	1,44	33,76	17,76	0,05	0,05
3	-1429	6,62	53,07	53,06	0,12	0,12
4	-1226	12,71	62,80	62,49	0,19	0,19
5	-1219	23,51	105,19	103,17	0,23	0,23
6	-1000	27,22	126,53	126,50	0,30	0,30
7	-1199	50,19	129,70	129,74	0,39	0,39
8	-1199	65,61	142,50	142,50	0,43	0,43
9	-1179	81,17	157,36	157,31	0,51	0,51
10	-1199	98,71	172,01	172,06	0,57	0,57
11	-1199	116,24	178,83	178,96	0,55	0,55
12	-1199	133,76	185,65	185,74	0,53	0,53
13	-1199	151,29	192,47	192,52	0,77	0,77
14	-1199	168,81	200,56	200,52	0,77	0,77
15	-1199	186,34	208,96	208,96	0,96	0,96
16	-1119	200,10	217,47	217,30	0,96	0,96
17	-1199	217,20	221,98	221,93	1,39	1,39
18	-1099	235,71	227,44	227,44	1,14	1,14
19	-1099	254,04	234,13	234,04	1,23	1,23
20	-1099	272,37	241,07	241,07	1,42	1,42
21	-1099	290,69	247,88	247,88	1,52	1,52
22	-1049	309,42	255,01	255,00	1,60	1,60
23	-1099	327,84	262,39	262,39	1,69	1,69
24	-1029	346,44	270,25	270,13	1,78	1,78

S: Área molhada [m<sup>2</sup>] L: Largura superficial [m] Hm: Profundidade média [m]  
P: Perímetro molhado [m] R: Raio hidráulico [m]



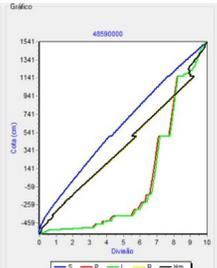
Elementos geométricos - ano 2016 (fonte: HidroWeb ANA)

Elementos Geométricos

Passo de cota (cm) 10

#	Cota [m]	S [m <sup>2</sup> ]	P [m]	L [m]	R [m]	Hm [m]
1	564	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	564	56,01	11,01	4,02	0,05	0,05
3	564	8,89	8,04	8,04	0,10	0,10
4	564	1,81	10,07	10,06	0,15	0,15
5	544	3,20	16,95	16,96	0,20	0,20
6	544	6,02	21,11	21,11	0,25	0,25
7	524	14,70	66,00	65,99	0,22	0,22
8	524	22,38	95,00	95,00	0,26	0,26
9	504	33,49	109,50	109,49	0,31	0,31
10	494	44,44	110,98	110,94	0,40	0,40
11	484	55,61	112,01	112,29	0,48	0,48
12	474	66,88	114,23	114,20	0,58	0,58
13	464	81,01	116,65	116,65	0,65	0,65
14	454	95,89	120,15	120,07	0,75	0,75
15	444	109,62	123,95	123,95	0,82	0,82
16	434	124,29	144,45	144,23	0,86	0,86
17	424	138,91	144,75	144,75	0,92	0,92
18	414	153,22	146,06	144,80	1,06	1,06
19	404	167,72	146,36	145,16	1,16	1,16
20	394	182,44	147,15	146,36	1,24	1,24
21	384	197,18	150,71	150,36	1,30	1,30
22	374	211,64	160,86	158,44	1,18	1,18
23	364	240,37	188,10	187,85	1,20	1,20
24	354	259,01	189,12	188,86	1,37	1,37

S: Área molhada [m<sup>2</sup>] L: Largura superficial [m] Hm: Profundidade média [m]  
P: Perímetro molhado [m] R: Raio hidráulico [m]



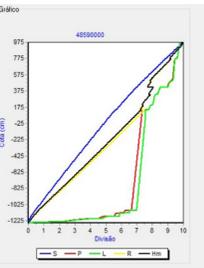
Elementos geométricos - ano 1996 (fonte: HidroWeb ANA)

Elementos Geométricos

Passo de cota (cm) 10

#	Cota [m]	S [m <sup>2</sup> ]	P [m]	L [m]	R [m]	Hm [m]
1	-1243	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1243	0,41	0,01	0,01	0,05	0,05
3	-1233	7,42	73,84	74,04	0,10	0,10
4	-1224	15,22	82,84	82,84	0,18	0,18
5	-1213	23,88	90,46	90,46	0,26	0,26
6	-1203	33,41	101,60	101,60	0,32	0,32
7	-1193	43,78	114,21	114,21	0,39	0,39
8	-1183	54,98	128,24	128,24	0,47	0,47
9	-1173	64,74	150,04	150,04	0,56	0,56
10	-1163	75,02	162,41	162,41	0,65	0,65
11	-1153	120,94	176,49	176,49	0,68	0,68
12	-1143	137,88	179,68	179,68	0,78	0,78
13	-1133	155,42	175,70	175,68	0,88	0,88
14	-1123	181,72	184,11	184,11	0,94	0,94
15	-1113	201,14	184,50	184,26	1,03	1,04
16	-1103	223,98	184,00	184,11	1,11	1,11
17	-1093	242,77	208,50	208,27	1,16	1,17
18	-1083	262,54	208,71	208,61	1,26	1,26
19	-1073	284,45	208,54	208,57	1,36	1,36
20	-1063	307,25	209,11	209,11	1,46	1,46
21	-1053	326,20	209,23	208,86	1,56	1,56
22	-1043	341,09	209,41	209,01	1,66	1,66
23	-1033	361,00	209,65	209,16	1,76	1,76
24	-1023	381,52	209,81	209,81	1,86	1,86

S: Área molhada [m<sup>2</sup>] L: Largura superficial [m] Hm: Profundidade média [m]  
P: Perímetro molhado [m] R: Raio hidráulico [m]



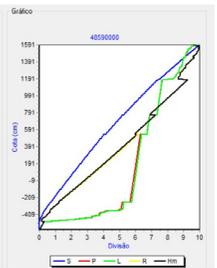
Elementos geométricos - interação com 10% dos dados (fonte: do autor)

Elementos Geométricos

Passo de cota (cm) 10

#	Cota [m]	S [m <sup>2</sup> ]	P [m]	L [m]	R [m]	Hm [m]
1	4991	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	4971	0,06	1,11	1,11	0,06	0,06
3	4971	0,22	2,22	2,21	0,10	0,10
4	4961	0,60	4,04	4,04	0,15	0,15
5	4951	0,88	4,44	4,42	0,20	0,20
6	4941	1,39	6,66	6,66	0,25	0,25
7	4931	1,99	9,99	9,99	0,30	0,30
8	4921	2,51	13,26	13,26	0,35	0,35
9	4911	3,53	16,67	16,64	0,40	0,40
10	4901	4,55	20,11	20,11	0,45	0,45
11	4891	6,32	26,38	26,34	0,50	0,50
12	4881	8,88	33,33	33,33	0,55	0,55
13	4871	16,54	70,74	70,68	0,61	0,61
14	4861	24,63	88,80	88,25	0,66	0,66
15	4851	33,59	102,88	102,25	0,70	0,70
16	4841	40,86	116,11	116,00	0,72	0,72
17	4831	49,69	102,86	116,77	0,81	0,81
18	4821	60,15	131,77	131,64	0,86	0,86
19	4811	72,69	160,86	160,42	0,76	0,76
20	4801	113,63	133,34	133,18	0,85	0,85
21	4791	127,04	136,69	135,94	0,93	0,93
22	4781	146,00	140,61	140,65	1,00	1,00
23	4771	170,23	140,86	140,67	1,06	1,06
24	4761	170,40	174,60	174,60	1,02	1,02

S: Área molhada [m<sup>2</sup>] L: Largura superficial [m] Hm: Profundidade média [m]  
P: Perímetro molhado [m] R: Raio hidráulico [m]



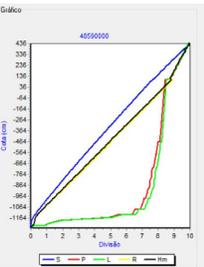
Elementos geométricos - ano 1997 (fonte: HidroWeb ANA)

Elementos Geométricos

Passo de cota (cm) 10

#	Cota [m]	S [m <sup>2</sup> ]	P [m]	L [m]	R [m]	Hm [m]
1	-1296	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1246	0,15	2,90	2,90	0,05	0,05
3	-1236	0,96	6,40	6,40	0,10	0,10
4	-1226	4,98	20,13	20,18	0,17	0,17
5	-1216	10,98	34,40	34,40	0,24	0,24
6	-1206	17,54	39,44	39,43	0,29	0,29
7	-1196	24,66	44,40	44,40	0,34	0,34
8	-1186	31,45	60,05	60,05	0,38	0,38
9	-1176	38,91	68,88	68,88	0,42	0,42
10	-1166	46,99	79,76	79,76	0,47	0,47
11	-1156	53,61	102,44	102,40	0,40	0,40
12	-1146	79,74	106,26	106,21	0,48	0,48
13	-1136	96,80	117,08	117,03	0,56	0,56
14	-1126	111,02	120,46	120,46	0,60	0,60
15	-1116	129,26	202,50	202,07	0,68	0,68
16	-1106	169,17	207,46	207,46	0,76	0,76
17	-1096	180,30	206,34	206,27	0,87	0,87
18	-1086	200,88	207,27	207,17	0,97	0,97
19	-1076	227,26	214,85	215,22	1,04	1,04
20	-1066	249,14	214,67	215,36	1,14	1,14
21	-1056	271,13	220,50	220,37	1,23	1,23
22	-1046	294,21	223,23	223,23	1,31	1,31
23	-1036	318,40	224,96	224,42	1,42	1,42
24	-1026	337,70	225,95	224,81	1,51	1,51

S: Área molhada [m<sup>2</sup>] L: Largura superficial [m] Hm: Profundidade média [m]  
P: Perímetro molhado [m] R: Raio hidráulico [m]



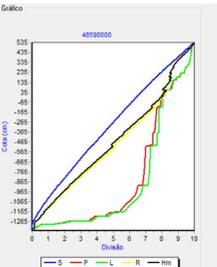
Elementos geométricos - ano 2019 (fonte: HidroWeb ANA)

Elementos Geométricos

Passo de cota (cm) 10

#	Cota [m]	S [m <sup>2</sup> ]	P [m]	L [m]	R [m]	Hm [m]
1	-1296	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	-1346	0,12	2,82	2,82	0,05	0,05
3	-1236	0,96	6,40	6,40	0,10	0,10
4	-1226	4,98	20,13	20,18	0,15	0,15
5	-1216	10,98	34,40	34,40	0,20	0,20
6	-1206	17,54	39,44	39,43	0,24	0,24
7	-1196	24,66	44,40	44,40	0,28	0,28
8	-1186	31,45	60,05	60,05	0,32	0,32
9	-1176	38,91	68,88	68,88	0,36	0,36
10	-1166	46,99	79,76	79,76	0,40	0,40
11	-1156	53,61	102,44	102,40	0,44	0,44
12	-1146	79,74	106,26	106,21	0,48	0,48
13	-1136	96,80	117,08	117,03	0,52	0,52
14	-1126	111,02	120,46	120,46	0,56	0,56
15	-1116	129,26	202,50	202,07	0,60	0,60
16	-1106	169,17	207,46	207,46	0,64	0,64
17	-1096	180,30	206,34	206,27	0,72	0,72
18	-1086	200,88	207,27	207,17	0,76	0,76
19	-1076	227,26	214,85	215,22	0,80	0,80
20	-1066	249,14	214,67	215,36	0,84	0,84
21	-1056	271,13	220,50	220,37	0,88	0,88
22	-1046	294,21	223,23	223,23	0,92	0,92
23	-1036	318,40	224,96	224,42	0,96	0,96
24	-1026	337,70	225,95	224,81	1,00	1,00

S: Área molhada [m<sup>2</sup>] L: Largura superficial [m] Hm: Profundidade média [m]  
P: Perímetro molhado [m] R: Raio hidráulico [m]



Elementos geométricos

A análise dos perfis transversais nos permite, visualmente, verificar que os perfis mantêm os mesmos formatos e características básicas, onde sofrem poucas alterações muito devido a execução relativa a escolha dos locais de início e fim das travessias dos equipamentos ADCP.

No caso dessas variações verificadas, as cotas mantem-se bem próximas e apenas as declinações se modificam, provavelmente devido a diferentes escolhas nos pontos de coleta de batimetria.

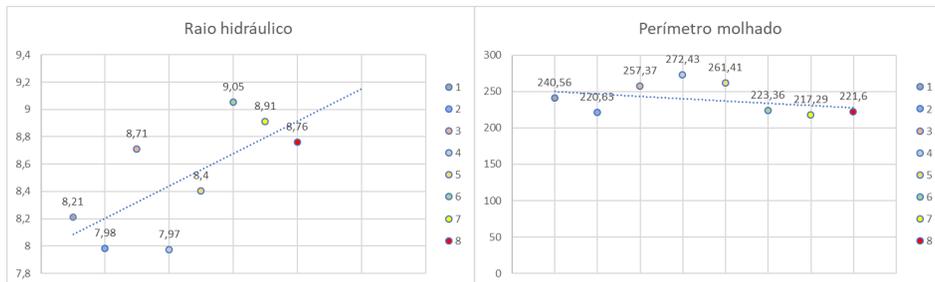
As iterações realizadas apresentam poucas diferenças entre si e entre os demais perfis consolidados, de forma a verificar que as iterações realizadas pouco influenciam na morfologia do perfil.

PARÂMETRO	PERFIS							
	1996	1997	2016	2017	2019	ITERAÇÃO 10%	ITERAÇÃO 50%	ITERAÇÃO 100%
PERÍMETRO MOLHADO (m)	240,56	220,63	257,37	272,43	261,41	223,36	217,29	221,6
ÁREA MOLHADA (m²)	1974,54	1761,02	2242,32	2172,13	2194,94	2022,17	1935,01	1940,69
RAIO HIDRÁULICO (m)	8,21	7,98	8,71	7,97	8,4	9,05	8,91	8,76

Tabela com os valores dos parâmetros nos diversos perfis. (fonte: do autor)

Na análise dos parâmetros geométricos, observa-se bastante variação nos valores, mas chama mais atenção a variação entre os valores apresentados nos anos de 1996 e 1997 (onde os levantamentos foram realizados por meios topográficos) e os demais anos (realizados com ADCP - mesmo levando em consideração as iterações realizadas em diferentes cenários).

Verificados os gráficos, observa-se que os valores para os diversos parâmetros apresentaram um grau de desvio dentro da margem de 10% dos valores no conjunto de dados analisado, onde constatou-se que as maiores dispersões ocorreram entre os parâmetros obtidos por meios topográficos e os parâmetros obtidos por ADCP. Levando em conta ser um processo de execução ainda manual e sujeito a diversas oportunidades de erro humano, considera-se relativamente dentro do esperado tais dispersões entre os métodos de avaliação.



Gráficos de dispersão dos valores de perímetro molhado e de raio hidráulico. (fonte: do autor)

Na avaliação comparativa entre as iterações para as diferentes formas de filtrar os dados de ADCP e os perfis já realizados com a utilização do mesmo, verifica-se percentuais ainda mais baixos de variação entre os parâmetros obtidos, de forma que acredita-se que a verificação inicial deva focar no tipo de estudo para o qual o dado será utilizado e, a partir daí deverá ser traçado um percentual de erro aceite, onde, desta forma, serão definidos as metodologias de filtragem desses dados para usos mais robustos ou para usos mais precisos.

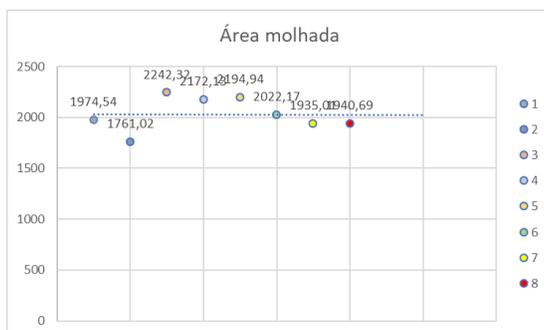


Gráfico de dispersão dos valores de área molhada. (fonte: do autor)

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na avaliação da eficácia do estudo aqui proposto, visto o universo de dados pequeno e o número de iterações limitada, considera-se que conseguiu-se diagnosticar e evidenciar claramente as diferenças consequentes das metodologias aplicadas na confecção dos perfis transversais e os impactos dessas variações dos perfis nos seus respectivos caracterizadores e parâmetros geométricos, de forma que considera-se válida a proposta para um estudo mais amplo a fim de definir as metodologias mais adequadas a cada tipo de levantamento desse tipo levando em consideração a tecnologia a ser aplicada e sua respectiva finalidade de uso.

## REFERÊNCIAS

ANA.GOV.BR. BRAGA, Felipe F.; AFONSO, Anice Esteves. **Diagnóstico das alterações na bacia do rio João Mendes, Niterói, RJ: Gerados pelo crescimento urbano desordenado.** X Simpósio Brasileiro de geografia física aplicada, Rio de Janeiro – RJ, 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

FIALHO, Edson Soares. **O que é um transect e sua utilização nos estudos climáticos.** Geo UERJ, Rio de Janeiro, n. 34, e, 40951, 2019.

FUJITA, Rafaela Harum; GON, Priscila Panzarini; STEVAUX, Jose Cândido; SANTOS, Manoel Luiz dos; ETCHEBEHERE, Mario Lincoln. **Perfil longitudinal e a aplicação do índice de gradiente (RDE) no rio dos Patos, bacia hidrográfica do rio Ivaí, PR.** Revista Brasileira de Geociências, volume 41 (4), 2011.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

LATRUBESSE, Edgardo Manuel; CARVALHO, Thiago Morato de. **Geomorfologia do estado de Goiás e do Distrito Federal.** Superintendência de geologia e mineração do estado de Goiás. 2011.

MEDEIROS, Marysol Dantas; ZANELLA, Maria Elisa. **Estudo das vazões e estimativas de inundações no Baixo-Açu-RN.** Geo UERJ, Rio de Janeiro, n. 34, e, 40946, 2019.

MIGUEL, A. E. S; MEDEIROS, R. B. H; DECCO; F; OLIVEIRA, W.. **Características Morfométricas do Relevo e Rede de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Taquaruçu/MS.** Revista Brasileira de Geografia Física, vol.07, n.04 (2014) 678-690.

MONTEIRO, D.C.S. (UFPB) ; SOUZA, J.O.P. (UFPB). **Perfil Longitudinal e aplicação do índice de gradiente na bacia do Riacho do Tigre, semiárido paraibano.** XI SINAGEO, Maringá – PR, 2016.

PAZ, Adriano Rolim da. **Hidrologia Aplicada.** Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, 2004.

SILVA, Quésia Duarte da. **Perfis transversais e longitudinais: uma análise morfológica e morfométrica da sub-bacia do Santa Bárbara.** Ilha do Maranhão, 2010.

## DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DE FÁRMACOS E PESTICIDAS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS NO BRASIL: TOXICOLOGIA AOS ORGANISMOS EXPOSTOS

*Data de aceite: 01/02/2021*

**Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua**

Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Química

Uberlândia – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/12970002659897780>

<https://orcid.org/0000-0003-3587-486X>

**RESUMO:** A presença de contaminantes de interesse emergente (CIE) vem sendo cada vez mais frequente sua detecção e quantificação em diferentes matrizes aquosas, como as águas de superfície, a qual possui uma grande diversidade de substâncias consideradas CIE, em especial os fármacos e os pesticidas. Neste contexto, o Brasil se apresenta como um dos maiores consumidores destes produtos que são comercializados, utilizados e dispostos de forma inadequada e indiscriminada, portanto atingindo o ambiente. Isto vem colaborando para a contaminação dos diferentes compartimentos aquáticos e desencadeando inúmeros efeitos deletérios tanto a biota aquática quanto os diferentes seres vivos dos mais diversos ecossistemas, chegando ao ser humano e afetando-o de forma silenciosa. Um agravante é o pouco conhecimento dos efeitos que podem ser desencadeados a longo prazo devido a exposição. Associado a isso, esta a falta de reformulação da atual legislação brasileira que estabelece os padrões de potabilidade de águas, a falta de investimento em infraestrutura de saneamento visando universalizá-lo em todo o território nacional; o pouco investimento

em ciência que possa vir a desenvolver novas tecnologias capazes de diminuir ou remover os CIE em corpos aquáticos. Diante deste cenário, a preservação e qualidade dos atuais ecossistemas estão em risco, podendo levar tanto a modificação quanto a extinção de muitos destes, o que comprometerá a qualidade de vida da atual e das futuras gerações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biota aquática, ambiente, ecossistemas, potabilidade de águas, saneamento.

### DETECTION AND QUANTIFICATION OF DRUGS AND PESTICIDES IN SURFACE WATERS IN BRAZIL: TOXICOLOGY TO EXPOSED ORGANISMS

**ABSTRACT:** The detection and quantification of contaminants of emerging concern (CEC) has been more frequently in different aqueous matrices, such as surface waters, which has a great diversity of substances considered CEC, especially pharmaceutical drugs and pesticides. In this context, Brazil shows itself as one of the biggest consumers of these products that are commercialized, used and disposed in an inadequate and indiscriminate way, thus, reaching the environment. This has been collaborating for different aquatic compartments contamination and triggering countless deleterious effects in aquatic biota as in different living beings from the most diverse ecosystems, reaching the human being and affecting them silently. An aggravating factor is the lack of knowledge of the effects that can be triggered in the long term due to the exposure. Associated with this, there is the lack of reformulation of the current Brazilian legislation

that establishes the standards of water potability, the lack of investment in sanitation infrastructure aiming to universalize it throughout the nation territory, and the little investment in science that may develop new technologies capable of reducing or removing CEC in aquatic bodies. Given this scenario, the preservation and quality of the current ecosystems are at risk, which may lead to both the modification and the extinction of many of them, which compromises the life quality of current and future generations.

**KEYWORDS:** Aquatic biota, environment, ecosystems, water potability, sanitation.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Brasil detém 12% da água doce disponível no mundo, porém sua distribuição não é homogênea no território nacional e se concentra, majoritariamente, na região norte (79,7% do total) do país onde vive somente 5% da população (ANA, 2009), conforme Figura 1.

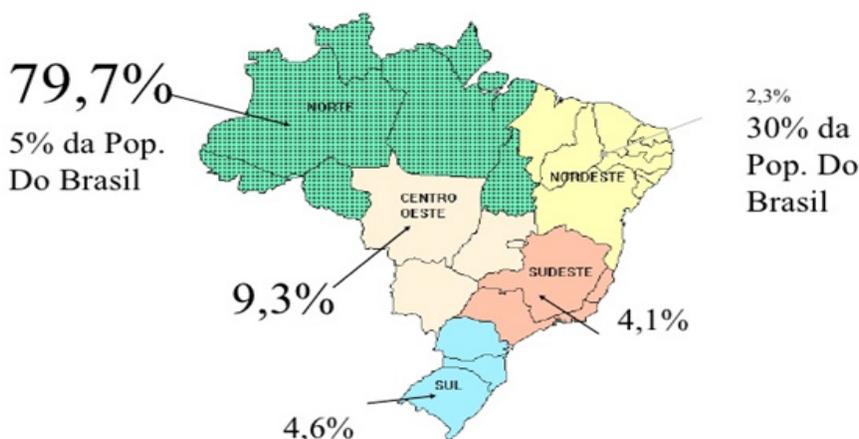


Figura 1: Distribuição de água doce no Brasil

Fonte: ANA, 2009.

A fragilidade das políticas públicas brasileiras, a precariedade dos serviços de saneamento associadas ao crescimento habitacional e populacional desordenado, vêm causando impactos negativos aos sistemas de águas superficiais, necessitando de padrões de qualidade mais exigentes do que os atuais, devido à grande quantidade de contaminantes que podem estar presentes (MONTAGNER; VIDAL; ACAYABA, 2017; CARTAXO et al., 2020).

Há quase duas décadas, a qualidade da água se concentrava em avaliar as propriedades organolépticas causadas por substâncias químicas que alteravam a cor, odor, turbidez e micro-organismos com potencial patogênico. Nos dias atuais o conceito

de padrões de potabilidade da água adquiriu maior complexidade em função da presença de outras substâncias intituladas contaminantes de interesse emergente (CIE) que são tão prejudiciais quanto às citadas anteriormente e que vem sendo detectadas a níveis traços ( $\text{ng L}^{-1}$  a  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), podendo causar sérios danos a biota aquática e por consequência ao ser humano (MONTAGNER; VIDAL; ACAYABA., 2017; ÁLVAREZ- RUIZ; PICÓ, 2020; BOGER et al., 2021).

Os CIEs são substâncias químicas de origem antrópica ou natural, cuja ocorrência ou relevância no ambiente foi constatada a partir do início da década de 1990, com o advento de técnicas hífenadas como a cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massas (HPLC-MS), viabilizando atingir limites de detecção em menores concentrações. Os CIEs conferem real ou potencial ameaça à saúde humana e/ou ambiente, não possuindo legislação que estabeleça tanto os padrões de potabilidade quanto os níveis de toxicidade seguro (MONTAGNER; VIDAL; ACAYABA., 2017; BOGER et al., 2021), existindo uma diversidade de classes de compostos, a saber: (i) hormônios; (ii) produtos de higiene pessoal; (iii) fármacos; (iv) fârmacos; (v) pesticidas; (vi) drogas ilícitas; (vii) corantes; (viii) retardantes de chama bromados; (ix) nanomateriais; (x) microplásticos entre outros (OLIVEIRA et al., 2020; PIVETTA et al., 2020; BOGER et al., 2021), conforme apresentado na Figura 2.

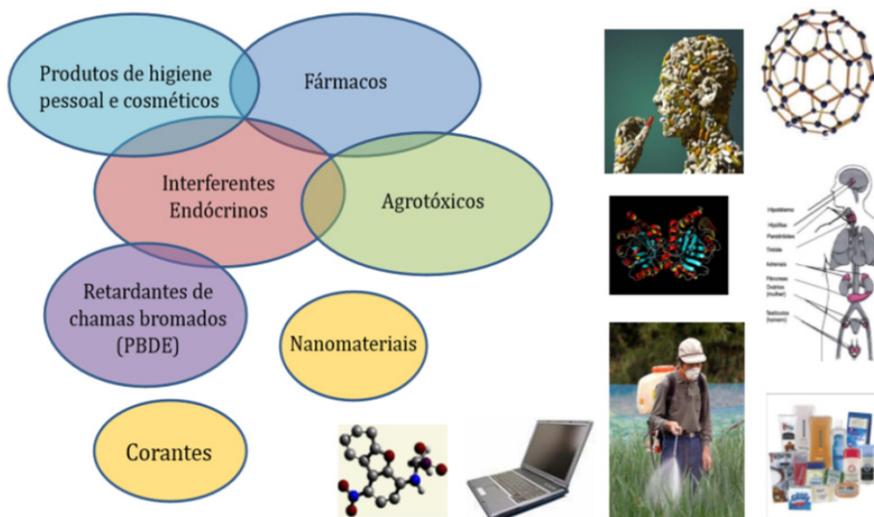


Figura 2: algumas classes de contaminantes de interesse emergente

Fonte: Acervo do autor (2020).

Neste sentido, os CIE chegam aos compartimentos aquáticos por diferentes vias: (i) excreção humana e animal; (ii) descarte de resíduos em aterros sanitários e estações de tratamento de esgoto industriais; (iii) produtos de higiene pessoal na rede de esgoto e (iv) pesticidas utilizados na agricultura que sofrem lixiviação (STARLING et al., 2019; CARTAXO et al., 2020). Todas estas rotas de entrada de CIE podem ser resumidas pelo esquema apresentado na Figura 3.

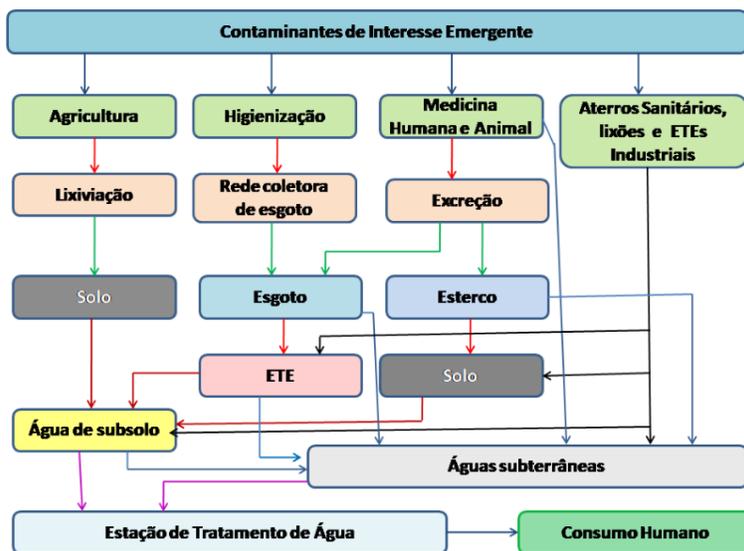


Figura 3: Possíveis rotas de entrada e distribuição dos CIE no ambiente

Fonte: O autor (2020).

Os primeiros relatos sobre a presença de CIE em ambientes aquáticos datam de 1970, nos Estados Unidos com a determinação de ácido clofíbrico em Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) na faixa de  $0,8$  a  $2,0 \mu\text{g L}^{-1}$  (GARRISON; POPPE; ALLEN, 1976). Na mesma década foram encontrados hormônios (TABAK; BUNCH, 1970), ácido salicílico, metabólito dos antilipêmicos, clofibrato e etofibrato na ordem de  $\mu\text{g L}^{-1}$  (HIGNITE; AZARNOFF, 1977). Na década seguinte (1980), a presença de fármacos em águas de rios do Reino Unido foi determinada na concentração de  $1,0 \mu\text{g L}^{-1}$  (RICHARDSON; BOWRON, 1985). Outros estudos feitos no Canadá determinaram ibuprofeno e naproxeno em amostras de ETE (ROGERS et al., 1986).

No Brasil, as primeiras pesquisas relacionadas aos CIEs datam de 1995 com o estudo de Lanchote e colaboradores que determinaram pesticidas da classe das triazinas no Córrego Espreado na região de Ribeirão Preto no estado de São Paulo. Em 1997, Stumpf

e colaboradores avaliaram a presença de 60 pesticidas na Lagoa de Jurnaíba, na região dos Grandes Lagos no Rio de Janeiro, e de sub-produtos do processo de desinfecção de águas proveniente da mesma lagoa. Em 1999, estes mesmos pesquisadores, estudaram a remoção de fármacos e hormônios em ETE e a presença em águas superficiais da bacia do rio Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro.

Embora presentes em baixas concentrações, os CIE possuem propriedades físicas e químicas como persistência, volatilidade e lipofilicidade (capacidade de uma substância química ser dissolvida em lipídios) que podem afetar os diferentes ecossistemas em especial a biota aquática e a saúde humana, em diferentes matrizes aquáticas (CARTAXO et al., 2020; PIVETTA et al., 2020). Além disso, têm apresentado o desencadeamento de efeitos colaterais oriundos da exposição de certos organismos a determinadas substâncias, tais como: (i) toxicidade aquática aguda e genotoxicidade; (ii) perturbação endócrina em animais selvagens; (iii) seleção de bactérias multirresistentes (micro-organismos que possuem resistência a diferentes classes de antimicrobianos) e (iv) feminização de peixes masculinos (SOUZA et al., 2020; RAMOS et al., 2021).

Além destes, existem aqueles relacionados à saúde humana, como: (i) aumento da incidência de câncer de mama, testicular e próstata; (ii) redução da contagem de espermatozoides; (iii) infertilidade; (iv) abortos espontâneos; (v) distúrbios metabólicos; (vi) incidência de tumores malignos; (vii) endometriose (distúrbio no qual o tecido que reveste o útero cresce fora do mesmo, causando dor e irregularidades menstruais) e (viii) riscos associados a resistência de bactérias a antibióticos (STARLING et al., 2019; SCHEEL et al., 2020).

Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo apresentar um levantamento da literatura de pesquisas recentes realizadas no Brasil que detectaram e quantificaram CIE em águas de superfície, bem como estudos ecotoxicológicos realizados em organismos de diferentes níveis tróficos. Espera-se que este trabalho, desperte a conscientização do leitor em relação aos riscos associados à exposição curta ou prolongada aos CIE. Incentivando a população a exigir a reformulação da atual legislação referente aos padrões da qualidade da água para fins potáveis, incluindo os CIE com limites máximos a serem detectados e que estabeleça níveis seguros de toxicidade frente à exposição a estes contaminantes.

## 1.1 Fármacos em águas superficiais no Brasil

A presença de fármacos no ambiente é resultante das quantidades produzidas e usadas de forma intensiva e/ou extensiva no tratamento de animais e seres humanos. Esses compostos apresentam algumas propriedades intrínsecas como: lipofilicidade, baixa volatilidade e biodegradabilidade que favorecem a bioacumulação (processo de acúmulo de substâncias em um organismo) destes no ambiente que são introduzidos, iniciando-se pela contaminação de compartimentos aquáticos que se distribui ao longo de toda a cadeia alimentar (AMÉRICO-PINHEIRO et al., 2017; ARSAND et al., 2020).

Os fármacos foram e são desenvolvidos para serem persistentes, mantendo suas propriedades químicas para atender um determinado fim terapêutico, sendo absorvidos pelo organismo e metabolizados. No entanto, grande parte destes compostos são excretados de forma inalterada (de 50 a 90% do princípio ativo), passando pelos processos convencionais de tratamento de esgoto e lançados em águas de superfície que se distribui por toda a biota aquática (VERAS et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2020), conforme trabalhos apresentados.

Américo – Pinheiro e colaboradores (2017) investigaram a presença dos anti-inflamatórios diclofenaco e naproxeno no córrego do Onça, localizado no perímetro urbano da cidade de Três Lagoas/MS, sendo quantificado 5,5 e 21  $\mu\text{g L}^{-1}$ , respectivamente. Em 2019, Veras e colaboradores identificaram o analgésico paracetamol e o anti-inflamatório diclofenaco no rio Beberibe no município de Olinda/PE, sendo quantificado, respectivamente, 42 e 21  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Já Arsand e colaboradores (2020) avaliaram os antibióticos: azitromicina, cefalexina, ciprofloxacina, clindamicina, norfloxacina, sulfadiazina, sulfametoxazol e trimetoprima no rio Dilúvio na cidade de Porto Alegre/RS, obtendo concentrações de 0,34  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Por outro lado, Pivetta e colaboradores (2020) investigaram os psicotrópicos: alprazolam, amitriptilina, bupropion, carbamazepina, clonazepam, escitalopram, fluoxetina, nortriptilina, sertralina e trazadona no rio Atibaia na região de Campinas/SP em uma concentração que variou de 0,025 a 3,53  $\mu\text{g L}^{-1}$ . Chaves e colaboradores (2020) investigaram o antimicrobiano triclosan (de 0,12 a 0,15  $\mu\text{g L}^{-1}$ ), o antifúngico ceteconazol (de 0,005 a 0,30  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) e o hipertensivo arterial e pulmonar nifedipino (de 0,001 a 0,078  $\mu\text{g L}^{-1}$ ) nos rios Bacanga e Anil na cidade de São Luís/MA. Por fim, Boger e colaboradores (2021) avaliaram a presença dos antibióticos: azitromicina, amoxicilina, norfloxacina, ciprofloxacina, doxiciclina e sulfametoxazol nos rios Belém e Barigui na cidade de Curitiba/PR em concentrações que variaram entre 0,13 a 4,63  $\mu\text{g L}^{-1}$ .

A presença destes e de outros fármacos em águas superficiais tem apresentado diferentes efeitos toxicológicos desde a biota aquática até o ser humano, sendo que a maioria dos ensaios são realizados com organismos que respondem a efeitos toxicológicos a curto, médio e longo prazo, sendo que o último ainda é pouco conhecido e/ou controverso, apresentando muitas incertezas e desafios até o momento (GOMES et al., 2020; OLIVEIRA et al., 2020). Sabe-se que os fármacos podem proporcionar diversos danos morfológicos, metabólitos e até alterações sexuais em animais. Dentre estas alterações, podemos citar: (i) produção de espermatozoides defeituosos ou em menor quantidade; (ii) feminização de diferentes espécies masculinas; (iii) diminuição da capacidade de reprodução entre outros (ARSANDO et al., 2020; CHAVES et al., 2020).

Dentre a classe de fármacos os antibióticos requerem uma atenção especial, visto que sua presença na biota aquática vem trazendo inúmeros prejuízos aos organismos deste habitat, entre os quais: (i) toxicidade biológica; (ii) resistência bacteriana e genotoxicidade; (iii) alterações endócrinas; (iv) resistência de genes dentre outros (ARSAND et al., 2020; GOMES et al., 2020; BOGER et al., 2021).

Fármacos com propriedades anti-inflamatórias, tais como o diclofenaco podem ocasionar diferentes efeitos tanto em organismos da biota aquática quanto de outros ecossistemas, tais como: (i) toxicidade aguda e imunogenicidade (ativação do linfonodo) em bactérias, fungos e plantas; (ii) citopenia (deficiência em células sanguíneas) imunológica em peixes; (iii) inibição da síntese das prostaglandinas (grupo de lipídios responsáveis pelo controle da inflamação, fluxo sanguíneo, formação de coágulos e indução do parto); (iv) inibição da fosforilação oxidativa (síntese de ATP) em mitocôndrias do fígado; (v) citotoxicidade (dano causado a células por substâncias químicas) e hepatotoxicidade (dano no fígado causado por substâncias químicas) em mamíferos; (vi) lesão do intestino delgado (ratos); (vii) morte celular; e (viii) fragmentação do DNA genômico de hepatócitos induzida em diferentes classes de mamíferos, inclusive o homem (SATHISHKUMAR et al., 2020).

## 1.2 Pesticidas em águas superficiais do Brasil

Os pesticidas (defensivos agrícolas, agroquímicos, agrotóxicos ou produtos fitossanitários) são uma classe de substâncias químicas sintéticas que possuem a capacidade de eliminar ou controlar um organismo indesejável nas lavouras de diferentes culturas, uso doméstico, industrial dentre outros (CHIARRELO et al., 2017; TARLEY et al., 2021). Estes compostos são, majoritariamente, organoclorados e bastante persistentes, apresentando: (i) baixa solubilidade em água; (ii) alta solubilidade em ambientes lipofílicos e (iii) alta toxicidade para insetos (RAMOS et al., 2021; TARLEY et al., 2021).

O Brasil esta entre os três maiores consumidores de pesticida do mundo. A China ocupa o primeiro lugar, com 1,8 milhão de toneladas de ingrediente ativo/ano. Em segundo lugar, o Brasil e os Estados Unidos consomem 0,4 milhão de ton/ano. Já em relação à movimentação do mercado financeiro, Brasil e EUA vêm se revezando entre 1º e 2º posição nesta última década com US\$ 9,5 bilhões em venda, seguido da China com US\$ 8,0 bilhões (FRIEDRICH, 2013; REMBISCHEVSKI; CALDAS et al., 2018). Em função deste aumento no consumo de pesticidas, sua presença vem sendo cada vez mais detectada em águas superficiais em diferentes cidades e regiões do Brasil levando a maior contaminação dos recursos hídricos, que pode ocorrer por: (i) lixiviação do solo; (ii) chuva; (iii) lavagem dos tanques de pulverização e (iv) por aplicação aérea, vindo a desencadear diferentes efeitos a biota aquática e aos diferentes ecossistemas, aumentando a exposição humana a estes compostos (BERTI et al., 2009; FRIEDRICH, 2013; DELLA-FLORA et al., 2020).

Diante disso, inúmeros trabalhos vêm sendo publicados na última década que relacionam detecção e quantificação destes contaminantes em águas (DELLA-FLORA et al., 2020; RAMOS et al., 2021).

Machado e colaboradores (2016) realizaram um estudo de monitoramento de inúmeros pesticidas em vinte e duas capitais do Brasil, no período de 2011 a 2012. Sendo detectados e quantificados com maior frequência os pesticidas: atrazina ( $0,32 \mu\text{g L}^{-1}$ ), ametrina ( $0,27 \mu\text{g L}^{-1}$ ), hexazinona ( $0,21 \mu\text{g L}^{-1}$ ) e tebutiuron ( $1,02 \mu\text{g L}^{-1}$ ) em águas

superficiais localizadas nas capitais dos estados, sendo que muitas são utilizadas para fins de abastecimento público.

Nascimento e colaboradores (2018) avaliaram a presença dos percursos do pesticida sulfluramida: N-etil perfluorooctano sulfonamida ( $5,4 \mu\text{g kg}^{-1}$ ), perfluorooctano sulfonato ( $979 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) e per e polifluoroalquil ( $1,02 \mu\text{g kg}^{-1}$ ) em um rio no município de Salvador/BA.

Portal e colaboradores (2018) investigaram a presença de ametrina, atrazina, metil paration, carbaril e hexazinona em água de um rio utilizada para abastecimento do assentamento Zumbi dos Palmares na região norte do estado do Rio de Janeiro, com concentrações que variaram de  $0,14$  a  $1,17 \mu\text{g L}^{-1}$ . Excessão se fez a atrazina e metil paration que apresentaram uma concentração, respectivamente, de  $9,0$  e  $2,0 \mu\text{g L}^{-1}$  o que indica que esta fonte de captação está totalmente inapropriada para o consumo humano.

Fernandes e colaboradores (2019) determinaram e quantificaram glifosato (de  $0,010$  a  $0,31 \mu\text{g g}^{-1}$ ) e o seu subproduto ácido aminometilfosfônico (de  $0,05$  a  $0,67 \mu\text{g g}^{-1}$ ) no rio Guaporé no município de Santa Maria/RS no ano de 2016.

Valenzuela, Menezes e Cardeal (2019) detectaram 29 tipos de pesticidas na bacia do rio São Francisco no estado de Minas Gerais em concentrações que variaram de  $0,012$  a  $40 \mu\text{g L}^{-1}$ .

Della-Flora e colaboradores (2020) avaliaram a presença do pesticida atrazina e desetilatraxina e deisopropylatraxina que são subprodutos da atrazina, em três bacias hidrográficas do estado do Paraná. Os estudos apontaram a presença de  $2,89 \mu\text{g L}^{-1}$  de atrazina (valor acima do estabelecido pela legislação brasileira) e,  $0,8$  e  $1,22 \mu\text{g L}^{-1}$ , respectivamente, de desetilatraxina e deisopropylatraxina.

A presença de pesticidas em águas superficiais vem sendo considerada a contaminação mais grave de recursos hídricos em função de atividades antrópicas, uma vez que foram desenvolvidas para eliminar alguma espécie de ser vivo que acabam atingindo outras espécies não-alvo. Logo, sua exposição tem apresentado diferentes efeitos toxicológicos desde a biota aquática até o ser humano (BERTI et al., 2009; MILESI et al., 2020; SILVA et al., 2020).

Macinnis-Ng e Ralph (2003) estudaram a exposição da planta *Zostera capricorni* a herbicidas. Os ensaios demonstraram que a espécie avaliada sofreu grandes impactos em relação a sua atividade e produção de pigmentos fotossintéticos.

Mckinlay e colaboradores (2008) avaliaram a associação da desregulação endócrina de organismos de diferentes níveis tróficos a uma classe de 17 pesticidas (entre os quais: a atrazina, fipronil e o tebuconazol), sendo verificado: (i) agonismo e antagonismo das funções dos receptores de hormônios (*in vivo* ou *in vitro*); (ii) desregulação hormonal hipotálamo pituitária (em anfíbios); (iii) inibição ou indução de prolactina, progesterona, insulina, glicorticóides, tireoideanos e (iv) indução ou inibição da enzima aromatase, conversor de andrógenos em estrógenos (peixes).

Milesi e colaboradores (2020) avaliaram a toxicologia do pesticida organoclorado Endosulfan no organismo humano que se dá por diferentes vias de contaminação. Sua ação endócrina pode afetar: (i) a função reprodutiva dos machos e fêmeas; (ii) as propriedades estrogênicas *in vitro* e *in vivo*; (iii) o desenvolvimento uterino; (iv) a fertilidade feminina e (v) a diferenciação funcional uterina no início da gestação, após exposições a longo prazo.

## 2 | CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível evidenciar que em todas as regiões do Brasil, as águas superficiais estão contaminadas com inúmeros resíduos de fármacos e pesticidas de variadas classes que desencadeiam diversos efeitos toxicológicos em todos os ecossistemas existentes no país. A falta de investimento em saneamento, visando universalizá-lo em todo o território nacional associado a escassez de recursos destinados ao desenvolvimento de ciência e tecnologia que visem aperfeiçoar os processos convencionais de tratamento de água e esgoto já existentes, garantindo uma água de melhor qualidade para fins potáveis ou não. Além disso, é urgente a reformulação da legislação que inclua estes contaminantes e estabeleça uma concentração segura, garantindo uma menor exposição a efeitos tóxicos agudos e crônicos, já comprovados cientificamente. Por outro lado, o país precisa repensar a política de expansão de atividades agropecuárias que estimulam o uso excessivo e indiscriminado de fármacos e pesticidas, garantindo uma maior segurança e saúde para as pessoas que vivem ou trabalham no campo.

## REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ- RUIZ, R.; PICÓ, Y. **Analysis of emerging and related pollutants in aquatic biota. Trends in Environmental Analytical Chemistry**, v. 25, p. e00082, 2020.

AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P. et al. Occurrence of diclofenac and naproxen in surface in the Três Lagoas (MS) city and water temperature influence in the detection of these anti-inflammatories. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 31, p. 429-435, 2017.

ARSAND, J. B. et al. Presence of antibiotic resistance genes and its association with antibiotic occurrence in Dilúvio River in southern Brazil. **Science of the Total Environment**, v. 738, p. 139781, 2020.

BERTI, A. P. et al. Efeitos da contaminação do ambiente aquático por óleos e agrotóxicos. **Revista Saúde e Biologia**, v.4, n.1, p. 45-51, 2009.

BOGER, B. et al. Occurrence of antibiotics and antibiotic resistant bacteria in subtropical urban Rivers in Brazil. **Journal of Hazardous Materials**, v. 402, p.123448, 2021.

CARTAXO, A. S. B. et al. Emerging contaminants in Waters intended for human consumption: occurrence, implications and treatment technologies. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p.61814-61827, 2020.

CHIARELLO, M. et al. Determination of pesticides in water and seiment by HPLC-HRMS and its relationship with the use land occupation. **Química Nova**, v. 40, n.2, p. 158-165, 2017.

DELLA-FLORA, A. et al. Comprehensive investigation of pesticides in Brazilian surface water by high resolution mass spectrometry screening and gas chromatography-mass spectrometry quantitative analysis. **Science of the Total Environment**, v.669, p. 248-257, 2019.

FERNANDES, G. et al. Indiscriminate useof glyphosate impregnates river epilithic biofilms in southern Brazil. **Science of the Total Enviroment**, v. 651, p. 1377-1387, 2019.

FRIEDRICH, K. Challenges to toxicological evaluation of pesticides in Brazil: endocrine disruption and immunotoxicity. **Vigilância Sanitária em Debate**, v.1, n.2, p. 2-15, 2013.

GARRISON, A. W.; POPE, J. D.; ALLEN, F. R. Analysis of organic compounds in domestic wastewater. In: KEITH, C. H. (Ed.). Identification and analysis of organic pollutants in water. Michigan: **Ann Arbor Science**, p. 517-566, 1976.

HIGNITE, C.; AZARNOFF, D. L. Drugs and drug metabolites as environmetal contaminants: chlorophenoxyisobutyrate and salicylic acid in sewage water effluent. **Life Sciences**, v. 20, p. 337-341, 1977.

LANCHOTE, V. L. et al. HPLC screening and GC-MS confirmation of triazines herbicides residues in drinking water from sugar cane área in Brazil. **Water, Air and Soil Pollution**, v. 118, n.3-4,p.329-338, 2000.

MACINNIS-NG, C.M.O.; RALPH, P.J. Short-term response and recovery of *Zostera capricorni* photosynthesis after herbicide exposure. **Aquatic Botany**, v. 76, p.1–15, 2003.

MCKINLAY, R. et al. Endocrine disrupting pesticides: implications for risk assessment. **Environment International**, v. 34, n.2, p. 168-183, 2008.

MILESI, M. M.; et al. Posnatal exposure to endosulfan affects uterine development and fertility. **Molecular and Celular Endocrinology**, v. 511, p. 110855, 2020.

MONTAGNER, C. C.; VIDAL, C.; ACAYABA, R. D. Contaminantes emergentes em matrizes aquáticas do Brasil: Cenário atual e aspectos analíticos, ecotoxicológicos e regulatórios. **Química Nova**, v. 40, n. 9, p. 1094-1110, 2017.

NASCIMENTO, R. A. et al. Sulfluramid use in Brazilian agriculture: a source of per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) to the environment. **Environment Pollution**, v. 242, p. 1436-1443, 2018.

OLIVEIRA, M. et al. Pharmaceuticals residues and xenobiotics contaminants: occurrence, analytical techniques and sustainable alternatives for wastewater treatment. **Science of the Total Environment**, v. 705, p. 135568, 2020.

PIVETTA, R. C. et al. Tracking the occurrence of psychotropic pharmaceuticals in Brazilian wastewater treatment plants and surface water, with assessment of environmental risks. **Science of the Total Environment**, v.727, p.138661, 2020.

PORTAL, T. P. et al. Na integrated assessment of water quality in a land reform settlement in northern Rio de Janeiro state, Brazil. **Heliyon**, v. 5, p. e01295, 2019.

RAMOS, R. L. et al. Phenolic compounds seasonal occurrence and risk assessment in surface and treated Waters in Minas Gerais – Brazil. **Environmental Pollution**, v. 208, p. 1115782, 2021.

REMBISCHEVSKI, P.; CALDAS, E. D. Agrochemicals for pest control in Brazil: critical analysis of the use of the term agrotóxico as a tool for risk communication. **Vigilância Sanitária em Debate**, v. 6, n. 4, p. 2-12, 2018.

RICHARDSON, M. L.; BOWRON, J. M. The fate of pharmaceutical chemicals in the aquatic environmental. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 37, p. 1-12, 1985.

ROGERS, I. H.; BIRTWELL, I. K.; KRZYNYSKI, G. M. Organic extractables in municipal wastewater of Vancouver, British Columbia. **Canadian Journal Water Pollution Research**, v. 21, p. 187-204, 1986.

SCHEEL, G. L. TARLEY, C. R. T. Simultaneous microextraction of carbendazim, fipronil and picoxystrobin in naturally and artificial occurring water bodies by water-induced supramolecular solvent and determination by HPLC-DAD. **Journal of Molecular Liquids**, v. 297, p.111897, 2020.

SATHISKUMAR, P. et al. Occurrence, interactive effects and ecological risk of diclofenac in environmental compartments and biota – a review. **Science of the Total Environment**, v. 698, p. 134057, 2020.

SILVA, D. C. V. R. et al. Predicting zebrafish spatial avoidance triggered by discharges of dairy wastewater: Na experimental approach on self purification in a model river. **Environmental Pollution**, v. 266, p. 115325, 2020.

SOUZA, R. M. et al. Occurrence, impacts and general aspects of pesticides in surface water: A review. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 135, p. 22-37, 2020.

STARLING, M. C. V. M.; AMORIM, C. C.; LEÃO, M. M. D. Occurrence, control and fate of contaminants of emerging concern in environmental compartments in Brazil. **Journal of Hazardous Materials**, v. 372, p. 17-36, 2019.

STUMPF, M. et al. Organic Residues in Lake and Drinking Water from the Lagoa de Juturnaíba (Região dos Lagos – RJ, Brazil). **Journal Brazilian Chemical Society**, v.8, n. 5, p. 509-514, 1997.

STUMPF, M. et al. Polar drug residues in sewage and natural Waters in the state of Rio de Janeiro, Brazil. **The Science of the Total Environment**, v. 225, p. 135-141, 1999.

TABAK, H. H.; BUNH, R. L. Steroid hormones as water pollutants. I. Metabolismo of natural and synthetic ovulation-inhibiting hormones by microorganisms of activated sludge and primary settled sewage. **Developments in Industrial Microbiology**, v. 11, p. 367-376, 1970.

TARLEY, C. R. T. et al. Development of selective preconcentration/clean-up method for imidazolinone herbicides determination in natural and Rice samples by HPLC- PAD using imazethapyr imprinted poly (vinylimidazole –TRIM). **Food Chemistry**, v. 334, p. 127345, 2021.

VALENZUELA, E. F.; MENEZES, H. C.; CARDEAL, Z. L. New passive sampling device for effective monitoring of pesticides in water. **Analytica Chimica Acta**, v. 1054, p. 26-37, 2019.

VERAS, T. B. et al. Analysis of the presence of anti-inflammatories drugs in surface water: A case study in Beberibe river – PE, Brazil. **Chemosphere**, v.222, p. 961-969, 2019.

## O PROGRAMA OLHO D'ÁGUA E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA O ENFRENTAMENTO DA CRISE HÍDRICA EM PRESIDENTE KENNEDY-ES

*Data de aceite: 01/02/2021*

**Carla Corrêa Pacheco Gomes**

Faculdade Vale do Cricaré-FVC  
ORCID n° 0000-0002-9723-9389

**Geane Pacheco da Silva Florindo**

Faculdade Vale do Cricaré-FVC  
ORCID n° 0000-0002-4100-7626

**Katia Corrêa Pacheco**

Faculdade Vale do Cricaré-FVC  
ORCID n° 0000-0003-2023-0447

**Róger Costa Fonseca**

Faculdade Vale do Cricaré-FVC  
ORCID n° 0000-0003-1854-7453

**Desirée Gonçalves Raggi**

Faculdade Vale do Cricaré-FVC  
ORCID n° 0000-0003-2856-7749

**RESUMO:** O trabalho apresenta o processo de implantação do Programa Olho D'Água, no município de Presidente Kennedy (ES), o qual buscava identificar as nascentes que precisavam ser recuperadas, em resposta à grande crise hídrica que, em 2014/2015, afetou significativamente o município. Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa, cujos referenciais teóricos fundam-se em documentos oficiais e dados coletados pela Secretaria de Meio Ambiente da prefeitura além de entrevistas aplicadas aos agricultores. Este programa foi apresentado aos agricultores por meio dos

técnicos da Secretaria de Meio Ambiente que não apenas identificaram as nascentes, mas também implantaram um plano de ação para modificar a situação, apontando as consequências que essa crise poderia trazer às suas lavouras e plantações. Os resultados, apesar de tímidos, já aparecem e a natureza dá os primeiros sinais, sendo possível verificar a água em áreas outrora secas, como foi constatado na região próxima à divisa do estado do Rio de Janeiro e em localidades próximas à BR 101.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nascentes, Recuperação, Crise hídrica.

### THE OLHO D'ÁGUA PROGRAM AND ITS CONTRIBUTIONS TO FACE THE WATER CRISIS IN PRESIDENTE KENNEDY-ES

**ABSTRACT:** The work presents the implementation process of the Olho D'Água Program, in the municipality of Presidente Kennedy (ES), which sought to identify the springs that needed to be recovered, as a response to the great water crisis that, in 2014/2015, significantly affected the County. This program was presented to farmers through the technicians from the Environment Secretariat who not only identified the springs, but also implemented an action plan to change the situation, pointing out the consequences that this crisis could bring to their crops and plantations. It is a qualitative – quantitative research, whose theoretical references are based on official documents and data collected by the City's Environment Secretariat. Although timid, results already appear and nature gives the first signs, being possible to check water springs in areas that were once dry,

as was observed in the region near the border of the state of Rio de Janeiro and in locations close to BR 101.

**KEYWORDS:** Springs, Recovery, Water Crisis.

## 1 | INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural essencial para a vida humana, bem como para a vida na Terra. Na agricultura, a água é importante no plantio, no cultivo e na colheita e pós-colheita. A Terra é constituída por extensas massas de água, aquíferos, rios, mares, lagos, correspondendo à hidrosfera, que compõe o planeta. A água está no nosso corpo e na nossa vida, mas, e na natureza? Qual a importância da água para o equilíbrio ecológico da terra? Que papel desempenha esse recurso tão valioso e o que aconteceria se o perdêssemos ou se ele não existisse? A água desempenha papel fundamental na vida do ser humano, pois um adulto contém em torno de 60% (homem) a 55% (mulher) de seu corpo composto de água, da mesma forma, a água é o principal recurso para o desenvolvimento de todos os seres vivos, auxiliando nos processos vitais.

Considerando-se que nosso modo de vida, como residentes em um país emergente, exige mais de nossas necessidades biológicas, o consumo maior de água torna-se uma exigência. Água é elemento essencial e indispensável à manutenção da vida, não apenas por suas características relacionadas ao ciclo fisiológico dos seres vivos, mas também, pelo fato de que nenhum processo metabólico ocorre sem sua ação direta ou indireta (SOUZA; MORAES; SONODA; SANTOS, 2014).

Ocorre que no mundo atual, ainda existem diversas situações de descaso com a utilização de recursos hídricos associados aos problemas ambientais como os desmatamentos que se intensificaram nos últimos anos. Segundo dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), na década de 1980, ocorreram, em média, dez secas no mundo, provocando prejuízos desastrosos que, desde então, comprometeram o abastecimento da água, razão pela qual é de fundamental importância utilizá-la de forma racional.

A sustentabilidade pode ser compreendida como a utilização dos recursos naturais no planeta de modo a satisfazer às necessidades humanas, sem comprometer as necessidades e as ansiedades das gerações futuras. Em outras palavras, a sustentabilidade ambiental representa um equilíbrio entre as necessidades do ser humano e do meio ambiente, compreendido em sua totalidade (FEIL; SCHREIDER, 2017). Pensando nisso, o Brasil conta com a Agência Nacional de Águas (ANA), a qual destaca que a demanda pela água no país deve aumentar em 30% até o ano de 2030. Desse modo, urge estimular iniciativas e ações concretas em relação à utilização e consumo da água, a fim de manter esse recurso disponível por mais tempo no planeta.

No contexto brasileiro, a falta de água afetou inúmeras regiões e cidades nas últimas décadas. No estado do Espírito Santo, por exemplo, o município de Presidente Kennedy foi duramente castigado em 2014/2015 pela falta da água, atingindo os animais, que não suportaram a seca e foram dizimados. No mesmo período de estiagem, com a diminuição do volume de águas do Rio Itabapoana, o mar avançou 10 quilômetros, adentrando seu leito, fazendo com que os moradores do município de Presidente Kennedy convivessem com o racionamento, posto que a água que abastecia algumas comunidades ficou imprópria para uso. Para solucionar esse problema, foi construído um reservatório com a intenção de abastecer as comunidades no período em que a água se encontrava com elevado teor de salinidade.

Esse período de estiagem representou uma das piores secas dos últimos anos no município. Os gestores buscaram meios para preservar os mananciais e criaram o Programa Olho D'Água, por meio da Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente, com a finalidade de estimular ações para a recuperação das nascentes. O público-alvo do projeto foram os agricultores e pecuaristas da região de Kennedy (ES), município ao sul do estado, na divisa com o litoral norte fluminense.

Nesse contexto, consideramos relevante descrever como ocorreu a implantação do referido programa, cujos dados foram obtidos em documentos do arquivo da Secretaria de Meio Ambiente do município de Presidente Kennedy (ES) e conforme apontado em algumas entrevistas aleatórias aplicadas aos proprietários rurais.

## **2 | ÁGUA: RECURSO ESSENCIAL PARA A VIDA E PARA O FUNCIONAMENTO DOS ECOSISTEMAS**

A água é um dos maiores recursos naturais da Terra, mas apenas 3% de sua composição global é de água doce, dos quais apenas 1/3 é acessível para uso na agricultura e nas cidades. O restante encontra-se congelado nas regiões polares confinado nos aquíferos. Atualmente, a principal fonte de água para mais de 2 bilhões de pessoas mundo afora são os aquíferos – depósitos subterrâneos de água doce.

O aumento no consumo global de água doce levou ao esgotamento de mais da metade dos maiores aquíferos mundiais, o que é um problema que provavelmente agravará à medida em que a demanda aumentar. Nesse ritmo, as reservas de água doce necessárias para garantir a segurança básica de água deverão reduzir em torno de 40% do total.

À medida em que a temperatura do planeta aumenta, tais mudanças climáticas podem ameaçar ecossistemas que protegem os recursos hídricos vitais. O aumento populacional dos países demanda uma busca maior por recursos que garantam não somente a existência, mas a qualidade de vida das pessoas. Com isso, pode ocorrer um desequilíbrio não somente em relação ao aumento do consumo e da produção, mas também das áreas ocupadas por construções e ocupações. Esse crescimento ocorreu, inicialmente, sem a devida preocupação com os recursos naturais, vez que ainda não havia a percepção

clara de que a natureza não se recuperava no mesmo ritmo em que os recursos eram explorados. Também não se articulava a necessidade de um plano de desenvolvimento baseado nos princípios da sustentabilidade ambiental.

Nesse sentido, Oliveira (2016) destaca que, em consequência do aumento da população mundial e da frequente intervenção do homem sobre os recursos naturais, as fontes de água vêm sofrendo um processo de degradação da sua qualidade e redução das suas reservas disponíveis. Essa situação tem gerado escassez de água potável em diversos lugares no mundo, causando, por um lado, problemas de saúde pública e sociais e, por outro lado, sensibilizou um grande número de pessoas a comprometerem-se com maior responsabilidade na utilização dos recursos naturais, em especial os hídricos. Diante disso, emerge a urgência em se adotarem novos protocolos sociais, políticos e econômicos referentes à exploração desses recursos, como evidencia o princípio da sustentabilidade, segundo o qual os recursos naturais para a satisfação das necessidades presentes, não devem comprometer a satisfação das necessidades das gerações futuras (PEREIRA, 2011, p. 66).

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9.433/97, prioriza a sustentabilidade dos corpos hídricos, quando estabelece, entre seus objetivos, assegurar à atual e às futuras gerações, a necessária disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (BRASIL, 1997). Apesar de o país ser considerado uma nação com abundantes recursos hídricos, isso não legitima o uso abusivo da água e a adoção de práticas irresponsáveis, como desmatamento, descarte incorreto do lixo e uso inadequado de produtos químicos, o que colocaria em risco os mananciais, sem considerar a limitação destes de se recuperarem. É pertinente enfatizar que 12% da água doce do mundo encontra-se em território brasileiro, porém, há uma distribuição espacial desigual dos recursos hídricos no país. Aproximadamente 80% da disponibilidade hídrica do Brasil está concentrada na Região Hidrográfica Amazônica (ANA, 2013), porém outras regiões no país enfrentam privações com a escassez da água.

Sendo assim, e com o intuito de preservar esse bem natural, garantindo-o às futuras gerações, inúmeras ações para incentivar o uso sustentável da água vêm sendo difundidas e implementadas em todo o Brasil, por meio de campanhas que incentivam a mudança de valores e de atitudes e envolvem desde evitar o banho demorado a projetos de recuperação de mananciais. Da mesma forma, em relação aos mananciais é importante apontar o conceito de nascente, a qual, segundo o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), configura-se como o local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea (BRASIL, 2002, art. 2º; II). Há inúmeros conceitos para defini-la, sendo também conhecida por uma variedade de nomes, como olho d'água, fio d'água, fonte, exsurgência ou cabeceira. Um dos conceitos mais reconhecidos para nascente seria o afloramento de um lençol subterrâneo na superfície terrestre, originando cursos de água grandes, como rios, ou pequenos, como os córregos, os ribeirões, regos e riachos.

Um dos elementos mais importantes do sistema hidrológico, a água exerce papel de extrema relevância ambiental, sendo fonte de vida para os humanos e demais organismos vivos. Historicamente, as vilas e povoados sempre surgiram, e se desenvolveram, em torno de uma nascente ou um corpo d'água, um riacho ou rio; até mesmo nos desertos, pequenos povoados surgem ao redor de um oásis. Por conseguinte, as nascentes presenciaram o início do surgimento das primeiras culturas, tendo sido determinantes para seu progresso, cumprindo papel político e social. Tundisi (1999) corrobora com esse pensamento ao afirmar que o desenvolvimento econômico e social, de qualquer país, está fundamentado na disponibilidade, e na qualidade de conservação e proteção dos recursos hídricos.

Acima de sua importância para o surgimento e progresso das cidades e povoados, as nascentes alimentam rios, lagos e lagoas, irrigam todos os tipos de solo, saciam a sede das inúmeras espécies de animais e fornecem a água necessária para todo tipo de atividade humana. Assim, a riqueza da biodiversidade está estritamente relacionada à disponibilidade de água.

Em virtude disso, está a relevância da recuperação e da preservação dos mananciais, fundamentado na legislação, cujo objetivo é amparar todo o processo desenvolvido e gerar benefícios para a população. Como uma das leis direcionadas às nascentes, a Resolução nº 303/2002 do Conama dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanentes (APP) e outros espaços territoriais, os quais são protegidos como instrumentos de relevante interesse ambiental e integram o desenvolvimento sustentável. São consideradas APP as nascentes ou olhos d'água, locais em que aflora naturalmente a água subterrânea, mesmo de forma intermitente. Também como apoio, há o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) um dos instrumentos orientadores da gestão das águas no Brasil, configurando-se como o conjunto de diretrizes, metas e programas que compõem o plano estabelecido em amplo processo de mobilização e participação social. O documento final foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em 30 de janeiro de 2006.

O Congresso Nacional promulgou a lei que instituiu o Fundo Nacional de Recuperação de Nascentes de Rios (Funaren), de natureza contábil, como unidade orçamentária destinada a dar apoio financeiro a programas e projetos que visem a promover a recuperação e(ou) a preservação de nascentes, em área rural ou urbana, em propriedades públicas ou privadas. O Funaren visa a assegurar a aplicação permanente de recursos em ações voltadas ao reflorestamento e a outras medidas com o objetivo de recuperar e de preservar áreas localizadas no entorno de nascentes e ao longo de cursos d'água. Cabe essa vinculação de recursos ao fundo, pois, entre as áreas de preservação permanente, estão as áreas das nascentes e dos olhos d'água perenes, conforme o artigo 4º, inciso IV, do Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), onde consta que, como as nascentes podem ser consideradas uma das principais áreas de preservação permanente, tal vinculação se justifica e pode trazer inúmeros benefícios ao meio ambiente, por meio

do aumento de ações que busquem proteger as nascentes dos rios brasileiros . Com base em todas as leis que amparavam a recuperação das nascentes, o município de Presidente Kennedy deu início à reabilitação daquelas situadas em seu território, mediante o cenário hídrico que provocou desabastecimento no município, o qual, nos anos de 2014/2015, passou por uma grande estiagem. Neste contexto, o governo estadual declarou o cenário de alerta em janeiro de 2015 e, em outubro do mesmo ano, novo estado de alerta devido à escassez, proibindo a abertura de poços artesianos e a captação de água para irrigação. Essa estiagem interferiu significativamente na vida social do município.

Apesar da crise de abastecimento, nos últimos anos, vem ocorrendo um distanciamento dos valores essenciais à vida humana, principalmente na maneira de utilizar a água, a qual somente adquire importância em sua escassez. Em muitos países, a água consumida na agricultura chega perto de 70% da disponibilidade total (PONTES; SCHRAM, 2004). Com o crescimento das populações, o descaso com o ambiente provoca várias alterações climáticas que têm papel relevante no ciclo hidrológico, bem como na quantidade e na qualidade da água

Uma dessas alterações é a estiagem, que se caracteriza como o segundo desastre mais recorrente no estado do Espírito Santo, vez que durante a última década, foram 69 ocorrências. Os danos ocasionados pela estiagem são menores quando comparados com os danos provocados pelas chuvas fortes, mas os prejuízos econômicos e sociais são grandes, pois têm efeitos prolongados sobre a sociedade, por exemplo, com a perda de colheitas.

No caso específico do cenário hídrico de Presidente Kennedy, a estiagem durou mais de nove meses, afetando todo o município, que ficou sem chuva de março de 2014 a janeiro de 2015, sendo que no decorrer do ano de 2015, houve algumas chuvas moderadas. Na história recente do município, nunca houve um período tão longo sem chuvas intensas, deixando os córregos e rios em níveis baixíssimos (Figura 1).

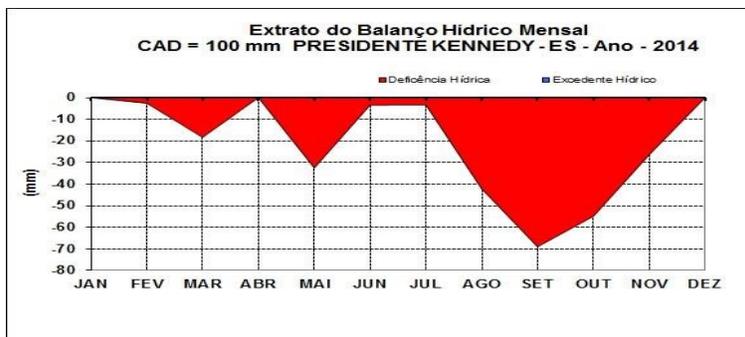


Figura 1: situação hídrica no período da seca no ano de 2014 em Presidente Kennedy.

Fonte: Incaper (2014).

O Rio Muqui, que abastece a sede da cidade, ficou com 30 cm de profundidade, muito abaixo do nível normal; o Rio Itabapoana, que abastece algumas localidades próximas ao litoral, foi tomado pela água do mar, atingindo nível muito baixo e sua água salgada. Assim, caminhões pipas eram usados para abastecer algumas comunidades. Contudo, nem todas as comunidades eram abastecidas e muitos moradores chegaram a mudar-se do município, conforme dados da prefeitura.

Esse foi o período em que os produtores rurais sofreram grandes prejuízos e, mesmo com a ração fornecida pela prefeitura aos produtores de leite, os números caíram sobremaneira, o que impactou, inclusive, na Selita, a maior cooperativa de laticínios do estado, cuja produção de leite foi reduzida a mais de 190 mil litros ao mês. Em face desse cenário, alguns produtores rurais preferiram vender parte de seus animais com o risco de eles morrerem. Apesar de a prefeitura ter construído, para represar água, barragem seca e barragem com água e caixas, tais medidas foram insuficientes para evitar perdas agropecuárias, a produção da cana caiu em mais de 40% e o abacaxi, sem água, não se desenvolveu e afetou a produção do município e a renda dos produtores.

Esse cenário de devastação produziu algumas mudanças significativas na região, impulsionando as Secretarias de Meio Ambiente e Agricultura a promoverem iniciativas que pudessem mitigar o problema. Como ação inicial, a prefeitura aumentou as instalações das redes hidráulicas para atender às comunidades de Campo Novo, Jaqueira, Tabua, Marobá, São Paulo, São Bento, Santa Lúcia. Com a dificuldade de encontrar água potável em algumas comunidades foram perfurados poços profundos nas comunidades de Boa Esperança, Jaqueira, Jaqueira Campo de futebol, Mineirinho, Santa Lucia, Santo Eduardo, São Paulo, todos com vazão de água entre 1,500 a 26,000 L/H.

No entanto, as comunidades de Criador e Marobá, que são abastecidas com as águas do Rio Itabapoana, com o aumento da maré, a água do mar invadiu a calha do rio, elevando a salinidade da água que, mesmo assim, continuava sendo distribuída para tais comunidades. Para amenizar o problema, algumas comunidades eram abastecidas pelos caminhões-pipa, entre elas Campo Novo, Criador, Campinas, Mineirinho, São Bento e Bela Vista. Diante dessa situação, uma das iniciativas da prefeitura foi aderir ao Programa Olho D'Água, com o objetivo de aumentar e garantir os reservatórios de água aos agricultores e à população.

### **3 | O PROGRAMA OLHO D'ÁGUA E SEUS BENEFÍCIOS PARA PRESIDENTE KENNEDY**

A agricultura de Presidente Kennedy responde por 83% da renda do município, excetuadas as benesses oriundas dos recursos dos royalties de petróleo. A produção agrícola experimentou prejuízos quando a estiagem da metade da década interrompeu o processo de produção nas diversas lavouras do município, afetando as propriedades. Como forma de reverter esse cenário, a prefeitura, através das Secretarias Municipais de

Meio Ambiente e de Agricultura e Pesca, passou a implantar o programa Olho D'água, que visa à recuperação de nascentes.

Assim, ao compreender a importância da água e perceber que o município poderia ficar em mais dificuldades, a prefeitura, junto às suas secretarias, decidiu aderir ao Programa Olho D'Água, o qual objetiva a recuperação das nascentes desativadas, bem como a criação de estratégias para fomentar o preparo dos agricultores para enfrentar outro período de estiagem como o que ocorreu nos nove meses de 2014 a 2015.

Como forma de participar do programa, os produtores acessam a Secretaria de Agricultura e Pesca municipal e obtêm o apoio dos técnicos que realizam a distribuição de cisternas e organizam a implantação de centenas de sistemas de tratamento de esgoto dentro das propriedades rurais. O programa tem ampla abrangência, e entre suas ações estão a construção de poços semi artesianos e barragens, o fornecimento de maquinário e mão de obra especializada, além do reflorestamento de propriedades nas cercanias do município.

Por meio dessa iniciativa, o município distribuiu diversas variedades de mudas, estacas e arame em favor dos produtores rurais, para que eles protegessem, isolassem e permitissem a recuperação das nascentes de suas propriedades, para que elas voltem a jorrar água novamente. Em pleno funcionamento, o programa conta, ainda, com a confecção de barragens bem como construção de caixas, em curva de nível, que servem para armazenar a água da chuva. Atualmente já é possível constatar melhoras sensíveis, porque se trata de ações dinâmicas, para a produção agrícola local.

Nestas secretarias, os produtores são cadastrados, por meio dos quais o corpo técnico da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e da Secretaria Municipal de Agricultura realiza visitas técnicas nas propriedades cadastradas, de forma a georreferenciar o local e, devidamente, elaborar um diagnóstico com a finalidade de identificar as intervenções cabíveis na área e indicar os equipamentos que podem ser subsidiados pelos órgãos municipais. Além de máquinas e da mão de obra para intervenções físicas na propriedade, a Prefeitura Municipal fornece materiais de distribuição gratuita, conforme os cálculos realizados após as vistorias técnicas e as características das áreas. Os materiais fornecidos para a construção de cercas para proteger as nascentes (mourões, arame farpado e grampos), bem como mudas de espécies nativas para plantio são entregues nas propriedades, após assinado um termo de cooperação mútua: de um lado, a Prefeitura Municipal e, de outro, o produtor rural, além da assinatura de um termo de entrega, atestando o recebimento dos materiais.

Dessa forma, o programa passou a disponibilizar a matéria prima, a realização de intervenções e fornecimento de metodologias de recuperações de áreas de proteção, curvas de nível, barragens de terra de pequeno porte, regeneração natural, regeneração induzida com enriquecimento (plantio de mudas e reflorestamento). Além disso, e durante o processo de recuperação, a área em processo de recuperação passou a ser cercada e

isolada de contato externo, dispendo de reflorestamento, preferencialmente com espécies nativas da Mata Atlântica.

Atualmente, quatro anos após aderir ao programa, é de suma importância apresentar tais resultados. Em investigação com a equipe responsável pela implementação do programa, foi possível constatar que, a princípio, os agricultores tiveram bastante interesse, mesmo diante de sua insegurança em relação à novidade e até mesmo com o impasse em ceder parte de sua propriedade para a recuperação da área. Porém, com o passar do tempo e ao observarem os resultados positivos, a demanda aumentou, elevando-se o número de produtores rurais participantes do programa.

Mais do que isso, a prefeitura tem vislumbrado uma proposta de ajuda de custo aos produtores que participam do programa, sugerindo que a área da nascente, a qual é cercada e fica, por um bom período, impossibilitada de utilização para plantio e/ou criação de gado. Posto isso, incluiria que, além do fornecimento de materiais necessários para a recuperação da nascente, o produtor também necessitaria de ajuda financeira para a sua sobrevivência e de seus familiares que cultivam a terra para a sua subsistência, por isso o programa disponibiliza, também, a construção de caixas em curva de nível e caixas secas.

Entre os resultados concretos do programa, foram construídos mais de 45 quilômetros de caixas em curva de nível, que consistem numa espécie de canal que coleta e conduz as águas da chuva de modo a dispor nutrientes e água para irrigar as lavouras das propriedades.

Além das ações mencionadas, a prefeitura está realizando a implantação de cerca de 350 poços semi artesianos, desde a abertura até o armazenamento de água; a construção de 350 sistemas de esgoto mini ETE's, uma espécie de caixa de tratamento de água com capacidade para uma família de 10 pessoas por caixa mini ETE, a implementação de 105 cisternas e barragens. Tudo isso para que a água da chuva seja reaproveitada e utilizada da melhor forma possível.

Toda ação tem seus benefícios, mas também, seus malefícios. Entre os benefícios, citamos a preservação das nascentes e a recuperação de Áreas de Preservação Permanentes, com destaque para a sensibilização ambiental dos envolvidos e de terceiros. Como malefícios evidenciados pelo programa, podem ser citados alguns casos de mau uso de áreas por pessoas com pouco conhecimento e que não dão a devida importância para as causas ambientais.

Apesar das dificuldades, o processo de desenvolvimento do programa precisa continuar, mesmo que alguns dos produtores desistam por diversos motivos, entre eles, a ideia de perder certa parte do pasto que fica perto da nascente, ou seja, a parte que fica verde por mais tempo por estar em área úmida. Esse é, sem dúvidas, um dos motivos para alguns dos produtores declinarem de participar do programa. Atualmente, o programa no município está atendendo a 84 produtores, com 103 nascentes em processo de recuperação.

## 4 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, um relato descritivo analítico, decorrente da implantação de uma política pública municipal no campo da gestão ambiental. Assim, os dados foram colhidos a partir de dois procedimentos, levantamento de documentos junto à Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Presidente Kennedy e aplicação de entrevista aberta a aos agricultores e produtores rurais por ocasião das reuniões para apresentação das ações. Como o aceite em participar era aleatório, a entrevista aberta mostrou-se mais propícia. Foi uma entrevista informal observado os cuidados necessários para preservação da identidade dos participantes, os quais poderia se recusar ou interromper a entrevista a qualquer momento.

A equipe que realizou a pesquisa foi composta de quatro professores, atuantes na educação básica do município, em diversas áreas do conhecimento. Como instrumento utilizado para captar o registro dos momentos e das ações no transcurso da operacionalização do projeto, foi utilizado o diário de campo, que permite a anotação de pessoas, objetos, lugares, atividades, diálogos e palpites, configurando-se como um instrumento importante para as pesquisas qualitativas (AFONSO *et al.*, 2015).

Os resultados foram discutidos da perspectiva da efetividade do projeto da gestão do ambiente, tendo em vista a preservação dos cursos d'água, para o desenvolvimento sustentável, em uma perspectiva dialógica.

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em entrevista aplicada aleatoriamente a alguns proprietários rurais kennedienses, por ocasião das reuniões na prefeitura sobre o programa implantado desde 2016, percebemos que todos sofreram com a estiagem de 2014/2015. Com a escassez da água, muitos produtores rurais começaram a perder suas plantações e o gado começou a definhar. Em face de tal situação procuraram o INCAPER (Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural), que enviou uma equipe técnica a todas as propriedades que pediram ajuda para avaliar o problema da falta d'água, implantando o Programa Olho D'Água.

Os técnicos, após as visitas, indicavam o que precisava ser feito em cada propriedade, obedecendo à necessidade real de cada produtor rural, além de organizar as formas sustentáveis de enfrentar o problema. O INCAPER forneceu todo material necessário para sanar o problema da falta de água e os produtores ficaram responsáveis, somente, por disponibilizar a mão de obra. Após a implantação do programa, a Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente do município de Presidente Kennedy (ES) encarregou-se de acompanhar as propriedades que aderiram ao programa.

Tanto o ENCAPER quanto a Secretaria de Meio Ambiente enviavam com certa frequência técnicos para avaliar o desenvolvimento da propriedade, e verificar se havia alguma necessidade premente. Todos os proprietários relataram que as mudanças foram positivas e que o volume de água está voltando ao normal. Eles sugeriram que o Programa Olho D'Água se tornasse perene e que os técnicos visitassem com mais frequência as propriedades de modo a avaliar a possibilidade de receber alguma ajuda financeira.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Implementado e executado pela Secretaria de Meio Ambiente e Agricultura, a qual oferece toda a estrutura, o Programa Olho D'Água passou a fazer parte das políticas públicas municipais de Presidente Kennedy, provendo os equipamentos e a tecnologia necessários à sua concretização, o que facilita todo o processo. Além dessa assistência, são realizadas visitas periódicas, nas propriedades contempladas, através dos técnicos desta secretaria.

Por meio das informações obtidas sobre o Programa Olho D'Água na Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Presidente Kennedy (ES), constatamos a importância da iniciativa, a qual partiu do reconhecimento da problemática ambiental do município em relação à disponibilidade hídrica e às formas sugeridas para o enfrentamento. É considerável o aumento do número de nascentes já recuperadas ou em processo de recuperação, em virtude do reflorestamento de seus entornos. Uma semente está germinando, apesar de um pouco tímida, porém muito significativa, pois a grande área desse território ainda está coberta por pastagem, o que dificulta a infiltração da água no solo. Apesar de tudo, a natureza dá os primeiros sinais, pois já é possível verificar a água em áreas outrora secas, como foi constatado na região mais próxima da divisa do estado do Rio de Janeiro e algumas localidades próximas à BR 101.

No que diz respeito à sensibilização dos agricultores e suas famílias, assim como de toda a comunidade em relação à necessidade de cuidar melhor da água e seus mananciais, ações mais pontuais de educação ambiental com reuniões periódicas e palestras para troca de saberes e enriquecimento de conhecimento estão ocorrendo mensalmente nas reuniões promovidas pela prefeitura. O princípio que rege essas reuniões é trabalhar a percepção de ambiente enquanto totalidade, no qual seres humanos se inter-relacionam com o meio biótico e abiótico que o cercam. Além disso, sugerimos um investimento mais amplo na divulgação do projeto para que haja mais participação da população agrícola em iniciativas como essa, de maneira a trazer, e implementar, melhorias tanto para a presente como para as futuras gerações.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, T.; SILVA, S. S. C.; PONTES, F. A. R.; KOLLER, S. H. O uso do diário de campo na inserção ecológica em uma família de uma comunidade ribeirinha amazônica. *Psicologia e Sociedade*, v. 27, n. 1, p. 131-141, 2015.

BONELLA, Mário; ARPINI, Naiara. Projeto de Sebastião Salgado recupera nascentes no ES e em MG. *G1 – Espírito Santo*, 16 mar. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2015/03/projeto-de-sebastiao-salga-do-recupera-nascentes-no-es-e-em-mg.html>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. *Estudo da ANA aponta perspectiva de aumento do uso de água no Brasil até 2030*. 1 abr. 2014. Brasília: ASCON/ANA, 2014. Disponível em: <[encurtador.com.br/cmFLS](http://encurtador.com.br/cmFLS)>. Acesso em: 2 ago. 2019.

BRASIL. Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 13 maio 2002, Brasília: Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2002. Disponível em: <[http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/20\\_12\\_2013\\_14.59.14.834f63ee467e90be10cdf563383b3a.de.pdf](http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/20_12_2013_14.59.14.834f63ee467e90be10cdf563383b3a.de.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Plano Nacional de Recursos Hídricos*. Brasília. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/plano-nacional-de-recursos-hidricos>> Acesso em: 24 maio 2019.

CARLETTO, Ronaldo. *Projeto de lei, 2015*. Cria o Fundo Nacional de Recuperação de Nascentes de Rios (FUNAREN), define os recursos para seu financiamento e estabelece os critérios para sua utilização. Disponível em: <[https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra?codteor=1339861](https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=1339861)>. Acesso em: 4 abr. 2019.

CONSTANTINOV, Givanildo Nogueira. Novos paradigmas dos créditos ambientais. In: FARIAS, Talden; COUTINHO, Francisco Seráfico da Nóbrega (Coord.). *Direito ambiental: o meio ambiente na contemporaneidade*. Belo Horizonte: Fórum, 2010.

ESPÍRITO SANTO. Governo do Estado. *Realidade da Bacia do rio Itabapoana é apresentada à sociedade*. 14 dez. 2017. Vitória: Agência Estadual de Recursos Hídricos, 2017 Disponível em: <<https://agerh.es.gov.br/Not%C3%ADcia/realidade-da-bacia-do-rio-itabapoana-e-apresentada-a-sociedade>>. Acesso em: 20 maio 2019.

GAZETA ONLINE. *Presidente Kennedy começa a racionalizar água para o interior do município*. 22 out 2015. Disponível em: <<https://www.gazetaonline.com.br/noticias/sul/2015/10/presidente-kennedy-comeca-a-acionar-agua-para-o-interior-do-municipio-1013912437.html>>. Acesso em: 21 maio 2019.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural. *Extrato do balanço hídrico mensal: Presidente Kennedy – 2014*. Disponível em: <[https://meteorologia.incaper.es.gov.br/monitoramento-presidencia-kennedy-BH\\_mes#prettyPhoto](https://meteorologia.incaper.es.gov.br/monitoramento-presidencia-kennedy-BH_mes#prettyPhoto)>. Acesso em: 21 maio 2019.

INSTITUTO TERRA. *Programa Olhos D'água: protegendo nascentes, cultivando água*. Disponível em: <[http://institutoterra.org/RelatorioAnual/2015/not\\_05.html](http://institutoterra.org/RelatorioAnual/2015/not_05.html)>. Acesso em: 18 abr. 2019.

JORDÃO, André. Prefeitura lança o Programa Olho D'Água. *Kennedy em dia*. Disponível em: <<https://kennedyemdia.com.br/noticia/524/prefeitura-lanca-o-programa-olho-d-agua>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

JORDÃO, André. Seca histórica em Presidente Kennedy. *Kennedy em dia*. Disponível em: <<https://kennedyemdia.com.br/noticia/371/seca-historica-em-presidente-kennedy>>. Acesso em: 2 abr. 2019.

MELO, A. P. D.; MIRANDA, A. S.; ADAME, A. Educação para a água. *Ajes*. Disponível em: <<http://www.evento.ajes.edu.br/congresso/uploads/conteudos/anexos/educaCAo-para-a-Agua--adriana-patricia-duarte-de-melo--alexandro-de-souza-miranda--alcione-adame-xZnj.pdf>>. Acesso em: 2 maio 2019.

NETO, V. P. *Avaliação da qualidade da água de represas destinadas ao abastecimento do rebanho na Embrapa pecuária sudeste*. 2006. 40 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2006.

PEREIRA, A. C.; SILVA, Gibson Zucca da; CARBONARI, Maria Elisa Ehrhardt. *Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente*. São Paulo: Saraiva, 2011.

PRESIDENTE KENNEDY. Prefeitura Municipal. *Água salobra e nível baixo dos rios e córregos de Presidente Kennedy aumentam escassez*. Disponível em: <<https://www.presidentekennedy.es.gov.br/noticia/ler/1796/a-gua-salobra-e-nivel-baixo-dos-rios-e-corregos-de-presidente-kennedy-aumentam-escassez>>. Acesso em: 20 maio 2019.

SOUZA, J. R.; MORAES, M. E. B.; SONODA, S. L.; SANTOS, H. C. R. G. A importância da qualidade da água e os seus múltiplos usos: caso Rio Almada, sul da Bahia, Brasil. *REDE – Revista Eletrônica do Prodepa*, Fortaleza, v. 8, n.1, pp. 26-45, 2014.

TUNDISI, J.G. *Limnologia do século XXI: perspectivas e desafios*. São Carlos: Suprema Gráfica e Editora, IIE, 1999.

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A CONSERVAÇÃO DE NASCENTES: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

*Data de aceite: 01/02/2021*

**Victor Hugo de Oliveira Henrique**

<http://lattes.cnpq.br/3439022161736672>

**Romário Custódio Jales**

<http://lattes.cnpq.br/2798201636003171>

**Vanusa Mariano Santiago Schiavinato**

<http://lattes.cnpq.br/4227642497508664>

**Leiliane Erminia da Silva Stefanello**

<http://lattes.cnpq.br/1601985175755378>

**Larissa Gabriela Araujo Goebel**

<http://lattes.cnpq.br/6245811015684023>

**RESUMO:** Este trabalho consiste em um relato de experiência realizado com duas turmas do 2º ano do ensino médio de uma escola pública estadual no município de Araputanga com objetivo de abordar a temática ambiental de forma crítica e interdisciplinar. Foram realizadas duas atividades de campo, que consistiram em visitar três nascentes que compõem a sub-bacia hidrográfica do Córrego das Pitas. Antes das atividades de campo, aconteceram oficinas teóricas, para introduzir a temática ambiental para os discentes. As aulas de campo se mostraram eficientes, tornando os conteúdos relacionados a temática ambiental mais proveitosos e promovendo uma maior sensibilização ambiental nos discentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Atividade de campo, Temática ambiental, Meio ambiente.

**ABSTRACT:** This work consists of an experience report carried out with two classes from the 2nd year of high school in a state public school in the municipality of Araputanga with the objective of approaching the environmental theme in a critical and interdisciplinary way. Two field activities were carried out, which consisted of visiting three springs that make up the hydrographic sub-basin of Córrego das Pitas. Before the field activities, theoretical workshops were held to introduce the environmental theme to the students. The field classes proved to be efficient, making the contents related to the environmental theme more useful and promoting a greater environmental awareness in the students.

**KEYWORDS:** Field activity, Environmental theme, Environment.

### 1 | INTRODUÇÃO

A crise ambiental tornou-se motivo de uma preocupação significativa para as sociedades contemporâneas devido a uma série de acontecimentos referentes a degradação ambiental, sobretudo a partir da metade do século XX. Nesse período aconteceram grandes mudanças na tecnologia mundial e, ao mesmo tempo, houve o aumento das fontes de emissão de poluição atmosférica ocasionada, dentre outros fatores, pelo aumento do número de fábricas nos centros urbanos.

Levando em consideração os riscos e problemas ambientais que a sociedade contemporânea produziu, Leff (2002) ressalta a função do conhecimento produzido pela ciência:

A crise ambiental é a crise de nosso tempo. O risco ecológico questiona o conhecimento do mundo. Esta crise apresenta-se a nós como um limite do crescimento econômico e populacional; limite dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social. Mas também crise do pensamento ocidental: da “determinação metafísica” que, ao pensar o ser como ente, abriu o caminho para a racionalidade científica e instrumental que produziu a modernidade como uma ordem coisificada e fragmentada como formas de domínio e controle sobre o mundo. **Por isso, a crise ambiental é acima de tudo um problema de conhecimento [...]** (p. 191 – grifo nosso).

Temos um sistema econômico que “coisifica” a natureza, desarticula o natural de sua complexidade ecológica e transforma em matéria prima para a produção e maximização do capital. Segundo Leff (2006, p.146) quando a ecologia é abraçada pela economia,

[...] a natureza deixa de ser um objeto do processo de trabalho para ser codificada em termos de capital. Mas isso não devolve o ser à natureza, mas a transmuta em uma forma de capital – capital natural –, generalizando e ampliando as formas de valorização econômica da natureza. Nesse sentido, junto às formas de exploração intensiva, promove-se um uso “conservacionista” da natureza. A biodiversidade aparece não apenas como uma multiplicidade de formas de vida, mas como “reservas da natureza” – territórios e habitat de diversidade biológica e cultural – que estão sendo valorizados por sua riqueza genética, seus recursos ecoturísticos e sua função como coletores de carbono.

Leff (2003) ainda orienta um caminho para a superação dessa crise, que seria a construção de uma racionalidade ambiental com base em uma epistemologia ambiental. De acordo com ele, a epistemologia ambiental é uma política do saber que se compromete a dar sustentabilidade à vida, apresentando uma gestão ambiental que não se limite apenas a regulação do processo econômico e à valoração e mercantilização dos recursos naturais, mas que envolva a construção de um novo saber, de um novo conceito de meio ambiente que possa ser elaborado a partir de uma trama complexa de conhecimentos, pensamentos e formações discursivas. O diálogo entre os saberes tradicionais e científicos devem subsidiar esse novo entendimento, podendo, assim, aproximar as dimensões cultural, social, econômica e política.

Outro autor que nos ajuda a compreender a crise ambiental é Bornheim (1985; 2001), que enfatiza a complexidade da questão ecológica, nos direcionando a um caminho que nos faz refletir na maneira como o ser humano torna a natureza presente. A partir dessa reflexão, devemos nos ver como parte da natureza e não como um objeto a ser dominado pela humanidade. Bornheim (1985, p.18, grifo nosso) nos traz que

[...] o que está em causa é a relação verificável entre o homem e a natureza. E não há exagero em afirmar que é apenas no decorrer dos tempos modernos que a natureza torna-se um motivo de uma invenção revolucionadora da própria maneira como o homem existe no mundo. A questão toda se concentra, portanto, no modo como a natureza se faz presente para o homem; ou melhor: no modo como o homem torna a natureza presente.

De acordo com Bornheim (2001), a Revolução industrial intensificou os conflitos causados por essa relação entre o ser humano e a natureza, onde o meio ambiente se torna um objeto para o uso indiscriminado pela humanidade.

A questão ambiental expõe a crise da razão moderna capitalista e sugere a necessidade de um novo paradigma correspondente da insuficiência da razão dominante, do sistema econômico capitalista e do modelo de produção industrial de superar tal questão. Diante disso, procura-se então, rediscutir as relações do ser humano com a natureza, sem deixar de lado “as dimensões sociais, políticas e ideológicas indissociáveis de sua gênese e dinâmica nas quais se coloca a oportunidade de uma nova sociedade, guiada pelos valores da democracia” (LOUREIRO e LAYRARGUES, 2013, p. 67). A situação aqui apresentada em relação com a questão ambiental mostra a necessidade de uma nova maneira de produzir o conhecimento, exige uma reflexão crítica sobre o sistema educacional vigente, com seus métodos práticas de ensino (LEFF, 2001). Entretanto, o reconhecimento dos problemas ambientais em uma perspectiva global e seus impactos, deu-se primeiramente na esfera econômica e política. Tais problemas foram destaques na Conferência Mundial do Meio Ambiente Humano, que foi realizada em Estocolmo no ano de 1972. Dentre várias discussões que permeavam o cenário internacional estava a problemática do crescimento demográfico e aumento pela demanda dos recursos naturais, que foram caracterizadas como ameaça que poderiam levar a um possível colapso da humanidade. Eram questões que requereram mudanças, entre as quais, estavam a educação enquanto proposta para a transformação do cenário da crise ambiental.

Nesse contexto temos a educação ambiental como a confluência do campo ambiental com o campo educativo. É importante a legitimação do adjetivo *ambiental* atrelado ao substantivo *educação*, como forma de ressaltar as reivindicações da temática ambiental a essa arena, sócio-historicamente situada, que valoriza a importância da educação ambiental para a formação do sujeito (CARVALHO, 2004).

Apesar de a expressão “Educação Ambiental” ter sido utilizada em 1965 na Conferência de Educação da Universidade de Keele, Grã-Bretanha, foi a partir da Conferência em Estocolmo que ela ganha mais visibilidade e reconhecimento, delimitando estratégias metodológicas e pedagógicas que vissem solucionar a crise ambiental (TOZONI-REIS, 2004).

Desde então, a Educação Ambiental (EA) passou a ser debatida em diversos eventos internacionais e nacionais, como o Seminário Internacional sobre Educação Ambiental em 1975 e a Conferência Intergovernamental sobre educação ambiental, em Tbilisi no ano de 1977, organizado pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), no Brasil destacamos a Conferência Intergovernamental sobre educação ambiental no Rio de Janeiro em 1992, que resultou em documentos importantes para o debate da EA, como a “Carta da Terra”, a “Agenda 21” e a “Convenção sobre o Clima”. Nesses eventos, termos

como conscientização, atitudes e interdisciplinaridade tornaram-se comum no pensamento das concepções teóricas e práticas, junto com discussões que já defendiam uma nova ética planetária para promover erradicação da pobreza, analfabetismo, fome, poluição, exploração e dominação humana (PEDRINI, 1997).

No Brasil, a EA aparece pela primeira vez na Lei Federal nº 6.938, sancionada em 31 de agosto de 1981 com a criação da Política Nacional de Meio Ambiente (PEDRINI, 1997). Sua inserção no âmbito educacional se deu pela criação do Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA), em 1994, cujas diretrizes e objetivos visam o envolvimento de todos, independentemente de classe, etnia, gênero ou faixa etária. As atividades propostas no documento destinam-se a “assegurar, no âmbito educativo, a interação e a integração equilibradas das múltiplas dimensões da sustentabilidade ambiental – ecológica, social, ética, cultural, econômica, espacial e política – ao desenvolvimento do país” (BRASIL, 2014, p.23).

As ações apresentadas no ProNEA, pautadas pela interdisciplinaridade, são guiadas por diversos objetivos, dentre os quais podemos citar alguns que buscam:

Fomentar processos de formação continuada em educação ambiental, formal e não formal, dando condições para a atuação nos diversos setores da sociedade. Criar espaços de debate das realidades locais para o desenvolvimento de mecanismos de articulação social, fortalecendo as práticas comunitárias sustentáveis e garantindo a participação da população nos processos decisórios sobre a gestão dos recursos ambientais. Incentivar iniciativas que valorizem a relação entre cultura, memória e paisagem - sob a perspectiva da biofilia –, assim como a interação entre os saberes tradicionais e populares e os conhecimentos técnico-científicos. (BRASIL, 2014, p. 26 e 27)

Os objetivos apresentados nos mostram a distância do que está proposto para a EA e o que acontece na maioria das ações educativas. A partir disso, podemos inferir que, apesar da existência de leis e de ações dos educadores formais e informais, a EA “ainda não se consolidou em termos de política pública de caráter democrático, universal e incluyente” (LOUREIRO, 2004, p. 12). Entretanto não podemos deixar de destacar que a construção da EA no Brasil como uma ampla área do conhecimento e como atividade político-pedagógica “nasceu como um campo plural e diferenciado que reunia contribuições de diversas disciplinas científicas, matrizes filosóficas, posições político-pedagógicas, atores e movimentos sociais” (LIMA, 2009, p. 147).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é relatar uma experiência de atividade de campo realizada com a temática nascentes, visando sua conservação e promovendo assim a educação ambiental.

## 2 I NASCENTES: ASPECTOS CONCEITUAIS

Para Oliveira e Carvalho (2013) uma nascente constitui um afloramento do lençol freático na superfície do solo, o qual pode gerar uma fonte de acúmulo de água (represa) ou dar lugar a um curso d'água.

Na Art. 2º, inciso II, da Resolução CONAMA 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002), se define a nascente ou olho d'água como o ponto onde a água subterrânea aflora espontaneamente, mesmo que de forma intermitente. Já a Lei Federal 12.651/2012, Art. 3º, XVII (BRASIL, 2012), define a nascente como o “afloramento natural do lençol freático, que apresenta perenidade e dá início a um curso d'água”. Note-se que apenas as nascentes perenes entram nesta definição.

De acordo com a forma de manifestação as nascentes podem ser: (1) De contato e de encosta: situadas no sopé de encostas, onde a superfície do terreno intercepta a superfície do lençol, aflorando uma linha de nascentes; (2) De depressão: a água emerge para a superfície porque essa superfície interceptou o nível do aquífero; (3) Difusas: pequenos vazamentos desde um meio permeável para uma área relativamente extensa, que fica encharcada (brejo ou vereda), se acumulando até formar fluxos contínuos; (4) De lençóis artesianos: sua água provém de um aquífero artesianos onde ela fica confinada entre camadas impermeáveis que delimitam o aquífero; e (5) De falhas geológicas: quando uma falha de grande dimensão liga os lençóis confinados profundos com a superfície (UNESCO, 2011; VALENTE, 2005 apud CAVALCANTI, 2013) Cabe ressaltar que, segundo Gomes e Valente (2005) a origem da maior parte dos cursos de água está associada a nascentes de contato ou de depressão.

Outro critério considerado para classificar nascentes é a sua posição nas caixas fluviais, que permite identificar nascentes, Fixas ou Pontuais (não mudam de posição ao longo do ano) e Moveis (próprias do fundo das calhas fluviais de canais de primeira ordem, são controladas pela saturação do lençol freático, que provoca a sua migração para montante e jusante (FARIA, 1996; 1997).

## 3 I DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

A atividade faz parte de um projeto maior, intitulado de “A inserção da Temática Ambiental no Contexto Escolar” e consistiu em duas aulas de campo realizadas no 2º semestre de 2018 com alunos do 2º ano do ensino médio turmas A e B da Escola Estadual Nossa Senhora de Fátima em Araputanga –MT.

As atividades foram feitas em uma propriedade particular (nascente 1) e no mesmo dia, próximo ao lixão da cidade (nascente 2), e na semana seguinte, feita em um assentamento rural, chamado Assentamento Florestan Fernandes (nascente 3).

A primeira aula de campo, que ocorreu na propriedade particular e no lixão, foi no dia 21 de agosto de 2018, já a segunda aula, no assentamento rural Florestan Fernandes, foi no dia 14 de novembro de 2018.

As nascentes visitadas pertencem à sub-bacia hidrográfica do córrego das Pitas, afluente do rio Juru, que pela sua vez verte suas águas no rio Paraguai. Os pontos extremos desta sub-bacia se localizam entre as latitudes: 15018'00" S e 15054'00" S, e entre as longitudes 58014'30" O e 58033'45" O e foram identificadas como nascentes de fluxo difuso e segundo a sua forma de manifestação, elas podem ser consideradas como difusas.

Nº da nascente	Posição na sub-bacia	Localização
01	Alto curso	15° 27' 59" S 58° 19' 51" W
02	Alto curso	15° 28' 49" S 58° 19' 26" W
03	Alto curso	15° 27' 52" S 58° 23' 12" W

Quadro 1 – Dados Geográficos das nascentes visitadas.

#### 4 I RELATO E ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA

Participaram das atividades de campo, um total de 56 discentes do segundo ano do ensino médio, sendo 31 da turma A e 25 da turma B. Consistia em 35 discentes do gênero feminino e 21 do gênero masculino, entre 15 e 17 anos de idade.

Em um primeiro momento, antes da primeira atividade de campo, foi feita uma oficina teórica sobre os conteúdos conceituais relacionados a temática ambiental e nascentes (quadro 1). O mesmo foi feito antes da segunda aula de campo, relembando alguns conceitos da oficina anterior e inserindo novos conteúdos.

<p>Temas da oficina – 1ª aula de campo</p> <p>1- Aspectos conceituais sobre as nascentes</p> <p>2 - Legislação ambiental</p> <p>3 - Importância da água</p> <p>Temas da oficina – 2ª aula de campo</p> <p>1 - Revisão dos temas da 1ª aula</p> <p>2 - Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra</p> <p>3 - Impactos ambientais e poluição da água</p>
--

Quadro 2 – Temas das oficinas teóricas

Antes das atividades de campo, foram feitos os procedimentos exigidos pela escola para aulas de campo, como autorização por escrito do responsável pelo discente e solicitação de transporte à prefeitura.

## 5 | PRIMEIRA AULA DE CAMPO

A primeira aula de campo ocorreu no dia 21 de agosto de 2018, nessa aula foi feito, no primeiro momento, a visita na nascente da propriedade particular. Esta propriedade consiste em uma pequena Chácara, localizada a aproximadamente 4 quilômetros da zona urbana. Ao chegar no local, foi feito um café da manhã, proporcionando uma integração entre as turmas e ao mesmo tempo foi feito uma roda de conversa revisando rapidamente os conceitos abordados na oficina teórica realizada na escola.

Após a roda de conversa, os discentes foram conhecer as nascentes da Chácara (Nascente 1). No local da nascente, foram feitos diversos questionamentos e observações pelos estudantes, tais como o tipo de nascente que estavam conhecendo, a vegetação em torno do local, a presença de animais como gado e cavalos e o estado de conservação da nascente. Os discentes observaram que a nascente estava cercada e possuía vegetação em torno em um bom estado de preservação, mas o córrego que se formava a partir da nascente possuía sua margem pisoteada pelo gado.

Outra observação pertinente dos discentes, foi a existência de um chiqueiro de suínos próximo ao córrego, chamado comumente na região de “mangueirão”, e no período de muita chuva, a água escorre para o córrego carregada de resíduos orgânicos do chiqueiro, como as fezes e urina dos animais, contaminando assim o córrego. Esses resíduos podem causar eutrofização no córrego. O termo eutrofização origina de “eutrófico” que podemos traduzir basicamente como bem nutrido. A eutrofização é um processo biológico que acontece em ambientes aquáticos. Ocorre em função de um aumento na disponibilidade de nutrientes na água (ESTEVES, 2011).

No segundo momento, foi visitada a Nascente 02 que fica próximo ao lixão da cidade. Nessa visita os discentes fizeram diversas observações interessantes relacionadas ao lixo. Em torno da nascente encontrava-se depositado uma quantidade significativa de resíduos provenientes do lixo urbano do município de Araputanga – MT.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) – Lei 12.305/2010 prevê a eliminação dos lixões a céu aberto (BRASIL, 2010), mas de acordo com a Confederação Nacional de Municípios (CNM), ainda existem 2978 lixões no Brasil (CNM, 2018).

A disposição final dos resíduos sólidos urbanos dentro do município é de responsabilidade das prefeituras, exceto os resíduos de caráter especial que deverá ser de responsabilidade do próprio gerador. No entanto, a grande maioria dos resíduos sólidos gerados no Brasil é disposta em lixões causando sérios problemas ambientais.

Os discentes observaram uma quantidade significativa de baterias de carro e pilhas, além de eletroeletrônicos e eletrodomésticos, como aparelhos de tv, micro-ondas, ferro de passar roupa, liquidificadores, aparelho de ar condicionado, etc. Dentre os resíduos sólidos amplamente presente nos lixões, os eletrônicos são o que se encontram em maior quantidade e muitos deles contém pilhas e baterias que empregam na sua formulação metais potencialmente tóxicos. Esses metais podem causar alterações nas propriedades

químicas e biológicas dos organismos vivos, pois ao serem absorvidos pelos organismos estes ficam acumulados gerando fitotoxicidade e a morte dos mesmos.

## 6 | SEGUNDA AULA DE CAMPO

A segunda atividade de campo aconteceu no assentamento rural Florestan Fernandes e foi realizada no dia 14 de novembro de 2018.

No dia da atividade, durante o trajeto, foi comentado com os discentes os temas da 2ª oficina realiza, revisando alguns conceitos e debatendo a importância dos movimentos sociais do campo, como o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST) e suas contribuições para a conservação da natureza, tendo em vista que a aula foi em um assentamento rural. Em um momento de criminalização dos diversos movimentos sociais no Brasil, discutir a importância do MST foi fundamental para a desconstrução dos saberes relacionados aos movimentos sociais.

A nascente da segunda atividade de campo apresentou um estado de conservação bem maior em relação as nascentes da primeira atividade de campo. Os discentes perceberem bastante vegetação ao redor, mas relataram que ainda precisava de uma metragem maior de vegetação ao redor da nascente, lembrando das discussões relacionados a legislação ambiental.

## 7 | ANÁLISE DAS AULAS DE CAMPO

Consideramos as aulas de campo uma estratégia didático-metodológica eficaz para o trabalho que envolve a temática ambiental e o processo educativo. De acordo com Seniciato e Cavassan (2004), essas atividades são envolventes e emotivas e também proporcionam o preenchimento de espaços vazios nos percursos da construção do conhecimento pedagógico.

As aulas de campo nasceram de uma tendência que proporciona uma aproximação entre os aspectos educacionais com os aspectos afetivos, proporcionando assim, um processo de aprendizado mais significativo, pois faz com que o discente desenvolva um raciocínio lógico por estar em contato com a natureza, proporcionando a aquisição do conhecimento científico por meio da relação teórico-prático (SENICIATO e CAVASSAN, 2004).

A eficiência das aulas de campo pode ser evidenciada pelos relatos dos discentes, como o excerto abaixo:

“A aula nos mostrou a realidade de algumas nascentes da nossa cidade, nos fez sair da sala de aula, antes ficávamos só no livro didático, hoje tivemos a chance de sair um pouco e vivenciar na prática as aulas dos professores, eu gostei muito” (Aluna 2º ano B).

As atividades de campo promovem processos de aprendizagem que proporciona aos discentes assumirem um caráter participativo, emancipatório e transformador (LOUREIRO, 2005), tal afirmação pode ser evidenciada nos relatos a seguir:

“Eu não imaginava que nossa cidade, que nossa população, produzia tanto lixo, pois Araputanga é uma cidade pequena, isso me faz pensar que precisamos controlar melhor nossa produção de lixo” (Aluna do 2º ano A)

“A visita foi muito boa pois fez a gente repensar nos nossos atos e nossas atitudes em relação ao lixo. Penso que a iniciativa da separação do lixo e da reciclagem é importante” (Aluno do 2º ano A).

Essa iniciativa citada no relato anterior, corresponde a um projeto de uma associação de catadores que conta com o apoio da Prefeitura de Araputanga – MT. Na cidade atualmente acontece a coleta seletiva e a associação de catadores promove a reciclagem do lixo oriundo das residências.

A nascente da aula de campo 2 se destacou pela intensidade de água a partir dela formava-se um pequeno córrego que desagua no córrego das Pitãs, que abastece a cidade.

A nascente era bem bonita, nunca tinha visto sair água da terra como vi no dia da aula de campo, percebi que estava bem preservada, com bastante mata em torno, isso é bom, para que sempre tenhamos água na cidade” (Aluno do 2º ano A).

A partir das atividades de campo, observamos que os discentes se envolveram muito mais com a temática ambiental proporcionando a formação de uma prática reflexiva com uma dimensão social e ambiental. Com isso foi percebido um maior desempenho e, conseqüentemente, maior aproveitamento dos conteúdos por parte dos discentes, refletindo na melhoria da aprendizagem.

## 8 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ações simples podem intervir em uma situação e alcançar resultados significativos para a conscientização sobre a necessidade de conservação do meio ambiente e também, promover uma melhoria da qualidade de vida. E isto se faz necessário, pois, à promoção da EA na escola provoca uma mudança de comportamento dos alunos e professores desencadeando ações socioambientais. Diante do cenário e das ações observadas durante o desenvolvimento das atividades, concordamos com o pensamento de Andrade (2000), relata que para uma implantação efetiva da EA nas escolas, é necessário, a existência de projetos de intervenção social, debates e práticas socioambientais.

A aula de campo se configura como uma metodologia pedagógica hábil na medida em que contribui para reconfigurar o olhar dos estudantes sobre os problemas locais desencadeados pela ação antrópica. Nesse sentido, as atividades de campo ajudaram na promoção e construção de diálogos que resultaram em questionamentos sobre o papel

da sociedade diante das problemáticas ambientais locais e globais elencadas durante o transcurso das aulas.

Concordamos com Viveiro e Diniz (2009), que apresenta as atividades de campo como uma prática de extrema importância para a difusão das questões da Educação Ambiental, pois, além de ser uma excelente estratégia para o ensino da temática ambiental, proporcionam aos discentes um contato direto com o ambiente natural, possibilitando que a exploração da diversidade biológica sensibilizem os alunos para a construção da consciência ambiental. E como apresentam Seniciato e Cavassan (2004), o ser humano só passa a dar valor, a cuidar, preservar e respeitar quando passar a conhecer e entender este ambiente, pois a ignorância traz uma visão distorcida e errada da realidade.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, D. F. Implementação da Educação Ambiental em escolas: uma reflexão. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 4. 2000.

BORNHEIM, G. A temática ambiental na sociedade contemporânea. **Educação: teoria e prática**. v. 9, n. 16, p. 1-9, jan./jun. 2001.

BORNHEIM, G. Filosofia e Política ecológica. **Revista Filosófica Brasileira**. 2(1): 16 - 24, 1985.

BRASIL, LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília-DF, 2010.

BRASIL. LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa**. Brasília – DF, 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente**. Brasília – DF, 2002.

BRASIL. **Programa Nacional de Educação Ambiental**. Ministério do Meio Ambiente, Brasília-DF, 2014.

CARVALHO, I.C.M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2004.

CAVALCANTI, H. F. **Avaliação ambiental de nascentes do Rio Mundaú, Garanhuns - PE**. 2013. 93f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão - SE, 2013.

CNM. Confederação Nacional dos Municípios. **Oito anos após legislação, ainda existem 2,9 mil lixões a céu aberto no Brasil**. Disponível em < <https://www.cnm.org.br/> > Acessado em 31 de agosto de 2020.

COVRE, E. B. **Caracterização de nascentes, cursos d'água e APP's em micro bacia urbana – Estudo de caso do Córrego Baú em Cuiabá-MT, Brasil**. 2010. 109f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos). Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá - MT, 2010.

ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 3ª. Ed., Rio de Janeiro, Interciência/FINEP, 2011.

FARIA, A. P. A dinâmica de nascentes e a influência sobre os fluxos nos canais. **A Água em Revista**. V.8, 1997.

FARIA, A. P. **Dinâmica e Fragilidade de Bacias Fluviais de Primeira Ordem**. 1996. 218f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências da UFRJ. Rio de Janeiro-RJ, 1996.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2002.

LEFF, E. Pensar a complexidade ambiental. In: LEFF, E. (Org.). **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003.

LEFF, E. **Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

LEFF, E. **Saber Ambiental**. Petrópolis: Vozes, 2001.

LIMA, G. F. C. Educação ambiental crítica: do socioambientalismo às sociedades sustentáveis. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.35, n.1, p. 145-163, jan./abr. 2009.

LOUREIRO, C. F. B. Teoria Crítica. In: FERRARO JÚNIOR, L. A. (Org.). **Encontros e caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/ Diretoria de Educação Ambiental, 2005.

LOUREIRO, C. F. L.; LAYRARGUES, P. P. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. **Trab. Educ. Saúde**, Rio de Janeiro, v. 11 n. 1, p. 53-71, jan./abr. 2013.

LOUREIRO, C. F. **Trajetórias e Fundamentos da Educação Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2004.

OLIVEIRA, L.; CARVALHO, M. S. L. de. Qualidade de recurso hídrico de duas nascentes na Microbacia do Córrego no município de Ilha Solteira - SP. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 6, n. 7, jul. 2013.

PEDRINI, A. G. **Educação Ambiental: reflexões e práticas contemporâneas**. Petrópolis: vozes, 1997.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências – um estudo com alunos do ensino fundamental. **Ciência & Educação**. vol. 10, n. 1, p. 133-147, 2004.

TOZONI-REIS, M. F. C. **Educação ambiental: natureza, razão e história**. Campinas: Autores Associados, 2004.

VIVEIRO, A. A.; DINIZ, R. E. S. Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar. **Ciência em Tela**. v.2, n.1, 2009.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**DANIEL SANT'ANA** - Possui doutorado em Uso e Conservação de Água pela Oxford Brookes University - Inglaterra (2010), mestrado em Eficiência Energética e Sustentabilidade em Edificações pela Oxford Brookes University - Inglaterra (2005) e graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (2002). Atualmente, é Professor Associado na Universidade de Brasília (UnB), líder do grupo de pesquisa Água & Ambiente Construído e coordenador do curso de extensão Aproveitamento de Água Pluvial e Reúso de Água. Atua em processos de editoração como Editor Associado no periódico Paranoá, como avaliador ad hoc em periódicos nacionais e periódicos internacionais e é membro do Conselho Editorial da Atena Editora. Foi membro de comitê de assessoramento ad hoc para o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Fundação de Apoio a Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF) e Programa de Iniciação Científica (ProIC/UnB). Foi membro da comissão de estudo especial da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) participando da elaboração das Normas Técnicas NBR 16782 (Conservação de Água em Edificações) e NBR 16783 (Uso de Fontes Alternativas de Água Não Potável em Edificações), e na revisão da Norma Técnica NBR 15527 (Aproveitamento de Água de Chuva). Tem experiência na área de Sustentabilidade com ênfase em Conservação de Água, atuando principalmente nos seguintes temas: Planejamento, Gestão e Governança da Água; Demanda Urbana e Usos-Finais de Água; Uso Racional de Água; e Sistemas Prediais de Água Não Potável.

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

# ÁGUA E O AMBIENTE CONSTRUÍDO



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