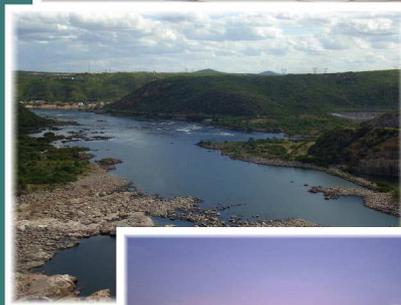
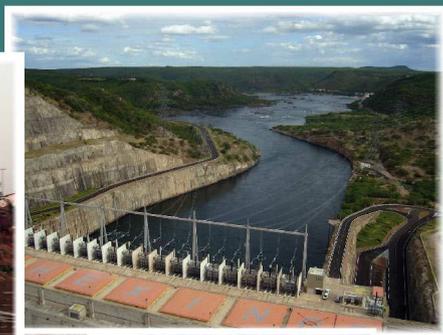
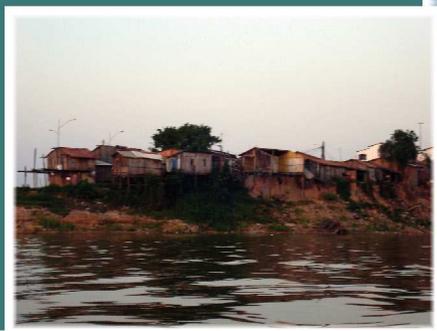


José Irivaldo Alves O. Silva

*Organizador*

# GESTÃO E GOVERNANÇA DA ÁGUA SOB MÚLTIPLAS VISÕES E CASOS



**José Irialdo Alves O. Silva**  
**(Org.)**

**GESTÃO E GOVERNANÇA  
DA ÁGUA SOB MÚLTIPLAS  
VISÕES E CASOS**



**Campina Grande/PB**

**2021**



**Universidade Estadual da Paraíba**

Profª. Célia Regina Diniz | *Reitora*

Profª. Ivonildes da Silva Fonseca | *Vice-Reitora*



**eduepb** **Editora da Universidade Estadual da Paraíba**

Cidival Morais de Sousa (UEPB) | *Diretor*

### **Conselho Editorial**

Alberto Soares de Melo (UEPB) | Antonio Roberto Faustino da Costa (UEPB)

Jordeana Davi Pereira (UEPB) | José Etham de Lucena Barbosa (UEPB)

José Luciano Albino Barbosa (UEPB) | José Tavares de Sousa (UEPB)

Patrícia Cristina de Aragão (UEPB) |

### **Conselho Científico**

Afrânio Silva Jardim (UERJ) | Jonas Eduardo Gonzalez Lemos (IFRN)

Anne Augusta Alencar Leite (UFPB) | Jorge Eduardo Douglas Price (UNCOMAHUE/ARG)

Carlos Henrique Salvino Gadêlha Meneses (UEPB) | Flávio Romero Guimarães (UEPB)

Carlos Wagner Dias Ferreira (UFRN) | Juliana Magalhães Neuwander (UFRJ)

Celso Fernandes Campilongo (USP/ PUC-SP) | Maria Creusa de Araújo Borges (UFPB)

Diego Duquelsky (UBA) | Pierre Souto Maior Coutinho Amorim (ASCES)

Dimitre Braga Soares de Carvalho (UFRN) | Raffaele de Giorgi (UNISALENTO/IT)

Eduardo Ramalho Rabenhorst (UFPB) | Rodrigo Costa Ferreira (UEPB)

Germano Ramalho (UEPB) | Rosmar Anttoni Rodrigues Cavalcanti de Alencar (UFAL)

Glauber Salomão Leite (UEPB) | Vincenzo Carbone (UNINT/IT)

Gonçalo Nicolau Cerqueira Sogas de Mello Bandeira (IPCA/PT) | Vincenzo Milittello (UNIPA/IT)

Gustavo Barbosa Mesquita Batista (UFPB) |

### **Expediente EDUEPB**

Erick Ferreira Cabral | *Design Gráfico e Editoração*

Jefferson Ricardo Lima Araujo Nunes | *Design Gráfico e Editoração*

Leonardo Ramos Araujo | *Design Gráfico e Editoração*

Elizete Amaral de Medeiros | *Revisão Linguística*

Antonio de Brito Freire | *Revisão Linguística*

Danielle Correia Gomes | *Divulgação*

Gilberto S. Gomes | *Divulgação*

Efigênio Moura | *Comunicação*

Walter Wasconcelos | *Assessoria Técnica*



**Editora indexada no SciELO desde 2012**



**Editora filiada a ABEU**

**EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA**

Rua Baraúnas, 351 - Bairro Universitário - Campina Grande-PB - CEP 58429-500

Fone/Fax: (83) 3315-3381 - <http://eduepb.uepb.edu.br> - email: [eduepb@uepb.edu.br](mailto:eduepb@uepb.edu.br)



## Estado da Paraíba

João Azevêdo Lins Filho | *Governador*  
Ana Lígia Costa Feliciano | *Vice-governadora*  
Nonato Bandeira | *Secretário da Comunicação Institucional*  
Claudio Benedito Silva Furtado | *Secretário da Educação e da Ciência e Tecnologia*  
Damião Ramos Cavalcanti | *Secretário da Cultura*

## EPC - Empresa Paraibana de Comunicação

Naná Garcez | *Diretora Presidente*  
William Costa | *Diretor de Mídia Impressa*  
Rui Leitão | *Diretora de Rádio e TV*  
Alexandre Macedo | *Gerente da Editora A União*



BR 101 - KM 03 - Distrito Industrial - João Pessoa-PB - CEP: 58.082-010

Depósito legal na Câmara Brasileira do Livro - CBL.

---

G393      **Gestão e governança da água sob múltiplas visões e casos [Recurso eletrônico]./**  
José Irivaldo Alves O. Silva...[et al.] (Org.). – Campina Grande: EDUEPB,  
2021.  
7400 kb - 222 p.: il. color.

**ISBN 978-65-86221-92-3 (E-book)**

1. Recursos hídricos – Brasil. 2. Água – Gestão. 3. Bacias hidrográficas – Paraíba.  
4. Saneamento básico – Brasil. I. Silva, José Irivaldo Alves O. (org.).

21. ed. CDD 333.910981  
553.7

---

Ficha catalográfica elaborada por Heliane Maria Idalino Silva – CRB-15°/368

## EDITORA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA

Rua Baraúnas, 351 - Bodocongó - Bairro Universitário  
Campina Grande-PB - CEP 58429-500

Fone/Fax: (83) 3315-3381 - <http://eduepb.uepb.edu.br>  
e-mail: [eduepb@uepb.edu.br](mailto:eduepb@uepb.edu.br)

Copyright © EDUEPB

A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>PREFÁCIO</b> .....	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>19</b>
OS RECURSOS NATURAIS E A GESTÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: APLICABILIDADE E NOVOS DESAFIOS	
Aldair Daniel da Silva Alecksandra Vieira de Lacerda	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>41</b>
ANÁLISE DO PERFIL PARTICIPATIVO DO CONSELHO GESTOR DA APA E ARIE DO MAMANGUAPE E DO COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO LITORAL NORTE DA PARAÍBA	
Léia Lobo de Souza Carvalho Carla Isonaide Araújo da Silva Mirella Leôncio Motta e Costa Hugo Morais de Alcântara	

**CAPÍTULO 3.....65**

AVANÇOS DOS SISTEMAS DE MONITORAMENTO E  
GERENCIAMENTO NA GESTÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL

Fabrícia Torreão Araújo de Alcântara

Hugo Morais de Alcântara

**CAPÍTULO 4.....85**

ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE AS PRINCIPAIS  
TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO

Layane Moura Rodrigues

Nayanne Maria Gonçalves Leite

Valdirio Alexandre Gadelha Segundo

George do Nascimento Ribeiro

**CAPÍTULO 5.....109**

CRITÉRIOS PARA OUTORGA DO DIREITO  
DE USO DA ÁGUA: DA VAZÃO DE REFERÊNCIA  
A FLEXIBILIZAÇÃO SAZONAL

José Jefferson Barros Pires

Danilson Correia da Silva

Paulo da Costa Medeiros

**CAPÍTULO 6.....131**

GOVERNANÇA DAS ÁGUAS NA BACIA  
DO RIO PARAÍBA - EIXO LESTE DO PROJETO  
DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO:  
CONFLITOS DE APROPRIAÇÃO E USO DAS ÁGUAS

Edilaine Araújo de Morais

Jully Samara Ferreira de Carvalho

José Iivaldo Alves Oliveira Silva

**CAPÍTULO 7**..... **149**

GOVERNANÇA DA ÁGUA: APONTAMENTOS SOBRE  
A GESTÃO SUSTENTÁVEL NO COMITÊ DAS BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DO LITORAL SUL

José Irivaldo Alves Oliveira Silva

Emanuelle Macêdo Viana

Libiane Marinho Bernardino

**CAPÍTULO 8**..... **169**

ESTIMATIVA DE CHUVAS ACUMULADAS  
MENSAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PAJEÚ  
USANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Moisés Correia Freitas

**CAPÍTULO 9**..... **189**

CONSTRUÇÃO DA *PER CAPITA* A PARTIR  
DA ANÁLISE DOS VOLUMES HÍDRICOS MACRO  
E MICRO MEDIDOS DOS CONJUNTOS  
HABITACIONAIS TENENTE COELHO, I, II, III, IV:  
MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE-CE

Rondon Madeira de Brito

Carina Santos Ribeiro Madeira

Paulo da Costa Medeiros



## APRESENTAÇÃO

O Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) foi instituído em 2016, por iniciativa da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Coordenado pela Universidade Estadual Paulista (Unesp) – *campus* de Ilha Solteira, o ProfÁgua foi implantado em parceria com outras cinco universidades de regiões distintas do país. Hoje a rede conta com 14 instituições parceiras, tendo um crescimento de mais de 100 % nesses 5 anos de existência.

Dentre as instituições parceiras temos: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade Estadual do Amazonas (UEA), Universidade Federal do Pernambuco (UFPE), Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCEG), Universidade Federal de Roraima (UFRR), Universidade de Brasília (UNB), Universidade do Estado do Mato Grosso (UNEMAT), Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Universidade Federal Tecnológica do Paraná (UFTR).

O ProfÁgua é voltado para profissionais que atuam na gestão e regulação dos recursos hídricos e os trabalhos de conclusão do curso deverão ter um caráter de conhecimento aplicado, podendo ser no formato de manuais operativos, relatórios técnicos, aplicativos, patentes, artigos, sistemas ou mesmo dissertações. Com esta iniciativa, a ANA busca contribuir para a melhoria da gestão e regulação das águas do País.

A presente obra foi uma construção a várias mãos. Trabalhamos sobre ela durante a disciplina Governança e Gestão de Recursos Hídricos do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), Coordenado pela UNESP, e com pólo na cidade de Sumé, um dos 13 pólos espalhados pelo Brasil dessa importante e relevante iniciativa da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) em conjunto com a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a UNESP de Ilha Solteira, São Paulo.

A intenção primeira da organização do livro foi não perder as boas e relevantes experiências dos alunos durante a construção do conhecimento. Muitas vezes atividades são feitas e são esquecidas e engavetadas. Com o presente livro, as ideias e saberes dos alunos ficarão para a posteridade. Para além disso, será uma contribuição importante para a rede de instituições que fazem parte desse grande esforço de um mestrado em rede. A produção de conhecimento de excelência é um dever nosso enquanto instituição pública.

O que se verá no livro são experiências e pesquisas vivenciadas pelos alunos sob a supervisão, em sua maioria, de professores do corpo permanente de docentes do mestrado. É uma grande fonte de inspiração para outros projetos de publicação que devem florescer no âmbito do ProfÁgua. Não foi o primeiro e, certamente, não será o último. Agradecemos ao apoio da Coordenação geral da Rede na pessoa do Prof. Dr. Jefferson do Nascimento, da Coordenação local, na pessoa do Prof. Dr. Hugo de Alcântara, ao Conselho do ProfÁgua local, bem como ao financiamento da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico e a CAPES.

Sumé, 9 de março de 2021.

**Prof. Dr. José Irivaldo Alves O. Silva**

Professor do ProfÁgua,  
Pólo da Universidade Federal de Campina Grande  
Organizador

## PREFÁCIO

Muito honrada, recebi o convite para prefaciá-la obra organizada pelo Professor Doutor José Irivaldo Alves Oliveira Silva, produto do trabalho realizado ao longo da oferta de disciplina oferecida durante o Mestrado Profissional em Rede ProfÁgua.

De início, me tocam alguns esclarecimentos e informações sobre o compromisso do organizador com o tema *Água*, pois já doutor em Ciências Sociais, buscou um segundo doutorado em Direito voltado também para a temática, comprometido em aprofundar ainda mais sua pesquisa, também com lastros jurídicos, com ênfase socioambiental e em Direitos Humanos.

Nessa toada e em meio às pesquisas e publicações que incluem a Transposição do São Francisco, Gestão e Política dos Recursos Hídricos, Professor José Irivaldo participou da elaboração do projeto de mestrado profissional em rede, edital ANA-CAPES, contemplado, implantado, em sua terceira edição em Campina Grande, com significativa representação das regiões brasileiras.

A obra *Gestão e Governança da Água sob múltiplas visões e casos*, resulta da disciplina Governança e Gestão de Recursos Hídricos do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), oferece ao leitor, estudantes, gestores e profissionais das áreas afins que trabalham com o tema, diversidade de olhares e reflexões, em suas muitas possibilidades.

A Obra inicia com o trabalho intitulado “Os recursos naturais e a gestão em bacias hidrográficas: aplicabilidade e os novos desafios”, foi realizado levantamento com foco na gestão integrada de recursos naturais em bacias hidrográficas, subsidiando desta forma o fortalecimento das ações voltadas para o gerenciamento integrado dos potenciais biológico nos sistemas naturais. A partir dos recursos naturais, adentrando na seara do desenvolvimento sustentável, o autor examinou técnicas, escassez, quantificação, dimensionando e verificando a proporção da utilização dos recursos, chegando aos resultados e consequências decorrentes, sempre fundamentado em doutrina balizada e experiências verificadas e testadas.

Tratou da vida, saúde humana, bem-estar social, examinando a utilização dos recursos hídricos a partir das bacias hidrográficas, com proposições para os problemas impactantes levantados, diante da gestão de recursos hídricos, com seus processos integrados, colaborativos de criação e implementação de planos, programas, projetos com vistas à melhoria das bacias hidrográficas e seus ecossistemas.

Na esteira da governança proposta, como num encadeamento crescente e lógico, vem o segundo capítulo sob o título “Análise do perfil participativo do Conselho Gestor da APA e ARIE do Mamanguape e do Comitê das Bacias Hidrográficas do litoral norte da Paraíba”, em que os autores examinam e desenvolvem o debate a partir da Política Nacional dos Recursos Hídricos, pondo em relevo a participação da sociedade diante das atuações dos Comitês de Bacias Hidrográficas e dos Conselhos Gestores das Unidades de Conservação (UCs). Identificando e avaliando as representações dos Conselhos Gestores das Unidades de Conservação, áreas das UCs e dos Comitês de Bacias do Litoral Norte por meio de mapas temáticos, os autores não pouparam esforços para observar que a participação integrada, desses representantes de diversos segmentos dos Conselhos Gestores de UCs e membros dos Comitês de Bacias do Litoral Norte, poderá

melhorar de forma qualitativa, a tomada de decisão dos problemas relacionados à gestão de recursos hídricos.

A partir do alcance da governança, que envolve a articulação e a mobilização dos atores sociais e estatais, pondo-se a questão hídrica com suas particularidades, surge oportuno o terceiro capítulo, tratando justamente sobre os “Avanços dos Sistemas de Monitoramento e Gerenciamento na Gestão das Águas no Brasil”, indicando resultados que apontam para avanços relacionados à mudança de paradigma, no que se refere à gestão. Destacam os autores a fase de transição, que consiste em passar o gerenciamento de um sistema setorial, local e de resposta a crises e impactos, para um sistema integrado, preditivo no âmbito da bacia hidrográfica, considerando aspectos de governança. Apontam para o desenvolvimento de sistemas de monitoramento, como suporte aos sistemas de gestão, com caráter inovador, implantação de medidas estruturais e não-estruturais para uma gestão integrada entre os diversos entes do sistema.

No crescente ritmo de aprofundamento dos debates, fundados em estudos e pesquisas experimentadas em nível do Mestrado ProfÁgua, o quarto capítulo apresenta “Estudos prospectivos sobre as principais tecnologias de saneamento”, em que os autores tratam do Saneamento, de seus objetivos, condições do meio ambiente diante da finalidade de prevenção contra doenças, na promoção da saúde e melhoria de qualidade de vida da população. Relaciona a tais condições e objetivos alcançados, a produtividade do indivíduo como facilitador da atividade econômica, apontando os serviços de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos, como fatores diretos para a melhoria da qualidade de vida das pessoas, com redução da mortalidade infantil, melhorias na educação, na expansão do turismo, na valorização dos imóveis, na renda do trabalhador, na despoluição dos rios e preservação dos recursos hídricos, dentre outros. O trabalho examina plataformas, discute os dados levantados, apresenta gráficos e figuras de informação relevante para a pesquisa, como a que traz

aplicações e conceitos de tecnologias relacionadas ao saneamento básico e águas residuais.

Trazendo “Critérios para outorga do Direito de uso da Água: da vazão de referência a flexibilização sazonal”, o capítulo quinto parte dos múltiplos usos quali-quantitativos da água doce disponível em muitas regiões do planeta, para as atividades humanas, o que se dá de maneira não uniforme no tempo e no espaço, derivando conflitos de uso, agravados nos períodos de sua escassez, chegando até a Lei 9.433/97 que tem como base a gestão compartilhada e participativa da água, o Brasil, chegando até a bacia hidrográfica, como unidade de gerenciamento, utilizando-se de cinco instrumentos e, dentre eles, a outorga que tem caráter regulatório, condicionando ao usuário o direito de uso da água por um determinado período. Nesse afã, os autores destacam a importância de se considerar critérios com vazões flexíveis ante variabilidade hidrológica, a fim de promover melhor aproveitamento hídrico e consequente desenvolvimento socioeconômico na bacia.

Traçam os autores sua pesquisa, com dados consistentes acerca das condições privilegiadas do Brasil em relação aos outros países, em razão de possuir uma boa quantidade de água doce se comparada com a maioria dos países, sem perder de vista que não existe uma distribuição igualitária pelo território brasileiro, o que se agrava em certas regiões diante da escassez efetiva da água doce, ao contrário de outras regiões do Brasil, em que os problemas estão relacionados à piora da qualidade da água disponível.

O capítulo sexto chega na melhor sequência, oportunizando ao leitor observar o desenvolvimento da pesquisa que atinge a contribuição necessária sobre a “Governança das águas na Bacia do Rio Paraíba – Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco. Conflitos de apropriação e uso das águas”, em que os autores analisam a forma de governança e a sua aplicabilidade junto aos recursos hídricos da Bacia do Rio Paraíba, a partir do Projeto de Integração das Bacias do Rio São Francisco com as do

Nordeste Setentrional (Eixo Leste). Partindo da governança como um conceito desenvolvido para aplicar regras aceitas e legitimadas pela sociedade, observam e refletem sobre seu foco em promover uma gestão transparente e imparcial de interesse coletivo, que objetiva ser desenvolvida por meio das ações dos diferentes atores nas instituições e organizações civis, valendo-se da opinião doutrinária de que a tomada de decisão e implementação das políticas públicas não são de iniciativa exclusiva do Poder Público, consistindo num conjunto de todos os socialmente envolvidos, a fim de atingir o resultado que promova a regulação das águas da bacia atendendo também as diversidades de interesses e usos dos recursos hídricos.

Assim, a governança é estudada pelos autores, e aplicada quanto às águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, discutindo as políticas públicas que assegurem a existência e regulação dos recursos hídricos em seus múltiplos usos, sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas e qualidade das águas.

O capítulo “Governança da água: apontamentos sobre a gestão sustentável no comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul”, traz mais uma abordagem interessante, necessária e atual, em que os autores aprofundam a pesquisa e seus relatos quanto aos impactos decorrentes da expansão urbana, com elevados índices de poluição, assoreamento e atividade industrial, em razão do uso das águas da Bacia Hidrográfica. Os estudos trazem análise sistêmica de mapas hidrográficos e gráficos, com dados oficiais da Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba (AES/A), além de informações contidas nas atas das reuniões extraordinárias do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul do Estado da Paraíba.

Com dados documentais a contribuição do sétimo capítulo no tocante à Governança e análise da atuação dos Comitês, apresenta o contexto do desenvolvimento sustentável das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, relacionado ao uso consciente dos recursos hídricos, visando conciliar desenvolvimento e

preservação, trazendo inevitavelmente a contribuição para a minimização do impacto antrópico nos recursos naturais, com fundamento no Princípio da solidariedade da Constituição Federal, na busca por assegurar o compartilhamento do meio ambiente entre distintas gerações.

Não deixou a Obra de questionar a efetividade da outorga de uso, trazendo o capítulo oitavo “Análise da efetividade da outorga de uso da água no trecho entre os reservatórios de Boqueirão e Acauã”, com a análise dos impactos causados pelas liberações de outorgas no trecho do Rio Paraíba, além de avaliar a segurança hídrica dos municípios abastecidos por esses mananciais, através do levantamento de dados de outorgas concedidas pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESÁ-PB).

Ainda no capítulo nono, são estudadas as chuvas acumuladas mensais na Bacia, sob o título “Acauã estimativa de chuvas acumuladas mensais na Bacia Hidrográfica do Rio Pajeú usando redes neurais artificiais”, em que o autor analisou a eficiência das Redes Neurais Artificiais na previsão das chuvas acumuladas mensais, da bacia hidrográfica do Rio Pajeú, comparando com os dados de ocorrência de anos anteriores, em conjunto com os dados do fenômeno atmosférico-ocêânico que causam anormalidade na temperatura superficial das águas do oceano Pacífico Equatorial, El Niño e a La Niña, responsáveis por alterar o regime de vento em uma escala global, e o de chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias.

Com o capítulo “Construção da *per capita* a partir da análise dos volumes hídricos macro e micro medidos dos conjuntos habitacionais Tenente Coelho, I, II, III, IV: município de Juazeiro do Norte-CE, partindo os autores do conhecimento da *per capita* hídrica e a sua importância para o monitoramento e controle do abastecimento público.

Trata-se assim, de uma coletânea de trabalhos desenvolvidos de forma concatenada, que prestam importante contribuição ao

leitor, estudante, profissional e gestor que atua e tem relevante interesse no tema da Água, de essência vital a todas as formas de vida no planeta.

Cumprimento a UFCG pela atuação destacada no ProfÁgua, seus docentes envolvidos no projeto, com destaque ao Professor José Irivaldo que organiza essa Obra, bem como os mestrandos autores, pela pesquisa e empenho na produção dos textos, brindando com toda a comunidade acadêmica e profissional pelo lançamento de um material de excelência na pesquisa, com a qual ganha o público em geral, ganhamos todos!

Comemoro com a Editora da UFCG a publicação e lançamento de um trabalho de tamanha contribuição no tema da Governança da Água, tão necessário em nossa atualidade, que examina dados consistentes, gráficos, relatórios, atas, documentos, legislação, doutrina nacional e estrangeira, consagrando uma vez mais o compromisso da Universidade Pública com a pesquisa e com a ciência no Brasil.

Florianópolis para Campina Grande, 20 de março de 2021.

**Prof. Dra. Belinda Pereira da Cunha**

Associada UFPB – Cooperação Técnica UFPB/UFSC

Pós-Doc Universidade Autônoma do México

Escuela de Derecho del pensamiento de Enrique Leff



# CAPÍTULO 1

## OS RECURSOS NATURAIS E A GESTÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS: APLICABILIDADE E NOVOS DESAFIOS

**Aldair Daniel da Silva**

Mestrando em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos,  
Universidade Federal de Campina Grande,  
aldairdanieldasilva@hotmail.com;

**Alecksandra Vieira de Lacerda**

Professora Associada da Universidade Federal de Campina Grande,  
Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido,  
alecksandra.vieira@professor.ufcg.edu.br.

## Resumo

Nos dias atuais tem-se colocado em pauta a relevância do manejo dos recursos naturais em bacias hidrográficas. Nesse sentido, objetivou-se nesse trabalho realizar um levantamento de trabalhos focados na gestão integrada de recursos naturais em bacias hidrográficas, subsidiando desta forma o fortalecimento das ações voltadas para o gerenciamento integrado dos potenciais biológico nos sistemas naturais. A pesquisa de informações foi realizada nas bases de dados, Google Scholar, Scielo e Periódicos da Capes. Foram encontrados 30 artigos sendo que apenas 15 abordavam aspectos relacionados à gestão integrada de bacias hidrográficas e/ou estavam de acordo com os critérios de inclusão. Assim, os resultados obtidos com a pesquisa apontam os principais problemas em relação à crise e à falta de abastecimento de água, sendo uma das soluções possíveis o gerenciamento das bacias hidrográficas, através de fiscalização contra o mau uso da água. Observou-se que nos trabalhos ainda são poucas as referências considerando a relevância da gestão integrada dos recursos naturais no contexto das bacias hidrográficas. Portanto, tem-se ressaltado a necessidade da ampliação das discussões que marcam o gerenciamento das bacias hidrográficas considerando o manejo dos potenciais biológicos.

**Palavras Chaves:** Sistemas Naturais, Gestão Integrada, Sustentabilidade.

## INTRODUÇÃO

O gerenciamento de recursos naturais busca estruturar ações para melhorar as formas de gerenciar os sistemas terrestres e aquáticos e seus componentes biológicos e dessa forma elevando os níveis de qualidade de vida dos seres humanos dentro do cenário atual e ainda pensando nas gerações futuras (LEITZKE, 2019). Segundo Holzman (2009) essa área ganhou visibilidade com a discussão envolta do desenvolvimento sustentável o qual procura

definir os limites do sistema de desenvolvimento econômico visando a atender as necessidades presentes da humanidade, preservar e conservar os recursos existentes no sentido de garantir o sustento das gerações futuras e a manutenção dos ecossistemas. Para Leitzke (2019) o gerenciamento dos recursos naturais busca definir estratégias eficientes para dar suporte a vida.

Segundo Vendruscolo (2020) o desenvolvimento sustentável depende da quantidade e qualidade de recursos naturais utilizados e estes quando são bem geridos tem buscado se utilizar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Assim, a utilização dos recursos naturais, subsidiado pela ilusão da farta disponibilidade, faz com que o uso de técnicas inadequadas acabe gerando consequências negativas, resultando em perdas econômicas, sociais e ambientais, consequentemente, ocasionando o declínio do desenvolvimento e do bem-estar social (PEREIRA, 2020).

Inserido nesse campo de reflexão, observa-se que particularmente relacionado aos recursos hídricos, estes são muito importantes para o ecossistema e suas populações, sendo essenciais para todos os tipos de atividades sociais e econômicas, bem como para a vida e a saúde da humanidade (PONTE *et al.*, 2016). Além dos problemas que envolvem a demanda e o consumo da água, existem situações de risco ambiental e social como enchentes e secas, que necessitam de ações preventivas das autoridades. Leitzke (2019) expõe que a gestão de recursos hídricos envolve diferentes grupos e organizações que juntos devem pensar em formas eficientes de distribuição e uso da água.

Como este recurso é compartilhado e limitado, um dos pontos importantes para seu gerenciamento é a tomada de decisão conjunta, onde os agentes envolvidos no problema interagem entre si para chegar a soluções mais justas e satisfatórias (ADAMATTI 2007). Schewe *et al.* (2014) apontam que, devido ao crescimento populacional e econômico esperado para as próximas décadas, a demanda por recursos hídricos tende a crescer e a

intensificar os problemas relacionados a esse recurso. Uma forma de tentar contornar, essa situação é gerir os recursos hídricos e o meio ambiente como um todo, através da gestão integrada.

De acordo com Campagnolo (2017) a gestão de recursos hídricos é um conjunto de ações que tem como objetivo regular o uso, o controle e sua proteção de acordo com a legislação e normas relevantes. Assim tem-se mostrado relevante a elaboração de projetos para favorecer a recuperação e a preservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos das bacias hidrográficas (MEDEIROS; CANALI, 2012). Para Lopes e Souza (2020) bacia hidrográfica é considerada a unidade básica de estudo nos contextos ecológicos e econômicos, essencial para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, pois fornece vários produtos e serviços que sustentam a população.

Benham *et al.* (2011) destacam que a gestão de recursos hídricos pode ser caracterizada por processos integrados, colaborativos de criação e implementação de planos, programas e projetos desenvolvidos para sustentar e melhorar as bacias hidrográficas e seus ecossistemas. Os mesmos autores expõem que para se ter sucesso no plano de gestão, o monitoramento deve ser contínuo e a avaliação de seus dados é fundamental em todas as fases. WMO (2009) ressalta que sem o monitoramento contínuo, seguido pela avaliação, a oportunidade de aprender com a experiência de gestão é reduzida assim como a oportunidade de fazer ajustes de conhecimentos e da experiência. Segundo Santos (2019) a crise no abastecimento de água é um problema em muitas regiões, que por sinal merece uma atenção especial, pois a água exerce um papel importante para a humanidade e representa cinco aspectos essenciais tais como: transporte, geração de energia elétrica, irrigação, fonte de alimentos e dessedentação de animais.

Até o ano de 2030, a população mundial alcançará o total de 8,3 bilhões de pessoas e a demanda por água crescerá em 30% (GUPPY; ANDERSON, 2017). Segundo o relatório publicado pelo World Economic Fórum (2018) cerca de 1,8 bilhões de

pessoas viverá em áreas de grave escassez hídrica até o ano de 2025, a crise começa a marcar com sinais sua gravidade nos dias atuais com notícias diárias sobre o racionamento de água, escassez de chuva e poluição dos lençóis freáticos.

Santos (2019) expõe que entre as soluções possíveis para tentar diminuir a crise hídrica que já afeta muitos países é fazer o gerenciamento das bacias hidrográficas, fiscalizando o uso da água para fins de irrigação por meio da outorga e por meio do licenciamento ambiental. Segundo o IBGE (2011) particularmente o Brasil possui 12 grandes bacias hidrográficas: Bacia Hidrográfica do Tocantins-Araguaia, Bacia Hidrográfica do São Francisco, Bacia Hidrográfica do Paraná, Bacia Hidrográfica do Parnaíba, Bacia Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, Bacia Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental, Bacia Hidrográfica Atlântico Leste, Bacia Hidrográfica Atlântico Sudeste, Bacia Hidrográfica Atlântico Sul, Bacia Hidrográfica do Uruguai, Bacia Hidrográfica do Paraguai e por último sendo a maior do mundo a Bacia Amazônica com sete milhões de quilômetros quadrados.

Assim, tem-se de acordo com Freitas (2014) que no início da década de 90, a preocupação com o meio ambiente e a sustentabilidade das atividades nele desenvolvidas passaram a fazer parte das discussões das instituições governamentais e não governamentais e da sociedade civil. Para Campos e Campos (2015) em 1997, foi sancionada a Lei das Águas (lei 9.433), e assim no Brasil onde foi implementada a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e possui em um de seus objetivos assegurar a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos.

Portanto, objetivou-se nesse trabalho realizar um levantamento de trabalhos focados na gestão integrada de recursos naturais em bacias hidrográficas, subsidiando desta forma o fortalecimento das ações voltadas para o gerenciamento integrado dos potenciais biológico nos sistemas naturais.

## **JUSTIFICATIVA**

A ação antrópica determina a diminuição constante dos recursos naturais, em especial os recursos hídricos afetando as comunidades nas esferas econômicas, sociais, e ambientais. Tal situação evidencia a extrema importância na preservação da água desde sua nascente, visto que ela dá origem aos cursos d'água formando as bacias hidrográficas e essa cadeia proporciona os diversos usos desse recurso como nas atividades agroindustriais, na agricultura familiar, no abastecimento doméstico, na manutenção da vida e dos ecossistemas no nosso planeta.

Os fatores ligados ao desmatamento para ocupação do solo e expansão do desenvolvimento econômico configuram-se como problemas frequentes que estão intimamente relacionados ao uso dos recursos naturais que estão inseridos em uma determinada bacia hidrográfica. Diante disso, questiona-se como intervir para solucionar estes problemas, atendendo as metas e objetivos.

A adoção de práticas conservacionistas, como a proteção destas áreas através do uso adequado do solo é fundamental, garantindo assim o manejo adequado da bacia hidrográfica a fim de garantir a quantidade e qualidade da água e a biodiversidade.

Desta forma, o desenvolvimento de técnicas para recuperação de nascentes dos cursos de água não são apenas atitudes que satisfazem a legislação ou propiciam a comunidade do aproveitamento das águas para as mais variadas atitudes humanas, mas são, acima de tudo, ações concretas em favor da vida, desta e das futuras gerações do nosso planeta.

## **METODOLOGIA**

Este estudo constitui uma revisão bibliográfica de caráter analítico a respeito do uso dos recursos naturais e a gestão em bacias hidrográficas. A coleta de dados foi realizada no período de

24 de julho a 11 de setembro de 2020, utilizou-se para a pesquisa as bases de dados, Google Scholar, Scielo e Periódicos da Capes.

Foi definido como critério de inclusão: artigos publicados entre os anos de 2009 e 2019, pois levantamentos iniciais identificaram que no período anterior a 2009 há uma escassez de artigos que descrevem com maior detalhamento do uso dos recursos naturais e a gestão em bacias hidrográficas. Assim, optou-se pelo período entre 2009 e 2019 a fim de se analisar o intervalo de dez anos e observar quais foram as evoluções que aconteceram neste período de tempo em relação à exploração dos recursos naturais e quais as iniciativas adotadas em relação à implantação da gestão participativa em bacias hidrográficas.

Outro critério a considerar diz respeito aos descritores gestão dos recursos naturais e gestão integrada em bacias hidrográficas. Foram incluídos neste estudo artigos que apresentassem descritores como: a gestão dos recursos naturais: uma perspectiva de sustentabilidade, a educação ambiental como política pública para gestão integrada dos recursos naturais, tripé da governança: poder público, setor privado e a sociedade civil em busca de uma gestão integrada dos recursos hídricos, gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa.

Para as pesquisas feitas em bases de dados Periódicos Capes e Scielo, não foi limitado idioma na tentativa de obter quantidade relevante de referencial teórico, contudo, foi observado que as publicações em português eram as que mais continham informações relevantes ao estudo. A pesquisa feita no Google Scholar foi utilizada o idioma português como limitador da pesquisa.

Inicialmente, foi feita a busca de artigos científicos que se adequassem aos critérios de inclusão se deu nas bases de dados Periódicos Capes e Scielo com os descritores Gestão dos Recursos Naturais “and” Bacias Hidrográficas. Como resultados, foram obtidos 10 artigos nos Periódicos Capes, dos quais apenas 5 estavam de acordo com este estudo. Na Scielo, dos 10 artigos encontrados, foram selecionados 5 artigos.

Posteriormente, realizou-se a pesquisa na base de dados Google Scholar utilizando para isso as seguintes associações: Experiencias Exitosas “and” Sustentabilidade “and” Bacias Hidrográficas. Foram encontrados, 10 artigos, mas apenas 5 foram selecionados por estarem relacionados ao tema. Vale destacar que, ao final da pesquisa nas bases de dados citadas, foram encontrados 30 artigos, porém, apenas 15 apresentavam relação com o tema estudado.

Após a seleção dos artigos conforme os critérios de inclusão previamente definidos, foram seguidos, nessa ordem, os seguintes passos: leitura exploratória; leitura seletiva e escolha do material que se adequam aos objetivos e tema deste estudo; leitura analítica e análise dos textos, finalizando com a realização de leitura interpretativa e redação. Após estas etapas, constituiu-se um corpus do estudo agrupando os temas mais abordados nas seguintes categorias: entraves para o uso sustentável dos recursos naturais, bacias hidrográficas sua importância como recursos natural e quais são as principais legislações que garantem efetividade na gestão dos recursos hídricos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram encontrados 30 artigos na busca inicial, nas bases de dados Periódicos Capes Google Scholar e Scielo, destes 15 foram selecionados para leitura e fichamento. O período de publicação dos artigos pesquisados ficou compreendido entre 2009 e 2019, sendo que os anos de 2019 e 2018 concentraram maior número, respectivamente, 7 e 5 artigos. O ano de 2017 contou com 2 publicações e o ano de 2016 com apenas 1 publicação.

Os 15 artigos selecionados nesta pesquisa abordam aspectos relativos ao uso dos recursos naturais e a gestão de bacias hidrográficas. Com base nas informações encontradas, foi possível observar os entraves que existe na sociedade para que seja feito um uso adequado dos recursos naturais e quais as dificuldades

para se implantar um modelo de gestão integrada em bacias hidrográficas. Assim, à literatura estudada mostra ainda algumas experiências de aplicabilidade dessas ações e quais os desafios para que se tenha uma implementação, adequada das mesmas a fim de obter resultados positivos (LEITZKE, 2019).

Logo após a leitura e fichamento dos artigos selecionados observou-se que o conteúdo presente nos artigos aborda as características dos principais processos de gerenciamento de recursos naturais, mais especificamente na escala dos recursos hídricos. Nesse sentido, considerando as leituras realizadas percebe-se que ainda existe uma carência de articulação da sociedade no que diz respeito ao uso dos recursos naturais de forma sustentável.

A sociedade está praticando um consumo elevado e explorando de maneira agressiva os recursos naturais. Para as pessoas o que importa é a manutenção dos desejos e vontades infundadas em prol, unicamente, do lucro para seu sistema que despreza pessoas, animais e todo elemento que interfira nesse processo exploratório, se torna indispensável ações voltadas à preservação e busca por reflexões, especialmente no ambiente escolar, onde crianças e adolescentes concentram-se, e onde se percebe também a enorme vulnerabilidade destes diante das seduções do sistema capitalista (LANA, 2009).

Segundo Zorzi *et al.* (2016) o público de crianças e adolescentes, muitas vezes tem na escola o único ambiente de discussão e reflexão que os leva a questionar a forma de exploração dos recursos naturais, na maioria das vezes é na escola que crianças e adolescentes possuem a oportunidade de pensar sobre a importância de mantermos vivos os recursos ambientais, e observar a necessidade de ações voltadas para essa preservação bem como sobre as consequências positivas delas para todo o planeta e consequentemente para a vida e saúde dos seres que habitam todos os ambientes.

Existem iniciativas recentes, a exemplo do Parlamento Nacional da Juventude pela Água –PNJA, têm sido promovidas com o intuito de engajar os jovens brasileiros na gestão hídrica nacional, observa-se que tais iniciativas devem ser multiplicadas e potencializadas, de modo a consolidar o engajamento juvenil na solução dos problemas relativos aos recursos hídricos, tendo em vista que os jovens serão a próxima geração de gestores destes recursos (DE SOUSA *et al.*, 2019).

O planeta segundo Sousa *et al.* (2019) é bastante abundante e generoso no que diz respeito a recursos e possibilidades para a vida, temos muito mais do que se precisa, talvez por esse motivo o ser humano, desde o início de sua história na terra, tem utilizado muito mais do que deveria, como se fosse à única espécie do planeta merecedora ou detentora de tudo que existe nele, fato que tem se agravado desde a revolução industrial quando o ser humano maximizou a exploração dos recursos existentes. O mesmo autor destaca que sociedade cada vez mais tem recorrido a esses recursos sem grandes preocupações com a forma de exploração.

Victorino (2007) identificou que a sociedade busca e preocupa-se exclusivamente com os lucros mesmo que para isso a forma de exploração ambiental tenda a extinguir tais recursos levando todos os habitantes desse planeta à extinção. Ainda segundo Victorino (2007), a transformação dos elementos naturais que integram toda uma complexidade existente no planeta, em elementos de exploração para uma sociedade constituída por pessoas que se preocupam com o acúmulo de bens, produtos e serviços, comportamento tem levado à escassez dos elementos naturais existentes e a degradação.

Se tratando de recursos naturais Costa (2012) expõe que os mais importantes para a manutenção da vida na terra são os recursos hídricos representados pela água que está disponível para o uso humano, em rios, lagos e lençóis freáticos. A água é recurso

muito importante porque atende à economia, à geração de energia e à sobrevivência dos seres vivos na terra.

Ainda segundo Costa (2012), na economia, ela exerce um papel fundamental sendo uma fonte alternativa para a geração de energia elétrica através das usinas hidrelétricas, a mais importante e mais utilizada fonte de energia no Brasil. Os recursos hídricos também podem ser utilizados para alimentação através da pesca, para a sustentação das pessoas como mercadoria de venda para outros países, através das exportações. Em relação à sobrevivência dos seres vivos, a vida se originou na água e é extremamente dependente dela, um exemplo claro da importância da água é o corpo humano que é composto por 75% de água (SILVA, 2012).

No início do século XX o cenário global apresentou situações que fizeram com que a sociedade passasse a se preocupar com a possibilidade de esgotamento dos recursos naturais e com o desenvolvimento sustentável, conceituado como aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer o futuro (SUGAHARA; RODRIGUES, 2019).

Autores como Venter *et al.* (2016) destacam que o meio ambiente sofre com a atividade humana. Segundo Jones *et al.* (2018) um terço do globo está sob intensa pressão humana, dificultando, a plena preservação desses ambientes. Por isso, a criação de áreas de preservação é essencial para proteger a biodiversidade (GELDMANN *et al.*, 2013). Segundo Gray *et al.* (2016) as áreas destinadas à conservação ambiental são eficazes para minimizar o uso dos recursos naturais explorados pelos seres humanos.

Venter *et al.* (2016) destacam que a pressão humana causa mudanças no solo, tanto para uso urbano como para o uso agrícola da terra. Os mesmos autores descrevem que em muitos países desenvolvidos estes apresentam um elevado crescimento socioeconômico com uma redução da atividade humana em áreas naturais, reforçando a ideia de um possível desenvolvimento sustentável.

De acordo com Gaetani *et al.* (2013) o Brasil é um dos 17 países considerados megadiversos, estima-se que o Brasil detém cerca de 20% da biodiversidade global. Devido a esta vasta diversidade e extensão territorial, o país se encontra no centro da discussão sobre preservação ambiental isto porque nos dias atuais existem vários conflitos entre ambientalistas, proprietários de terras e povos indígenas que discutem sobre a exploração desordenada dos recursos naturais presentes no Brasil.

Os problemas ambientais interferem na qualidade de vida, contribuem para a poluição dos corpos d'água, devido ao lançamento e acúmulo de efluentes industriais e esgotos domésticos sem tratamento, muitos rios que banham metrópoles estão praticamente mortos, servem apenas como um canal por onde escoar todo o esgoto produzido pelas atividades cotidianas dos indivíduos da população (CALLISTO *et al.*, 2012).

Para Jacobi *et al.* (2016) a gestão das águas é uma questão social, histórica e local onde a presença de um quadro crescente de insustentabilidade hídrica é observada através de dois aspectos, de um lado o aumento dos desastres climáticos como secas e enchentes e de outro, a contaminação dos corpos hídricos que torna cada vez mais escasso e mais caro o abastecimento de água potável para a população.

O estabelecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, é um marco institucional no país, incorpora princípios e normas para a gestão de recursos hídricos adotando as bacias hidrográficas como regiões naturais de gestão e planejamento, a água destas bacias é considerada um bem destinado ao consumo humano, de uso múltiplo e de domínio público, além de ser um recurso natural limitado e dotado de valor econômico (CALLISTO *et al.*, 2012). Segundo Morais Neto (2015) o reconhecimento da água como sendo um recurso natural dotado de valor econômico é inevitável e uma forma de incentivar sua utilização de forma racional é a cobrança pelo seu uso, começando pelos grandes usuários.

Para Sobral (2011) a gestão de recursos hídricos consiste na aplicação de medidas para controlar os sistemas hídricos, naturais ou artificiais, a fim de atender a objetivos ambientais pré-estabelecidos. Campos e Fracalanza (2010) descrevem a gestão hídrica como sendo uma atividade complexa, que para ser bem desenvolvida depende da integração entre políticas públicas no sentido de se minimizar as disparidades socioeconômicas, sendo composta por diversos instrumentos: a política de águas; o plano de uso, controle e proteção das águas; o gerenciamento e o monitoramento dos usos da água.

De acordo com Campos e Fracalanza (2010) a preocupação com a segurança hídrica está difundida mundialmente e cada vez mais são realizados investimentos em ações e pesquisas na tentativa de assegurar a disponibilidade de água tanto em quantidade quanto em qualidade. A gestão deste recurso deve ser realizada visando a sua oferta para todos, considerando a sua interação com outros elementos do meio e as dinâmicas antrópicas relacionadas. Autores como Souza Júnior *et al.* (2017) defendem que o ordenamento da utilização dos recursos hídricos é relevante para combater conflitos em relação aos seus usos múltiplos. Segundo eles, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) é o conjunto de órgãos e colegiados que realiza a gestão dos usos das águas no Brasil, através do desenvolvimento e implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433/1997.

Esta Lei tem como objetivo geral definir orientações e políticas públicas para melhorar a oferta de água à população, através de diretrizes de ação e instrumentos, tomando a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão (SOARES *et al.*, 2019). Os Planos de Recursos Hídricos (PRH) fazem parte dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), sendo elementos essenciais à gestão do setor hídrico, atuando como planos diretores para fundamentar e orientar a

implementação da Política para cada bacia hidrográfica (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2017).

Entre os Planos de Recursos Hídricos, segundo Silva (2019) estão inseridos os planos de bacias hidrográficas, que devem ser aprovados e acompanhados pelo Comitê de Bacia estes são órgãos colegiados formados por representantes do poder público, usuários da água e sociedade civil, de maneira a representar e fornecer poder de decisão a todos os setores da sociedade que possuem interesse sobre a gestão da bacia. Além de aprovar os Planos de Recursos Hídricos, os Comitês atuam em situações de conflitos pelo uso da água e sobre os valores da cobrança do uso da água, entre outras competências, estes grupos de gestão são definidos tanto para as bacias hidrográficas de abrangência federal, quando inclui mais de um estado ou outro país, quanto para as estaduais (CBH, 2018).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas informações expostas por autores como Ferraço (2019) foi notório perceber que o gerenciamento adequado dos recursos hídricos é um processo bastante complexo, e que engloba vários instrumentos de gestão, que devem seguir diretrizes da legislação ambiental na medida de cada sistema de produção que demande os usos dos recursos hídricos. Mesmo a legislação brasileira de recursos hídricos apresentando grande avanço com o passar dos anos, constata-se que ainda é precária a situação em que se encontram muitos corpos hídricos no Brasil (REZENDE, 2016). A Política das Águas empregada no País apresenta uma série de medidas promissoras, que provavelmente alcançarão resultados eficazes na preservação das águas, mas muito ainda pode ser feito no sentido de aprimorar a gestão dos recursos hídricos (DE SOUSA; MORAES, 2016).

Ocorreram diversos avanços na gestão das águas desde a criação do Código das Águas em 1934, que consideravam estas

águas de domínio privado. Segundo Lima (2018) a relação entre o poder público, o setor privado e a comunidade civil é essencial para a construção da gestão dos recursos hídricos, e para promover o manejo hídrico integrado. A responsabilidade pelo desenvolvimento dos recursos hídricos entre organismos setoriais é a ação mais efetiva. Para o mesmo autor o poder público apresenta incapacidade de apresentar soluções para o problema da água atuando de forma isolada, isto faz com que a sociedade se organize para discutir os rumos da política de gestão de recursos hídricos conseqüentemente buscando novas alternativas para uma gestão adequada.

Foi possível observar que a governança da água acaba se tornando o instrumento de sustentação e diálogo entre o poder público e as diversas comunidades, sendo que o poder público deve definir estratégias em conjunto com os atores sociais, oferecendo sustentação institucional e inclusiva e fazendo uma parceria visando a implantação de boas práticas de utilização dos recursos hídricos. O setor privado deveria apoiar a governança das águas, agregando assim valor a seus produtos e serviços, de modo garantir a continuidade de suas ações e a influenciar as ações do Estado e da comunidade civil em prol do meio ambiente (PARDINI *et al.*, 2010); (ARAÚJO; PFITSCHER, 2017). Os mesmos autores exaltam que parcerias estratégicas podem trazer eficiência ao processo produtivo, com investimentos complementares e articulados, fundamentados na proposta de redução e reutilização dos recursos hídricos.

É necessário um engajamento da sociedade nos assuntos relacionados à gestão das águas, à participação nos debates e discussões e à garantia de espaço nos órgãos institucionais. Diante das informações obtidas, se torna necessário levar em consideração que as práticas relacionadas à gestão dos recursos hídricos afetam toda a sociedade, se tratando de aspectos qualitativos e quantitativos. A disputa pelos recursos hídricos deve ser redirecionada para parcerias, mas para isto é necessário que se analisem

os problemas com profundidade, compartilhem-se experiências e promovam-se ações, levando em consideração a capacidade técnica, o viés econômico e social e, principalmente, o compartilhamento de informações e imparcialidade no uso dos recursos hídricos.

Quanto à identificação de políticas públicas e programas ambientais para a implantação de ações sustentáveis no uso de recursos naturais percebe-se que houve avanços em termos de legislação e políticas públicas vigentes em prol do meio ambiente, das pessoas e da sustentabilidade. A sociedade protegendo o meio ambiente busca conciliar o desenvolvimento sustentável como uma das formas de viabilizar a concretização do princípio da dignidade humana. O desenvolvimento e sustentabilidade podem ser revistos como objetivos que irão resguardar a possibilidade de vida atual e futura, em seus objetivos social, econômico e ambiental.

## REFERÊNCIAS

ADAMATTI, D. F. Inserção de jogadores virtuais em jogos de papéis para uso em sistema de apoio a decisão em grupos: **um Experimento no Domínio da Gestão dos Recursos Naturais**. 2007.

ARAÚJO, A. R. M.; PFITSCHER E. D. Governança ambiental: uma investigação nas empresas brasileiras prestadoras de serviços que publicaram o relato integrado em 2013. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. Florianópolis, v. 6, n. 1, p. 339 - 360, abr./set. 2017.

BENHAM, B. L.; YAGOW, G.; CHAUBEY, I.; DOUGLAS-MANKIN, K. R.; Avanços na Gestão de Bacias Hidrográficas: Modelagem, Monitoramento e Avaliação. **American Society of**

**Agricultural and Biological Engineers**, v. 54, n. 6, P. 2167-2170, 2011.

CALLISTO, M.; CASTRO, D.; MORAIS, L.; HUGHES, F. M.; KIMURA, A.; ALVES, R.; LIGEIRO, R. Gestão eficiente de bacias hidrográficas no Brasil: dificuldades e perspectivas de soluções. **Natureza e Conservação**, v. 10, n. 1, p. 1-4, 2012.

CAMPOS, V. N. D. O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente e sociedade**, v. 13, n. 2, p. 365-382, 2010.

CAMPOS, J. N. B; CAMPOS, V. R. A formação dos conhecimentos em recursos hídricos e aplicações em tomadas de decisões. **Revista Estudos Avançados**. 29 (84), P. 179-194, 2015.

CAMPAGNOLO, K.; SILVEIRA, G. L. D.; MIOLA, A. C.; SILVA, R. L. L. D. Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 3, p. 831-842, 2017.

COSTA, A. F. S.; TEIXEIRA, C. M.; SILVA, C. S.; DO NASCIMENTO, J. A.; OLIVEIRA, M. M.; DE OLIVEIRA QUEIROZ, Y.; DE JESUS SILVA, M. Recursos hídricos. **Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE**, v. 1, n. 1, p. 67-73, 2012.

CBH. Comitês de Bacias Hidrográficas, 2018. **O que é um CBH?** Disponível em: <<http://www.cbh.gov.br/GestaoComites.aspx>>. Acesso em: 26 de agosto. 2020.

DE SOUZA, J. S.; MORAES, B. S. Análise das políticas públicas implementadas para a Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 2, p. 913-919, 2016.

DE SOUSA, M. S.; DA SILVA, M. C.; & Oliveira, H. K. G. TERRA: UMA EXPERIÊNCIA ORGÂNICA. **Revista Artigos. Com**, v. 4, p. e1239-e1239, 2019.

DOS SANTOS, D. S.; CAVICHIOLI, F. A. **Bacias Hidrográficas, sua Importância como Recurso Natural**. 2019.

FERRAÇO, A. A. G. **A insuficiência de integração na gestão nacional dos recursos hídricos brasileiros como óbice estrutural ao desenvolvimento sustentável**. 2019.

FREITAS, V. P. O papel das agências reguladoras frente à proteção do meio ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, v. 76, p. 213-35, out-dez. 2014.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. **Os riscos globais**. Relatório 13ª Edição. Fórum Econômico Mundial. Genebra, 2018.

GAETANI, F.; FAZIO, V.; BATMANIAN, G.; BRAKARATZ, B. **O Brasil na agenda internacional para o desenvolvimento sustentável: um olhar externo sobre os desafios e oportunidades nas negociações de clima, biodiversidade e substâncias químicas**. 1. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2013. 199p.

GELDMANN, J.; BARNES, M.; COAD, L.; CRAIGIE, I. D.; HOCKINGS, M.; BURGESS, D. D. Eficácia das áreas protegidas terrestres na redução da perda de habitat e declínios populacionais. **Conservação Biológica**, v. 161, p. 230–238, 2013.

GUPPY, L.; ANDERSON, K. Crise Global da Água: Os Fatos. Instituto da Universidade das Nações Unidas para Água, **Meio Ambiente e Saúde**.UN. 2017.

GRAY, C. L.; HILL, S. L. L.; NEWBOLD, T.; HUDSON, L. N.; BORGER, L.; CONTU, S.; HOSKINS, A. J.; FERRIER,

S.; PURVIS, A.; SCHARLEMANN, J. P. W.A biodiversidade local é maior dentro do que fora das áreas terrestres protegidas em todo o mundo. **Nature Communications**, v. 7, p. 12306-12325, 2016.

HOLZMAN, B. **Gestão de recursos naturais**. [Online; acessado em 30 de abril. 2019] <http://online.sfsu.edu/bholzman//cursos>. 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

JONES, K. R.; VENTER, O.; FULLER, R. A.; ALLAN, J.; MAXWELL, S. L.; NEGRET, P. J.; WATSON, J. E. M. Um terço das terras protegidas globais está sob intensa pressão humana. **Ciência**, v. 360, n. 6390, p. 788-791, 2018.

LANA, R. D. P. Uso racional de recursos naturais não-renováveis: aspectos biológicos, econômicos e ambientais. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. SPE, p. 330-340, 2009.

LEITZKE, B.; FARIAS G.; MELO M.; GONÇALVES, M.; BORN, M., RODRIGUES, P.; ADAMATTI, D. Sistema Multiagente para Gestão de Recursos Hídricos: Modelagem da Bacia do São Gonçalo e da Lagoa Mirim. In: **Anais do X Workshop de Computação Aplicada a Gestão do Meio Ambiente e Recursos Naturais**. SBC, 2019. p. 87-96.

LIMA, A. J. R. **As percepções de diferentes atores da gestão de recursos hídricos na proposta de construção de um sistema de monitoramento da governança das águas**. 2018.

LOPES, E. R. D. N.; SOUZA, J. C. D. Gestão de bacias hidrográficas na perspectiva espacial e socioambiental. **Economía, sociedad y territorio**, v. 20, n. 62, p. 631-653, 2020.

MEDEIROS, P. C.; CANALI, N. E. Relações de Poder e Resistências na Gestão Territorial das Bacias Hidrográficas no Estado do Paraná. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, n. 31, p. 04-17, 2012.

MORAES NETO, D. D. **A natureza jurídica da cobrança do uso de recursos hídricos: taxa ou preço público?**. 2015.

PARDINI, D. J.; CAMARGOS, L. M. M.; MARTINS H. C. Governança de recursos hídricos: um estudo das manifestações dos stakeholders no estado de Minas Gerais. In: IV Encontro de Administração Pública e Governança da ANPAD, 2010, Vitória. **Anais... ANPAD**, 2010. v. 1. p. 1-1.

PEREIRA, M. A. F.; BARBIEIRO, B. L.; QUEVEDO, D. M. Importância do monitoramento e disponibilização de dados hidrológicos para a gestão integrada dos recursos hídricos. **Sociedade e Natureza**, v. 32, p. 308-320, 2020.

PONTE, B.; DE LA FUENTE, D.; PARREÑO, J.; PINO, R. Sistema de apoio à decisão inteligente para gerenciamento da demanda de água em tempo real. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, v. 9, n. 1, pág. 168-183, 2016.

PONTES, J. D. O. **Jornalismo político e o processo de aprovação do código florestal nos anos de 2008 a 2012: do enquadramento da legislação ambiental para o conflito político**. 2018.

REZENDE, L. D. A. **A crise hídrica e o direito brasileiro: problemas de governança na política nacional de recursos hídricos**. 2016.

SILVA, C. H. R. T. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil. **Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisa**, 2012.

SOARES, J. A. S.; SOARES, R. M. B. S.; BARBOSA, E. M. Análise da evolução do arcabouço legislativo no trato dos recursos hídricos no Brasil até a Lei 9.433/97. **Nature and Conservation**, v. 12, n. 2, p. 50-59, 2019.

SOBRAL, M. D. C. M. Estratégia de Gestão dos Recursos Hídricos no Semiárido Brasileiro. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 7, n. 2, 2011.

SOUZA JÚNIOR, C. B.; SIEGMUND-SCHULTZE, M.; KÖPPEL, J.; SOBRAL, M.C, 2017. Sinais de um problema crônico: a governança hídrica carece promover os comitês de bacias, coordenar planos e gerir informações. **Ambiente e Água**, 12, 1054-1067.

SCHEWE, J.; HEINKE, J.; GERDEN, D.; HADDELAND, I.; ARNELL, N. W.; CLARK, D. B.; DANKERS, R.; EISNER, S.; FEKETE, B. M.; CÓLON-GONAZÁLEZ, F. J.; GOSLING, S. N.; MASAKI, Y.; PORTMANN, F. T.; SATOH, Y.; TANG, Q.; WADA, Y.; WISSER, D.; FRIELER, K.; WARSZAWSKI, L.; KABAT, P.; Avaliação multimodal da escassez de água sob as mudanças climáticas. Proceedings of the National Academy of Sciences, **PNAS**, v. 111, n. 9, p.3245-3250, 2014.

VENTER, O.; SANDERSON, E. W.; MAGRACH, A.; ALLAN, J. R.; BEHER, J.; JONES, K. R.; POSSINGHAM, H. P.; LAURANCE, W. F.; WOOD, P.; FEKETE, B. M.; LEVY, M. A.; WATSON, J. E. M. Sixteen years of change in the global terrestrial human footprint and implications for biodiversity conservation. **Nature Communications**, v. 7, p. 12558-12680, 2016.

VENDRUSCOLO, J.; PACHECO, F. M. P.; DE FREITAS RAMOS, H.; CAVALHEIRO, W. C. S.; RODRIGUES, A. A. M.; ROSA, D. M.; DO NASCIMENTO, J. M. S. Hidrogeomorfometria da microbacia alto rio escondido:

informações para auxiliar o manejo dos recursos naturais na Amazônia ocidental / Hidrogeomofométrica da microbacia alto rio escondido, Amazônia ocidental: informações para subsidiar o manejo dos recursos naturais. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 6, n. 3, pág. 9709-9730, 2020.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos**. Edipucrs, 2007.

WMO **Guia Mundial de Práticas Hidrológicas**, v. 2, Sexta edição, Gestão de Recursos Hídricos e Aplicação de Práticas Hidrológicas. 302 p., 2009.

# CAPÍTULO 2

## ANÁLISE DO PERFIL PARTICIPATIVO DO CONSELHO GESTOR DA APA E ARIE DO MAMANGUAPE E DO COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO LITORAL NORTE DA PARAÍBA

**Léia Lobo de Souza Carvalho**

UFCG, Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos,  
leia.lobo@estudante.ufcg.edu.br

**Carla Isonaide Araújo da Silva**

UFCG, Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos,  
carla.isoneide@estudante.ufcg.edu

**Mirella Leôncio Motta e Costa**

IFPB, Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente,  
mirella.costa@ifpb.edu.br;

**Hugo Morais de Alcântara**

UFCG, Professor Ajunto da UFCG, Doutor em Recursos Naturais,  
hugo.morais@professor.ufcg.edu.br.

## Resumo

A integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental é uma das diretrizes previstas para implementação da Política Nacional dos Recursos Hídricos, mas nem sempre ocorre de forma efetiva. A participação da sociedade é um dos fundamentos das políticas ambiental e de gestão de recursos hídricos. Os Comitês de Bacias Hidrográficas e os Conselhos Gestores das Unidades de Conservação (UCs) são espaços instituídos onde ocorre a participação da sociedade. Considerando a relevância da gestão participativa, os objetivos deste trabalho são identificar as representações do Conselho Gestor das Unidades de Conservação Federais (Área de Proteção Ambiental - APA da Barra do Rio Mamanguape e Área de Relevante Interesse Ecológico – ARIE dos Manguezais da Foz do Rio Mamanguape) e do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, bem como verificar se houve a ampliação da participação de atores na discussão das questões relacionadas à Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos, no período em que houve integração entre essas instâncias participativas. Fez-se então, o levantamento de dados por meio de pesquisa bibliográfica, levantamento de informações nos órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente, além da sobreposição das áreas das UCs e dos Comitês de Bacias do Litoral Norte por meio de mapas temáticos. Observou-se que a participação integrada, de representantes de diversos segmentos dos Conselhos Gestores de UCs e membros dos Comitês de Bacias do Litoral Norte, pode melhorar de forma qualitativa, a tomada de decisão dos problemas relacionados à gestão de recursos hídricos.

## INTRODUÇÃO

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída através da Lei Federal nº. 9.433 de 1997, tem como um de seus fundamentos a descentralização da gestão dos recursos hídricos e a previsão da participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A descentralização pode ser entendida como um meio de democratização, onde ocorre uma transferência do poder decisório aos agentes que estão mais próximos da sociedade local (MESQUITA, 2018). Sendo que, a capacidade de articulação entre os entes públicos e a sociedade se dá através da governança.

Jacobi, Fracalanza e Sanchez (2015) entendem que o termo Governança é utilizado quando há o envolvimento de diversos atores, da sociedade civil e dos agentes econômicos com a administração pública, de maneira participativa, se engajando nos processos de decisão das políticas públicas com objetivo de melhorias na gestão. Significa exatamente o oposto às práticas tradicionais com decisões em estruturas meramente centralizadas.

Em suma, a governança envolve a articulação e a mobilização dos atores sociais e estatais para soluções de problemas coletivos (OGA, 2019).

A questão hídrica possui particularidades muito sensíveis onde é necessária uma governança em vários níveis. A água está ligada ao interesse de muitos setores, regiões e pessoas, e em grande parte dos casos, a fronteira hidrográfica não coincide com os limites administrativos (OCDE, 2015).

A bacia hidrográfica ficou constituída na Lei das Águas (Lei Federal 9.433/97) como a unidade territorial para o gerenciamento e aplicação das políticas públicas referentes à questão hídrica, com isso, governos, usuários e sociedade civil organizada atuam de modo a tomar decisões que podem afetar a quantidade e a qualidade da água (JACOBI; FRACALANZA, 2005).

Os comitês de bacia hidrográficas se configuram como o fórum deliberativo em que a gestão participativa é efetivada, no âmbito da unidade territorial de gestão dos recursos hídricos. A Resolução nº. 5/2000, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), determina que a representatividade de cada segmento dentro dos comitês deverá respeitar o valor mínimo de 20% para a participação da sociedade civil, 40% de usuários

de água e o máximo de 40% dos membros para a representação do poder público. Além disso, a distribuição da composição dos comitês (número de membros titulares e suplentes) dependerá das especificidades de cada comitê, e é previsto em seus respectivos regimentos internos.

Para melhorar a eficácia da governança da água, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), propõe como um dos princípios, que a gestão das águas se dê na escala apropriada, de modo que reflita as condições locais e uma organização entre as diferentes escalas e como ferramenta, o uso da gestão integrada dos recursos hídricos para o alcance de objetivos ambientais, econômicos e sociais de longo prazo.

Apesar da integração da gestão hídrica com a gestão ambiental ser prevista no Artigo 3º da Lei das Águas (Lei Federal nº. 9.433/1997) como uma diretriz da Política Nacional dos Recursos Hídricos, a OCDE (2015) considera que essa legislação não deixou clara a interface com as questões ambientais e de uso do solo. No entanto, para Jacobi e Fracalanza (2005) tanto a Lei das Águas nº 9.433/97, como a Lei de Crimes Ambientais nº 9.605/98 e a Lei do Sistema Nacional de Unidade de Conservação, nº 9.985/00 representaram um avanço na legislação ambiental do país.

O Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) foi instituído para regulamentar o artigo nº. 225 da Constituição Federal, e prevê que em todos os Estados da Federação sejam criados espaços territoriais de especial proteção, ou seja, as unidades de conservação. A Lei do SNUC estabelece critérios e normas para criação, implantação e gestão dessas unidades e em seu artigo 3º, tem como um dos seus objetivos, a proteção e a recuperação dos recursos hídricos (BRASIL, 2000).

O artigo 5º do SNUC, por sua vez, promove diretrizes para a gestão participativa nas unidades de conservação:

III - assegurem a participação efetiva das populações locais na criação, implantação e gestão das unidades de conservação;

IV - busquem o apoio e a cooperação de organizações não-governamentais, de organizações privadas e pessoas físicas para o desenvolvimento de estudos, pesquisas científicas, práticas de educação ambiental, atividades de lazer e de turismo ecológico, monitoramento, manutenção e outras atividades de gestão das unidades de conservação (BRASIL, 2000).

É através dos conselhos gestores das unidades de conservação que é garantida a participação da sociedade na gestão das unidades de conservação, estes podem ser consultivos ou deliberativos, conforme a categoria em que se enquadra a unidade. Conforme o Decreto Federal nº. 4.340/2002, os conselhos gestores das unidades de conservação devem buscar a paridade entre os entes da esfera pública e da sociedade civil em sua composição, e cita especificamente a necessidade da representação do comitê de bacias (BRASIL, 2002).

É perceptível que há uma confluência de objetivos entre os conselhos de unidades de conservação e os comitês de bacias, e as diretivas já existentes no sentido da participação dos setores da sociedade na discussão e na busca de soluções de assuntos relevantes como é o caso dos recursos hídricos.

Para a Agência Nacional das Águas é evidente que a gestão participativa é prevista tanto na gestão de unidades de conservação quanto na gestão de recursos hídricos, porém não considera que haja clareza na legislação quanto a essa inter-relação (ANA, 2013).

O objetivo desse texto é identificar a representatividade dos atores multissetoriais no Comitê das Bacias Hidrográficas do

Litoral Norte da Paraíba (CBH-LN) e no conselho gestor das unidades de conservação federais, APA do Mamanguape e ARIE do Mamanguape, e averiguar se houve aumento no alcance de atores sociais na discussão sobre recursos hídricos, a partir da integração do conselho e do comitê.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A água é fundamental para a conservação dos ecossistemas e para o desenvolvimento econômico e social, e a partir do conceito de governança iniciado através da PNRH pela Lei 9.433/97, a participação social e a existência de espaços para efetivá-la, se tornaram fundamentais para a governança democrática dos recursos hídricos (WOLKMER; PIMMEL, 2013).

A gestão integrada dos recursos hídricos ainda é um enorme desafio, isso pode ser explicado pelo envolvimento de vários setores da sociedade, interesses, e ainda, diversos aspectos políticos, sociais, econômicos e ambientais que dão a dimensão da complexidade para o alcance dessa integração (MESQUITA, 2018). Para Miranda (2020) a gestão integrada dos recursos hídricos no Brasil está intimamente relacionada à participação e à descentralização.

De acordo com Costa, Silva e Cunha (2014), o ator social no âmbito dos recursos hídricos, é um agente que é afetado, afeta ou pode afetar a quantidade, a qualidade e a demanda de água e tem participação nas tomadas de decisões. Esses atores pertencentes aos diversos setores, tanto público como privado, com interesse econômicos ou não, possuem anseios seja no uso da água ou na gestão hídrica e ambiental.

Com a crescente demanda pelo acesso à água e à biodiversidade, surge também a indagação quanto à sustentabilidade, importante para qualidade da vida humana e do ambiente (CARVALHO; PIMENTEL; LIMA, 2019).

Para Jacobi (2003) após os anos 70, os atores sociais, de maneira protagonista, criaram espaços e formas de participação, relacionamento e negociação com o poder público, através de movimentos populares e instituições da sociedade civil.

Os fóruns de participação na gestão ambiental são uma realidade no Brasil, os conselhos de meio ambiente fazem parte do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), instituído pela Lei nº. 6.938/1981. No entanto, é preciso atentar para a equidade representativa, de modo que a diversidade de segmentos presentes possa traduzir maior legitimidade nas decisões (JACOBI, 2003).

Os conselhos gestores de UCs, instituídos a partir do SNUC no ano de 2000, totalizam atualmente 713, conforme o Painel Unidades de Conservação do Ministério do Meio Ambiente, todos estão em UCs de gestão pública, são 328 federais, 226 estaduais e 159 municipais.

A Política Nacional dos Recursos Hídricos foi instituída somente em 1997, no entanto já existiam 30 comitês de bacias de âmbito estadual. Conforme o Relatório Conjuntura Recursos Hídricos Brasil (2019) da Agência Nacional das Águas, até 2018 são 10 comitês de bacias federais e 225 comitês estaduais no país e em fevereiro de 2019, foi criado o comitê do rio Araguaari, o primeiro no Estado do Amapá.

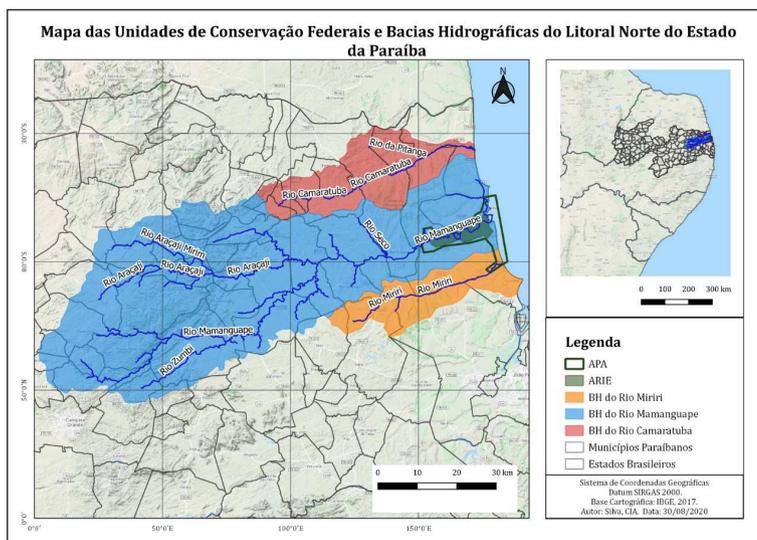
Para Jacobi (2003) os comitês de bacias representam uma modificação na relação governo e sociedade, pois se trata de discussão mais intensa quanto ao uso da água e conectam um número considerável de atores sociais. A ampliação dos espaços participativos favorece de maneira qualitativa a representação dos diversos interesses e conseqüentemente também eleva a qualidade das decisões públicas frente às demandas da sociedade.

Os conselhos de meio ambiente, os conselhos gestores e os comitês de bacia constituem as instâncias gestoras que agregam a participação ativa de representantes da sociedade civil organizada na política ambiental (JACOBI, 2010).

## METODOLOGIA

A área de estudo deste artigo compreende as bacias hidrográficas dos rios Mamanguape, Camaratuba e Miriri que constituem a área de atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte do Estado da Paraíba (CBH-LN). Essas bacias juntas totalizam 4.597,1 km<sup>2</sup> e distribuem-se, totalmente ou em parte, em 51 municípios paraibanos (AESAs, 2020). Dentre eles estão Lucena, Marcação, Baía da Traição e Rio Tinto, municípios onde estão inseridas as unidades de conservação federais, APA e ARIE do Mamanguape. Situadas no Litoral Norte do Estado da Paraíba, as Unidades de Conservação (UCs) abrigam a porção estuarina dos rios Mamanguape e Miriri. Na Figura 1 apresentam-se a área de abrangência do CBH-LN, compreendendo as 3 bacias hidrográficas citadas e as unidades de conservação situadas em parte das bacias do Miriri e do Mamanguape.

Figura 1. Mapa da área de abrangência do CBH-LN e UC



Fonte: dos autores

Para o alcance dos objetivos deste artigo, foram realizadas pesquisas bibliográficas, documentais, consultas à base de dados dos órgãos gestores dos recursos hídricos e órgãos ambientais, além de sobreposição das áreas das UCs e dos Comitês das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte por meio de mapas temáticos.

O período avaliado neste trabalho, se deu entre os anos de 2015 a 2018, compreendeu o momento em que houve a representação mútua entre os fóruns participativos: o CBH-LN possuía assento no Conselho Gestor das UC e o ICMBio, órgão gestor das unidades, e presidente do Conselho, ocupou vaga no CBH-LN.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

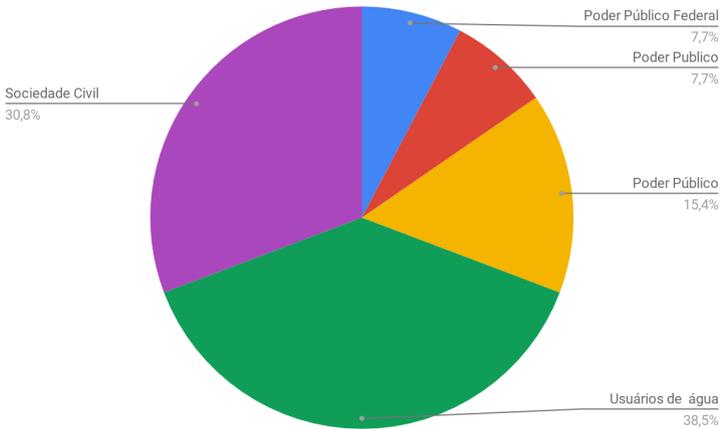
### COMPOSIÇÃO DO CBH-LN

A área de atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas Estaduais da Paraíba, foi definida através da Resolução nº. 3/2003 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). O CBH-LN foi criado pelo Decreto Estadual nº 27.561 de 04 de setembro de 2006 e conforme seu regimento interno deve ser composto por 26 membros titulares e seus suplentes sendo distribuídas as vagas da seguinte maneira:

- I. usuários de água: 10 membros;
- II. organizações civis: 08 membros com atuação comprovada na bacia;
- III. Poder público: 08 membros com 02 da esfera federal e 01 deles da Fundação Nacional do Índio (FUNAI), 02 representantes do governo Estadual e 04 de municípios cujos territórios se situem totalmente ou de maneira parcial nas bacias hidrográficas do Litoral Norte.

Na Figura 2 é possível visualizar a distribuição dos setores no CBH-LN.

Figura 2. Composição do CBH-LN (gestão 2015-2018)



Fonte: Cadastro de membros do CBH-LN (gestão 2015-2018).

Desse modo, essa composição do CBH-LN, com 30,8% de representação da sociedade civil e 30,8% de membros do Poder Público atende aos quantitativos determinados pela Resolução CNRH nº. 5/2000, de no mínimo 20% de vagas para a sociedade civil e até 40% para representantes estatais. Quanto aos usuários, que deveriam ser 40% dos assentos, ficou em 38,5%, isso se deu por conta da necessidade de inclusão da FUNAI no Comitê, sendo aumentado o número total de participantes de 25 para 26, quando da formação do CBH-LN.

O CBH-LN teve sua primeira composição no ano de 2007 e atualmente o comitê está em sua quarta gestão.

Em 2017, o CBH-LN aderiu ao Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (PROCOMITÊS) da ANA, que visa o fortalecimento da gestão participativa e a efetividade dos comitês, de forma que o cumprimento das metas pactuadas resulta em premiação financeira que será utilizado para beneficiar o aprimoramento dos CBHs (ANA, 2017a).

## COMPOSIÇÃO DO CONSELHO CONSULTIVO DA APA E ARIE MAMANGUAPE

A Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Manguezais da Foz do Rio Mamanguape foi criada em 1985, pelo Decreto Federal nº. 91.890, com 5.769,54 hectares, compreendendo o bioma marinho costeiro, sendo vital para a preservação do habitat do peixe boi, espécie em perigo de extinção e de suma importância na cadeia alimentar aquática. Em 1993, através do Decreto Federal nº 924 foi criada a Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape, com 14.917,79 hectares em sobreposição à ARIE e expandindo assim a área protegida para além da foz do rio Mamanguape e manguezal.

Dentro dos objetivos da APA do Mamanguape, conforme o seu decreto de criação, artigo 1º, estão:

II - garantir a conservação de expressivos remanescentes de manguezal, mata atlântica e dos recursos hídricos ali existentes; (grifo nosso)

Para Carvalho, Pimentel e Lima (2019) o fato de uma unidade de conservação estar categorizada como de Uso Sustentável, admitindo desse modo o seu uso direto de forma racional, pressupõe que haja maior participação da população da área protegida em comparação a uma unidade da categoria de Proteção Integral que permite o uso indireto e mais restrito.

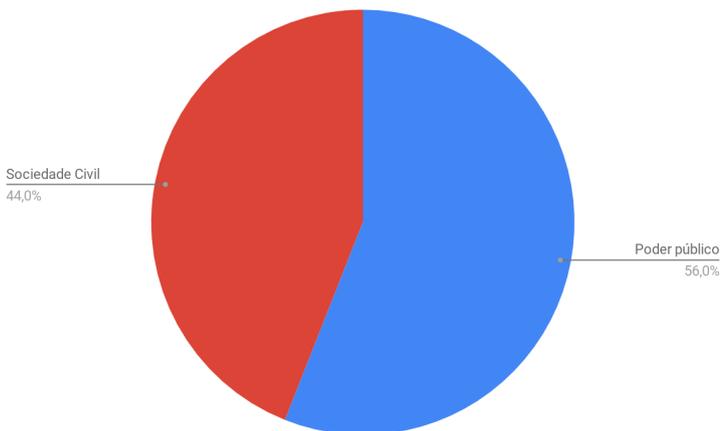
O Conselho Consultivo da APA do Mamanguape foi oficializado através da Portaria IBAMA nº 34, de 25 de maio de 2005, com objetivo de contribuir com a implantação e implementação da UC. Em abril de 2013, houve a renovação de sua composição através da Portaria ICMBio nº 181, sendo considerada neste artigo essa última composição.

Apesar da ARIE ter sido criada primeiro que a APA, seu conselho foi oficializado apenas em 2013, pela Portaria ICMBio nº 185 de 02 de maio.

A composição de ambos os conselhos é semelhante, tendo apenas 3 instituições, que não são comuns aos dois conselhos, com isso as reuniões sempre se davam de maneira conjunta e considerando os assuntos afetos às duas UCs.

Ao todo são 27 entidades, sendo 14 do setor público, o que corresponde a 55,6% do total e 12 assentos com integrantes da sociedade civil, representando 44,4%, dentre eles o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte-CBH-LN ( ICMBio 2013a; ICMBio 2013b, conforme preconizado no Art. 17 § 3º do Decreto 4.340/2002 (BRASIL, 2002). A composição dos conselhos pode ser visualizada na Figura 3.

Figura 3. Setor Público e Sociedade Civil no Conselho Consultivo da APA e ARIE do Mamanguape



Fonte: dos autores

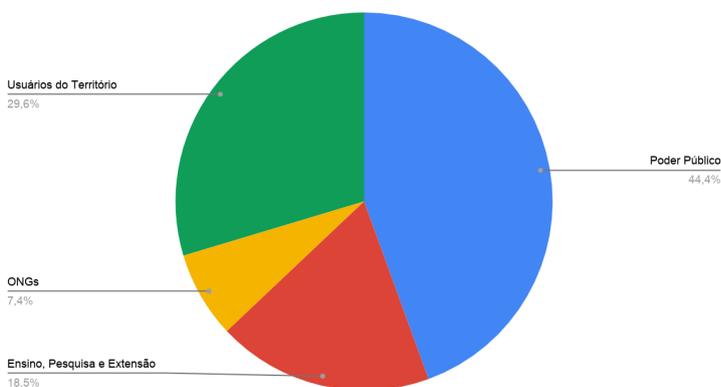
Soares, Miranda e Mourão (2020) destacam a importância de ser levada em consideração a equidade representativa entre

poder público e sociedade civil, prevista na Instrução Normativa ICMBio 09/2014, no conselho gestor da UC, conferindo desse modo, maior qualidade da participação dos grupos de interesse.

No entanto, cabe ressaltar ser fundamental uma análise mais detalhada dessa paridade, já que por exemplo, há instituições de ensino e pesquisa que no primeiro momento são classificadas como setor público, por conta de sua gestão estatal, porém sua atividade fim e atuação na sociedade se difere do poder público executivo comumente representado por prefeituras e outros órgãos. A Figura 4 consegue destacar melhor a representatividade dos setores no CG das unidades.

Cabe destacar a presença das universidades nos conselhos, que é muito importante não somente por se tratarem de instituições de ensino e desenvolvimento de pesquisas, mas também pela difusão do conhecimento através de projetos de extensão, atuando desse modo na socialização da informação ambiental para a população (MACHADO; COSTA; VILANI, 2012).

Figura 4. Representatividade por setores do Conselho Consultivo da APA e ARIE do Mamanguape



Fonte: dos autores

Quanto às instituições representativas dos setores no conselho, estas podem ser divididas em Poder Público (órgãos federais, estaduais e municipais), usuários do território (sindicatos, associações, empresas), ONGs e outras organizações da sociedade civil (órgãos de classe, igrejas, etc) e Ensino, Pesquisa e Extensão (universidades, centros de pesquisa e extensão) (ICMBio, 2014b).

No período entre 2015 a 2018, o ICMBio, através do presidente do Conselho Consultivo da APA e ARIE do Mamanguape, atuou como membro titular no CBH-LN, ocupando um assento do Poder Público Federal, enquanto que o CBH-LN tinha assento no Conselho Consultivo da APA e ARIE do Mamanguape como representante da sociedade civil. Essa foi a primeira integração entre gestão de recursos hídricos e gestão de UC identificada.

Uma estratégia prevista no Plano de Manejo das UC foi a criação de uma Câmara Técnica no âmbito do conselho gestor, para tratar especificamente do tema da conservação dos recursos hídricos e promover a articulação entre os diversos setores a fim de haver um comprometimento com o recurso na unidade de conservação, buscar alternativas para o monitoramento da qualidade da água, além de capacitar e incentivar a participação das comunidades locais nas discussões (ICMBio, 2014a).

Cabe ressaltar que há uma preocupação conservacionista em relação à água e todos os demais recursos, compreendendo a importância da qualidade ambiental para o funcionamento dos ecossistemas e do bem estar das populações humanas, no âmbito das unidades de conservação. Em contraponto, o CBH possui uma característica de discutir aspectos mais focados na utilização do recurso, sua disponibilidade e repartição entre os vários interesses.

Dentro dos conselhos gestores de unidades de conservação podem ser criadas as câmaras técnicas, com a finalidade de análise de assuntos específicos, e é possível convidar participantes externos ao Conselho Gestor, caso julgado pertinente pelos conselheiros.

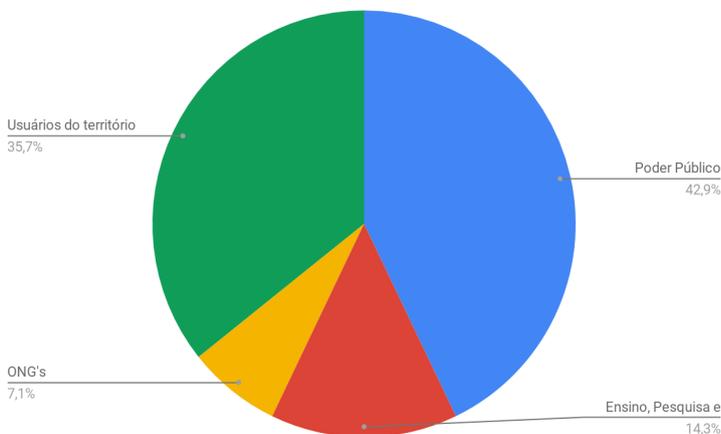
A Câmara Técnica de Recursos Hídricos (CTRH) do Conselho Gestor da APA e ARIE do Mamanguape, contou

com a participação de 14 representantes, dentre eles 2 do Poder Público Federal, 2 do Poder Público Estadual, 1 do Poder Público Municipal, 1 ONG, 5 usuários do território (agricultores, pescadores, carcinicultores e comunidade tradicional) e 2 instituições de ensino e pesquisa (CG, 2015).

O CBH-LN e a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba-AESA eram membros do Conselho Gestor e atuaram na CTRH. Quanto às instituições de pesquisa, foi possível contar com a participação da UFPB, que já era membro do Conselho Gestor e com o IFPB que foi convidado para composição, representado por docente que fazia parte do CBH-LN atuando na secretaria do comitê .

Além do IFPB, 2 associações comunitárias puderam atuar como participantes externos na Câmara Técnica. Com isso a representatividade do poder público na CTRH ficou em 42,9%, frente a 57,1% distribuída entre os usuários do território, ONG's e instituições de ensino e pesquisa. A distribuição entre os segmentos que compõem a CTRH pode ser visualizada na Figura 5.

Figura 5. Representatividade da Câmara Técnica de Recursos Hídricos

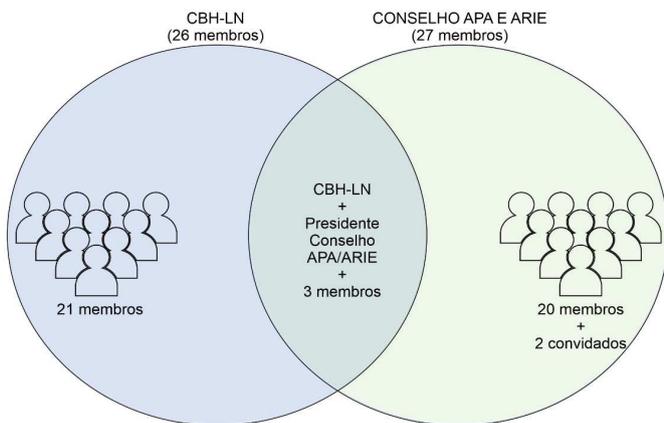


Fonte: dos autores

Ao analisar a composição das instâncias participativas do CBH-LN e do Conselho Gestor das UCs, no período de 2015 a 2018, foi verificado que apenas 5 atores com assentos titulares eram comuns aos 2 fóruns, além da representação do ICMBio no CBH-LN e do CBH-LN no Conselho.

Desse modo, com a integração, 22 atores sociais que não faziam parte do CBH-LN foram inseridos na discussão sobre recursos hídricos, através da representação mútua entre o CBH-LN e o Conselho Gestor, sendo 20 membros dos Conselhos Gestores e 2 atores sociais membros do CTRH (participantes externos). Na Figura 6 pode-se observar a integração do fóruns.

Figura 6: Integração CBH-LN e Conselhos Gestores das UCs



Fonte: dos autores

Essa representatividade foi distribuída da seguinte maneira: 4 atores do Poder Público Municipal, 3 do Poder Público Federal, 2 do Poder Público Estadual, 1 de Ensino e Pesquisa e 11 atores da sociedade civil dentre associações, ONG's e sindicatos.

Costa, Silva e Cunha (2014) realizaram a identificação e a análise dos atores sociais importantes na gestão dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas do litoral Norte da Paraíba, classificando-os como Estratégicos, de Alta Relevância e Relevantes.

Dentre os atores sociais classificados como Estratégicos, estavam o município de Rio Tinto (Poder Público) e o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) (do segmento da sociedade civil), ambos porém, não estavam presentes no CBH-LN, no entanto, as duas eram instituições conselheiras das UCs. Com isso a Prefeitura de Rio Tinto não somente foi inserida na discussão sobre os recursos hídricos, durante a integração dos fóruns participativos, como foi membro atuante da Câmara Técnica de Recursos Hídricos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Apesar de a integração entre a gestão ambiental e a gestão de recursos hídricos ser diretriz estabelecida pela Política Nacional dos Recursos Hídricos, não há metodologia consolidada para promover esta integração.

Uma forma de integração entre o Conselho Gestor da UC Rio Mamanguape e do CBH-LN foi analisada neste artigo. Esta integração se deu a partir da participação mútua de conselheiros em ambos os espaços de discussão.

A existência de espaços participativos como conselhos gestores de UCs e comitês de bacias hidrográficas, se torna uma estratégia viável a fim de ampliar a participação da sociedade civil e de entidades do setor público importantes para as discussões e tomadas de decisão acerca das questões hídricas e ambientais, desse modo há possibilidade de surgirem deliberações que representem melhor os diversos interesses sociais no uso, qualidade e conservação da água.

Recomenda-se que haja um esforço dos órgãos gestores ambientais e de recursos hídricos, a fim de que haja maior integração dessas políticas através dos fóruns de participação previstos na legislação e já instituídos nos territórios das bacias hidrográficas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional das Águas. **Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos**. Volume 3. p.73-74. 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/alternativasOrganizacionaisGestaoRecursosHidricos.pdf>

ANA. Agência Nacional das Águas. **Relatório Conjunto Recursos Hídricos Brasil, 2019**. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura-completo.bb39ac07.pdf> Acesso em: 30 jul. 2020.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Contrato 067/2017/ANA-PROCOMITÊS** Disponível em: [https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/procomites/estados/pb/contrato\\_pb.pdf](https://www.ana.gov.br/programas-e-projetos/procomites/estados/pb/contrato_pb.pdf) Acesso em 28 ago. 2020.

BRASIL. **Constituição Federal**. Disponível em: [https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988\\_06.06.2017/CON1988.pdf](https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_06.06.2017/CON1988.pdf) Acesso em: 31 jul. 2020.

BRASIL. **Lei Federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997**. Política Nacional dos Recursos Hídricos. 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm). Acesso em: 31 jul. 2020

BRASIL. **Lei Federal 9.985 de 18 de julho de 2000**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e dá outras

providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm) Acesso em 30 jul. 2020

BRASIL. **Decreto 4.320 de 22 de agosto de 2002**. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4340.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4340.htm) Acesso em 30 jul. 2020

CARVALHO, S. S.; PIMENTEL, M. A. S.; LIMA, A. M. M. Desafios da Área de Proteção Ambiental em Território Insular: Proposição de Planejamento para Gestão de Recursos Hídricos sob a Perspectiva dos Moradores da Ilha do Combu, Belém, Pará. **RBCIAMB**, n 51, p. 62-78, mar 2019. DOI: 10.5327/Z2176-947820190446 Acesso em: 30 jul. 2020.

CG - Conselho Gestor. **Ata da Assembleia Geral do Conselho Consultivo da APA da Barra do Rio Mamanguape e ARIE dos Manguezais da Foz do Rio Mamanguape no dia 14/05/2015**. Paraíba, 2015.

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Resolução Nº 5 de 2000**. <http://www.sema.df.gov.br/wp-conteudo/uploads/2017/09/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CNRH-n%C2%BA-5-de-2000.pdf> Acesso em 31 jul. 2020.

COSTA, M. L. M.; SILVA, T. C.; CUNHA, C. R. M. Identificação e análise dos atores sociais das bacias hidrográficas do litoral norte o Estado da Paraíba. XII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2014.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Portaria nº181 de 12 de abril de 2013. Renova o Conselho Consultivo da Área de Proteção Ambiental da Barra do

Rio Mamanguape, no Estado da Paraíba. 2013a. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-ucs/conselhos\\_consultivos/apa\\_barra\\_do\\_rio\\_mamanguape.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-ucs/conselhos_consultivos/apa_barra_do_rio_mamanguape.pdf) Acesso em: 31 jul 2020

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Portaria n ° 185 de 2 de maio de 2013.** Cria o Conselho Consultivo da Área de Relevante Interesse Ecológico dos Manguezais da Foz do Rio Mamanguape, no Estado da Paraíba. 2013 b Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2013/p\\_icmbio\\_185\\_2013\\_conselhoconsultivo\\_arie\\_manguezais\\_fozriomamanguape\\_pb.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2013/p_icmbio_185_2013_conselhoconsultivo_arie_manguezais_fozriomamanguape_pb.pdf) Acesso em: 31 jul 2020.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape da ARIE dos Manguezais da Foz do Rio Mamanguape.** 2014a. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/apa\\_arie\\_manguezais\\_mamanguape2014.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/apa_arie_manguezais_mamanguape2014.pdf) Acesso em: 31 jul. 2020.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Conselhos Gestores de Unidades de Conservação Federais. Um guia para gestores e conselheiros.** Publicação 2014b. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/guia-conselhos-2014.pdf>

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Projeto para Conservação e Uso Sustentável Efetivos de Ecossistemas de Manguezais no Brasil.** Projeto PNUD BRA/07/G32. Edital. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/licitacoes/2014/edital\\_PNUD\\_005-2014\\_pnud\\_bra\\_07-G32.pdf](https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/licitacoes/2014/edital_PNUD_005-2014_pnud_bra_07-G32.pdf)

JACOBI, P. R. Espaços públicos e práticas participativas na gestão do meio ambiente no Brasil. **Soc. estado.**, Brasília, v. 18, n. 1-2, p. 315-338, Dez. 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-69922003000100015> Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-69922003000100015&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-69922003000100015&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 12 ag. 2020.

JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P. Comitês de bacias hidrográficas no Brasil: desafios de fortalecimento da gestão compartilhada e participativa. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n 11-12, p. 41-49, jan/dez, 2005. Editora UFPR. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v11i0.7816> Acesso em: 30 jul. 2020.

JACOBI, P. R. Aprendizagem social, desenvolvimento de plataformas de múltiplos atores e governança da água no Brasil. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 69-95, jan. 2010. ISSN 1807-1384. DOI: <https://doi.org/10.5007/1807-1384.2010v7n1p69>. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/interthesis/article/view/14257>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P.; SILVA-SANCHEZ, S. Governança da água e inovação na política de recuperação de recursos hídricos na cidade de São Paulo. **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 17, n. 33, p. 61-81, maio de 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2015-3303> Acesso em: 30 jul. 2020

MACHADO, C. J. S.; COSTA, D. R. T. R.; VILANI, R. A análise do princípio da participação social na organização federal dos conselhos gestores de unidades de conservação e mosaicos: realidade e desafios. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, [S.l.], v. 8, n. 3, out. 2012. ISSN

1809-239X. Disponível em: <<https://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/782>>. Acesso em: 11 ago. 2020.

MESQUITA, L. F. Os comitês de bacias hidrográficas e o gerenciamento integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. v. 45, p. 56-80, abril de 2018. DOI: 10.5380/dma.v45i0.47280. e-ISSN 2176-9109. Acesso em: 31 jul. 2020.

MIRANDA, G. M. Motivações e desafios para a implementação da gestão integrada de recursos hídricos em federações: os casos brasileiro e suíço. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 17, Jan/Dez. 2020. <https://doi.org/10.21168/reg.v17e6> Acesso em: 31 jul. 2020.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Painel Unidades de Conservação Brasileiras, 2020**. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMjUxMTU0NWMtODkyNC00NzNiLWJiNTQxNGI3NTI2NjliZDkzIiwidCI6IjM5NTdhMzY3LTZkMzgtNGMxZi1hNGJhLTMzZThmM2M1N-TBlNyJ9>. Acesso em 11 ago. 2020.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Princípios da OCDE para a Governança da Água, 2015**. file:///C:/Users/ICMBio/Downloads/OECD-Principles-Water-portuguese-brochure.pdf Acesso em 31 jul. 2020.

OGA. Observatório da Governança das Águas. **Protocolo de Monitoramento da Governança das Águas**. 2019. Disponível em: [https://www.bigmenu.com.br/arquivos/1031/conteudo/arquivos/879241/resumo\\_executivo\\_protocolo\\_de\\_monitoramento.pdf](https://www.bigmenu.com.br/arquivos/1031/conteudo/arquivos/879241/resumo_executivo_protocolo_de_monitoramento.pdf) Acesso em 31 jul. 2020.

SOARES, L. M. O.; MIRANDA, G. E. C.; MOURÃO, J. S. Uma análise empírica do modelo de gestão praticado em Unidade

de Conservação de Uso Sustentável. **Sociedade e Natureza**. Uberlândia-MG. v. 32, p. 472-483, 2020. DOI: 10.14393/SN-v32-2020-46299 Acesso em 11 ago. 2020.

WOLKMER, M. F.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. **Sequência**. Florianópolis, n. 67, p. 165-198, dez. 2013. Doi: <http://dx.doi.org/10.5007/2177-7055.2013v34n67p165> Acesso em 11 ago. 2020.



# CAPÍTULO 3

## AVANÇOS DOS SISTEMAS DE MONITORAMENTO E GERENCIAMENTO NA GESTÃO DAS ÁGUAS NO BRASIL

**Fabírcia Torreão Araújo de Alcântara**

UFCG. Aluna Especial. Mestrado em Gestão e Regulação  
de Recursos Hídricos, torreaoalcantara@yahoo.com.br;

**Hugo Morais de Alcântara**

UFCG. CDSA. Professor Adjunto da UFCG. Doutor  
em Recursos Naturais. hugo.morais@professor.ufcg.edu.br.

## Resumo

A água é essencial à vida e a economia de todas as regiões do mundo, mas há constantes ameaças à manutenção dos processos hidrológicos, decorrentes do uso excessivo da água, de seus usos múltiplos e da falta de políticas públicas eficientes na gestão de recursos hídricos. Nos últimos dez anos ocorreram avanços na modernização dos sistemas de monitoramento, compartilhamento da gestão entre agências reguladoras e executivas, fortalecimento dos comitês de bacias, dos conselhos de recursos hídricos e de organizações que atuam diretamente com a gestão da água. O objetivo deste trabalho é identificar os avanços dos sistemas de monitoramento e gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil desde a promulgação da Lei nº 9.433/1997. A metodologia usada baseou-se em levantamento bibliográfico, consulta documental e em *sites* especializados na área de recursos hídricos. Os resultados indicam que os principais avanços estão relacionados a mudança de paradigma quanto à gestão, ocorridos na última década do século XX, mas ainda em fase de transição, que consiste em passar o gerenciamento de um sistema setorial, local e de resposta a crises e impactos, para um sistema integrado, preditivo no âmbito da bacia hidrográfica, considerando aspectos de governança. Um dos avanços de maior evidência, neste período, foi o desenvolvimento de sistemas de monitoramento, como suporte aos sistemas de gestão, com caráter inovador, implantação de medidas estruturais e não-estruturais para uma gestão integrada entre os diversos entes do sistema. Neste período uma das principais ferramentas de informação disponibilizada pela ANA foi o *Hidroweb mobile*, que possibilita a informação em tempo real de 3018 estações fluviométricas e 2126 estações pluviométricas para dispositivos que operam com sistemas Android e iOS.

**Palavras-chave:** Gestão de Recursos Hídricos; SINGRH; Monitoramento.

## INTRODUÇÃO

Os padrões atuais de consumo e o uso não planejado dos recursos naturais tem gerado conflitos de diversas naturezas, entre esses, o conflito pelo uso da água se destaca, tendo sido evidenciado com maior frequência devido aos avanços dos sistemas de monitoramento e gerenciamento de recursos hídricos em todo o mundo.

No Brasil, a regulamentação do uso da água iniciou na década de 1930, com a publicação do Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934, que aprovou o código de águas, baseado em um modelo centralizado e sob forte influência do setor de energia elétrica. A partir da Constituição Federal de 1988, em seu Artigo 21, inciso XIX, tem início um novo modelo de gestão dos recursos hídricos, sendo ampliada por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH, instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, com a previsão da gestão de recursos hídricos de modo integrado e descentralizada, tendo a bacia hidrográfica como unidade territorial para a sua implementação, com participação de representantes do poder público, dos usuários e da comunidade em órgãos colegiados, em diferentes níveis, que atuam como instâncias decisórias (BRASIL, 1934; 1988).

Para implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenar a gestão integrada de recursos foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Como pensado inicialmente, esses sistema não apresentaria uma estrutura administrativa complexa, mas com articulação institucional entre os entes federados e integração com políticas públicas, onde o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos representam as instâncias consultivas e deliberativas máximas, em cada âmbito federativo,

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) fez parte da estrutura do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e

agora compõe a estrutura do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), sendo no tocante aos recursos hídricos, a sua maior instância decisória. A presidência do conselho era reservada ao ministro do Meio Ambiente e agora ao Ministro do Desenvolvimento Regional.

O Decreto Federal nº 10.000, de 03 de setembro de 2019, reestruturou administrativamente e reformulou o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, com redução dos membros de 57 para 37. O Governo Federal tinha 29 assentos e passou a ter 19, os Conselhos Estaduais tinha 10 assentos e passou a ter 9 assentos, a quantidade de assentos dos Usuários, passou 12 para 6 assentos e as Organizações da Sociedade Civil passou de 6 para 3 assentos. Essa redução é relativizada em termos percentuais.

Com a publicação da Lei Federal nº 14.026/2020, que versa sobre o novo marco legal de saneamento do Brasil, a Agência Nacional de Águas (ANA), criada pela Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, passou a ser chamada de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Com isso a relação regulatória entre a ANA e o setor de saneamento entrará em um novo ciclo, já que a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico passará a editar normas de referência também para esse setor. Estas regras de caráter geral deverão ser levadas em consideração pelas agências reguladoras de saneamento infranacionais (municipais, intermunicipais, distrital e estaduais) em sua atuação regulatória.

Entre outras atribuições, cabe à ANA elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo CNRH, dos valores a serem cobradas pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos comitês de bacias hidrográficas, além de arrecadar, distribuir e aplicar receitas auferidas por intermédio da cobrança pelo uso de recursos hídricos (VALÊNCIA & MARTINS, 2004; ANA, 2007).

Os recursos arrecadados por meio da cobrança, além dos obtidos, junto ao Governo Federal Brasileiro, possibilitaram

a criação do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos, um dos instrumentos de gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997). O SNIRH é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos, bem como fatores intermediários para a gestão de recursos hídricos no Brasil. Esse sistema de informações tem sido melhorado desde a sua criação e passa por reformulações constantes.

O SNIRH recebe a contribuição valiosa de redes de monitoramento hidrológicas, hidrometeorológicas e de qualidade de água, que já existiam anteriormente à criação da ANA e que passaram a ser incorporadas por essa Agência Reguladora. A incorporação de redes de monitoramento da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), de Agências Executivas Estaduais de Gestão de Recursos Hídricos, do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE-SP), do Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM-MG), do Instituto das Águas do Paraná (ÁGUASPARANA), além dos contratos e convênios celebrados com o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, o COHIDRO, a CONSTRUFAM e UFC, viabilizam o monitoramento e alimentação de dados no sistema.

Este trabalho tem como objetivo identificar os avanços dos sistemas de monitoramento e gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil desde a promulgação da Lei nº 9.433/1997.

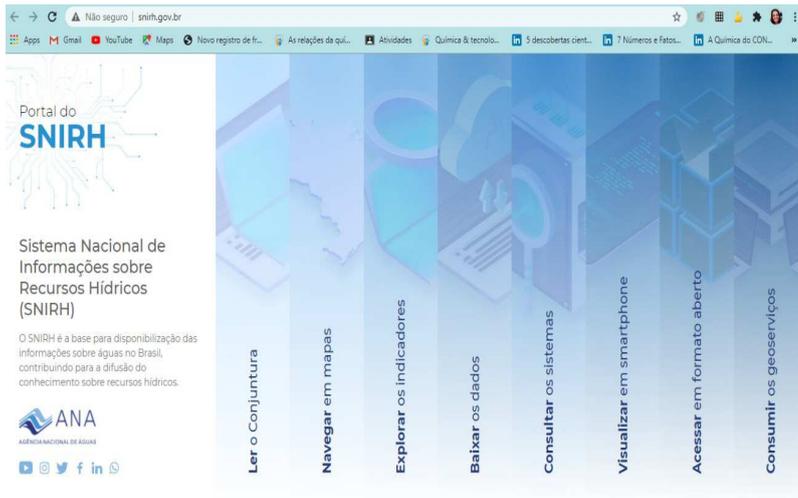
## **SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS - SNIRH**

O Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos é um dos instrumentos de gestão previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas. É um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de

informações sobre recursos hídricos, bem como fatores intermediários para sua gestão.

Na Figura 2 é possível observar a funcionalidade do sistema e as possibilidades de obtenção das informações disponíveis, usando computador tipo desktop, laptop ou dispositivos que operam com sistemas Android e iOS.

Figura 2 – Tela de entrada no SINRH



Fonte: [www.snirh.gov.br](http://www.snirh.gov.br)

Tem como público-alvo, os entes dos Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), conselhos, órgãos gestores, agências de bacias, usuários de recursos hídricos, comunidade científica e a sociedade em geral. Cabe à ANA organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (SNIRH) de acordo com a Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000.

No Portal do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos o usuário pode ter acesso aos relatórios de Conjuntura de Recursos Hídricos, navegar nos Mapas, baixar os dados, consultar

os sistemas, visualizar as informações por meio de Smartphones, acessar os dados em formato aberto e utilizar os geoserviços.

No relatório de conjuntura seu objetivo é avaliar as modificações do ano precedentes de eventos hidrológicos extremos, condições de qualidade de águas superficiais e diversos outros fatores em relação ao uso de recursos hídricos e sua evolução.

Os mapas estão disponíveis em dez grandes temas relacionados aos recursos hídricos e permite ao usuário compartilhar mapas, realizar consultas, visualizar atributos, habilitar e desabilitar camadas.

Nos painéis dos indicadores do SNIRH é possível realizar a consulta por ano, por bacia, estado, além de indicadores importantes para a gestão das águas, como, por exemplo, as outorgas emitidas, os valores pagos pela cobrança, as demandas de usos consuntivos, a evolução e os coeficientes da agricultura irrigada, além de indicadores de Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS 6).

Os subsistemas são destinados ao monitoramento, cadastro, planejamento, gestão, regulação e a fiscalização de recursos hídricos por órgãos gestores, em geral por meio da gestão compartilhada com as agências estaduais de gestão de recursos hídricos.

Existem informações sobre o monitoramento das chuvas e a vazão dos rios em tempo real disponibilizadas por meios de dispositivos que operam com sistemas Android e iOS.

O Portal de Dados Abertos disponibiliza os dados produzidos e sistematizados em formato aberto, que podem ser processados por meio de desktops ou laptops, acessíveis a qualquer público, sem restrição de licenças, patentes ou mecanismos de controle, considerando as diretrizes definidas pela Infraestrutura Nacional de Dados Abertos (INDA) e por Planos de Dados Abertos (PDA) da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, visando ao acesso livre aos dados por toda a sociedade.

O portal de Geoserviços compreendem um conjunto de funções que permitem o compartilhamento de dados espaciais, metadados e mapas por meio de protocolos de comunicação via web. O fluxo de informações e dados se baseia em normas que garantem a operação entre os sistemas.

Os serviços oferecidos por esse sistema de informações tem sido ampliados desde a sua criação e representam um grande avanço no sistema de gerenciamento e monitoramento de Recursos Hídricos no Brasil.

## **GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS**

O início da implementação da PNRH, após a publicação da Lei Federal nº 9433/1997, fortaleceu o modelo de gestão de recursos hídricos aplicado em estados como a Bahia, Ceará, Paraíba e São Paulo, devido a existência de legislações que antecedem a legislação nacional, além de favorecer a criação de uma Agência Nacional das Águas, por meio da Lei Federal nº 9.984/2000. As entidades que compõem o sistema passaram a valorizar as informações disponíveis hidrológicas e de qualidade da água, levando em conta as diversidades geográficas e socioeconômicas de cada região do país (CARVALHO, 2015).

No entanto, a gestão de recursos hídricos não deve ser considerada um fenômeno recente no Brasil, mas um processo inerente à colonização portuguesa, (FONSECA & PRADO FILHO, 2016). O gerenciamento de recursos hídricos se refere à utilização de medidas estruturais, como a construções de barragens, adutoras e de estações de tratamento de água e, também as não estruturais, como o zoneamento de ocupação de solos e regulamentação contra os desperdícios de água, para que os sistemas hídricos, artificiais ou naturais, possam ser utilizados em diversas atividades produtivas e de recreação, de forma sustentável, como descreveu por Grigg (1996).

Segundo Ioris (2009), a gestão de recursos hídricos envolve tanto as práticas e tecnologias que visam à distribuição, uso e conservação da água como às questões políticas e de desenvolvimento nacional, complementando, assim, o conceito de Grigg (1996). O que é validado por Fracalanza e Campos (2010), quando afirmam que a gestão das águas inclui a política de águas, o plano de uso, o controle e proteção das águas, o gerenciamento e o monitoramento de seus usos, como forma de racionalizar a utilização de um bem cada vez mais escasso.

No Brasil, os sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos foram fortalecidos por meio de Programas como o PROGESTÃO e o QUALIÁGUA a partir do ano de 2013. O Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas, denominado de PROGESTÃO, que incentiva financeiramente os Estados, por meio de órgãos que promovem a gestão de recursos hídricos através do atingimento de metas pré-estabelecidas, de acordo com tipologias e complexidades. O Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água - QUALIÁGUA estimula a padronização dos critérios e métodos de monitoramento de acordo com a Resolução ANA nº 903/2013, para facilitar a comparação de índices de qualidade de água em nível nacional e promover a implementação de uma Rede Nacional de Monitoramento de Qualidade de Água.

No ano de 2016, foi instituído o Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas, pela Resolução ANA nº 1.190/2016, com objetivo de aprimorar os comitês de bacias hidrográficas que integram o SINGREH, em consonância com os fundamentos da descentralização e da participação estabelecidos na Lei Federal nº 9.433/1997.

Essas ações compartilhadas de gerenciamento de recursos hídricos e estabelecimento de metas para o aporte de recursos financeiros nos estados, favoreceu a melhoria dos sistemas de monitoramento e gestão de recursos hídricos (COSTA & SILVA et al, 2016).

## METODOLOGIA

A metodologia usada foi baseada na análise de como ocorreram os avanços nos Sistemas de Informações de Recursos Hídricos no país e as ferramentas disponíveis pelo desenvolvimento da tecnologia, que contribuiu para uma maior disseminação das informações direcionadas a dispositivos que operam com sistemas Android e iOS, além, de outros tipos de equipamentos, como desktops e laptops.

A pesquisa documental foi realizada por meio das Leis e Decretos que criaram as agências e regulamentaram o funcionamento dos Sistemas de Gerenciamento, em nível estadual e nacional. Estados que já possuíam a sua legislação de recursos hídricos foram obrigados a realizar as devidas adaptações para se enquadrar à regulamentação prevista na Lei Federal nº 9.433/1997. Pesquisas em sites da Agência Nacional de Águas, de órgãos estaduais de gestão de recursos hídricos e do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos foram realizadas, para analisar como ocorreram avanços no sistema de gerenciamento de recursos hídrico no país.

Durante as consultas realizadas no Portal do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos, foi possível ter acesso ao Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos do país, mapas, dados, sistemas de consultas, aplicativos direcionados a smartphones, dados livres e geoserviços.

Também foram consultados artigos científicos publicados em anais de eventos, em periódicos indexados no Qualis da CAPES, dissertações e teses para a escolha dos que se enquadravam ao objetivo de realização deste trabalho. Após a leitura analítica e análise dos textos, foi escolhido o material que serviu para a realização do embasamento teórico e definidos quais os sites, sistemas, aplicativos e ferramentas deveriam ser analisadas. Essa etapa favoreceu a realização de descrição do desenvolvimento do sistema nacional de informação de recursos hídricos, de um breve

histórico da evolução deste sistema, dos sistemas de informações utilizados pelas empresas e agências do setor elétrico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a leitura de artigos científicos indexados no Qualis da Capes, artigos disponíveis em anais de eventos científicos, dissertações, teses e consultas em sites especializados, de agências reladoras de órgãos de gestão de recursos hídricos, foi possível perceber que os instrumentos concebidos pela Lei Federal nº 9.433/1997, são essenciais para assegurar o conhecimento sobre a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos brasileiros, além dos efetivos mecanismos de gestão.

Como o Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos é um dos instrumentos de gestão previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos, os programas PROGESTÃO, QUALIÁGUA e PROCOMITÊS, auxiliaram o fortalecimento dos sistemas de monitoramento hidrometeorológicos, hidrológicos e hidrossedimentológicos em vários estados da federação, o que favorece a alimentação de dados do SNIRH.

Os avanços obtidos com a implementação destes programas também auxiliaram a atualização dos Planos de Recursos Hídricos, na elaboração de Planos de Bacias, em níveis Estadual e Federal, no surgimento e efetiva atuação de comitês de bacias, na ampliação do cadastro de usuários, na concessão de outorga dos direitos de uso da água, na instituição e implementação da cobrança pelo uso da água bruta, ampliação da fiscalização em nível estadual e compartilhamento de informações entre os diversos entes federados, devido a necessidade de ações de gestão compartilhada entre a ANA e os órgãos estaduais responsáveis pela gestão de recursos hídricos. Além desses fatos elencados, a cada avanço obtido, as atualizações e manutenções dos sistemas de monitoramento foram requeridos e fundamentais para a alimentação dos dados ao SNIRH.

Segundo Tundisi (2008):

“A solução para os problemas da água está, por um lado nos avanços tecnológicos necessários (soluções científicas e de engenharia) e por outro, nos avanços políticos, gerenciais e de organização institucional em níveis de bacias hidrográficas, consórcios de municípios, bacias interestaduais e internacionais”

No Brasil são várias as entidades que realizam o monitoramento hidrometeorológico e de qualidade de água, algumas em nível federal, como a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que possui uma rede básica, totalizando 4.108 postos, composta por 1.874 postos fluviométricos e 2.234 postos pluviométricos. Uma parte dessa rede é constituída por aparelhos registradores automáticos ou fazem parte de uma rede telemétrica (BARBOSA & BRAGA, 2007). A coleta desses dados é financiada pelo termo de cooperação ANA & CPRM (2017), com custo operacional anual de R\$ 34,4 milhões, sendo que a ANA participa com o investimento de R\$ 14,6 milhões (42%) e Serviço Geológico do Brasil – CPRM, participa com R\$ 19,8 milhões (58%). No ano de 2015, o monitoramento compartilhado entre a ANA e CPRM, conseguiu atingir a meta de 50% da rede automatizada (ANA; CPRM, 2017).

A Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência (RHNR), encontra-se em implementação desde 2017, por meio da atuação da CPRM e ANA, supervisionada pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), contando com mais de 230 estações em operação, monitoramento automático e transferência dos dados por telemetria via satélite GOES, com visitas preventivas de dois em dois meses e, corretivas em até 7 dias (COSTI et al., 2019).

Essa parceria entre a ANA, CPRM e USGS, permitiu o estabelecimento de curvas-chave estabelecidas, obtenção de séries de dados de nível e vazão, disponibilizadas por meio do Sistema HIDROTELEMETRIA. A seleção das estações da Rede Hidrometeorológica Nacional, adaptadas para operarem como integrantes da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência, sendo ampliada a cada ano em cem unidades, tem previsão de possuir 500 estações até o final do ano de 2021 (COSTI et al., 2019). A metodologia desenvolvida pelo Grupo de Trabalho composto por técnicos da ANA, CPRM e do UAGS, aperfeiçoou o planejamento da implementação das estações de monitoramento que comporão a Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência, no ano de 2020.

A rede de monitoramento coordenada por meio da ANA e integrada ao SNIRH, foi coordenada por entidades ligadas ao setor elétrico, passando a responsabilidade para a ANA, no ano de 2000, após sua criação, por meio da Lei Federal nº 9.984/2000. A rede de monitoramento sob responsabilidade da ANA, soma os sistemas de telemetria gerados pela ANEEL e, em 2005 começou a operar com o Hidroweb, que tem sido atualizado ao longo do tempo.

A Agência Nacional de Águas (ANA) é responsável pela coordenação da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), um sistema que abriga 4.641 pontos de monitoramento no país, divididos em estações que monitoram parâmetros relacionados aos rios, com 1.874 pontos, como níveis de água, vazões, qualidade da água e transporte de sedimentos e outros que monitoram a precipitação, com 2.767 pontos.

As estações hidrometeorológicas são operadas por entidades parceiras como o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) ou contratadas pela ANA, que é a responsável pelo planejamento, normatização de procedimentos e equipamentos, fiscalização, organização dos dados hidrometeorológicos e sua publicação.

Atualmente, são responsáveis pela operação da Rede o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/SC), o Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo (DAEE/SP), o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM/MG), o Instituto das Águas do Paraná (AGUASPARANÁ) e as empresas contratadas COHIDRO, CONSTRUFAM e UFC. Além das estações sob responsabilidade da ANA, também fazem parte da Rede, as estações mantidas pelos Estados no âmbito dos programas de implantação e operação das Salas de Situação Estaduais e do fomento ao monitoramento da qualidade da água, o Programa QUALIÁGUA.

A ANA disponibiliza os dados gerados pelo monitoramento em todo o país, após o advento da gestão compartilhada com as agências de gestão das águas e secretarias estaduais de recursos hídricos, para o público em geral, por meio do Hidroweb, SAR, Hidrosat e Hidroweb mobile. O Hidroweb mobile iniciou a disponibilização dos dados para dispositivos Android e iOS, a partir do ano de 2019.

O Portal HidroWeb é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Oferece acesso ao banco de dados que contém todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), reunindo dados de nível de água, vazão, precipitação, clima, qualidade da água e sedimentos. Trata-se de uma importante ferramenta para a sociedade e instituições públicas e privadas, pois os dados coletados pelas estações hidrometeorológicas, fluviométricas e de qualidade de água são imprescindíveis para a gestão dos recursos hídricos e diversos setores econômicos do país, como geração de energia, irrigação, navegação e indústria, além do projeto, manutenção e operação de infraestrutura hidráulica de pequeno e grande porte, como barragens e drenagem pluvial urbana.

Os dados disponíveis no Portal HidroWeb se referem à coleta convencional de dados hidrometeorológicos, ou seja, registros diários feitos pelos observadores e medições feitas em campo pelos técnicos em hidrologia e engenheiros hidráulicos.

O aplicativo Hidroweb mobile foi lançado em 04 de abril de 2019, na sede da Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico. O aplicativo pode ser baixado na Play Store, para dispositivos Android e na Apple Store para dispositivos iOS. É possível obter dados, em tempo real, de vazão por trechos de rios e de precipitação. São disponibilizados dados de mais de 3 mil estações hidrometeorológicas gerenciadas pela ANA, espalhadas pelo Brasil.

Os avanços no monitoramento hidrometeorológico promovidos pela ANA, órgãos e instituições parceiras não tem foco apenas na disponibilização dos dados, mas também na geração de dados de eventos de cheias e estiagens, para assegurar que os órgãos gestores possam ter condições de alimentar modelos hidrológicos de simulação e previsão de informações em situações de crise, como a emissão de alerta para a defesa civil, sobre o risco de desastres naturais ou causados pelo homem, com objetivo de garantir o devido manejo da população que venha a ser submetida ao risco de vida.

A otimização da Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) é fundamental para maior quantidade de informações aos tomadores de decisão de agências e instituições que provovem ações de gestão de recursos hídricos usando a previsão de eventos críticos, como inundações e secas.

Em relação aos aspectos de qualidade de água, a ANA adotou o uso de cinco parâmetros básicos de qualidade de água, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido pH, temperatura e turbidez, para o monitoramento padrão da RHN e previsto na RHNR, quando são analisadas águas superficiais. Para o setor de saneamento, esses parâmetros não são suficientes para o devido

acompanhamento de fontes pontuais e difusas de poluição. Almeida (2002), ressalta que o monitoramento de longo prazo destas variáveis ou parâmetros, considerando a sua distribuição espacial e série histórica, constituem informações relevantes para a detecção de alterações da qualidade da água em cursos d'água monitorados.

Costi et al. (2019), constataram por meio de avaliações de monitoramento realizadas por usuários de dados, a preocupação com o monitoramento de áreas conservadas como fonte de informação para estudos prévios de impacto ambiental, mas que também devem ser usados após implantação de empreendimentos, como a construção de usinas hidrelétricas.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A inovação no setor de monitoramento dos recursos hídricos é diversa. De um lado, novas tecnologias podem ser aperfeiçoadas, métodos são criados para maior eficiência do uso da água e otimização do custo-benefício dos produtos oferecidos, além de contribuir para a geração de informações relevantes para os órgãos gestores de recursos hídricos.

A disponibilização de dados em tempo real, a partir do ano de 2019, com uso de aplicativos em dispositivos Android e iOS, de vazão e precipitação, de forma gratuita, foi um dos avanços relevantes do SNIRH, implementado pela ANA.

A quantidade de dados disponibilizados na Rede Hidrometeorológica Nacional tem favorecido a eficiência do uso da água para o aumento da produtividade agrícola, minimiza os impactos negativos sobre o meio ambiente, mas a busca por alternativas que reduzam o consumo de água deve ser incentivada.

O desenvolvimento de novas tecnologias e formas de monitoramento podem auxiliar a tomada de decisão para uma alocação e concessão de uso da água de forma eficaz e eficiente.

Redes de monitoramento inteligentes combinadas, com otimização do uso de softwares, podem auxiliar a uma melhor distribuição da água e atender as demandas em função da disponibilidade dos recursos hídricos, considerando aspectos de quantidade e qualidade, aumentando a eficiência do gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil.

## REFERÊNCIAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A história do uso da água no Brasil**. Do descobrimento ao século XX. Brasília: ANA, 2007.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução nº 1.190 de 3 de outubro de 2016. **Aprovação do Regulamento de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas - PROCOMITÊS**. Brasília: ANA, 2016.

ANA & CPRM. Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência – RHNR. Relato do planejamento da RHNR e a definição das estratégias de implementação para os próximos anos (5 anos). Grupo de Trabalho ANA – CPRM, Portaria ANA nº 151, de 31 de março de 2016. Brasília-DF, 2017.

ALMEIDA, C. C. Evolução histórica da proteção jurídica das águas no Brasil. **Jus Navigandi**, Teresina, ano 7, n. 60, nov. 2002. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=3421>>. Acesso em: 22 de março de 2019.

BARBOSA, P.; BRAGA, B. Energy sector and water resources management in the new Brazilian private energy market, *Water International*, 28 (2), 246-253 (2007).

BRASIL, Constituição de 1934. **Presidência da República**: Casa Civil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/)

Constituicao/Constitui%C3%A7ao34.htm. Acesso em 20 de fevereiro de 2019.

BRASIL. Governo Provisório da República. Decreto Federal nº24.643 de 10 de julho de 1934. Dispõe sobre o Código das Águas. Rio de Janeiro - RJ, 1934.

BRASIL. **Presidência da República**. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o Art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Portal da Legislação, Brasília, jan. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/19433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/19433.htm)>. Acesso em: 21 mai. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Institui a criação da Agência Nacional de Águas – ANA. Brasília- DF, 2000.

BRASIL. **Presidência da República**. Secretaria Geral. Subchefia para assuntos jurídicos. Decreto nº 10.000 de 3 de setembro de 2019. Dispõe sobre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, órgão consecutivo e deliberativo, integrante da estrutura Regimental do Ministério Regional. Brasília – DF, 2019.

\_\_\_\_\_. Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências**. Diário Oficial da União, 2007.

\_\_\_\_\_. 1980. Ministério das Minas e Energia. Código de Águas. Brasília: Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. v.1.

\_\_\_\_\_. 1985. Ministério das Minas e Energia. Plano Nacional de Recursos Hídricos: Documento Preliminar. Brasília: Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicaocompilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm). Acesso em: 10 set. 2018.

\_\_\_\_\_. Decreto-Lei 2.848/1940. Disponível em [http://www.dji.com.br/codigos/1940\\_dl\\_002848\\_cp/cp267a285.htm](http://www.dji.com.br/codigos/1940_dl_002848_cp/cp267a285.htm). acesso em: 22 de março de 2019.

\_\_\_\_\_. **Plano Nacional de Recursos Hídricos. Diretrizes:** Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006, vol. 3. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao03032011025152.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011025152.pdf). Acesso em: 14 set. 2018.

\_\_\_\_\_.1995a. Ministério do Planejamento e Orçamento. Política Nacional de Saneamento 181 1995/1999. Brasília: Secretaria de Política Urbana.

CAMPOS, V. N. de O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v.13, n. 2, p. 365-382, Jul/Dez. 2010.

CARVALHO, M. M. A legislação sobre a água no Brasil. In: LEMOS, P. **Água e Cultura: Inventário de fontes de água da região de Ouro Preto**. Ouro Preto: Livraria e Editora Graphar, 2015.

COSTA E SILVA, D.; CANDIDO G.; BARACUHY, J.; CHAVES, H.; CURI, W. Gestão de recursos hídricos no Brasil e interdisciplinaridade: Uma reflexão em torno de apontamentos contemporâneos desta relação. **Revista Espacios**, 2016.

COSTI, A. C. Z; ALVES, F. V.; ENGEL, D. W.; CANDIDO, M. O. Contribuição dos Usuários de Dados (Stakeholders) para o projeto da Rede Hidrometeorológica Nacional de Referência. Anais do XXIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2019. Foz de Iguaçu – PR.

FONSECA, A. de F. C.; PRADO FILHO, J. F. do. Um importante episódio na história da gestão dos recursos hídricos no Brasil: o controle da Coroa Portuguesa sobre o uso da água nas minas de ouro coloniais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 11 n.3, p. 5-14, 2016. Disponível em: <<https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=23&SUMARIO=340>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

GRIGG, N. **Water resources management: principles, regulations and cases**. New York: McGraw-Hill, 540 p., 1996.

IORIS, A. Desenvolvimento nacional e gestão de recursos hídricos no Brasil. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 85, p. 23-41, 2009.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 631p.

VALENCIO, N. F. L. da S.; MARTINS, R. C. “Novas institucionalidades na gestão de águas e poder local. Os limites territoriais da democracia decisória”, **Interações**, 5 (8), 55–70 (2004).

# CAPÍTULO 4

## ESTUDO PROSPECTIVO SOBRE AS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO

### **Layane Moura Rodrigues**

UFCG. Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.  
layanne.ramos@estudante.ufcg.edu.br;

### **Nayanne Maria Gonçalves Leite**

UFCG. Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.  
nayanne.maria@estudante.ufcg.edu.br;

### **Valdirio Alexandre Gadelha Segundo**

UFCG. Mestrando em Engenharia Química.  
valdirio.segundo@eq.ufcg.edu.br

### **George do Nascimento Ribeiro**

UFCG. Professor Adjunto da UFCG. Doutor em Engenharia  
Agrícola. george@professor.ufcg.edu.br

## Resumo

Saneamento é o conjunto de medidas que visa preservar ou modificar as condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, melhorar a qualidade de vida da população e à produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica. Os serviços de água tratada, coleta e tratamento dos esgotos levam à melhoria da qualidade de vidas das pessoas, sobretudo na saúde infantil com redução da mortalidade, melhorias na educação, na expansão do turismo, na valorização dos imóveis, na renda do trabalhador, na despoluição dos rios e preservação dos recursos hídricos, etc. Atualmente, os tratamentos de água e de esgoto são o foco de pesquisas no mundo todo e estão cada vez mais eficientes. É urgente a necessidade de substituir os tratamentos convencionais de esgoto no Brasil por processos que ocupem menos espaço, gastem menos energia e sejam mais automatizados. Assim, o objetivo principal da pesquisa é de promover um estudo prospectivo tecnológico sobre as atuais tecnologias utilizadas no saneamento. O levantamento das informações foi realizado por meio de documentos de patentes, utilizando como principal ferramenta o software *Orbit Intelligence*. Foi realizada uma análise “macro”, com o objetivo de levantar as principais tecnologias utilizadas para o saneamento no mundo, chegando à conclusão que de maneira global, o crescimento em pesquisa de novas tecnologias em saneamento ainda é muito lento e que os investimentos nesta área são mais avançados em países desenvolvidos.

**Palavras-chave:** Patentes; Desenvolvimento; Tecnologias.

## INTRODUÇÃO

A água é fundamental para a vida e manutenção do planeta, ela é necessária para o desenvolvimento das atividades humanas, tanto no processo de produção de vários tipos de produtos quanto no abastecimento para o consumo de água propriamente dito. O aumento do crescimento demográfico e de práticas de

atividades econômicas, vem aumentando significativamente ano após ano no Brasil e no mundo fazendo gerar um maior consumo deste bem tão precioso. Em contrapartida, a quantidade de água potável ou de água que possa ser utilizada para satisfazer esses diversos tipos de finalidades não aumentou. No entanto uma solução para a preservação dessas águas é o investimento em saneamento e no tratamento do esgoto sanitário, que é realizado por meio de estações de tratamento que reproduzem, em um menor espaço e tempo, a capacidade de autodepuração dos cursos d'água (LEONETI *et al.*, 2011).

O saneamento é o conjunto de medidas que tem como objetivo a preservação ou modificação das condições do meio ambiente com a finalidade de prevenir doenças e promover a saúde, além de melhorar a qualidade de vida da população e a produtividade do indivíduo e facilitar a atividade econômica. No Brasil, a Constituição Federal assegura o direito ao saneamento básico, o qual é definido na Lei nº 11.445/2007 como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e, drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (TRATA BRASIL, 2012).

A situação do saneamento básico no Brasil ainda é precária. Segundo o último levantamento do SINIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) realizado em 2018, mais de 16% da população, ou quase 35 milhões de pessoas, não têm acesso à água tratada, e apenas 46% dos esgotos gerados nos país são tratados. Dados também mostram um aumento de desperdício de água, atingindo uma perda de 6,5 bilhões de metros cúbicos de água devido a vazamento nas redes, fraudes, outros problemas no sistema de abastecimento. Apesar dos dados precários do Brasil em 2018, verificou-se um crescimento de menos de 5% das redes de abastecimento de água e coleta de esgoto, comparado com o ano de 2017.

O lançamento de esgotos nos corpos hídricos sem o adequado tratamento tem resultado no comprometimento da qualidade da água, principalmente próximo às áreas urbanas, podendo impactar na saúde da população e até inviabilizar o atendimento de usos a jusante, como abastecimento humano, balneabilidade, irrigação, dentre outros (ANA, 2017).

O saneamento precário acarreta riscos ao meio ambiente gerando doenças, como diarreias, hepatite, polio, rotavírus, febre amarela, dengue, zika, chikungunya, entre outras. Daí a necessidade de investimento em saneamento básico e em novas tecnologias que auxiliem e aumentem a eficiência destes serviços e gerem soluções inovadoras para mitigar os problemas relacionados a este tema (TRATA BRASIL, 2019).

O presente artigo foi elaborado a fim de buscar tecnologias inovadoras utilizadas no saneamento, visando a necessidade da substituição de tratamentos convencionais por opções menos custosas e mais eficientes. Para isso foi realizada uma prospecção tecnológica com o objetivo de mapear desenvolvimentos científicos e avançados. Todavia, segundo Mayerhoff (2008), os estudos de prospecção não têm o objetivo de desvendar o futuro, mas sim delinear e testar visões que norteiem escolhas, planos e estratégias.

## **METODOLOGIA**

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa de natureza quantitativa e exploratória de dados. Inicialmente, realizou-se um levantamento bibliográfico, buscando verificar a atual situação do saneamento básico no mundo, destacando o cenário brasileiro, conhecendo os principais conceitos e importância da prospecção tecnológica.

A metodologia para monitoramento tecnológico empregada nesse estudo, com o objetivo de buscar patentes de sistemas de saneamento básico, constituiu na realização de pesquisas utilizando palavras-chaves e/ou classificação internacional de patentes.

Foi utilizada como principal ferramenta de busca o *software Orbit Intelligence*, o qual é líder global de inteligência de negócios IP dedicado à pesquisa e análise de patentes, com mais de 100.000 usuários, a plataforma oferece acesso ao maior banco de dados preciso de patentes e literatura científica (QUESTEL, 2020).

A busca na plataforma do Orbit Intelligence, foi realizada com as seguintes palavras-chaves: “*sanitation*” e “*waste water*”, a partir das quais foram encontrados 928 documentos, de janeiro de 2000 a dezembro de 2018. Não foram considerados nesta pesquisa os anos de 2019 e 2020 devido ao fato que sempre haverá uma lacuna nas informações atuais da patente devido ao atraso de 18 meses entre o depósito de um pedido e sua publicação.

Para verificação dos dados foram plotadas figuras e gráficos objetivando mapear os países onde as patentes foram depositadas, os principais inventores, o *status* legal das tecnologias e a aplicação tecnológica.

Foi realizada uma análise Macro, a qual consistiu no estudo documental conforme a série histórica de depósitos, a distribuição por países, por universidades, centros de pesquisa e empresas ligadas ao conhecimento científico e desenvolvimento de tecnologias e parcerias (internacionais e empresas).

## **SANEAMENTO**

Segundo a Organização das Nações Unidas - ONU (2015) o direito ao saneamento básico é um componente essencial de um padrão de vida adequado, indissociavelmente ligado ao mais alto nível possível de saúde, e integralmente relacionado com o direito humano à água. Para a Organização Mundial da Saúde – OMS, para cada US\$ 1 investido em saneamento, estima-se um retorno de quase seis vezes esse valor, considerando os menores custos de saúde, aumento da produtividade e um número menor de mortes prematuras (OPAS, 2018).

Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos é o sexto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS da ONU, esses formam a agenda de desenvolvimento sustentável e devem ser implementados por todos os países até 2030 (ONU, 2015).

De acordo como o Relatório do Programa de Monitoramento Conjunto para Abastecimento de Água, Saneamento e Higiene (JMP) da Fundo das Nações Unidas para a Infância e Organização Mundial da Saúde (UNICEF/OMS) (2019), em 2017, 3,4 bilhões de pessoas usavam um serviço de saneamento administrado de forma segura, correspondendo a 45% da população global, houve um crescimento em relação ao ano 2000, quando era 28% (Figura 1). Apenas 31% da população mundial (2,4 bilhões de pessoas) utilizavam instalações de saneamento privadas conectadas a esgotos de onde as águas residuais eram tratadas, 2,0 bilhões de pessoas ainda não tinham instalações de saneamento básico, como banheiros ou latrinas, destes 673 milhões ainda defecavam ao ar livre. O relatório também mostrou que 5,5 bilhões de pessoas usavam pelo menos um serviço de saneamento básico, cerca de 74% da população mundial.

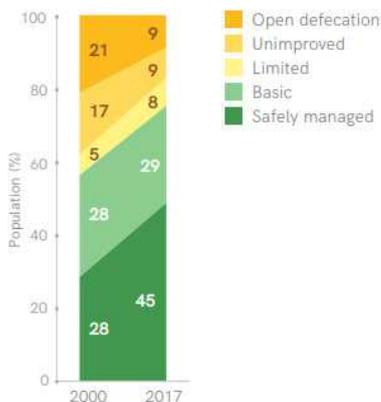


Figura 1 – Cobertura do saneamento global 2000-2017

Fonte: UNICEF/OMS, 2019.

O saneamento é um fator essencial para o desenvolvimento de um país, ele influencia diretamente nos índices de saúde, educação, mortalidade infantil, turismo, economia, preservação dos recursos hídricos, dentre outros. O saneamento deficiente ocasiona impactos como ansiedade, risco de agressão sexual e oportunidades educacionais perdidas, esses reduzem o bem estar humano e o desenvolvimento social e econômico. Anualmente, são estimadas 432.000 mortes por diarreia em decorrência do saneamento inadequado, o qual é fator importante em várias doenças tropicais negligenciadas, incluindo vermes intestinais, tracoma e esquistossomose, além de contribuir para a desnutrição (OMS, 2019).

Segundo a UNICEF/OMS (2019), em 2017, apenas 94 países apresentavam estimativas de saneamento administrados com segurança (Figura 2) e 51 países alcançaram uma cobertura quase universal do serviço, acima de 99% (Figura 3). Entre 2000 e 2017, a cobertura dos serviços básicos de saneamento aumentou em todas as regiões dos ODS, com exceção apenas da Oceania. Em 2000, a Nova Zelândia e a Austrália já haviam alcançado cobertura acima de 99%.

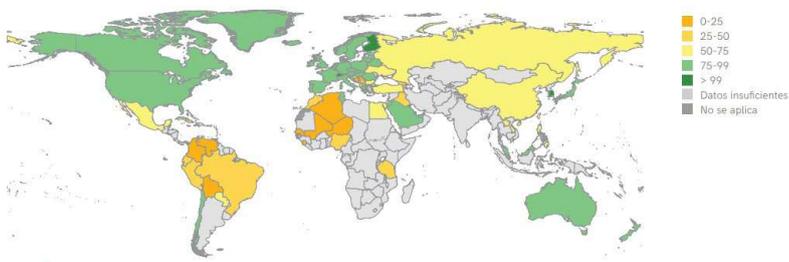


Figura 2 – Proporção da população que usa serviços de saneamento gerenciados com segurança, 2017 (%)

Fonte: UNICEF/OMS, 2019.

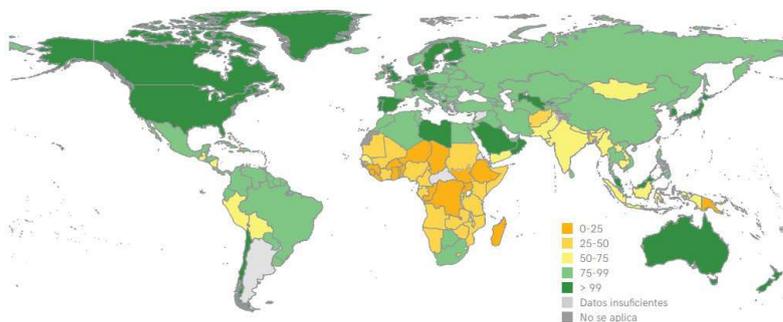


Figura 3 – Proporção da população que usa pelo menos serviços de saneamento básico, 2017 (%)

Fonte: UNICEF/OMS, 2019.

No Brasil, em 2018, verificou-se um crescimento das redes de abastecimento de água e coleta de esgoto, comparado com o ano de 2017, sendo detectadas 1,2 milhão de novas ligações de água e 1,3 milhão na rede de esgotos, correspondendo, respectivamente, a aumentos de 2,1% e 4,2%. A população urbana atendida com redes de água é de 160,7 milhões de habitantes, um índice de atendimento de 92,8% de média nacional, destacando-se as regiões Sul, Centro-Oeste e Sudeste, com índices médios de 98,6%, 96,0% e 95,9%, respectivamente, enquanto o Norte apresenta 69,6% e o Nordeste 88,7%. Já o atendimento por redes de esgotos, alcança 105,5 milhões de habitantes da zona urbana, o índice médio de atendimento é de 60,9%, destacando-se a região Sudeste com 83,7%, as regiões Centro-Oeste, Sul, Nordeste e Norte, apresentaram respectivamente, 58,2%, 51,9%, 36,3% e 13,3%. Já o índice médio de tratamento dos esgotos coletados, representado pela relação entre a parcela de esgoto tratado e o volume de esgotos coletado, é igual a 74,5% (BRASIL, 2019).

O Quadro 01 mostra que 53,2% dos brasileiros têm acesso a coleta de esgoto, destes 74,5% são tratados, correspondendo a 46,3% dos esgotos gerados. Na região Norte, apenas 10,49% da

população tem esgoto coletado, no Nordeste, 28%, no Sudeste, 79,2%, Sul, 45,2%, e Centro-Oeste, 52,9%.

Quadro 01 - Níveis de atendimento com água e esgotos dos municípios com prestadores de serviços participantes do SNIS em 2018, segundo macrorregião geográfica e Brasil

Macrorregião	Índice de atendimento com rede (%)				Índice de tratamento dos esgotos (%)	
	Água		Coleta de esgotos		Esgotos gerados	Esgotos coletados
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Total
	(IN055)	(IN023)	(IN056)	(IN024)	(IN046)	(IN016)
Norte	57,1	69,6	10,5	13,3	21,7	83,4
Nordeste	74,2	88,7	28,0	36,3	36,2	83,6
Sudeste	91,0	95,9	79,2	83,7	50,1	67,5
Sul	90,2	98,6	45,2	51,9	45,4	95,0
Centro-Oeste	89,0	96,0	52,9	58,2	53,9	93,8
<b>Brasil</b>	<b>83,6</b>	<b>92,8</b>	<b>53,2</b>	<b>60,9</b>	<b>46,3</b>	<b>74,5</b>

Fonte: BRASIL, 2019.

Segundo o Instituto Trata Brasil (2019), 53% dos brasileiros têm acesso à coleta de esgoto, porém quase 100 milhões de habitantes não têm acesso a este serviço no país. Cerca de 13 milhões de crianças e adolescentes não tem acesso ao saneamento básico, destes, 3,1% não têm sanitário em casa. Das 100 maiores cidades do Brasil, 36 tem menos de 60% da população com coleta de esgoto e 21 municípios tratam mais de 80% dos esgotos coletados. A proporção de municípios com serviço de esgotamento sanitário passou de 47,3%, em 1989, para 60,3%, em 2017. Apenas 6 das 27 Unidades de Federação; São Paulo, Distrito Federal, Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo e Goiás; apresentaram proporção de residências com esgotamento sanitário maior que 50%, em 2017. Estima-se que o país lançou, em 2017, aproximadamente, o equivalente a 5.622 piscinas olímpicas de esgoto não tratado na natureza.

Em julho de 2020, foi sancionado o novo Marco Legal do Saneamento Básico brasileiro, a Lei nº 14.026, que tem como principal objetivo estruturar um ambiente de segurança jurídica, competitividade e sustentabilidade buscando atrair novos investimentos para universalizar e qualificar a prestação dos serviços no setor. A meta estabelecida pelo Governo Federal é alcançar a universalização até 2033, assegurando o acesso a água potável a 99% dos brasileiros e 90% ao tratamento e à coleta de esgoto (BRASIL, 2020).

O Centro de Estudos em Regulação e Infraestrutura da Fundação Getúlio Vargas (FGV CERI) (2019) afirma que os avanços no setor de saneamento dependem de maior e melhor aporte de recursos financeiros, sendo necessário criar um ambiente favorável, com regulação adequada, e caracterizado por segurança jurídica para atrair recursos e investimentos. Diante disso, o FGV CERI evidencia alguns entraves deste ambiente:

I. A titularidade municipal e a consequente pulverização da regulação são encaradas como um obstáculo à promoção da necessária estabilidade regulatória no setor de saneamento e, conseqüentemente, um inibidor da atração de investimentos;

II. A arquitetura institucional fragmentada e concentrada em entes subnacionais aumenta potencialmente os riscos do setor, uma vez que estes entes muitas vezes apresentam problemas relacionados à governança assim como carecem de capacidade técnica e institucional;

III. A baixa concorrência existente no setor limita o incentivo a eficiência na prestação do serviço, já que há incentivo para que os titulares firmem contratos com entidades públicas.

Entre as principais mudanças trazidas pela Lei nº 14.026/2020, destaca-se a atribuição de competência à Agência Nacional de Águas para instruir normas de referências para regulação dos serviços de saneamento, as quais servirão de diretrizes para os titulares dos serviços e as entidades reguladoras e fiscalizadoras. E o órgão passa a ser denominado Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Essa atribuição de competência à ANA objetiva conferir uniformidade regulatória ao setor e garantir a segurança jurídica na prestação e regulação dos serviços (CARVALHAES; GHOSN, 2020).

Outro ponto importante do Novo Marco Legal do Saneamento Básico é a extinção dos “contratos de programa”, os quais eram pactuados entre os titulares (municípios) e prestadores (empresas estaduais de saneamento) sem licitação, nesse sistema os titulares firmam acordos diretos com empresas, com regras de prestação e tarifação, no entanto permitem que as estatais assumam os serviços sem concorrência. Com o novo marco legal esse modelo é eliminado e tem-se agora os “contratos de concessão”, sendo obrigatório a abertura de licitação, podendo concorrer prestadores de serviços públicos ou privados. Os contratos de programa que já estão em vigor serão mantidos, entretanto, os contratos que não possuírem metas de universalização e prazos deverão viabilizar essa inclusão até 31 de março de 2022, se isso ocorrer poderá haver a prorrogação destes contratos por 30 anos (BRASIL, 2020).

A Lei nº 14.026/2020 prevê outra mudança estrutural, para atender os pequenos municípios do interior, com poucos recursos, sem cobertura de saneamento e baixa sustentabilidade, determinando que os estados componham em até 180 dias grupos ou blocos de municípios, os quais poderão contratar serviços de forma coletiva. Com adesão voluntária, um município pode não ingressar no bloco e licitar sozinho, os municípios de um mesmo bloco não precisam ser vizinhos, ressalta-se que o bloco não poderá fazer contrato com estatais, nem subdelegar o serviço

sem licitação. Os municípios e blocos de municípios devem implementar planos municipais e regionais de saneamento básico e para executar essa tarefa a União poderá oferecer apoio técnico e financeiro. Apesar dos municípios continuarem responsáveis pela regulação da prestação dos serviços de saneamento, o Marco Legal estipula que a alocação de recursos públicos federais e os financiamentos com os recursos da União serão feitos em conformidade com as diretrizes e objetivos estabelecidos e condicionados à observância das normas de referência expedidas pela ANA. Será criado o Comitê Interministerial de Saneamento Básico (CISB), visando melhorar a articulação institucional entre os órgãos federais que atuam no setor, o colegiado terá a finalidade de assegurar a implementação da Política Federal de Saneamento Básico e definir a alocação de recursos financeiros do setor, sob a presidência do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (ANA, 2020).

De acordo com a ANA (2020), a curto prazo, até o fim de 2020, será estabelecido um canal de comunicação e transparência, de modo a garantir o monitoramento de implementação do novo marco do saneamento, também serão realizados *roadshows*, lançamento de normas regulatórias, metodologias para planos simplificados, revisão de decreto, entre outras ações. A médio prazo, até o fim de 2022 serão implementadas as informações relativas à adoção das normas emitidas pela ANA para as agências reguladoras de saneamento subnacionais, além da publicação de normas de referência e da metodologia para cálculo de investimentos. O atual SNIS será substituído pelo o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA); serão realizadas capacitações para gestores e reguladores municipais e estaduais; serão definidos blocos de referência e; o Plano Municipal de Saneamento Básico (PLANSAB) será readequado, assim como os atuais programas do MDR, para adequá-los às diretrizes do novo marco.

## PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

A prospecção tecnológica é um meio sistemático de mapear desenvolvimentos científicos e tecnológicos capazes de influenciar significativamente uma indústria, a economia ou a sociedade como um todo (TEIXEIRA, 2013 *apud* KUPFER; TIGRE, 2004). De acordo com Mayerhoff (2008), os estudos de prospecção não têm o objetivo de desvendar o futuro, mas sim delinear e testar visões possíveis e desejadas para nortear escolhas no presente que contribuirão de maneira mais positiva possível para a construção do futuro, auxiliando na geração de políticas de longo prazo, planos e estratégias que disponham circunstâncias futuras prováveis e desejáveis em um estreito alinhamento.

Muitas empresas buscam se diferenciar por meio da inovação e antecipação de tendências e sinais de mudanças para se manterem competitivas, de modo que possam se posicionar à frente dos concorrentes no mercado. Essa competitividade necessita da inovação tecnológica, com o seu crescimento é notória a importância de acompanhamento do ambiente externo, o qual pode ser estudado a partir de aplicação de métodos de inteligência competitiva e *technology foresight*, que auxiliam as empresas a lidarem melhor com a competitividade atual e se prepararem melhor para o futuro. Tais métodos envolvem iniciativas como a identificação de tendências tecnológicas que podem ou não impactar a empresa; o desenvolvimento de uma visão de longo prazo; a elaboração e o monitoramento de cenário; o mapeamento de concorrentes, potenciais parceiros e demais tipos de instituições através do monitoramento de atores e mapeamento de redes de pesquisadores e especialistas; entre outros (ANTUNES et. al., 2018).

A resposta a diversas forças que orientam as demandas globais e locais são as mudanças tecnológicas, que podem ser de natureza política, social, econômica ou tecnológica. A previsão dessas mudanças não é simples e as ferramentas de inteligência

competitiva e prospecção tecnológica podem nortear as decisões das empresas (BORSCHIVER, 2019).

A inteligência competitiva é um processo de avaliação da evolução da indústria e comportamento dos concorrentes, envolvendo a prática de coleta, análise e comunicação de informações disponíveis sobre desenvolvimentos em Ciência e Tecnologia e as tendências que existem fora da própria empresa (ANTUNES *et al.*, 2018). Para Levet (2001) existem duas questões fundamentais para o funcionamento da Inteligência competitiva, a produção de novos conhecimentos, a qual se relaciona com a técnica de produzir, interpretar e analisar o conhecimento possibilitando a antecipação da mudança e; a cooperação, que corresponde à capacidade de agir coletivamente de maneira coordenada com o desempenho empresarial.

O *foresight* está relacionado ao desenvolvimento da visão de futuro em instituições, países ou regiões, sendo um processo em que são elaborados estudos prospectivos, os quais permitem a construção de visões de longo prazo, através de várias metodologias aplicadas conforme as necessidades específicas de cada área e trabalho a ser realizado (PARREIRAS; ANTUNES, 2012). Para Canongia *et al.* (2004), apesar da abordagem *foresight* ser de fortalecimento de processos de governança, entre atores numa perspectiva de política pública em diversos níveis, instituições privadas também utilizam esse referencial como alternativa para reformar seus processos de tomada de decisões voltados à inovação.

As principais tendências, no contexto mundial, são fornecidas por estudos de prospecção tecnológica, os quais permitem a segmentação das tecnologias por setor da economia, auxiliando na identificação de tecnologias promissoras e úteis para organizações específicas, além de indicar as possibilidades de negócios e parcerias. Desenvolver processos e sistemas eficazes para garantir que os investimentos tecnológicos estejam de acordo com as necessidades do presente e do futuro é um dos

desafios das instituições, com isso a gestão da tecnologia é uma atividade essencial em qualquer negócio, auxiliando no planejamento e execução das operações com mais eficácia, se preparando para o futuro, reduzindo os riscos comerciais e incertezas (BORSCHIVER, 2019).

## RESULTADOS

Após a pesquisa e análise dos documentos de patentes, conforme a metodologia aplicada, as informações obtidas foram estudadas em nível macro. A Figura 4 e o Gráfico 1 mostram a distribuição dos documentos de patentes observados durante a pesquisa conforme o país de origem da tecnologia utilizada para o saneamento e água residual. Os resultados apresentados indicam que a China tem quantidade de patentes depositadas expressivamente superior aos demais países, com 448 famílias de patentes. Em seguida, aparecem a Índia e os Estados Unidos, ambos com 15 depósitos. Verificou-se que o Brasil não apresenta documentos de patentes depositados na área de conhecimento estudada.

Segundo o Relatório *World Intellectual Property Indicators* (2019), em 2018 a China era responsável por 46,4% das patentes depositadas no mundo. A quantidade expressiva de patentes depositadas pelo país na área de conhecimento analisada, reflete no crescimento do índice de saneamento gerenciados com segurança, o qual passou de 27%, em 2000, para 72%, em 2017, um crescimento de 45 pontos percentuais em 17 anos.

Markets & competitors location



Figura 4 – Distribuição dos resultados obtidos com os termos de busca “sanitation” e “Waste Water” por país em que a patente foi depositada.  
Fonte: QUESTEL, 2020.

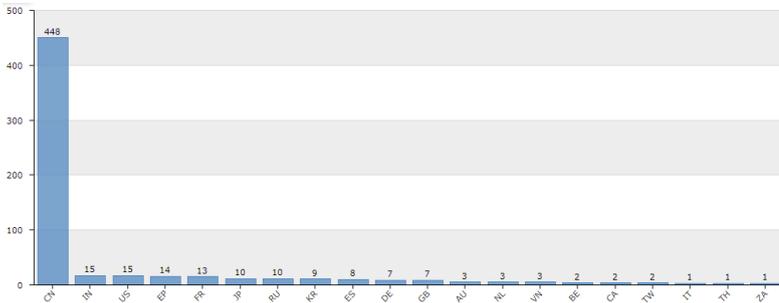


Gráfico 1 – Quantidade de resultados obtidos com os termos de busca “sanitation” e “Waste Water” por país.  
Fonte: QUESTEL, 2020.

O Gráfico 2 ilustra a evolução das aplicações ao longo do tempo, indicando a dinâmica da inventividade do portfólio estudado. Com os dados obtidos, observa-se uma ascendência no número de patentes depositadas, principalmente a partir do ano

de 2016, indicando que o mercado está cada vez mais interessado acerca das tecnologias relacionadas ao tema.

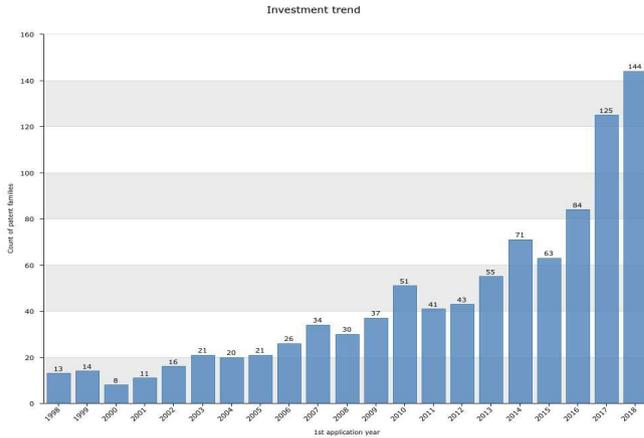


Gráfico 2 – Evolução anual do número de famílias de patentes entre 2000 e 2018.

Fonte: QUESTEL, 2020.

Os dados apresentados no Gráfico 3 são bons indicadores do nível de inventividade dos inventores ativos. A ilustração mostra os principais inventores por volume do tópico estudado. Isso representa os requerentes que possuem o maior número de patentes em seus portfólios na área analisada. Observa-se que a TOTO e a *Yantai Maide Special Vehicle* são as instituições que apresentam maior número de depósitos, ambas com 5 documentos, seguidas da *Foshan Miaotu Technology*, *Fujian Longrun Environmental Sanitation Equipment*, *Longrun New Technology Development* e *Pinghu Keneng Electrical Equipment Technology*, com 4 depósitos.

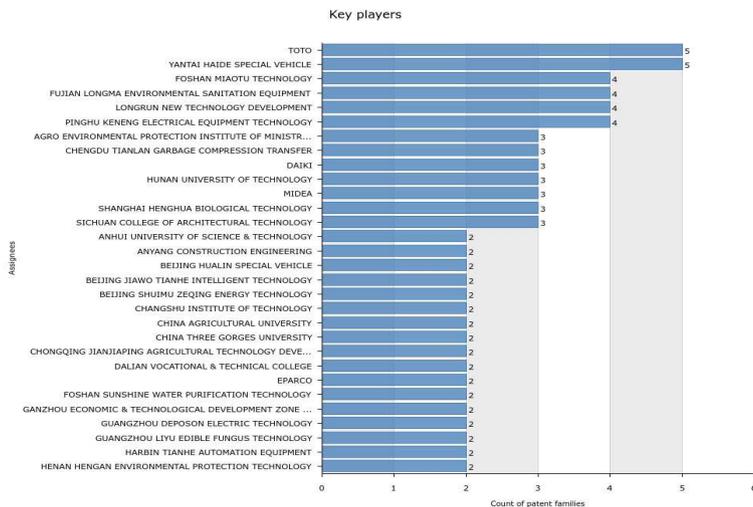


Gráfico 3 – Principais depositantes de tecnologias relacionadas à saneamento básico e águas residuais.

Fonte: QUESTEL, 2020.

O Gráfico 4 apresenta o *status* legal das patentes depositadas, os resultados obtidos mostram que 45,9% das patentes foram extintas, 28,5% das patentes foram concedidas, 15,8% estão pendentes, 4,0 % foram revogadas e 5,8% foram expiradas. Ressalta-se que quando uma patente é extinta, o seu objeto cai em domínio público, isso acontece se expirar seu prazo de vigência, o titular renunciar, ressaltando o direito de terceiros, pela caducidade, pela falta de pagamento da retribuição anual ou se a pessoa domiciliada no exterior não constituir e manter procurador devidamente qualificado no país de depósito (MENEZES *et al*, 2018).

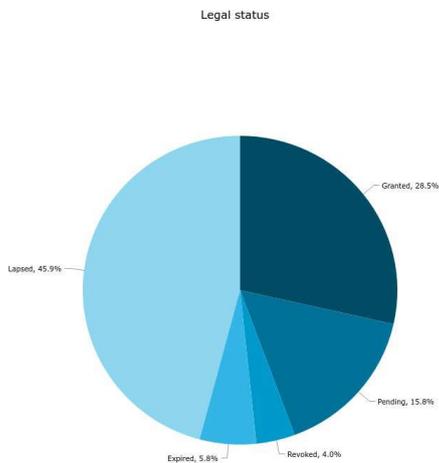


Gráfico 4 – *Status* legal das patentes relacionadas às tecnologias de saneamento básico e águas residuais.

Fonte: QUESTEL, 2020.

A figura 5 é baseada nos códigos de Classificação Internacional de Patentes (IPC) contidos em um conjunto de patentes em análise. Os códigos IPC foram agrupados em 35 campos de tecnologia, que estão representados na figura abaixo, a qual ajuda a identificar a diversidade ou a especificidade do portfólio de patentes de um requerente. Esta ilustração permite que os usuários identifiquem rapidamente a principal área ou negócio dos inventores que está sendo estudado, sendo útil para identificar patentes em um domínio e em um campo que pode ter vários usos. Pode ser uma boa forma de identificar novos usos para patentes já depositadas. As categorias menos representadas também servem como meio de identificar outras aplicações potenciais. As categorizações por domínio de tecnologia são baseadas em agrupamentos de códigos IPC, portanto, as patentes podem aparecer em várias categorias diferentes. Verificou-se a predominância para

dispositivos de tecnologia ambiental, com 343 resultados e engenharia civil, com 328. Mesmo que nem todas as patentes tenham sido projetadas para o saneamento básico e tratamento de águas residuais, elas podem contribuir para melhoria desses serviços.

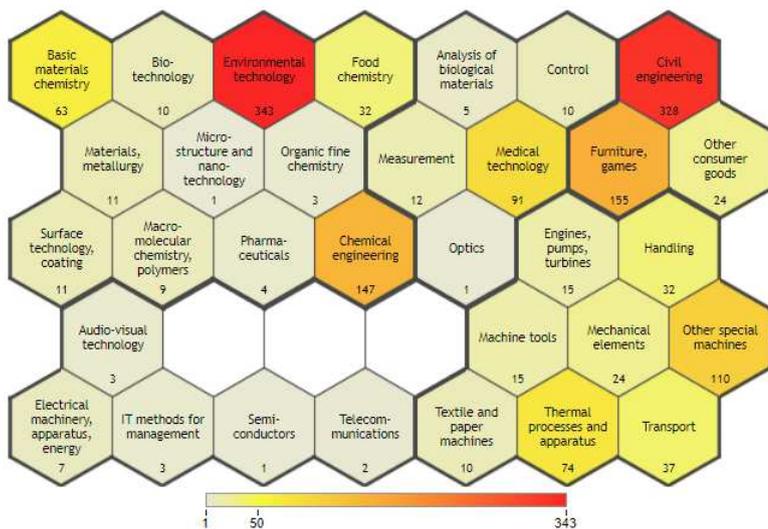


Figura 5 – Aplicações e conceitos de tecnologias relacionadas ao saneamento básico e águas residuais.

Fonte: QUESTEL, 2020.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os números e distribuições de patentes de novas tecnologias na área do saneamento, percebe-se que o avanço nesta área de maneira global ainda é muito lento.

Ainda de acordo com a prospecção elaborada na presente pesquisa, foi identificado que os países desenvolvidos, são os que mais investem em estudos para o avanço de novas tecnologias no âmbito de esgotamento sanitário, como por exemplo, China e Estados Unidos. Esta informação corrobora com a ideia que a

situação econômica do país está diretamente ligada as condições de saneamento básico.

Com exceção da Índia, países subdesenvolvidos não têm investido em novas tecnologias de saneamento. No Brasil, não foi identificada nenhuma nova patente, isto mostra que a falta de investimentos nesta área pode ser diretamente proporcional às falhas de esgotamento sanitário e ao consumo de água sem tratamento. Situação que está diretamente ligada às altas taxas de mortalidade infantil e às maiores taxas de hospitalização causadas por diarreias e outras doenças de origem sanitária.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Novo Marco do Saneamento entra em vigor e deve trazer avanços econômicos, na saúde e no meio ambiente em todo o País.** 2020. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias/novo-marco-do-saneamento-entra-em-vigor-e-deve-trazer-avancos-economicos-na-saude-e-no-meio-ambiente-em-todo-o-pais>. Acesso em: 21 set. 2020.

ANTUNES, A. M. S. *et al.* Métodos de Prospecção Tecnológica, Inteligência Competitiva e Foresight: principais conceitos e técnicas. *In*: RIBEIRO, Núbia Moura. (Org.). **Prospecção Tecnológica**. 1. ed. Salvador, Brasil: Editora do Instituto Federal da Bahia (EDIFBA), 2018. v. 1, p. 19-108.

BRASIL. Casa Civil. **Saneamento básico: Governo Federal sanciona novo marco legal que permitirá a universalização do serviço.** 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2020/julho/saneamento-basico-governo-federal-sanciona-novo-marco-legal-que-permitira-a-universalizacao-do-servico>. Acesso em: 20 set. 2020.

BRASIL. Lei nº 11445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020). **Diário Oficial da União**, Brasília, 5 jan. 2007.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2018**. Brasília: SNS/MDR, 2019. 180 p.: il.

BORSCHIVER, S. *Roadmap: histórico e formatos*. In: RIBEIRO, Núbia Moura. (Org.). **Prospecção Tecnológica**. 1. ed. Salvador, Brasil: Editora do Instituto Federal da Bahia (EDIFBA), 2019. v. 2, p. 60-90.

CANONGIA, Claudia et al . Foresight, inteligência competitiva e gestão do conhecimento: instrumentos para a gestão da inovação. **Gest. Prod.**, São Carlos , v. 11, n. 2, p. 231-238, Aug. 2004 . Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-30X2004000200009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-30X2004000200009&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 09 Set. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2004000200009>.

CARVALHAES, E.; GHOSN, B. **O que muda com o novo marco legal do saneamento básico**. 2020. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2020-jul-24/carvalhaes-ghosn-marco-legal-saneamento-basico>. Acesso em: 21 set. 2020.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA; ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Progresos en materia de agua para consumo, saneamiento e higiene en los hogares: 2000-2017**. Las desigualdades en el punto de mira.

Nueva York: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y Organización Mundial de la Salud (OMS), 2019.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Manual do Saneamento Básico**. 2012. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Esgoto**. 2019. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/esgoto>. Acesso em: 16 set. 2020.

LEONETI, Alexandre Bevilacqua et al. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI**. Rio de Janeiro: Rev. Adm. Pública vol.45, 2011. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-76122011000200003](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122011000200003). Acesso em: 21 set. 2020.

LEVET, J. L. **L'Intelligence économique; mode de pensée, mode d'action**. Paris: Economica, 2001.

MAYERHOFF, Zea Duque Vieira Luna. Uma Análise Sobre os Estudos de Prospecção Tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, UFBA, v. 1, n. 1, p. 7-9, 2008. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/nit/article/viewFile/3538/2637>. Acesso em: 7 set. 2020.

MENEZES, L. F.; JUIZ, P. J. LIMA; NOGUEIRA, Z. F. **Prospecção Tecnológica de Patentes Relacionadas às Práticas Respiratórias do Yoga**. 2018. Disponível em: <https://rigs.ufba.br/index.php/nit/article/viewFile/27175/PROSPEC%C3%87%C3%83O%20TECNOL%C3%93GICA%20DE%20PATENTES%20RELACIONADAS%20A%20PR%C3%81TICAS%20RESPIRAT%C3%93RIAS%20DO%20YOGA>. Acesso em: 18 set. 2020.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. OMS pede aumento de investimentos para atingir meta de banheiro para todos. 2018. Disponível em: [https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5776:oms-pede-aumento-de-investimentos-para-atingir-meta-de-banheiro-para-todos&Itemid=839](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5776:oms-pede-aumento-de-investimentos-para-atingir-meta-de-banheiro-para-todos&Itemid=839). Acesso em: 20 ago. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Assembleia Geral da ONU reconhece direito ao saneamento, que ainda não chega a 2,5 bilhões de pessoas. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/assembleia-geral-da-onu-reconhece-direito-ao-saneamento-que-ainda-nao-chega-a-25-bilhoes-de-pessoas/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>. Acesso em: 21 ago. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Sanitation**. 2019. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>. Acesso em: 21 ago. 2020.

PARREIRAS, V. M. A.; ANTUNES, A. M. S. Aplicação de foresight e inteligência competitiva em um centro de P&D empresarial por meio de um observatório de tendências: desafios e benefícios. **Gestão & Conexões**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2012.

QUESTEL. Orbit Intelligence. **Software business intelligence**. 2020. Disponível em: <https://www.questel.com/business-intelligence-software/orbit-intelligence/>. Acesso em: 23 set. 2020.

WIPO - World Intellectual Property Organization. **Relatório da World Intellectual Property Organization (WIPO) 2019**. Disponível em: [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_941\\_2019.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_941_2019.pdf). Acesso em: 15 set. 2020.

# CAPÍTULO 5

## CRITÉRIOS PARA OUTORGA DO DIREITO DE USO DA ÁGUA: DA VAZÃO DE REFERÊNCIA A FLEXIBILIZAÇÃO SAZONAL

**José Jefferson Barros Pires**

Mestrando do Prof<sup>o</sup> Água UFCG,  
email; jose.pires@estudante.ufcg.edu.br.

**Danilson Correia da Silva**

Mestrando do Prof<sup>o</sup> Água UFCG,  
email: danilson.correia@tecnico.ufcg.edu.br.

**Paulo da Costa Medeiros**

Professor Adjunto da UFCG, email: medeirospc@gmail.com.

## Resumo

No âmbito do histórico dos debates ambientais, uma atenção especial pode ser observada para os recursos hídricos. Além de envolver múltiplos usos quali-quantitativos, em muitas regiões do planeta, a água doce disponível para as atividades humanas ocorre de maneira não uniforme no tempo e no espaço, derivando conflitos de uso, notadamente nos períodos de escassez hídrica. No Brasil foi instituída a Lei 9.433/97 que tem como base a gestão compartilhada e participativa da água, sendo a bacia hidrográfica unidade de gerenciamento, utilizando-se de cinco instrumentos, dentre eles, a outorga que tem caráter regulatório, condicionando ao usuário o direito de uso da água por um determinado período. Diante das diferentes modalidades de usos, alocar os quantitativos de água frente às disponibilidades hídricas em uma bacia é uma atividade complexa, tendo em vista a existência de demandas isentas de outorga, a necessidade de manutenção de vazão ecológica/ambiental, além dos aportes prioritários: abastecimento humano e dessedentação animal. Integra-se ainda, eventos climatológicos atípicos que elevam de forma expressiva as sazonalidades ripárias. O presente trabalho refere-se a uma pesquisa bibliográfica numa abordagem conceitual sobre os critérios de outorga observados na literatura, incluindo metodologias para a demanda ambiental e o uso de vazão referencial ao longo do ano hidrológico. Destaca-se ao final, a importância de se considerar critérios com vazões flexíveis ante variabilidade hidrológica promovendo assim, melhor aproveitamento hídrico e consequente desenvolvimento socioeconômico na bacia.

**Palavras-chave:** Patentes; Desenvolvimento; Tecnologias.

## INTRODUÇÃO

A água é um dos elementos mais importantes na promoção do equilíbrio da vida no planeta Terra. A questão dos recursos hídricos vem sendo bastante discutida sob a ótica dos problemas ambientais com a perspectiva de como estamos lidando em

relação ao futuro para as próximas gerações de maneira a garantir o acesso a água de forma digna e igualitária. Estima-se que a população mundial em 2050 esteja entre 9,3 e 10,6 bilhões de pessoas (GAZZONI, 2017) e a maioria convivendo em meio urbano (TUCCI, 2010). Em função desse expressivo aumento, verifica-se conseqüente elevação das demandas, numa ótica de competição pelos recursos naturais (ar, água e solo) frente a espaços territoriais cada vez mais reduzidos.

A água é grande importância para manutenção da agricultura e tendo como conseqüência a garantia da segurança alimentar da civilização humana (PINTO-COELHO; HAVENS, 2016). Tem aspectos que não se restringem ao contexto econômico, como matéria-prima ou insumo essencial, sendo fundamental para o bem estar dos indivíduos e manutenção da vida no planeta. Sob o aspecto quantitativo da água doce, o Brasil apresenta-se numa condição privilegiada em comparação a muitos países. Porém, não existe uma distribuição igualitária ao longo de seu território e, em certas regiões, existe escassez efetiva. Já em outras regiões, os problemas são de outra ordem, em geral relacionados à redução da qualidade da água disponível (ANA, 2013a).

A contínua demanda de água para atender os diversos usos têm contribuído para o aumento de seu consumo, instalando-se, assim, o conflito entre usuários em diferentes regiões do Brasil. A maioria dos conflitos pelo uso da água decorre da falta de planejamento e gestão de recursos hídricos, os quais estão intimamente ligados à inexistência de informações que associam as vazões já outorgadas com a atual disponibilidade hídrica (BORK, 2018).

O histórico da evolução dos usos dos recursos hídricos está fortemente relacionado com o desenvolvimento e expansão urbana, no entanto, nas últimas duas décadas, a demanda por uso de água no Brasil apresenta-se crescente, com aumento aproximado de 80% do total retirado, prevendo-se que, até 2030, as retiradas sejam acrescidas em 23%. (ANA, 2020a).

A primeira menção para a autorização do uso da água no Brasil, é no Código das Águas de 1934 (ANA, 2011). Segundo o decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934 no seu art. 170 E 171 nos diz que a autorização para a concessão da outorga não era feito pelo o poder público e sim por um ato do ministro da Agricultura (BRASIL, 1934).

Atualmente, confere à Lei 9.433/97 a gestão das águas do Brasil, no seu art. 5º cita-se cinco instrumentos, dentre eles a outorga de direito de uso de recursos hídricos, tendo como objetivos, assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (BRASIL, 1997).

O presente trabalho, visa destacar um breve histórico quanto às metodologias de critérios para a outorga de direito de uso da água. Cita algumas metodologias comumente empregadas, através do uso de vazão de referência, fixando limite máximo de retirada para todo o ano hidrológico, incluindo fração desta para as demanda ecológica/ambiental.

## **2 METODOLOGIA**

O presente trabalho tem como metodologia a pesquisa documental, realizada por meio de levantamento bibliográfico (livros, teses, dissertações, periódicos, artigos, entre outros) referente aos conceitos hidrológicos e de gestão em relação à outorga de direito de uso da água, um dos instrumentos regulatórios da Política Nacional de Recursos Hídricos brasileira, especialmente sobre os critérios aplicados às bacias hidrográficas, destacando as diferentes abordagens com uso de valor fixo para o ano hidrológico. Uma vertente com valores flexíveis é proposta com fundamentação, tendo em vista a variabilidade hídrica em função de aspectos sazonais.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### MARCO TEMPORAL DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Desde o século passado a humanidade vem convivendo com a exploração dos recursos naturais de forma mais intensa, na maioria das vezes sem controle, discorrendo uma ótica de uso ilimitado, o que tem alertado os governantes a um histórico de debates a partir da década de 1960, formulando dentre outros conceitos, o de desenvolvimento sustentável em 1987. Uma atenção especial pode ser observada para os recursos hídricos, tanto nos aportes ambientais quanto em face das necessidades humanas, em: 1997, Mar Del Plata, Conferências das Nações Unidas sobre a Água; 1992, Conferência de Dublin, sobre água e ambiente; 1992, Rio de Janeiro, Meio Ambiente e Desenvolvimento; 1997, Marrakech, o primeiro Fórum Mundial da Água, criação do Conselho Mundial da Água; 1998, Paris, Conferência Internacional da Água e Desenvolvimento Sustentável (OLIVEIRA e AMARANTE JÚNIOR, 2015; THEODORO e MATOS, 2015). Além de envolver múltiplos usos quali-quantitativos, em muitas regiões do planeta, a água doce ocorre de maneira não uniforme no tempo e no espaço, derivando daí conflitos de uso, notadamente nos períodos de escassez hídrica.

O marco temporal para descrever os mecanismos e elementos da alocação de água no Brasil leva em conta os importantes debates acerca dos recursos hídricos no país ao longo das décadas. No Brasil, é no Código de Águas de 1934 que aparece a primeira menção à necessidade de obter uma autorização para usar a água. Embora a Constituição Federal de 1946 tenha feito alterações quanto ao domínio das águas, foi na Constituição de 1988 que houve elementos significativos para a atual gestão dos recursos hídricos no País (ANA, 2011).

A Lei de n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, conhecida como Lei das Águas, introduziu profundas mudanças na gestão das águas. Ela dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos com os seguintes princípios: a) água é um bem público, b) é um recurso limitado, de valor econômico c) em caso de crise hídrica, a prioridade é o consumo humano e a dessedentação de animais, d) a gestão dos recursos hídricos deve garantir os seus usos múltiplos, e) a bacia hidrográfica é a unidade territorial para a implementação da Lei 9.433 e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, f) a gestão das águas deve ser descentralizada e conter a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 1997).

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) é o conjunto de órgãos e colegiados que concebem e implementam políticas nacionais de água. De acordo com a regulamentação estabelecida pela Lei de Águas (Lei nº 9.433/97), o principal papel do SINGREH é gerenciar o uso da água de forma democrática e participativa. Além disso, os principais objetivos do sistema são: Coordenação da gestão integrada da água; Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados aos recursos hídricos; Planejar, regular e controlar o uso e a reciclagem de corpos d'água; Promover cobrança de água. O SINGREH é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), pela Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental (SRQA), pela Agência Nacional de Águas, pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERH), pelos Órgãos gestores de recursos hídricos estaduais (Entidades Estaduais), pelos Comitês de Bacia Hidrográfica e pelas Agências de Água (ANA, 2020b).

Em 1998, foi criado o Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que foi instituído como o órgão máximo do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), sendo o principal fórum nacional de debate sobre as políticas de gestão da água no Brasil. O conselho sempre toma

decisões decisivas por meio de moções e resoluções (MORAES *et al.*, 2018).

Notadamente após os anos 2000 foi editada a Lei nº 9.984/2000 que criou a Agência Nacional de Águas (ANA), e o início da efetiva implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e instrumentos de gestão em âmbito federal, aos moldes preconizados pelos textos legais, também é parte integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico, que veio depois do novo marco do saneamento em 2020, e estabelece regras para sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos (BRASIL, 2000).

A Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH no seu art. 5º nos fornece os cinco instrumentos para a gestão das águas no país, sendo eles: a) os Planos de Recursos Hídricos (visam fundamentar, orientar e gerenciar os recursos hídricos), b) o Enquadramento dos corpos de água em classes (instrumento para enquadrar as águas em classes segundo os seus usos); c) a Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos (de caráter regulatório, no controle qual-quantitativo das águas); d) a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (instrumento conferente ao caráter econômico da água, objetivando incentivar a racionalização do uso da água; obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos); e) o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (que tem como objetivo, a coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão) (BRASIL, 1997).

No Brasil, o relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos da situação dos recursos hídricos é uma referência para o monitoramento sistemático e anual das estatísticas e indicadores hídricos do país, com o objetivo de atingir os mais diversos fins e fornecer estrutura e informações à sociedade. Muitas dessas informações

são provenientes de levantamentos do governo e dados de diferentes instituições públicas, e de prestadores dos serviços de saneamento básico dos municípios (ANA, 2019).

Para entender melhor a demanda hídrica, promover a padronização do uso da água e apoiar a implementação de ferramentas e ações de gestão dos recursos hídricos, como outorga e fiscalização do uso da água, foi criado o Cadastro Nacional de Recursos Hídricos (CNARH) em 2003. A ANA busca integração contínua de dados hídricos por meio do CNARH de usuários de recursos hídricos federais e estaduais (ANA, 2019).

A unidade espacial de gestão de recursos hídricos definida pela Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) é a bacia hidrográfica. Portanto, a fim de aplicar ferramentas de gestão e atuação dos comitês de bacia e agências de água, neste território que muitas das vezes atravessa as fronteiras políticas estaduais e federais. O Comitê de Bacia Hidrológica (CBH) é um fórum de debates para a tomada de decisões sobre questões relacionadas à gestão de recursos hídricos de uma bacia hidrográfica específicas (ANA, 2019).

## OUTORGA: LIMIAR PARA O CONTROLE DAS ÁGUAS

Tanto no aspecto quantitativo (primando as demandas de abastecimento humano e dessedentação animal ante os demais usos), como no aspecto qualitativo (conferindo à classe enquadrada do corpo hídrico), o instrumento da outorga configura-se capítulo fundamental no complexo e dinâmico processo de gestão hídrica numa bacia hidrográfica. É um a ferramenta para prevenir ou resolver conflitos de uso, comuns quando tais ferramentas faltam ou não são utilizadas, e também pode ser utilizada para manter o ecossistema (MMA, 2006).

A definição da outorga e da respectiva vazão outorgável, para além de critérios meramente hidrológicos, deve levar em conta as

opções e as metas de desenvolvimento social e econômico que se pretende atingir, considerando os múltiplos usos, a capacidade de suporte do ambiente e a busca do desenvolvimento sustentável (ANA, 2011).

Em casos de eventos especiais poderão ser emitidas resoluções de outorga que especifiquem as particularidades técnicas dos usos de recursos hídricos outorgados. Na análise da outorga devem ser observados critérios como prioridade de uso determinados pelos Planos de Recursos hídricos, a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, o enquadramento dos corpos hídricos, garantia dos usos múltiplos e utilização racional, como também restrições impostas pela legislação. A outorga confere o direito de uso dos recursos hídricos condicionado à disponibilidade hídrica, e ao regime de racionamento, estando assim o outorgado passível de suspensão da outorga, de acordo com os critérios gerais deste instrumento na Resolução CNRH nº 16, de 08 de maio de 2001 (ANA, 2013).

Uma ferramenta importante para o acompanhamento de todo o processo de outorga é o Sistema Federal de Regulação de Uso - REGLA que entrou em operação em 2017 mas só foi consolidado em 2018, simplificando o processo de solicitação e análise de pedidos de outorga na ANA. A solicitação de regularização é por meio de interferência (captura, lançamento e barramento) e, na maioria dos casos, não há necessidade de enviar documentos em papel e exigem que o usuário forneça o mínimo de informações para indicar o pedido, e automatização parcial dos procedimento de análise (ANA, 2019).

Segundo Agência Nacional das Águas (2019) o total de outorgas emitidas pela a agência contabilizou 9.894 registros, vigentes em julho de 2018, com uma vazão de 1.507m<sup>3</sup>/s. Para o total de outorgas emitidas pela UFs, foram registradas 64.192 concessões, válidas em julho de 2018, a vazão total era de 2.087m<sup>3</sup>/s. Dessa vazão, 33% corresponde à vazão concedida no Sudeste, 25% no Centro-Oeste, 20% no Norte e 15% e 7% corresponde à vazão

concedida respectivamente as regiões Nordeste e Sul. Se levarmos em consideração todas as concessões de uso do consultivos emitidas até julho de 2018, Incluindo outorgas vencidas, a ANA já concedeu cerca de 12.000 autorizações, totalizando um fluxo de cerca de 3000 m<sup>3</sup>/s. A UFs emitiu aproximadamente 655.000 outorgas, chegando um total de cerca de 22.300m<sup>3</sup>/s.

Irrigação, abastecimento de água urbano/rural (correspondente ao abastecimento público apenas no caso de outorgas da ANA) e usos industriais (incluindo mineração) representaram 88% da vazão outorgável em rio de domínio federal, considerando a vazão total desde o início da emissão até julho de 2018. Esses também são os principais usos da água outorgados pelas UFs e totalizam 95% da vazão outorgada em rios estaduais, considerando os totais acumulados (outorgas válidas e vencidas) para o mesmo período. (ANA, 2019).

## VAZÕES DE REFERÊNCIA

É preciso conhecer e/ou estimar as disponibilidades hídricas em determinada bacia hidrográfica, para a emissão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos, através de estudos técnicos, analisar a possibilidade de atendimento das demandas dos usuários, conhecendo os efeitos das intervenções autorizadas no corpo hídrico, a fim de alcançar o objetivo principal de utilização racional dos recurso hídricos por meio do balanço hídrico (CRUZ e SILVEIRA, 2007).

A disponibilidade hídrica refere-se a “vazão ou volume de água que, tomados como referência e analisados sob aspectos técnicos e processuais, possibilitam a emissão das respectivas outorgas de direito de uso de recursos hídricos demandadas pelos diversos usuários requerentes” (ANA, 2013).

Nas estações de monitoramento são registrados numericamente os aportes hídricos e, dependendo da qualidade e

quantidade de dados, análise estatísticas são utilizadas para estimativa da disponibilidade hídrica. Tröger e Ponte (2009) destacam que, deve-se atentar para a existência de estacionariedade dos dados, na identificação se o comportamento hidrológico observado na série histórica (dados passados) se “repetirá” no futuro. Sob o contexto de tal disponibilidade, deve-se atentar, ainda, para o regime hidrológico

Diante das diferentes modalidades de usuários, alocar os quantitativos de água frente às disponibilidades hídricas em uma bacia hidrográfica é uma atividade que envolve muitos aspectos, dentre eles: necessidade de atendimento às prioridades de uso (abastecimento humano e dessedentação animal), a supracitada, demanda ecológica/ambiental; existência de demandas isentas de outorga; aspectos do regime hidrológico, como a sazonalidade e; eventos atípicos climatológicos que elevam os efeitos dos eventos extremos de cheias e de secas. Uma prática bastante aplicada pelos órgãos gestores tem sido o uso de valor fixo ao longo do ano, como vazão de referência, desde às vazões prioritárias às vazões para os demais usuários.

No Brasil são amplamente utilizados critérios de vazão de referência para a outorga, incluindo por um percentual aplicado às vazões mínimas de referência, apoiando o aporte ambiental e limites para a vazão máxima outorgável bem como para vazões consideradas insignificantes (MENDES, 2007). O critério da vazão de referência é bastante difundido no Brasil, na literatura as vazões de referência mais citadas são a  $Q_{90}$  e  $Q_{95}$ , com 90 e 95% de garantia, respectivamente e a  $Q_{7,10}$ , vazão mínima de 7 dias consecutivos com dez anos de período de retorno (TUCCI e MENDES, 2006; ALMEIDA e CURI, 2016).

O órgão gestor define a vazão mínima e máxima de referência a ser adotada, determinado o percentual máximo a ser alocado para a divisão entre os diversos usos da bacia. A determinação desse percentual deve ser realizada em função da possibilidade de atendimento aos diversos usos na bacia e das vazões

mínimas remanescentes que se deseja manter nos cursos d'água (RIBEIRO, 2018).

As vazões de referência utilizadas por muitos órgãos gestores, afetam diretamente no número total de outorgas. No Brasil, seja na esfera federal ou em cada estado, padrões específicos são usados para se restringir às vazões mínimas, no entanto, muitas dessas abordagens são observadas com críticas (CRUZ, 2001; SILVA e RAMOS, 2001).

Estatisticamente atrelada a uma garantia de ocorrência, as vazões de referência estão disponíveis durante maior parte do ano, o que conferem maior segurança à alocação de água, mas podem inibir os usos, enquanto a adoção de valores menos restritivos pode levar ao desabastecimento de usos outorgados em alguns períodos (SILVA e MONTEIRO, 2004).

## SAZONALIDADE DAS VAZÕES

Sob o contexto das metodologias de vazão de referência supracitadas, aplicadas para todo o ano hidrológico, o uso da água pode ser limitado, podendo afetar diferentes usuários e suas atividades econômicas, tais como irrigação, abastecimento urbano, produção de energia, produção industrial, diluição de águas residuais, recreação e dentre outros (SILVA, 2015).

A flexibilização do processo de outorga é de extrema importância em bacias com elevadas taxas de crescimento e potencial conflito entre usuários, em virtude do aumento na disponibilidade hídrica principalmente nos períodos mais chuvosos, quando vazões superiores poderiam ser outorgadas, em vista da maior oferta do recurso (MARQUES, 2006; MARQUES *et al.*, 2009). O uso de critérios de outorga que considerem a sazonalidade hídrica, podem otimizar o uso da água na bacia (RIBEIRO, 2018).

Graziera (2013) destaca que, devido à escassez de pesquisas e discussões sobre o assunto, inclusive no âmbito legal, esses métodos são baseados em parâmetros comuns, sendo que em muitas legislações muitos estados utilizam padrões conservadores para buscar maior proteção das águas, quanto às vazões remanescentes, quando, na verdade a análise específica dos padrões de fluxo pode fornecer a base necessária para a tomada de decisões com base na sustentabilidade.

No país há uma variedade de regimes hidrológicos e em muitos casos, o comportamento das vazões reepondem bem à sazonalidade. De tal característica, deve-se atentar para a possibilidade de que, a vazão de referência, seja atrelada a valores diferenciados, em períodos (meses), permitindo uma demanda maior derivada de eventos chuvosos.

## VAZÃO ECOLÓGICA

As demandas e a degradação ambiental nos recursos hídricos causam alteração hidrológica em uma escala global, conduzindo estudos de ecoidrologia a fim de proteger e conservar o ecossistema envolvido (BENETTI *et al.*, 2003; THARME, 2003).

Deve se observar não apenas a qualidade da água quando se fala na manutenção do equilíbrio ambiental de um sistema aquático, mas também a quantidade mínima de água considerada vital para a manutenção dos ecossistemas fluviais, denominada de vazão ecológica ou ambiental. Os aspectos quantitativos e qualitativos da água não podem ser observados separadamente, uma vez que a qualidade da água é estabelecida pela sua concentração de substâncias. Portanto, o aumento da concentração e consequente comprometimento da qualidade, podem acontecer tanto pelo aumento do aporte/geração dessas substâncias, quanto pela diminuição do volume de água que as concentra (ROSSITER, 2017).

A vazão ecológica é entendida como aquela necessária para garantir a manutenção e conservação dos ecossistemas aquáticos naturais, após as retiradas para atender aos múltiplos usos de recursos hídricos (BENETTI *et al.*, 2003).

Essa vazão não é só um importante instrumento para manutenção do ecossistema aquático, mas é, também, uma ferramenta que auxilia o gerenciamento hídrico, na determinação dos valores dos limites máximos de vazão para outorgas. O atendimento dessa vazão evita, em muitos casos, que rios inteiros sejam completamente utilizados pelas atividades demandas chegando a secar seu leito (HERTHER, 2016).

Longhi e Formiga (2011) citam várias metodologias para determinação de vazão ecológica em rios de contexto: hidrológico (utilizando-se de séries temporais, fixando percentual/proporção do escoamento); hidráulico (considera variáveis geométricas da hidráulica do canal, medidas em seção transversal fluvial), níveis de habitat (relação entre a variação da vazão e habitat físico em espécies pesquisadas) e holístico (considera eventos críticos em função da variabilidade de vazão apoiado por distintos métodos). Na literatura, o estudo da vazão ecológica é bastante difundido (GROWNS *et al.*, 2017; OPPERMAN *et al.*, 2018; TONKIN *et al.*, 2020; BONECKER *et al.*, 2020).

O hidrograma ambiental é um importante instrumento para descrever o comportamento da água em uma bacia hidrográfica. O hidrograma ambiental possui quatro princípios no qual são identificados os princípios esperados de sustentabilidade da integridade biótico dos corpos de água, que são: às relações do canal de escoamento e a diversidade ecológica; a sazonalidade; as trocas de fluxo longitudinal e transversal no escoamento; e mudanças no estado dos fluxos naturais podem inibir a invasão (BUNN e ARTHINGTON, 2002; TUCCI, 2009) sendo ainda bastante difundido na literatura (ARTHINGTON *et al.*, 2018; ARTHINGTON *et al.*, 2018a; POFF, 2018). Para Poff *et al.* (2017), o contexto ambiental, deve-se ampliar da escala local

para abordagens em escala de bacia hidrográfica, considerando a conectividade de habitat e movimentos de espécies fundamentais para conservação de água doce.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Destaca-se a necessidade de propostas de critérios de outorga com vazão flexível, tendo em vista, para algumas bacias, a variabilidade sazonal do regime de fluxo ocorrer de forma expressiva sob o contexto temporal e espacial, períodos com maiores aportes de água derivados das contribuições de escoamento nos meses de chuva. Considera-se, também, a abordagem do hidrograma como ferramenta para apoiar a definição do aporte ambiental, na variabilidade espaço-temporal da vazão ao logo do rio, adjunto com outras áreas correlatas, como a ecologia aquática. Assim, sendo, o aumento de limites de outorga em meses de maior aporte de fluxo superficial (incluindo-se a variabilidade fluvial à ótica ambiental) e diminuição em período de recessão, favorece ao usuário melhor uso/aproveitamento da água que, em alguns casos, normalmente não pode ser captada/consumida, devido ao limite imposto pelo sistema.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. A. de; CURI, W. F. Gestão do uso de água na bacia do Rio Paraíba, PB, Brasil com base em modelos de outorga e cobrança. *Revista Ambiente & Água*, v. 11, n. 4, p. 989-1005, 2016. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1820>

ANA. Agência Nacional de Águas - ANA. (2013) **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: Agência Nacional de Águas - ANA.

ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual** / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2018. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/>. Acesso em: março de 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual** / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/>. Acesso em: março de 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual** / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2020a. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/>. Acesso em: março de 2021.

ANA. Agência Nacional de águas. **Alternativas organizacionais para gestão de recursos hídricos**. Unidade 1, 2013a. Disponível em: <<https://capacitacao.ead.unesp.br/>>. Acesso: setembro de 2020

ANA. Outorga de direito de uso de recursos hídricos. **Caderno de Capacitação em Recursos Hídricos Recursos Hídricos**. Volume 6. Agência Nacional de Águas. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)> Acesso em: setembro de 2020.

ANA. SINGREH: Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, 2020b. Página inicial. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/o-que-e-o-singreh>>. Acesso em: novembro de 2020.

ARTHINGTON, A. H.; BHADURI, A.; BUNN, S. E.; JACKSON, S. E.; THARME, R. E.; TICKNER, D.; YOUNG, B.; ACREMAN, M.; BAKER, N.; CAPON, S.; HORNE, A. C.; KENDY, E.; MCCLAIN, M. E.; POFF, N. L.; RICHTER, B. D.

& WARD, S. The Brisbane declaration and global action agenda on environmental flows (2018). **Frontiers in Environmental Science**, v. 6, p. 45, 2018.

ARTHINGTON, A.H.; KENNEN, J.G.; STEIN, E.D.; WEBB, J.A Recent advances in environmental flows science and water management—Innovation in the Anthropocene. **Freshwater Biology**, v. 63, n. 8, p. 1022-1034, 2018a.

BENETTI A.D., LANNA A.E., COBALCHINI M.S., 2003. Metodologias para Determinação de Vazões Ecológicas em Rios. *Revista Brasileira Recursos Hídricos* 8:149–160.

BONECKER, Claudia Costa et al. Synergistic effects of natural and anthropogenic impacts on zooplankton diversity in a subtropical floodplain: a long-term study. **Oecologia Aust.**, v. 24, p. 524-537, 2020.

BORK, Carina Kruger. Regionalização de vazões mínimas para o estado do Rio Grande do Sul. 2018.156f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

BRASIL. **Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: < <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/legislacao> > Acesso em: setembro de 2020

BRASIL. **Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)> Acesso em: setembro de 2020.

BUNN, S. E.; ARTHINGTON, A. H. Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity. **Environmental Management**, v. 30, n. 4, p. 492-507, 2002. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-002-2737-0>

CRUZ, J. C. Disponibilidade hídrica para outorga: avaliação de aspectos técnicos e conceituais. 2001. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CRUZ, Jussara Cabral; SILVEIRA, GL da. Disponibilidade hídrica para outorga (I): avaliação por seção hidrológica de referência. **Revista Rega–Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 4, n. 2, 2007.

GAZZONI, D. L. Como alimentar 10 bilhões de cidadãos na década de 2050? **Ciência e . Cultura**. v.69 n.4 São Paulo Oct./ Dec. 2017. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S000967252017000400012&script=sci\\_arttext&tln-g=es](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S000967252017000400012&script=sci_arttext&tln-g=es). Acesso em: setembro de 2020

GRANZIERA, M. L. M.. A fixação de vazões de referência adequadas como instrumento de segurança jurídica e sustentabilidade ambiental na concessão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos. **Revista de Direito Ambiental**, v. 70, p. 127-148, 2013.

GROWNS, I.; MURPHY, J. F.; JONES, J. I. The effects of altered flow and bed sediment on macroinvertebrates in stream mesocosms. **Marine and Freshwater Research**, v. 68, n. 3, p. 496-505, 2017.

HERTHER, C. C. K. Vazões ecológicas na bacia hidrológica do Rio Piquiri. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel. Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola. Cascavel, p. 16, 2016.

LONGHI, E. H.; FORMIGA, K. T. M. Metodologias para determinar vazão ecológica em rios. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 20, p. 33–48, 2011.

MARQUES F., SILVA D., RAMOS M., PRUSKI F. Sistema multi-usuário para gestão de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Vol. 14, Nº 4, 2009, p 51-69.

MARQUES, F.A. Sistema multiusuário de gestão de recursos hídricos. 2006. 112f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)** - Universidade Federal de Viçosa. 2006.

MMA. Ministério do Meio Ambiente: **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Síntese Executiva, Secretaria de Recursos Hídricos. - Brasília, 2006.

MENDES, L. A. Análise dos critérios de outorga de direito de usos consuntivos dos recursos hídricos baseados em vazões mínimas e em vazões de permanência. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2007. Disponível em: <[www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde01082007180524/publico/LudmilsonMestrado.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde01082007180524/publico/LudmilsonMestrado.pdf)>. Acesso em: março de 2021.

MORAIS, J. L. M.; FADUL, E.; CERQUEIRA, L. S. Limites e desafios na Gestão de Recursos Hídricos por Comitês de bacias hidrográficas um estudo nos estados do nordeste do Brasil. **Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, vol. 24, nº 1, 2018 – p. 238-264. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1413-23112018000100238&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1413-23112018000100238&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)> Acesso em: novembro de 2020.

OLIVEIRA, C.M.; AMARANTE JUNIOR, O. P. . Evolução das regras jurídicas internacionais aplicáveis aos recursos hídricos. **Revista de Direito Ambiental**, v. 80, p. 423-450, 2015. Disponível em: <[https://escolasuperior.mppr.mp.br/arquivos/File/Biblioteca/05-20\\_3\\_Encontro\\_Anual\\_da\\_Rede\\_Ambiental/RTDoc16\\_5\\_11\\_12\\_46\\_PM\\_1.pdf](https://escolasuperior.mppr.mp.br/arquivos/File/Biblioteca/05-20_3_Encontro_Anual_da_Rede_Ambiental/RTDoc16_5_11_12_46_PM_1.pdf)>. Acesso em: março de 2021.

OPPERMAN, J. J., KENDY, E., THARME, R. E., WARNER, A. T., BARRIOS, E., & RICHTER, B. D. A three-level framework for assessing and implementing environmental flows. **Frontiers in Environmental Science**, 6 (76), 1–13. doi:10.3389/fenvs.2018.00076 Acesso em: março de 2021

PINTO-COELHO, Ricardo Motta; HAVENS, Karl. **Gestão de recursos hídricos em tempos de crise**. Artmed Editora, 2016.

POFF, N. L. Beyond the natural flow regime? Broadening the hydro-ecological foundation to meet environmental flows challenges in a non-stationary world. **Freshwater Biology**, v. 63, n. 8, p. 1011-1021, 2018.

POFF, N. L.; THARME, R. E.; ARTHINGTON, A. H. Evolution of environmental flows assessment science, principles, and methodologies. In: HORNE, A. C.; WEBB, J. A.; STEWARDSON, M. J.; RICHTER, B.; ACREMAN, M. (eds.). **Water for the environment**. Elsevier, 2017. p. 203-236.

RIBEIRO, T. B. Estimativa e Regionalização das vazões mínimas de referência para a bacia do Rio Branco-RR, como suporte à gestão dos recursos hídricos. Dissertação (Mestrado) - PGSS, Gestão e Regulação de Recursos hídricos. Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, p.63, 2018

ROSSITER, K. W. L. **Efeito da redução da vazão efluente do reservatório de Sobradinho na qualidade da água a jusante, sob o enfoque da vazão ecológica**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Engenharia Química, p. 20, 2017.

SILVA, Bruno Marcel Barros da; SILVA, Demetrius David da; MOREIRA, Michel Castro. Influência da sazonalidade das vazões nos critérios de outorga de uso da água: estudo de caso da

bacia do rio Paraopeba. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 3, p. 623-634, 2015.

SILVA, D. D., RAMOS, M. M. Planejamento e gestão integrados de recursos hídricos. MMASRH-ABEAS-UFV. Brasília-DF. 2001.

SILVA, L. M. C.; MONTEIRO, R. A. Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens (2004). In: Machado, C. J. S. (Org.). **Gestão de águas doces**. Rio de Janeiro: Interciência. Cap. 5, p.135-178.

THARME, R.E., 2003. A global perspective on environmental flow assessment: emerging trends in the development and application of environmental flow methodologies for rivers. **River Research Applications** 19, 397–441.

THEODORO; H. D.; MATOS, F. Governança e Recursos Hídricos: Experiências Nacionais e Internacionais de gestão Editora D'Plácido, Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <[https://cdnv2.moovin.com.br/livrariadplacido/imagens/files/manuais/481\\_governanca-e-recursos-hidricos-experiencias-nacionais-e-internacionais-de-gestao.pdf](https://cdnv2.moovin.com.br/livrariadplacido/imagens/files/manuais/481_governanca-e-recursos-hidricos-experiencias-nacionais-e-internacionais-de-gestao.pdf)>. Acesso em: março de 2021

TONKIN, J.D., OLDEN, J.D., MERRITT, D.M., REYNOLDS, L.V., ROGOSCH, J.S., Lytle, D.A., 2020. Designing flow regimes to support entire river ecosystems. **bioRxiv**. <https://doi.org/10.1101/2020.01.09.901009>

TUCCI, C. E. M. 2010. Urbanização e Recursos Hídricos. pp. 113-128. In BICUDO, C. E. M. et al. (orgs.) **Águas do Brasil. Análises Estratégicas**. Academia Brasileira de Ciências; Secretaria do Meio Ambiente. Estado de São Paulo. 222 pp. 2010.

TUCCI, C. E. M. Hidrograma ambiental. Outubro 2009. Disponível em: <<http://blog.rhama.net/2009/10/04/hidrograma-ambiental/>>. Acesso em: março de 2021.

TUCCI, C.E.M.; MENDES, C.A. Avaliação Ambiental Integrada da Bacia Hidrográfica. MMA/SQA, Brasília, DF. 2006, 300p. Acesso em: setembro de 2020.

# CAPÍTULO 6

## GOVERNANÇA DAS ÁGUAS NA BACIA DO RIO PARAÍBA NO EIXO LESTE DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO: CONFLITOS DE APROPRIAÇÃO E USO DAS ÁGUAS.

**Edilaine Araújo de Moraes**

Mestranda Prof<sup>ª</sup>Água da UFCG,  
email: edilainearaujo.adv@gmail.com.

**Jully Samara Ferreira de Carvalho**

Mestranda Prof<sup>ª</sup>Água da UFCG,  
email: jully.samara@estudante.ufcg.edu.br.

**José Irivaldo Alves Oliveira Silva**

Professor Adjunto da UFCG, email: irivaldo.cdsa@gmail.com.

## Resumo

Este artigo visa analisar a forma de governança e a sua aplicabilidade junto aos recursos hídricos da Bacia do Rio Paraíba a partir do Projeto de Integração das Bacias do Rio São Francisco com as do Nordeste Setentrional (Eixo Leste). Entende-se como principais atores no Plano Nacional do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) com as Bacias do Nordeste Setentrional, a Agência Nacional de Águas (ANA), o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. Logo, compreende-se que para o desenvolvimento desta obra exigiu-se a elaboração de planos baseados no Plano Nacional que considerou como prioridade atender as necessidades das áreas semiáridas com o aumento da disponibilidade hídrica e combate às consequências da seca. Portanto, para este estudo foi adotado o método indutivo, que se apoiou na observação, analisando as ações realizadas por meio da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAPB) através de registros e documentos para chegar a uma conclusão. Desse modo, percebe-se que o Governo Estadual da Paraíba juntamente com Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAPB) tem atendido com prioridade às necessidades dos grandes centros urbanos, já as cidades menos populosas mesmo as que se inserem às margens do canal, ainda não sentiram os efeitos positivos do Projeto de Integração da Bacia do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional.

**Palavras-chave:** Água; conflitos; transposição.

## INTRODUÇÃO

A água é um bem abundante em algumas regiões do Brasil, porém escasso em outras. Também é fundamental para a manutenção da vida e para o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Esse recurso natural tem sido motivo de muitas discussões, conflitos e cobiças. Os conflitos de acesso e uso da água são ocasionados ou provocados quando ocorre algum tipo de mudança na organização territorial e na dinâmica da sociedade.

Mudanças significativas de organização territorial e social tem ocorrido em razão do Projeto de Integração da Bacia do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional, que possui como objetivo a transposição de parte da água do rio São Francisco para bacias hidrográficas localizadas no Nordeste do Brasil, no intuito de garantir a segurança hídrica da população urbana e a dessedentação animal, dos residentes em regiões com grande vulnerabilidade à seca, além de atendimento das demandas de setores produtivos, quando possível, para a manutenção de um padrão de desenvolvimento mínimo nos Estados atendidos por essa obra de grande escala, com desafios e expectativas diversos sobre os reais objetivos de transportar as águas do “Velho Chico” para os açudes mais estruturados da região Nordeste, por meio dos eixos Norte e Leste.

A chegada da água captada no rio São Francisco na bacia hidrográfica do rio Paraíba, no município de Monteiro, Estado da Paraíba, deu início a uma nova etapa da gestão compartilhada das águas na região, entre a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e a Agência de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAPB), visto que houve a necessidade de identificar quais seriam os limites de uso da água bruta para os produtores rurais, em que a água transposta seguiria seu fluxo natural, passando por suas propriedades até o reservatório Epitácio Pessoa, cujo barramento fica localizado no município de Boqueirão, no mesmo Estado. Segundo, Brito (2013, p. 26) “Conflitos hídricos podem ser analisados segundo algumas características como: duração, partes envolvidas, área de abrangência, objeto, descrição, instância, instrumento legal, impacto ambiental e instituições ou atores envolvidos”.

A questão que se apresenta é se a governança como um instrumento de gestão imparcial e transparente do interesse coletivo tem resultado em uma forma efetiva desde a construção do canal do eixo leste para a passagem das águas do rio São Francisco?

A disponibilidade e gestão dos recursos hídricos está intimamente interligada ocasionando conflitos de apropriação e uso das águas. Partindo desse entendimento, este capítulo objetiva construir uma análise crítica sobre a governança das águas da bacia do Rio Paraíba, eixo leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco, analisando as ações da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs); e analisar se com a implantação do canal do eixo leste e a liberação das águas do Velho Chico, a finalidade desta obra foi atingida.

No arcabouço teórico, aprofunda-se o entendimento sobre o conceito de governança e o papel e ações da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs). A pesquisa está fundamentada em uma análise crítica, apoiando-se na observação dos fatos, para questionar e identificar as ações adotadas e seus respectivos efeitos, por meio de levantamento bibliográfico foi usado o método indutivo para a realização deste trabalho.

## **METODOLOGIA**

A área de estudo deste trabalho é a bacia hidrográfica do rio Paraíba, que possui área de 20.071,83 km<sup>2</sup>, compreendida nas latitudes 6°51'31" e 8°26'21" Sul e nas longitudes 34°48'35"; e 37°2'15" Oeste e abrange 38% do território do Estado da Paraíba. Considerada como sendo uma das mais importantes da região do semiárido brasileiro é composta pela sub-bacia do Rio Taperoá e Regiões do Alto, Médio e Baixo Curso do rio Paraíba (AESAs, 2018).



Figura 1: Localização da Bacia do Rio Paraíba com indicação do Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco. Ministério da Integração Nacional, 2004. Fonte: Domingues, Rita (2015). Ordenamento territorial, governança e a transposição de águas do São Francisco: uma perspectiva. Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT), n.º 8 (dezembro). Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 51-74, dx.-doi.org/10.17127/got/2015.8.004.

Foram utilizadas ferramentas da análise indutiva para identificar e analisar as intenções e ações descritas por meio da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AES/A), e consultados documentos oficiais de caráter estatal, como as atas de reuniões do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba disponibilizadas por meio da website da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Desse modo, foi possível gerar resultados indutivos e realizar interpretações e direcionamentos para a pesquisa. Além disso, também foram realizadas consultas bibliográficas em dissertações e teses acadêmicas, artigos científicos publicados em congressos, periódicos e seminários.

Estes acervos foram de grande auxílio para compreensão dos fatos e identificação do espaço temporal de ocorrência.

## CONTEXTUALIZAÇÃO

Na bacia do Rio Paraíba, são observados problemas no que se refere à qualidade e quantidade da água disponível. A má distribuição dos recursos hídricos se torna um dos maiores conflitos de uso da água no Brasil. Na região nordeste do país, é possível constatar por meio de análises dos documentos oficiais de caráter estatal (como o Plano Nacional de Recursos Hídricos, o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba e atas de reuniões do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba disponibilizadas por meio da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba), que a transposição de águas do Rio São Francisco por meio dos eixos Leste tem se desenvolvido de forma não igualitária.

Nas primeiras discussões a respeito do PISF, o eixo leste não existia, era prevista a captação de água apenas em um único canal, que por sua vez seria destinado à irrigação por meio do eixo Norte. Isto posto, oportuno mencionar que no ano 2000, foi implantada a proposta do eixo Leste, haja vista, o risco iminente de colapso no sistema de abastecimento de água de município de Campina Grande e dos municípios abastecidos por meio da adutora de Gravatá, em razão da crise hídrica observada desde o início da década de 1990 que prolongou-se até o início da década de 2000.

Outrossim, o PISF como uma obra do Governo Federal em parceria com alguns Estados, sob o aval do Ministério da Integração – MI, consolidou-se, mediante sistemas independentes subdivididos em Eixo Norte e Eixo Leste, o primeiro leva água para as cidades dos Estados de Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba, enquanto que o Eixo Leste transporta para cidades da Paraíba e Pernambuco.

Considerando que o fornecimento das águas do projeto PISF foi planejado para o consumo humano e animal, irrigação, e criação de peixes, percebe-se por meio dos documentos oficiais, que houve brechas, não enfatizando dentre as prioridades de abastecimento, quais receberiam mais investimentos. Isso, permitiu que houvesse mais investimentos no setor de irrigação nas regiões litorâneas, do que no abastecimento humano dos municípios do cariri que sofrem com a seca.

## **GOVERNANÇA FRENTE À OBRA DO EIXO LESTE**

Entende-se que a governança foi um conceito desenvolvido para aplicar regras aceitas e legitimadas pela sociedade. Essa ideia visa promover uma gestão transparente e imparcial de interesse coletivo. A governança das águas considerando como território a Bacia do Rio Paraíba, objetiva ser desenvolvida por meio das ações dos diferentes atores nas instituições e organizações civis. De acordo com as conclusões de Villar (2015), a tomada de decisão e implementação das políticas públicas, não são iniciativa apenas do Poder Público, mas do conjunto de todos os atores envolvidos. Desse modo, é um resultado que promove a regulação das águas da bacia atendendo parcialmente os diferentes interesses para os diferentes usos dos recursos hídricos. Através da governança das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba pode-se aplicar políticas públicas que assegurem a existência desses recursos hídricos e regulem os diversos usos sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas e qualidade das águas.

A governança surgiu diante das dificuldades do Poder Público em sanar problemas contemporâneos, conforme aduz Merrien (1998). A governança voltada para água nada mais é do que um conjunto de procedimentos elaborados pelos próprios atores, sendo esses atores responsáveis por proporcionar a gestão da água. Logo, para iniciar esse processo, deve ser identificado, anteriormente, quais as falhas no sistema que necessitam reparos

ou até mesmo identificar pontos para que sejam trabalhados de forma preventiva, ou seja, a profilaxia levará a um nível de maior qualidade da governança. Vale salientar que a falha no gerenciamento ou a falta desse gerenciamento em uma unidade territorial de bacia hidrográfica, pode levar ao colapso.

Entretanto, deve-se destacar a importância da aplicabilidade da governança e sua transparência quanto ao acesso à informação. Como EMPINOTTI *et al.* (2016) afirmam que o acesso à informação traduz-se como transparência, um indicador de efetividade, integralidade e legitimidade das práticas de governança, e se transformou em um veículo para promover a diminuição da assimetria de conhecimento e consequentemente de poder no processo de tomada de decisão.

Em pesquisa realizada por GRANGEIRO *et al.* (2019), ficou evidenciado que embora aconteça capacitação dos membros de comitê de bacias, as referidas capacitações deixam a desejar, visto que se evidenciou que em uma matéria colocada à votação, um dos membros do comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba informou não ter conhecimento do assunto para contribuir com o seu voto.

Todavia, conforme dispõe a lei nº 9.433/97, que aduz que os comitês de bacia têm poder de decisão no tocante às ações a serem implementadas, logo o cuidado quanto à capacitação é de suma importância diante da tomada de decisões precisas e com responsabilidade.

Se a governança tivesse sido aplicada cumprindo os requisitos/critérios que a norteiam, certamente, não estaríamos diante de situações lamentadas pela população que vive nas proximidades do canal na cidade de Monteiro, por exemplo. Ora, com a liberação das águas que percorrem o eixo leste, tendo sido Monteiro a primeira cidade da Paraíba a recebê-las, poucos meses após a liberação para a passagem d'água no referido eixo, foi necessário cessar essa vazão, em decorrência de problemas na obra, visto que

foram identificadas diversas rachaduras no canal, deixando evidente que a situação se deu em razão de má execução no desenvolvimento da construção do canal. Todavia, após a liberação das águas do “Velho Chico”, as margens do canal passaram a ser palco para momentos de lazer onde muitos dos moradores fazem uso do espaço, além do descarte de resíduos à beira do canal e até mesmo em seu interior, o que vem provocando danos, constituindo um cenário de potencial contaminação das águas e dos próprios frequentadores daquele espaço.

## **AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA**

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAPB) foi criada pela Lei nº 7.779, de 07/07/2005, sob a forma jurídica de uma Autarquia, com autonomia administrativa e financeira. Tem como objetivos o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais de domínio do Estado da Paraíba, de águas originárias de bacias hidrográficas localizadas em outros Estados que lhe sejam transferidas através de obras implantadas pelo Governo Federal e, por delegação, na forma da Lei, de águas de domínio da União que ocorrem em território do Estado da Paraíba.

Diante das inúmeras competências da AESA, podem ser citadas conforme o art. 2º do Decreto nº 26.224, de 14/09/2005, nos incisos: III – desenvolver campanhas e ações que promovam a regularização de usos e usuários dos recursos hídricos e IV – fiscalizar, com poder de polícia, a construção e as condições operacionais de poços, barragens e outras obras de aproveitamento hídrico, os usos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e da infraestrutura hídrica pública nos corpos d’água de domínio estadual e, mediante delegação expressa, nos de domínio da União que ocorrem em território paraibano.

Ora, já que compete à AESA fiscalizar o uso da água, por qual razão a implantação do eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco foi direcionado inicialmente para satisfazer os interesses dos grandes propriedades agrícolas? Como proposto, foi analisado o acervo das Atas das Reuniões do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e identificado que apenas as Atas citadas abaixo contém conteúdo referente às ações realizadas pelo órgão gestor a partir da operação do PISF.

De acordo com a 1ª Reunião Ordinária do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (CBH- PB), realizada em abril de 2017, as obras emergenciais que foram executadas para abastecer Campina Grande, devido à escassez de água foi de extrema relevância, segundo a Sra. Maria de Lourdes (DNOCS), que na oportunidade também evidenciou a competência da equipe técnica responsável pela fiscalização através dos engenheiros com experiência e prática na área. Foi exposto pelo Presidente da AESA aos membros do Comitê a situação da região compreendida entre o município de Monteiro até o açude Epitácio Pessoa, conhecido popularmente como “Boqueirão”.

No dia 10 de março de 2017, a recepção das águas do São Francisco contava com a previsão de uma vazão de 9 m<sup>3</sup>/s, posteriormente seria de 4,5m<sup>3</sup>/s, devido a uma eclusa que estava represando a água, em seguida, só estávamos recebendo 2,2 m<sup>3</sup>/s, decorrente do funcionamento de apenas uma das duas bombas, como também devido a um vazamento na Barragem de Barreiros, motivando assim, a perda de grande parte da água transposta por canais, justificou o Governo do Estado da Paraíba, que posteriormente afirmou que o problema já havia sido sanado e que já estava em funcionamento o bombeamento de uma vazão de 9 m<sup>3</sup>/s, porém é necessário que o reservatório de Barreiros encha, para que chegue a disponibilizar uma vazão de 9 m<sup>3</sup>/s em Monteiro (ALCANTARA *et al.*, 2019). As medições das vazões, a fiscalização das retiradas irregulares e o cadastramento dos usuários estão sendo executadas por equipes

da AESA, tendo sido 146 cadastrados e 25 notificados até início de 2020.

Ressaltou-se ainda que a vazão retirada para os municípios do Congo e Sumé, para abastecimento da região do Cariri paraibano, com prioridade para abastecimento humano, é insignificante quando comparado ao volume total retirado do rio São Francisco. Ressalta-se a importância do consumo indireto, ou seja, além do que é consumido por residências, a irrigação para produção de alimentos consome bastante água. Também foi elencada a preocupação de abastecimento do Estado da Paraíba, finalizando com a estimativa de prazo para a chegada da água à Acauã, que seria em torno de 90 dias, após a chegada das águas no açude Epitácio Pessoa, um prazo razoável e ainda destacou a importância da reformulação dos preços da cobrança da água no Estado da Paraíba.

Ainda de acordo com a ata da reunião do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, que foi realizada aos trinta dias do mês de novembro do ano de 2018, às 8h30min, no Auditório Sebrae em Campina Grande, a 2ª Reunião Ordinária do Comitê da Bacia do Rio Paraíba (CBH- PB) do ano, houve a apresentação da insatisfação em relação ao Plano de Trabalho da Gestão do CBH-PB, para o quadriênio 2018 a 2022, onde o Sr. Valdemir Azevedo Pereira expressou a insatisfação com relação à efetividade das propostas, propondo o envio de sugestões para tornarem as reuniões mais objetivas e que possa ser elaborado um Plano de Trabalho exequível. O Plano de Trabalho da Gestão do CBH-PB (2018-2022) foi exposto, relatando as oportunidades, ameaças, forças e fraquezas, bem como as estratégias e metas para a nova Gestão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a 1<sup>o</sup> Reunião Ordinária do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, foram identificadas ações emergenciais para o açude Epitácio Pessoa, localizado no Município de Boqueirão, PB, para o abastecimento do município de Campina Grande, devido à escassez de água corroborando com o que está previsto no Plano Nacional, visto que a cidade passava por uma situação de conflito devido à necessidade de uso da água e ausência de disponibilidade devido ao baixo volume apresentado neste reservatório, operando com a água disponível em seu volume morto por vários meses, em 2016 e no início do ano de 2017.

Assim, a AESA juntamente com o Governo Estadual da Paraíba cumpre em parte o que está previsto no Plano Nacional de Recursos Hídricos e os objetivos do Projeto de Integração da Bacia do Rio São Francisco com as Bacias do Nordeste Setentrional. Haja vista que o Plano Nacional considerou como prioridade atender as necessidades das áreas semiáridas com o aumento da disponibilidade hídrica e combate às consequências da seca.

Ressalta-se também, que a AESA tem buscado garantir o abastecimento de água para as cidades localizadas no Cariri, por meio do açude Cordeiro, localizado na cidade de Congo- PB, 212 km da capital paraibana. Segundo ALCANTARA *et al.* (2019), em uma entrevista concedida ao Portal correio, o diretor da AESA-PB, Porfírio Catão Cartaxo Loureiro, afirmou que este reservatório terá condição de suprir as necessidades das cidades do Cariri até março de 2020, mesmo que não haja religamento das bombas da Transposição.

Entretanto, como pesquisadores e residentes no semiárido paraibano, mais precisamente na cidade de Monteiro, podemos afirmar que tais ações e medidas tomadas até o presente momento ainda não garantem a segurança hídrica aos habitantes locais, nem ao homem do campo que não sente o contraste no antes

e depois da transposição. Não há até o presente momento uma minimização dos efeitos da seca.

Percebe-se que a Paraíba possui recursos hídricos, mas há uma divergência do gerenciamento desses recursos. Se percebe a necessidade dos órgãos gestores entenderem melhor o clima local, ordenar as necessidades principais de cada microrregião, desenvolver ações de abastecimento igualitário e ações de educação no campo, que orientem os habitantes da zona urbana e rural, melhorando a gestão e a convivência com a seca.

Contudo, destacamos que o Governo Estadual da Paraíba, responsável em fazer a distribuição da água originária da transposição do Rio São Francisco, têm priorizado a segurança hídrica dos grandes centros urbanos com potenciais de desenvolvimento econômico e crescimento demográfico. Assim, observamos claramente a situação de conflito de acesso e uso das águas que existe em razão da não aplicabilidade do instrumento da governança, causando desequilíbrio e desigualdade de prioridades estabelecidas por meio da Gestão Compartilhada entre o Estado da Paraíba e a Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico (ANA).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do que fora pesquisado para o desenvolvimento do presente trabalho, percebe-se que o planejamento desenvolvido com a intenção de transportar as águas do Rio São Francisco através da construção do canal Eixo Norte e do canal Eixo Leste, este último inserido posteriormente ao projeto, fugiu da principal finalidade traçada.

Logo, a construção do Eixo Leste, fora principalmente para sanar a crise hídrica que enfrentava a cidade de Campina Grande, PB, que por sua vez encontrava-se com o reservatório que abastecia toda cidade, quase que em total colapso. Todavia, diante do cenário que assolava a cidade de Campina Grande, PB, várias

idades da região do Cariri paraibano ficaram sem acesso à água, o que foi motivo de grandes conflitos e insatisfações por parte dos interessados.

Ainda nessa vertente, o Eixo Leste supriu o acesso daqueles que deveriam receber dessa água tão esperada por anos, levando ainda à região litorânea para fazer valer os interesses de grandes agropecuaristas, para que os mesmos alavancassem as suas produções, mesmo que se tenha como propósito atender as cidades de pequeno porte do cariri por meio da adutora do Congo, PB.

Isto posto, é importante ressaltar quanto à importância de inserir ações no Plano Estadual de Recursos Hídricos, que estas sejam voltadas para a distribuição das águas da transposição (Eixo Leste) para as cidades que compõem a região do Cariri paraibano, e que estas ações sejam consolidadas sob o acompanhamento da fiscalização da AESA-PB, que detêm a competência na esfera estadual. Ainda no que se refere à fiscalização, que a AESA apresente medidas que venham sanar vícios que aconteceram desde a construção do canal até os dias atuais.

Ainda nesse norte, é possível evidenciar a falta de planejamento, somado ao despreparo dos responsáveis, deixando evidente a inércia do próprio poder público quando não proporciona políticas públicas e as implementam, o que foge dos pontos delineados pela governança.

## REFERÊNCIAS

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAPB). Site: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2019/08/Ata-da-1%C2%AA-Reuni%C3%A3o-Ordin%C3%A1ria-do-CBH-PB-Ano-2017.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAPB). Site: <http://www.aesa.pb.gov.br/>

aea-website/wp-content/uploads/2019/08/Ata-da-2%C2%AA-Reuni%C3%A3o-Ordin%C3%A1ria-do-CBH-PB-Ano-2018.pdf. Acesso em: 15 out. 2019. ALCÂNTARA, H. M.; MEDEIROS, P. C.; ROCHA, L. C. A.; SALES, E. S. G e BARROS,

M. R. G. *Dificuldades de Implementação dos Instrumentos de Gestão da Política de Recursos Hídricos na Paraíba*. In: V Simpósio de Instituições e Gestão Pública da UFCG. p.8. Sumé, 2016. Disponível em: < <http://www.cdsa.ufcg.edu.br/sigp/>>. Acesso em: 31 out. 2019.

BRASIL, LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. *Instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, Art 6º*. Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l9433.htm)>. Acesso em 27 de Out. 2019.

BRASIL, LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. *Política Nacional de Recursos Hídricos, Art 7º*. Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/l9433.htm)>. Acesso em 27 de Out. 2019.

BRITO, F. *Conflitos pelo acesso e uso da água: Integração do Rio São Francisco com a Paraíba (Eixo Leste)*. 2013.370f. Dissertação de Doutorado- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

MEDEIROS, G. *Sem água do São Francisco, Cariri será abastecido pelo Congo*.2019. Disponível em: < <https://portalcorreio.com.br/sem-agua-do-sao-francisco-cariri-volta-a-ser-abastecido-pelo-congo/>>. Acesso em: 27 out.19.

PARAÍBA, LEI N.º 6.308, DE 02 DE JULHO DE 1996. *Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos*. Disponível em: <[http://www.aesa.pb.gov.br/aea-website/wp-content/uploads/2016/11/lei\\_E\\_11.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/aea-website/wp-content/uploads/2016/11/lei_E_11.pdf)>. Acesso em: 28 out.2019.

PARAÍBA, Lei nº 7.779 DE 07 DE JULHO DE 2005. *Cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA*. Disponível em: <[http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei\\_E\\_07.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei_E_07.pdf)>. Acesso em 28 out.2019.

PARAÍBA, Decreto n.º 26.224, de 14 de Setembro de 2005. *Dispõe sobre a Regulamentação e a Estrutura Básica da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA*. Art. 2º. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/documentos/legislacao/decretos/>>. Acesso em: 28 out. 2019.

VILLAR,P; GRANZIERA.M. *Direito de águas à luz da governança*. Brasília,2020.

EMPINOTTI.V; JACOBI.P; FRACALANZA.A. *Transparência e a governança das águas*. Estud. av. vol.30 no.88 São Paulo Sept./ Dec. 2016.

GOMES.E; KOPPEL.J; SCHULTZE.M; RODORFF.V. *Governança da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco: Desafios de escala sob olhares inter e transdisciplinares*. RBCIAMB | n.36 | jun 2015.

DOMINGUES, R. *Ordenamento territorial, governança e a transposição de águas do São Francisco: uma perspectiva*. Revista de Geografia e Ordenamento do Território (GOT), n.º 8 (dezembro), 2015. Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, p. 51-74, dx.- [doi.org/10.17127/got/2015.8.004](https://doi.org/10.17127/got/2015.8.004).

GRANGEIRO, E. L. A.; RIBEIRO, M. M. R.; MIRANDA, L. I. B.. *Análise da governança dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do Rio Paraíba*. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.10, n.5, p.314- 330, 2019. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2019.005.0028>.

ALCANTARA,H; ALMEIDA,P; CARVALHO,J; MORAIS,E.  
*Conflitos de acesso e uso da água na Bacia do Rio Paraíba- Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco.* I Congresso Internancional Meio Ambiente e Sociedade. Campina Grande-PB, 2019.



# CAPÍTULO 7

## GOVERNANÇA DA ÁGUA: APONTAMENTOS SOBRE A GESTÃO SUSTENTÁVEL NO COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO LITORAL SUL

**José Irivaldo Alves Oliveira Silva**

Professor Adjunto da UFCG, email: irivaldo.cdsa@gmail.com.

**Emanuelle Macêdo Viana**

Mestranda do ProfÁgua, email: manu-macedo@hotmail.com.

**Libiane Marinho Bernardino**

Mestranda do ProfÁgua, email: libiane.marinho@estudante.ufcg.edu.br.

## Resumo

Os Comitês de Bacias Hidrográficas são organismos colegiados deliberativos, propositivos e consultivos para a gestão dos recursos hídricos na respectiva escala hidrográfica e desempenham um papel estratégico na Política de Recursos Hídricos, pois tem o potencial de sintetizar suas diretrizes. É o primeiro órgão administrativo a ser acionado em situação de conflito pelo uso da água. O Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, de domínio do Estado da Paraíba é responsável pela coordenação da gestão compartilhada do Rio Gramame, o qual abastece a capital João Pessoa e municípios como Cabedelo, Bayeux e parte de Santa Rita, e das cidades de Pedras de Fogo e Conde, enfrenta uma série de conflitos a respeito de degradação da própria bacia, e vem sofrendo enormes modificações causadas principalmente pela ação humana. O presente estudo pretende compreender as concepções voltadas à gestão sustentável, debatidas e idealizadas pelo Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, de domínio do Estado da Paraíba, através da análise das deliberações que buscam a preservação e recuperação dos recursos hídricos, de acordo com as recomendações da Política Nacional de Recursos Hídricos; pesquisa bibliográfica documental em atas, notas técnicas, resoluções, relatórios de gestão, entre outros documentos produzidos pelo comitê entre os anos de 2018 e 2019. Pretende-se evidenciar que o comitê busca ser uma instituição que tende a ser efetiva na governança das águas de forma sustentável, ainda que apresente limitações associadas ao desenho do sistema e ao contexto em que essas instituições operam.

**Palavras-chave:** Governança das águas; Gestão sustentável; Comitês de bacias; Rio Gramame.

## INTRODUÇÃO

Considerando que os recursos hídricos são finitos e indispensáveis para o desenvolvimento da sociedade, o debate relacionado à sua gestão tem ganhado cada vez mais ênfase entre

seus usuários, tanto para elevar o nível de compreensão sobre seus múltiplos usos, quanto para conscientização sobre a sua importância no desenvolvimento de diversas atividades econômicas.

Para tanto o processo de governança das águas surge como uma interligação entre os sistemas sociais, políticos, econômicos e administrativos, para que todos os sujeitos envolvidos façam parte do gerenciamento da mesma, buscando assim, uma gestão descentralizada, compartilhada e integrada, para garantir a minimização de perdas e o benefício máximo da população através da busca de um manejo sustentável, seja em regiões com ou sem vulnerabilidade hídrica.

Nesse olhar, as bacias hidrográficas e seus respectivos afluentes e subafluentes, tornam-se unidades regionais de planejamento de gerenciamento das águas, através dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), previstos pela Lei Federal nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Os comitês, dentre suas atribuições, são responsáveis por promover debates e deliberações a respeito da gestão das bacias hidrográficas, compartilhando responsabilidades de gestão com o poder público.

O comitê da bacia é classificado como um órgão colegiado, por se tratar de um grupo composto por representantes do poder público, usuários da água e sociedade civil, que através de negociações democráticas, procuram avaliar os conflitos através do equilíbrio de interesses.

Dentre os comitês atuantes nas bacias hidrográficas do estado da Paraíba, o Comitê de Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, corresponde geograficamente à junção das áreas das Bacias Hidrográficas dos Rios Gramame e Abiaí, ambos categorizados como os responsáveis pelo sistema de abastecimento d'água da capital João Pessoa e municípios como Cabedelo, Bayeux e parte de Santa Rita, e das cidades de Pedras de Fogo e Conde.

Mesmo diante da evidente importância para abastecimento público, as bacias em questão e seus afluentes diariamente sofrem impactos decorrentes da expansão urbana, como elevados índices de poluição, assoreamento e atividade industrial. Essas considerações acima citadas proporcionaram uma inquietação para compreender como o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul vem atuando para minimizar os impactos ambientais e se suas propostas e deliberações englobam uma gestão sustentável.

Sendo assim o presente estudo busca compreender as concepções sobre gestão sustentável no Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, de domínio do Estado da Paraíba. Através da análise dos conteúdos das atas de reuniões do mesmo, verificando assim, se as ações voltadas à gestão sustentável estão de acordo com as recomendações de preservação e recuperação dos recursos hídricos propostas na Política Nacional de Recursos Hídricos. Dessa forma, contribuindo com informações que possibilitem a reflexão sobre as temáticas nas reuniões e à atenção às questões de gestão sustentável.

## LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A bacia hidrográfica do Rio Gramame segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), está localizada no Litoral Sul do Estado da Paraíba, entre as latitudes 7° 11' e 7° 23' Sul e as longitudes 34° 48' e 35° 10' Oeste. Limitando-se a Leste com o Oceano Atlântico, a Oeste e Norte com a Bacia do Rio Paraíba (Baixo Paraíba) e ao Sul com a bacia do rio Abiaí.

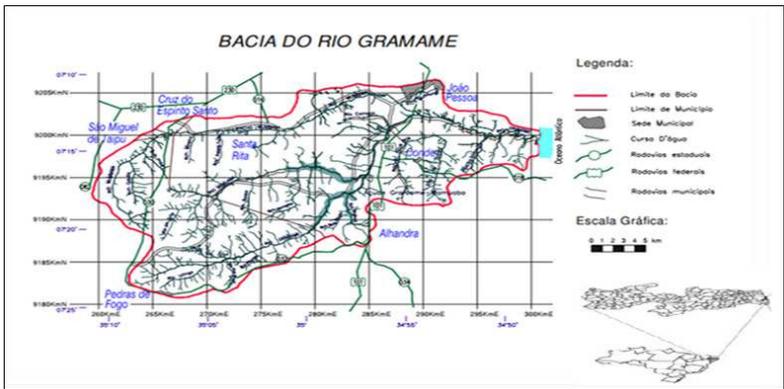
A área de drenagem da bacia é de 589,1 km<sup>2</sup> e seu principal curso d'água é o Rio Gramame, com extensão de 54,3 km, desde a sua nascente no município de Pedras de Fogo até a desembocadura na praia de Barra de Gramame, no limite territorial dos

municípios de João Pessoa e Conde (Figura 1). Seus afluentes principais são:

- Na margem direita: Rio Utinga, Rio Pau Brasil, Riacho Pitanga, Riacho Ibura, Riacho Piabuçu, Rio Água Boa.
- Na margem esquerda: Riacho Santa Cruz, Riacho da Quizada, Riacho do Bezerra, Riacho do Angelim, Riacho Botamonte, Rio Mamuaba, Rio Camaço, Rio Mumbaba.

A bacia do rio Gramame é responsável pelo abastecimento da capital João Pessoa e municípios como Cabedelo, Bayeux e parte de Santa Rita, e das cidades de Pedras de Fogo e Conde. E ainda segundo a AESA (2020), nos últimos anos a bacia vem se deparando com diversos conflitos ambientais, com elevados índices de assoreamento e despejo de produtos químicos derivados de atividade industrial.

Figura 1: Bacia Hidrográfica do Rio Gramame em João Pessoa - PB.

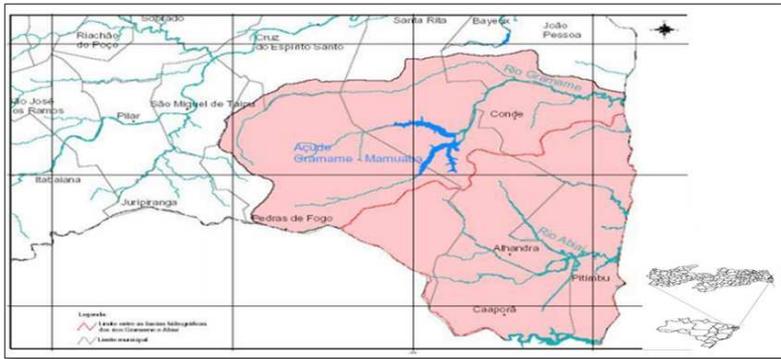


Autor: Adaptado de AESA, 2019.

A bacia hidrográfica do rio Abiaí localiza-se no litoral sul do Estado da Paraíba, na fronteira com o Estado de Pernambuco, entre as latitudes 7° 10' e 7° 30' Sul e entre as longitudes 34° 48'

e 35° 06' Oeste, tendo uma área de 449,5 km<sup>2</sup> e um perímetro de 110,5 km. O rio Abiaí, com extensão de 28,2 km, apresenta como seus principais afluentes os rios Taperubus e Cupissura e o riacho Pitanga. Possui uma área de drenagem de 450 km<sup>2</sup>. Identifica-se uma série de conflitos a respeito de degradação da própria bacia, irrigação, entre outros. Além disto, esta Bacia tem sido estudada como uma das alternativas para a complementação do sistema de abastecimento d'água da Grande João Pessoa.

Figura 2: Bacia Hidrográfica do Rio Abiaí - PB.



Autor: Adaptado de AESA, 2019.

A área das duas Bacias totalizam 1038,6 km<sup>2</sup>. Os municípios inseridos na área de atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, total e parcialmente são: Alhandra, Caaporá, Conde, Cruz do Espírito Santo, João Pessoa, Pedras de Fogo, Pitimbu, Santa Rita e São Miguel de Taipu.

## METODOLOGIA

Para essa pesquisa foram utilizados dados oficiais da Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba (AESA), juntamente a informações contidas nas atas das reuniões extraordinárias do

Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul do estado da Paraíba.

O Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul foi aprovado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), como um órgão colegiado, de caráter consultivo e deliberativo que compõe o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos. Com atuação nas Bacias Hidrográficas dos Rios Gramame e Abiaí definidas pela Resolução nº 03/2003, que estabelece as áreas de atuação dos Comitês a serem criados em rios de domínio do Estado da Paraíba.

## TIPO DE PESQUISA

Como pressupostos teóricos metodológicos foram utilizados os fundamentos da pesquisa bibliográfica, pesquisa qualitativa e quantitativa.

A pesquisa bibliográfica é aquela que se realiza a partir de registro disponível, decorrentes de pesquisas anteriores, em documentos impressos, como livros, artigos, teses, etc. (SEVERINO, 2007). Sendo assim, o pesquisador tem como contribuição dados ou categorias antes trabalhados por outros autores, mas com a mesma temática, segundo Severino (2007).

Na pesquisa qualitativa o interesse central está em uma interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos as suas ações em uma realidade socialmente construída (MOREIRA, 2009). Através da pesquisa quantitativa vale-se do levantamento de dados para provar hipóteses baseadas na medida numérica e da análise estatística para estabelecer padrões de comportamento (LAKATOS; MARCONI, 2007).

Os autores evidenciam que:

A pesquisa foi desenvolvida a partir da coleta de dados em registros documentais oficiais do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, como: atas, notas técnicas, resoluções, relatórios

de gestão, entre outros documentos produzidos pelo comitê entre os anos de 2018 e 2019. Totalizando seis atas, as quais correspondem ao período de 06 de março de 2018 a 27 de agosto de 2019.

De acordo com Lakatos e Marconi (2007), a etapa de coleta dos dados é um aspecto importante, pois facilita a etapa seguinte de análise e interpretação dos dados, constituindo-se ambas no núcleo central da pesquisa.

Para a etapa de análise e interpretação dos dados, foi realizada uma análise de conteúdo dos mesmos através de sua categorização, possibilitando assim, a construção de tabelas através do programa Microsoft Excel (Tabela 1).

Tabela1 – Categorização das temáticas nas discussões do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul.

<b>Temáticas</b>	<b>Aspecto avaliativo</b>
<b>Ambiental</b>	Propostas e ações de desenvolvimento sustentável
<b>Administrativo</b>	Regulamentação administrativa do Comitê
<b>Eventos</b>	Realização, apoio e participação em eventos
<b>Financeiro</b>	Critérios para a aplicação de recursos
<b>Normativo</b>	Regulamentação regional de políticas de recursos
<b>Planos/Estudos e Projetos</b>	Estudo e confecção de planos e projetos para as bacias

Fonte: Autores, 2020.

Segundo Bardin (2016), a análise se organiza em diferentes fases que buscam a sistematização e elaboração de indicadores através de escolhas, seleções e regras que fundamentem a interpretação final. Ainda segundo o autor, os elementos da amostragem precisam ser categorizados conforme sua frequência e dependem do objetivo da análise, a fim de se estabelecer quocientes (núcleos de sentido) através de uma precisão linguística pertinente da temática.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo busca compreender como o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul vem atuando para minimizar os impactos ambientais e se suas propostas e deliberações englobam uma gestão sustentável, devido ao fato do comitê ser atuante geograficamente nas áreas das Bacias Hidrográficas dos Rios Gramame e Abiaí.

Essas bacias, segundo Cordeiro (2014), por décadas vêm sendo fonte de estudos devido à poluição agrícola, industrial e urbana, além da deterioração progressiva da qualidade da água que afeta o modo de vida e a saúde da população pessoense e principalmente das comunidades ribeirinhas distribuídas em Mituaçu, Colinas do Sul, Gramame e Engenho Velho. O autor relata os resultados das coletas de 17 amostras do rio Gramame na região de Mituaçu, onde entre 38 elementos químicos prejudiciais ao meio ambiente pesquisados, foram encontrados supendentemente em altas concentrações dezesesseis elementos, entre eles: Alumínio, Silício, Magnésio, Sódio, Ferro, Manganês, Níquel, Potássio, Cálcio, Cobre, Molibdênio, Titânio, Zinco, Chumbo, Vanádio e Boro.

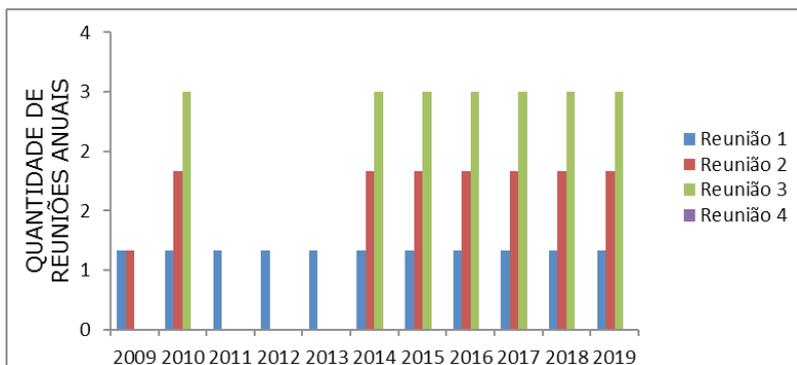
Machado (2003) relata que a bacia do rio Gramame está cercada por instalações industriais tradicionais, como as de produtos alimentícios, construção civil, serviços de reparação, manutenção e instalação, minerais não metálicos, metalúrgica, têxteis etc. A maioria não conta com tratamento adequado e eficiente dos seus efluentes, tampouco têm informações detalhadas sobre as características deles, nem do destino final. Isso ocorre, sobretudo, nas unidades de pequeno porte que evitam onerar o custo final do produto (MACHADO, 2003).

Cordeiro (2020) relata que no ano de 2018 a bacia do Rio Gramame, passou por uma grande degradação ao ponto dos efluentes químicos industriais despejados em seu leito passarem por reações que modificaram a turbidez, a quantidade de

oxigênio dissolvido na água e a sua coloração levando a morte de milhares peixes, provocando impactos muito importantes sobre os ecossistemas, limitando os processos de toda a vida aquática e também da terrestre a ela ligada, incluindo-se aí os humanos (CORDEIRO, 2014).

Essas considerações acima citadas nos levaram a analisar o período de 2018 a 2019, onde o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul (CBH-LS) segundo o *site* oficial da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) realizou seis (6) reuniões ordinárias, três em cada ano (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Quantidade de reuniões ordinárias anuais do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul durante uma década.



Fonte: AESA, 2020.

Nessas reuniões foram levantadas um total de trinta e três (33) pautas, quando categorizados por leitura flutuante conforme Bardin (2016). Durante o período avaliado, o CBH-LS mostrou-se atuante, apresentando pautas que envolviam temáticas ambientais, administrativas, financeira, normativas e propostas de eventos, planos e projetos futuros (Tabela 2).

No ano de 2018 o Comitê manteve uma média de cinco pautas por reunião, enquanto que, em 2019 a média não foi calculada devido a 2ª Ata do mesmo, não se encontrar disponível

durante o estudo. Sendo assim, a análise qualitativa de 2018, destacou que a 1ª Reunião Ordinária obteve a maior quantidade de pautas ambientais discutidas.

Tabela 2 – Levantamento das temáticas das Atas das Reuniões Ordinárias do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, 2018 e 2019.

TEMÁTICAS	2018			2019		
	ATA 1ª	ATA 2ª	ATA 3ª	ATA 1ª	ATA 2ª	ATA 3ª
	06/04	22/05	27/11	26/04	Indisponível	27/08
<b>Ambiental</b>	2		1		-	1
<b>Administrativo</b>	1	1	2	3	-	4
<b>Eventos</b>		1		1	-	
<b>Financeiro</b>	1			1	-	1
<b>Normativo</b>	2	2	2	3	-	1
<b>Planos/Estudos e Projetos</b>	1	1	1	1	-	1
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>X</b>	<b>8</b>

Fonte: Autores, 2020.

A classificação utilizada para reuniões são baseadas em Cury (2005), sendo adaptada por Dulac *et. al.* (2012) e simplificadas para melhor entendimento em categorização temática.

Nessas reuniões, a temática ambiental, foco desse estudo, aborda aspectos relacionados ao desenvolvimento sustentável das bacias hidrográficas em questão, como a sustentabilidade, envolve a busca pelo equilíbrio entre as necessidades humanas e a preservação/conservação dos recursos naturais, através de atitudes ecologicamente corretas, economicamente viáveis, socialmente justas e culturalmente diversas, que promovam o desenvolvimento sem comprometer as futuras gerações.

O desenvolvimento sustentável das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul está relacionado ao uso consciente dos recursos

hídricos, para que se possa conciliar desenvolvimento e preservação. Contribuindo assim, para a minimização do impacto antrópico nos recursos naturais.

Para tanto, a Constituição da República Federativa do Brasil (1988) traz que o Princípio da solidariedade com o futuro, busca assegurar o compartilhamento do meio ambiente entre distintas gerações, proporcionando assim, condições adequadas para a sobrevivência humana, visando o desfrute dos recursos naturais de forma sustentável, tanto pela geração presente quanto pelas futuras.

Em 1988, na Constituição da República Federativa do Brasil, se estabelece no:

Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Diante disso, a conservação do meio ambiente torna-se legalmente um direito fundamental. Dessa forma, Gomes (2008) afirma que o meio ambiente passou a ser considerado essencial para que o ser humano pudesse gozar dos direitos humanos fundamentais, dentre eles, o próprio direito à vida.

Conforme Boiteux (2010), a solidariedade é um princípio jurídico que diz respeito à relação dos integrantes de um conjunto entre si, e da relação do todo com cada uma das suas partes. Ainda segundo a autora, no mundo social, a solidariedade não decorre do instinto, mas de uma ideia racional, segundo a qual a sobrevivência do todo depende da relação de todos os cidadãos entre si ou da sociedade, tomada aqui como o conjunto de cidadãos.

Nesse olhar podemos associar o Princípio da solidariedade, com o princípio do Poluidor-Pagador que busca assegurar a preservação e conservação do meio ambiente de maneira reparativa ou preventiva, através da responsabilização civil do poluidor. Assumindo assim, os custos da degradação ambiental e seus respectivos efeitos à sociedade.

Borges (2010, p. 86) relata que:

O princípio do poluidor-pagador determina ao poluidor a obrigação de corrigir e/ou recuperar o ambiente degradado, suportando, então, os encargos resultantes, tendo como uma das principais consequências a sua responsabilização civil. O poluidor responde, ainda, objetivamente, pelos danos ambientais por ele causados, independentemente da comprovação de culpa.

Portanto, aquele que mantiver uma atividade poluidora ou que necessite de métodos de prevenção ou precaução, é quem deverá arcar com os custos a fim de se evitar ou reparar possíveis danos ao meio ambiente, conforme previsto no artigo 255, §2º e 3º, da Constituição da República.

Nessa linha de pensamento, Colombo (2004) afirma que o princípio do poluidor-pagador é um instrumento econômico e também ambiental, que exige do poluidor, uma vez identificado, suportar os custos dos danos ambientais gerados.

Para Borges (2010, p. 87), o princípio poluidor-pagador não é um princípio de compensação dos danos causados pela poluição, mas, sim, um mecanismo, uma ferramenta, destinada a frear as aspirações do homem, visto que este, na inesgotável intenção de evoluir, não se preocupa com os bens, sobretudo os bens ambientais, os quais possuem recursos limitados.

Colombo (2004) ressalta que o princípio não permite a poluição e nem pagar para poluir. Pelo contrário, procura assegurar a reparação econômica de um dano ambiental quando não for possível evitar o dano ao meio ambiente, através das medidas de precaução. Desta forma, evita-se que o preço do dano ambiental, recaia sobre toda a sociedade.

Diante do exposto o CBH-LS, se mostra atuante em suas reuniões ao discutir e analisar propostas de medidas para mitigar o impacto ambiental causado pelo vazamento de produtos químicos das indústrias no Rio Gramame. Além de apresentar um Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) para o mesmo.

Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em sua Instrução Normativa Nº 04, de 13 de abril de 2011, parágrafo 2º:

[...] O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas deverá reunir informações, diagnósticos, levantamentos e estudos que permitam a avaliação da degradação ou alteração e a consequente definição de medidas adequadas à recuperação da área, em conformidade com as especificações dos Termos de Referência [...]

É por meio de ações como estas, que comitês de bacias hidrográficas, através de seu poder deliberativo, propositivos e consultivos para a gestão dos recursos hídricos, buscam desempenhar um papel estratégico tanto no enquadramento quanto na potencialização das diretrizes da Política de Recursos Hídricos.

O enquadramento é um dos instrumentos previsto na Lei das Águas cujo objetivo é assegurar aos recursos hídricos a qualidade compatível com os usos a que forem destinados, bem como diminuir os custos de combate à poluição mediante ações preventivas permanentes (ANA, 2013).

Segundo o Art. 9º da Lei Federal nº 9.433/1997, o enquadramento dos corpos de água em classes de acordo com os usos preponderantes da água, visa:

- I. Assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas;
- II. Diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

Segundo Silans (2008) o enquadramento dos corpos de água visa indicar as metas de qualidade das águas a serem alcançadas em uma bacia hidrográfica. Os procedimentos para o enquadramento dos corpos de água são definidos pela Resolução CNRH nº 12/2001.

A partir do enquadramento dos corpos de água é possível identificar o grau de poluição existente na água, a necessidade e o custo do tratamento para torná-la adequada ao consumo humano ou a outros usos ao qual seja destinada (SILVA, 2019).

Compete ao comitê de bacias hidrográficas, a partir dos cenários construídos, selecionar a alternativa de enquadramento e o respectivo programa para a efetivação da proposta de enquadramento. Em seguida, após a análise e deliberação da proposta submetê-la ao conselho de recursos hídricos, que em caso de aprovação, deverá emitir uma resolução (ANA, 2013).

Evitando assim, medidas extremas para a sustentabilidade da bacia como as descritas por Cordeiro (2014), em que o plano A seria deixar as coisas da forma que estão e se com o decorrer do tempo, o rio deixar de ser útil para o abastecimento humano (o que seria óbvio segundo o autor), a solução seria utilizar as águas do rio Abiaí-Papocas, mesmo sabendo que o rio também faz parte do estado de Pernambuco o que proporcionaria um abastecimento em curto prazo e possíveis conflitos pelo uso da água poderiam surgir.

Enquanto o plano B traria novas alternativas que poderiam mudar a saúde da bacia do Rio Gramame, onde o foco seria melhorar a qualidade das águas do rio através da proibição do uso de agrotóxicos e o reflorestamento das matas ciliares, dentro das normas do Código Florestal. Mesmo o plano B sendo, mas viável embora trabalhoso segundo o autor, o posicionamento do comitê junto à população seria fundamental para o desenvolvimento sustentável da bacia (CORDEIRO, 2014).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Observou-se que o Comitê CBH-LS apresenta-se atuante em relação à sustentabilidade das Bacias Hidrográficas do Litoral Sul, pois a análise das temáticas das Reuniões Ordinárias do comitê abordavam planos, estudos, projetos e ações para minimizar os impactos ambientais no rio Gramame.

Ainda assim, se faz necessário uma maior participação do mesmo junto à sociedade, expondo a atual situação da bacia e o quanto a mesma é importante, para as comunidades ribeirinhas e para o abastecimento da capital paraibana.

## **REFERÊNCIAS**

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2003. Disponível em: <http://www.paraiba.pb.gov.br>. Data de acesso: 26 de outubro de 2020.

ANA. Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos: volumes: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/>. Acesso em: 22 de agosto de 2020.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. 3. reimp. da 1. ed. São Paulo, SP: Edições 70, 2016.

BOITEUX, E. A. P. C. O. O princípio da solidariedade e os direitos humanos de natureza ambiental, Revista da Faculdade de Direito, 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.usp.br/rfdusp/article/view/67912/70520>. Acesso em: 22 de agosto de 2020.

BORGES, J. V. Os princípios do direito ambiental: uma alternativa na busca pelo desenvolvimento sustentável. Revista Justiça do Direito, 2010. Disponível em: <http://seer.upf.br/index.php/rjd/article/view/2145>. Acesso em: 22 de agosto de 2020.

BRASIL. Constituição Federal (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei Federal nº 9.984, de 17 de junho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

COLOMBO, S. Aspectos conceituais do princípio do poluidor-pagador. Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambiental, volume 13, 2004. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/remea/article/view/2720>. Acesso em: 22 de agosto de 2020.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções nº 357, de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções nº 396 de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação de

diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

CORDEIRO, T. A. Cordeiro, Tarcisio Alves. O que você precisa saber sobre a água de João Pessoa. João Pessoa: Ideia, 2014.

CNRH (2000). RESOLUÇÃO Nº 5, DE 10 DE ABRIL DE 2000 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF.

CURY, J.F. (2005). A Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas: A Abertura de uma oportunidade para o Desenvolvimento Sustentável do Alto Parapanema (1994-2004). Tese de Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 350p.

DULAC, V.F. *et al.* (2012). Classificação das deliberações e projetos aprovados pelo Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria. 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente, Bento Gonçalves.

DUARTE, B. E. S. Os sistemas de abastecimento d'água da grande João Pessoa e a espacialização das áreas abastecidas. Disponível em: < <http://ct.ufpb.br/ccec/contents/documentos/tccs/2015.2/os-sistemas-de-abastecimento-d2019agua-da-grande-joao-pessoa-e-a-espacializacao-das-areas-abastecidas.pdf>>. Acesso em: 22 de agosto de 2020.

GOMES, A. Legislação Ambiental e Direito: um olhar sobre o artigo 225 da constituição da República Federativa do Brasil. Revista Científica Eletrônica de Administração. Ano VIII, n. 14, jun. 2008. p. 1-8. Disponível em: [http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/82cTo2lojKS-Slsf\\_2013-4-30-12-15-57.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/82cTo2lojKS-Slsf_2013-4-30-12-15-57.pdf). Acesso em: 22 de agosto de 2020.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. de. Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2007.

MACHADO, T. T. V. Investigação da Presença de Chumbo (Plumbum) na Bacia do Rio Gramame e suas Possíveis Implicações na Saúde Pública da Região. João Pessoa: UFPB, 2003. Dissertação (Desenvolvimento e Meio Ambiente), João Pessoa, 2003.

MOREIRA, M. A.; Pesquisa em ensino: métodos qualitativos e quantitativos. Instituto de Física, UFRGS, Brasil. 1ª Edição – 2009. Porto Alegre, Brasil.

NASCIMENTO, S. O uso e ocupação do solo no entorno do estuário do rio Gramame e a qualidade da água. João Pessoa, 2013.

NETO, S.; GUIMARÃES, R.; ARAÚJO, S.; SOBRAL, J. Aplicação de Geotecnologias para Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame-PB. Principia, João Pessoa, n.20, Julho de 2012.

PARAÍBA. LEI N.º 6.308, DE 02 DE JULHO DE 1996. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei\\_E\\_11.pdf](http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/lei_E_11.pdf)>. Acesso em: 22 de agosto de 2020.

PARAÍBA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba-AESA. Geo Portal AESA. Disponível em: <<https://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html>>. Acesso em: 22 de agosto de 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Plano Municipal de Saneamento Básico de João Pessoa – PMSB-JP. Versão Preliminar do Diagnóstico do PMSB-JP, 20115.

REPÓRTER BRASIL. Sobre o mapa dos agrotóxicos na água. Disponível em: <<https://reporterbrasil.org.br/2019/05/sobre-o-mapa-dos-agrotoxicos-na-agua/>>. Acesso em: 22 de agosto de 2020.

SEVERINO, A.J. Metodologia do Trabalho Científico. 23. ed. São Paulo, SP: Cortez, 2007.

SILANS, A. M. B. P. Gestão dos Recursos Hídricos. In: ANDRADE, M. O. Meio Ambiente e Desenvolvimento: Bases para uma Formação Interdisciplinar. João Pessoa. Editora Universitária da UFPB, 2008.

SILVA, Tarciso Cabral da; SILANS, Alain Marie Bernard P. de; GADELHA, Carmem Lúcia M. (Orgs). Bacia do Rio Gramame: hidrologia e aspectos ambientais para gestão dos seus recursos hídricos. João Pessoa. Ed. UFPB, 2002.

VIEIRA, T. Q.; ALVES, I. M.; SALGADO, J. P. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO GRAMAME – PB. ENEC (Encontro Nacional de Educação e Tecnologia), UEPB. Disponível em: <[https://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Poster\\_720.pdf](https://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/Poster_720.pdf)>. Acesso em: 22 de agosto de 2020.

# CAPÍTULO 8

## ESTIMATIVA DE CHUVAS ACUMULADAS MENSAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PAJEÚ USANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

**Moisés Correia Freitas**

Universidade Federal de Campina Grande, Brazil.

Email: [moisescivilufpb@gmail.com](mailto:moisescivilufpb@gmail.com)

## Resumo

O desenvolvimento de elementos para tomada de decisão na gestão e regulação de recursos hídricos, recai quase sempre, no conhecimento da quantidade de água disponível em uma dada localidade. Com monitoramento dos parâmetros hidrológicos das bacias hidrográficas e os avanços tecnológicos, sobretudo nas ferramentas computacionais, permitiu-se ao ser humano aspirar por previsões de séries temporais, com precisões aceitáveis, possibilitando o surgimento de mecanismos sistêmicos sustentáveis. Os modelos hidrológicos, sejam eles determinísticos ou estocásticos, possuem relações fortemente não lineares entre as variáveis de entrada e de saída, fruto da comprovada variabilidade espacial e temporal dos processos hidrológicos. As Redes Neurais Artificiais (RNA) são ferramentas matemáticas e computacionais que têm demonstrado resultados satisfatórios na previsão das séries temporais. Neste trabalho analisou-se a eficiência das RNAs na previsão das chuvas acumuladas mensais, da bacia hidrográfica do Rio Pajeú, informando nas camadas de entrada as chuvas acumuladas mensais de anos anteriores, em conjunto, com os dados do fenômeno atmosférico-oceânico que causam anormalidade na temperatura superficial das águas do oceano Pacífico Equatorial, El Niño e a La Niña, responsáveis por alterar o regime de vento, em uma escala global, e o de chuvas em regiões tropicais e de latitudes médias. **Palavra-chave:** Redes neurais artificiais, chuvas acumuladas mensais, El Niño e a La Niña.

**Palavras-chave:** chuva; redes neurais; bacias hidrográficas

## INTRODUÇÃO

Na hidrologia, as palavras incerteza, imprecisão, aproximação, estimativa...fazem parte do cotidiano de qualquer trabalho científico voltado à área. A maior questão, na utilização deste vocabulário hesitante, é determinar uma metodologia científica que atenda à demanda, e que de certa forma, sirva de parâmetro para atenuar, suprimir ou até mesmo evitar um desastre, por

exemplo. Em praticamente todos os estudos hidrológicos, parte-se do princípio que os fenômenos naturais são repetitivos, trata-se de um círculo que será compreendido quando descoberta a sua sazonalidade. O ponto crucial desta sistemática, está relacionada com quantidade de dados de observação do fenômeno, quanto maior o período de observação, maior será a probabilidade de se identificar a sua recorrência, ao mesmo tempo, otimiza-se a identificação dos diversos ciclos que o compõe, facilitando a sua assimilação. Infelizmente, em praticamente todas as ocasiões, os dados são insuficientes para determinação do ciclo de repetição.

No Brasil, o problema é acentuado pela escassez de dados consistentes com períodos significativos de observação. Desde de dados simples de serem monitorados como os pluviométricos, a dados mais complexos como de vazões em rios, quase sempre são disponibilizados com inúmeras falhas e sem um período de representatividade, reflexo da total falta de investimentos e incentivos à pesquisa no país. Diante deste cenário, uma pesquisa científica realizada na esfera nacional, é diversas vezes direcionada pela disponibilidade de dados, o que compromete a compreensão do fenômeno. Algumas pesquisas levam décadas para serem concluídas, a demanda de tempo na grande maioria, não está relacionada com a complexidade do fenômeno, mas na necessidade de se coletar dados necessários ao seu entendimento. Desta forma, a utilização de modelos estocásticos, por diversas vezes, acaba sendo a melhor saída neste paradoxo científico.

Compreendendo as dificuldades da implementação de políticas públicas que incentivem pesquisas científicas que resultem no acompanhamento dos parâmetros hidrológicos, topográficos e morfológicos das bacias hidrográficas. Ciente da disponibilidade dos dados pluviométricos, o objetivo principal deste trabalho é elaborar uma ferramenta matemática utilizando a linguagem de programação MATLAB (MATrix LABoratory), que permita de maneira simplificada, estimar as chuvas acumuladas mensais na bacia hidrográfica do Rio Pajeú Usando Redes Neurais Artificiais,

de maneira que se possa obter uma ferramenta eficiente para tomada de decisão da Governança e Regulação das Águas da Região.

## **REDES NEURAIIS ARTIFICIAIS (RNA)**

Com os avanços tecnológicos, novas áreas antes inabitadas tornaram-se adequadas para o convívio humano, em virtude do desenvolvimento de estruturas que possibilitaram o controle de cheia, retenção de água para uso humano, armazenamento para geração de energia elétrica e dispositivos que retardam o efeito das cheias nas margens de rios. Na concepção dessas estruturas tornam-se necessário o estudo de diversas áreas, das quais se destacam os estudos geotécnicos e morfológicos, hidrológicos, topográficos, cartográficos e fotogramétricos. Tais estudos possibilitam, à caracterização e classificação dos solos, obtenção de parâmetros hidrológicos (precipitação, evaporação, deflúvio, etc.), geoprocessamento de imagens, entre outros. Parâmetros essenciais, na otimização do comportamento hídrico dos dispositivos elencados; delimitação da bacia hidrográfica; quantificação do deflúvio no exutório da bacia; tomada de decisão (posicionamento para barramentos); determinação de áreas inundáveis e as alturas hidráulicas correspondentes; identificação e análise dos impactos ambientais resultantes destas obras, etc.

Compreender o comportamento dos fenômenos naturais tem sido uma batalha travada desde os primórdios da humanidade, por mais que se tente simplificar as equações com parâmetros que buscam representar algum comportamento físico existente no processo, os modelos criados, sejam eles determinísticos, estocásticos ou matemáticos, requerem uma gama de informações que nem sempre estão disponíveis. Por mais singela que seja a modelagem, para que se garanta uma boa aproximação da realidade, 20 ou 30 anos de dados são necessários. Uma modelagem bem difundida ultimamente no meio científico, são as Redes

Neurais Artificiais (RNA), o uso frequente de RNA em diversos campos da ciência, particularmente em estudos de modelagem e previsão de séries temporais, é motivado pela sua capacidade comprovada de representar adequadamente relações fortemente não-lineares entre variáveis. Por meio dessa técnica, a dependência entre variáveis de entrada e saída de um sistema pode ser modelada por uma combinação de muitas funções matemáticas não-lineares, o que pode levar a uma representação de sistemas complexos com uma precisão aceitável.

A utilização de uma metodologia mais precisa, exige o planejamento no monitoramento dos parâmetros físicos da bacia, além é claro, do levantamento das características morfológicas e topográficas da área. O monitoramento dos parâmetros físicos, deve ser realizado ao menos por 10 anos, para que se possa obter dados com representatividade dos fenômenos. Por outro lado, o levantamento das características morfológicas e topográficas será mais prologado, quanto maior for à área de drenagem. A única certeza que se tem no desenvolvimento de um modelo hidrológico que represente com mais precisão os efeitos de uma chuva na bacia, é que o preciosismo requer tempo. O maior problema com o tempo, é o imediatismo crescente da humanidade, tudo é para ontem.

Em 1943, artigos escritos pelo neurofisiologista Warren McCulloch, do Instituto Tecnológico de Massachusetts, e do matemático Walter Pitts, da Universidade de Illinois, apresentaram ao mundo uma simulação do comportamento do neurônio natural utilizando resistores e amplificadores, servido como base para criação de códigos computacionais demonstrados por Hebb no ano de 1949 (Russell e Norvig, 2013). Os códigos escritos por Hebb, repercutiram na criação da rede neural Perceptron, impulsionando e intensificando os estudos sobre Redes Neurais Artificiais (RNAs). A comprovada limitação apontada pelos estudos na época, reduziram as pesquisas na área, fazendo com que quase nenhuma pesquisa fosse realizada nas décadas de 60 e 70.

O interesse pelos pesquisadores só foi restabelecido em 1982 com publicação dos trabalhos de Hopfield, que relatava a utilização de redes simétricas para a otimização e de Rumelhart, Hinton e Williams que introduziram o poderoso algoritmo de treinamento Backpropagation.

As Redes Neurais Artificiais (RNA) são ferramentas matemáticas inspiradas na compreensão humana dos mecanismos de aprendizados do cérebro humano, a partir do entendimento de que as funções neurais biológicas, incluindo a memória, são armazenadas nos neurônios e nas conexões entre eles, e que o processo de aprendizado consiste em estabelecer novas conexões entre neurônios ou modificar as conexões existentes.

Com o avanço dos estudos diversas RNA's surgiram, entretanto, a rede Perceptron Multicamadas (MLP – Multilayer Perceptron) é uma das mais conhecidas e aplicadas, em função da sua comprovada capacidade de aproximação universal e flexibilidade para solucionar uma grande classe de problemas, incluindo reconhecimento de padrões, processamento de sinais, controle e otimização, problemas de classificação e previsão de séries temporais. Por esse motivo, essa foi a rede utilizada nesse trabalho.

## REDES MLPS

As Redes MLP (*Multilayer Perceptron*) são definidas por em sua estrutura os neurônios serem organizados em camadas. Sua formação típica apresenta uma camada de neurônios de entrada, uma camada intermediária e camada de saída. A adoção de mais de uma camada escondida proporciona a rede lidar com conjunto de dados que não sejam linearmente separáveis, por exemplo, problemas de classificação (Braga, *et al.*, 2007).

O algoritmo de treinamento mais utilizado neste tipo de rede é o *Backpropagation*, que utiliza pares de entrada e saída, o treinamento supervisionado ocorre em duas fases em que cada fase percorre a rede em um sentido.

## FUNÇÕES DE ATIVAÇÃO

Ao se utilizar uma rede de MLP torna-se necessário determinar as funções de ativação de cada camada, não a limitação quanto à escolha das funções, entretanto funções de ativação não-lineares nas camadas intermediárias garantem que a composição das funções nas camadas sucessivas resolva problemas de maior ordem no espaço de entrada (BRAGA, et al., 2007). As funções de ativação em uma RNA são responsáveis pela ativação ou não do neurônio, ou seja do processamento das informações em cada núcleo, o acionamento do neurônio ocorrerá quando a soma da multiplicação dos peso com os valores de entrada, ultrapassar o limite de ativação do mesmo.

As redes MLPs caracterizam-se por possuírem ao menos uma função não-linear em uma das camadas, geralmente na de saída, uma vez que a adoção de funções lineares entre as camadas sucessivas resultaria em uma rede de uma única camada (BRAGA, et al., 2007).

A Rede Neural utilizada nesse trabalho foi o Perceptron com uma camada intermediária. A estrutura típica desse tipo de Rede está mostrada na figura 3, em que a relação entre os dados de entrada ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) e as variáveis de saída ( $y_1, y_2, \dots, y_k$ ) é dada pela equação:

$$\hat{y}_k = f_o \left( \sum_{j=1}^s w_{kj} \cdot f_h \left( \sum_{j=1}^s w_{ji} x_{ij} + w_{jo} \right) + w_{ko} \right) \quad [1]$$

em que:  $f_h$  = função de ativação da camada intermediária e  $f_o$  = função de ativação da camada de saída,  $w_{ji}$  e  $w_{kj}$  = pesos de ligação entre as camadas. As funções de ativação normalmente utilizadas são a função sigmóide e a função linear. Para determinar os pesos das conexões (treinamento da rede), foi empregado o algoritmo de Levenberg-Marquardt.

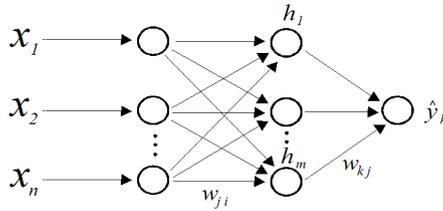


Figura 1- Estrutura da RNA utilizada

## ALGORITMO LEVENBERG-MARQUARDT(LM)

O método Levenberg-Marquardt propõe o ajuste de pesos da rede por ciclo, consiste em um aperfeiçoamento do método Gauss-Newton, que é uma variante do método de Newton. O mesmo requer em seu funcionamento uma quantidade significativa de memória computacional, o que, pode limitar seu uso em redes neurais muito grandes. De maneira simplificada pode-se dizer que uma vez acionando o algoritmo ajusta os pesos da rede pela seguinte expressão:

$$\Delta w_{ji}(t) = -[\nabla^2 E(w_{ji}(t)) + \mu I]^{-1} \nabla E(w_{ji}(t)) \quad [2]$$

Onde  $\mu$  é uma matriz Hessiana  $[\nabla^2 E(w_{ji}(t)) + \mu I]^{-1}$  e  $\nabla E(w_{ji}(t))$  é o gradiente (BRAGA *et al.*, 2007).

A variável  $\mu$  da equação 1 é responsável pela variação do algoritmo, tornando equivalente ao algoritmo de Gauss-Newton, quando o valor de  $\mu$  é baixo e tornando-o decrescente quando o valor é alto.

## METODOLOGIA

O conceito de desenvolvimento sustentável tem levado o ser humano a buscar uma forma racional de gerenciar os recursos hídricos, de maneira a não comprometer sua capacidade para as

gerações futuras. Políticas socioambientais e a legislação das águas estão presentes em quase todos os países.

A utilização e o desenvolvimento de modelos hidrológicos destinados à previsão têm se intensificado, principalmente modelos estocásticos e determinísticos. Tal fato pode ser explicado pela variabilidade espacial e temporal dos processos hidrológicos, inconsistência dos dados disponíveis para análise e pelos sistemas apresentarem comportamento fortemente não-lineares. Enquanto os modelos estocásticos tentam entender o funcionamento das séries por relações estatísticas e empíricas, fazendo a previsão com um certo erro estocástico, os modelos determinísticos representam os fenômenos físicos de maior relevância no processo em estudo, por equações matemáticas com variáveis que tentam representar as características condicionantes do processo. Os resultados obtidos pelos métodos possuem uma margem aceitável de erro, entretanto, requerem o conhecimento do comportamento e características da bacia em estudo, exigindo experiência do usuário no processo de calibração manual, uma quantidade significativa de dados e técnicas matemáticas avançadas na calibração automática (COLLISCHONN e TUCCI, 2003).

A calibração desses modelos é um processo demorado e subjetivo, que exige, muitas vezes, o levantamento de informações hidrológicas que nem sempre se encontram disponíveis. Essa ausência de informações muitas vezes é responsável pela adoção de modelos simplificados, o que acaba interferindo nos resultados obtidos.

Desenvolver um *software* que seja de fácil utilização, que requer poucos parâmetros de alimentação, com resultados aceitáveis em bacias hidrográficas carentes de monitoramento. Cria uma ferramenta fundamental para a implementação dos Instrumentos da Política de Recursos Hídricos, permitindo a identificação das áreas de risco de inundações, delimitação das áreas de preservação permanente e simulação de cheias em rios e canais urbanos. Os

resultados obtidos, criam a base teórica necessária no processo de tomada de decisão do poder público na gestão dos recursos hídricos. Desta forma, ciente da escassez de informações acerca dos parâmetros hidrológicos de monitoramento das bacias hidrográficas no semiárido nordestino, desenvolveu-se um algoritmo na linguagem de programação MATLAB (*MATrix LABoratory*), com intuito de estimar as chuvas acumuladas mensais com meses de antecedência, informando para isso, apenas dados pluviométricos e o Índice de Oscilação Sul (SOI).

De posse dos dados pluviométricos e SOI, elaborou-se um código computacional que automaticamente detecta as falhas existentes no banco de dados introduzido, e as preenche após as devidas calibrações e ajustes nas Redes Neurais Artificiais (RNAs), criadas durante o processo. Para cada falha detectada, uma Rede Neural distinta foi composta, configurada na tentativa de se compreender a sazonalidade de cada período observado, possibilitando assim a estimativa das chuvas para as datas ausentes de informação. Posteriormente, sincronizaram-se os dados pluviométricos e os de Oscilação do Sul, tendo em vista, a utilização de ambos na composição dos vetores de entrada na RNA construída para previsão de chuva com passos temporais predefinidos.

A linguagem de programação MATLAB (*MATrix LABoratory*), utilizada em todos os algoritmos desenvolvidos, é uma linguagem de alto nível recheada Toolboxes e de comandos de fácil utilização, criada para facilitar as operações matemática. Considerando todas as variáveis introduzidas como sendo uma matriz, a linguagem, otimiza o processamento das operações lógicas e matemáticas. A aplicação das Redes Neurais Artificiais através do editor, dar-se de maneira objetiva, sendo necessário selecionar o tipo de Rede Neural, configurar a quantidade de neurônios na camada de entrada, saída, quantidade de camadas intermediárias, definição do algoritmo de treinamento, funções de ativação entre cada camada, além é claro, da composição dos vetores de entrada e de saída, respectivamente. Uma vez estruturado o algoritmo

base de uma RNA, o maior trabalho fica a cargo das diversas composições dos vetores de entrada e de saída das redes, que serão confeccionados na tentativa de se aprimorar os resultados obtidos em cada modelo gerado.

Desta forma, desenvolveu-se quatro modelos de Redes Neurais Artificiais, com intuito de se estimar as chuvas acumuladas mensais na bacia hidrográfica em estudo. As RNA's desenvolvidas, se distinguem pela composição do vetor de entrada, sendo o vetor de saída padronizado para o mesmo passo temporal. Assim pode-se aferir a eficiência de cada uma na previsão da chuva acumulada mensal. Estabeleceu-se como metodologia para determinação da rede mais eficiente o comparativo dos gráficos superpostos dos valores reais da série e os valores sintéticos gerados pelas RNA's, associados com o comparativo do erro quadrático médio obtido em cada modelagem.

## **DADOS UTILIZADOS**

### **DADOS PLUVIOMÉTRICOS**

Os dados pluviométricos que embasarão esse estudo foram extraídos do banco de dados fornecidos pela ANA (Agência Nacional de Águas) através da ferramenta HIDROWEB, em virtude de os mesmos já serem disponibilizados com os devidos tratamento de análise de consistência. Entretanto, falhas nos dados pluviométricos disponibilizados pela Agência Nacional de Águas são comuns, e acabam definindo, por muitas vezes, o rumo de uma pesquisa. A falta de investimentos em pesquisa no país fica evidenciada quando se inicia o levantamento dos parâmetros hidrológicos que são monitorados, ou que deveriam ser monitorados, nas bacias hidrográficas selecionadas em cada pesquisa. A abordagem, realizada para solucionar o problema estabelecido na linha de pesquisa, rapidamente se molda aos parâmetros que são monitorados e que possuem períodos consistentes de dados.

A ausência de postos pluviométricos com períodos de dados síncronos, com séries extensas, repercutiu em uma expansão da representatividade de um único posto pluviométrico de monitoramento, para toda a sub-bacia em estudo. Além de tal generalização, tornou-se necessário o desenvolvimento de um algoritmo para o preenchimento das falhas identificadas nos dados de chuva. No qual, uma Rede Neural Artificial (RNA) do tipo *Perceptron* Multicamadas (MLP – *Multilayer Perceptron*) foi utilizada, por sua capacidade de aproximação universal e sua flexibilidade para solucionar uma grande classe de problemas, incluindo reconhecimento de padrões, processamento de sinais, controle e otimização, problemas de classificação e previsão de séries temporais.

#### ÍNDICE DE OSCILAÇÃO SUL (SOI)

O fenômeno atmosférico-oceânico responsável pelo aquecimento anormal das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial, El Niño, é relacionado com alterações climáticas em todo o planeta. As variações de temperatura na faixa equatorial do Pacífico, alteram as pressões ao nível do mar observadas entre Taiti e Darwin, Austrália, essa flutuação na pressão do ar é denominada de Oscilação do Sul. O Índice de Oscilação Sul (SOI), nada mais é do que o monitoramento das variações dessas pressões durante os eventos de El Niño e La Niña. Valores negativos do SOI representam a pressão atmosférica abaixo do normal no Taiti e a pressão atmosférica acima do normal em Darwin, conseqüentemente, ocorre um enfraquecimento dos ventos alísios no centro do Oceano Pacífico, ou até mesmo a inversão de direção, aquecimento nas águas superficiais do Pacífico Oriental, reduzindo os efeitos da ressurgência, alterando a fauna marinha da região e provocando alterações climáticas em todo o globo.

Devido a sua comprovada influência no regime de chuvas do Brasil, principalmente na Região Nordeste, obteve-se no *site* da instituição americana *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) os dados do Índice de Oscilação Sul (SOI), utilizados na elaboração da RNA (Rede Neural Artificial) desenvolvida pelo algoritmo computacional criando. Os índices de SOI disponibilizados pela agência, foram monitorados inicialmente no mês de janeiro do ano de 1951, com informações consistentes até o mês de agosto do ano de 2020, podem ser baixados pelo link <https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/enso/indicators/soi/data.csv>.

## MODELOS DE RNA

Na tentativa de se estimar a precipitação com um mês de horizonte de previsão  $P(t+1)$ , quatro RNAs foram testadas. As Redes Neurais formuladas diferem na composição do vetor de entrada, sendo o vetor de saída composto sempre com um passo de tempo,  $P(t+1)$ , na escala mensal em conformidade com os dados pluviométricos. Diversas combinações para os vetores de entrada das RNAs confeccionadas, utilizou-se Índice de Oscilação Sul (SOI), acumulação dos dados de chuva, acumulação dos dados SOI, além de mesclar tais dados na estruturação para entrada das redes. Para evitar problema de saturação no processamento, os dados foram normalizados entre -1 e +1. A Tabela 1, demonstra de maneira simplificada, a estruturação das Redes MLP (Multilayer Perceptron), composição dos vetores de entrada da RNA, funções de transferência utilizadas, para cada modelo testado.

**Tabela 1.**– Estrutura dos modelos testados

Modelos	$n_e$	Entrada	$f_{a1}$	$n_i$	$f_{a2}$	Saída
M1	120	$VE^* = \begin{bmatrix} P(t) \\ P(t-1) \\ \vdots \\ P(t-119) \\ P(t-120) \end{bmatrix}$	purelin <sup>2</sup>	2	tansig <sup>1</sup>	$P(t+1)$
M2	2	$VE^* = \begin{bmatrix} \sum_{i=-1}^{120} P(t-1) \dots P(t-120) \\ \sum_{i=-1}^{120} SOI(t-1) \dots SOI(t-120) \end{bmatrix}$	tansig <sup>1</sup>	2	purelin <sup>2</sup>	$P(t+1)$
M3	26	$VE^* = \begin{bmatrix} \sum_{i=-1}^{12} P(t-1) \dots P(t-12) \\ \sum_{i=-1}^{12} SOI(t-1) \dots SOI(t-12) \\ P(t) \\ \vdots \\ P(t-12) \\ SOI(t) \\ \vdots \\ SOI(t-12) \end{bmatrix}$	purelin <sup>2</sup>	4	tansig <sup>1</sup>	$P(t+1)$
M4	72	$VE^* = \begin{bmatrix} P(t) \\ \vdots \\ P(t-36) \\ SOI(t) \\ \vdots \\ SOI(t-36) \end{bmatrix}$	purelin <sup>2</sup>	2	tansig <sup>1</sup>	$P(t+1)$

$n_e$  = N<sup>o</sup> Neurônios na camada de entrada;  $f_{a1}$  = Função de ativação camada intermediária;  $n_i$  = N<sup>o</sup> Neurônios na camada intermediária;  $f_{a2}$  = Função de ativação camada de saída; <sup>1</sup>Tangente sigmóide, <sup>2</sup>Linear, <sup>3</sup>Levenberg-Marquardt, \*Entrada para a RNA, \*\*Vazão estimada.

No modelo M1, utilizou-se na composição do vetor de entrada apenas os valores da precipitação do dia de início da contagem P(t) e os 120 dias anteriores(P(t-1)...P(t-120)) da data

selecionada para previsão, ou seja,  $P(t+1)$ . O modelo M2, por sua vez, utilizou os valores acumulados dos dados de precipitação e do Índice de Oscilação Sul (SOI), dos 120 dias anteriores a previsão  $P(t+1)$ , respectivamente.

Já o modelo M3, utiliza uma combinação dos modelos M1 e M2 que difere apenas na quantidade de dias informados e acumulados anteriores a data de previsão  $P(t+1)$ , sendo informado o valor acumulado da precipitação e SOI do último ano da data selecionada para previsão, juntamente com os últimos 12 meses de ambos parâmetros.

Por fim, o modelo de rede neural M4 é composto por 72 neurônio na camada de entrada, dois na intermediária e um na camada de saída. Na confecção do vetor de entrada utilizou-se os 36 dados pluviométricos anteriores a data de previsão, assim como os 36 dados de SOI observados anteriormente nos meses anteriores a  $P(t+1)$ .

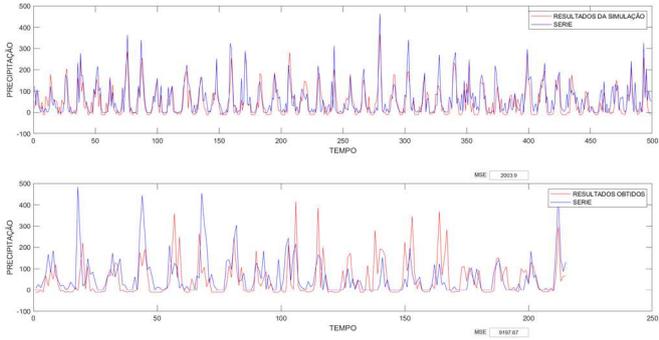
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A calibração dos parâmetros (treinamento), assim como a verificação da rede, foram realizadas através das visualizações dos gráficos superpostos (gerados a partir dos resultados adquiridos pela RNA e pelos dados reais da série), juntamente com o comparativo da raiz do erro quadrático médio (Root Mean Square Error- RMSE):

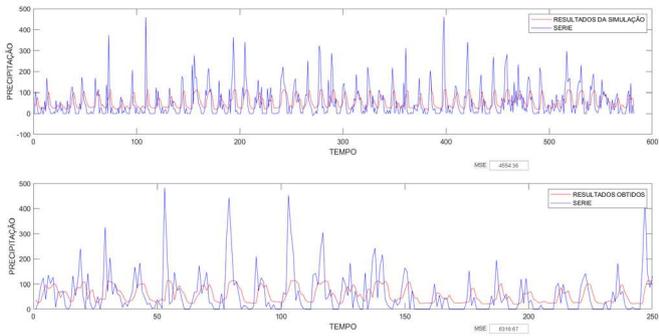
$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(P_{obs} - P_{cal})^2}{N}} \quad [3]$$

em que  $P_{obs}$  representa as precipitações observadas,  $P_{cal}$  representa as precipitações fornecidas pela rede e  $N$  o número de pontos utilizados no treinamento.

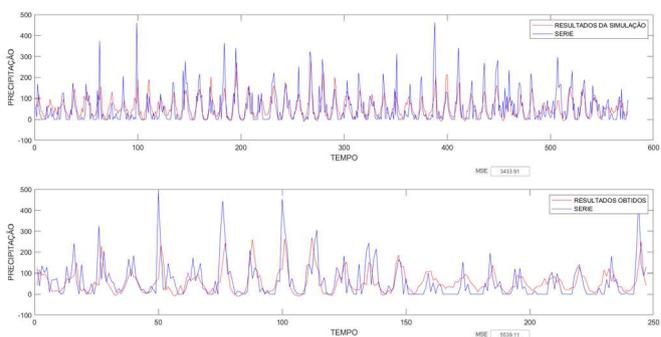
A seguir encontram-se expostos os gráficos resultantes e os erros quadráticos médios associados a cada modelo.



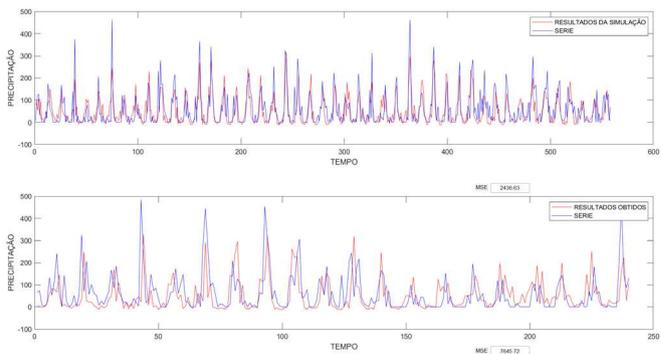
**Figura 2.-**Resultados do Treinamento e da Verificação do modelo **M1**.



**Figura 3.-**Resultados do Treinamento e da Verificação do modelo **M2**.



**Figura 4.**-Resultados do Treinamento e da Verificação do modelo **M3**.



**Figura 5.**-Resultados do Treinamento e da Verificação do modelo **M4**.

**Tabela 2.**-Valores de RMSE

<b>Modelo</b>	<b>Treinamento</b>	<b>Verificação</b>
M1	2.003,90	9.197,87
M2	4.554,36	6.318,67
M3	3.433,91	5.539,11
M4	2.436,63	7.645,723

Da análise conjunta, dos gráficos da verificação de cada modelo e dos valores de RMSE obtidos, verificou-se que o modelo M3 apresenta melhor resultado dentre todos os modelos comparados. Apesar do modelo M3, apresentar valores inferiores de RMSE na fase de treinamento, observa-se uma considerável melhora nos valores da verificação. Tal fato, pode ser interpretado pelo ruído acrescentado à RNA, em virtude da introdução dos dados SOI. Mesmo piorando a aprendizagem da Rede Neural, fica evidenciado que ocorre uma expressiva melhora na fase de verificação do modelo.

De acordo com as figura 2, 3,4,5 e a tabela 2, observou-se ainda que os modelos M2 e M4 separadamente não obtiveram resultados significativos, entretanto a junção dos dois modelos (M3) melhorou, tanto os valores de RMSE obtidos na fase de verificação, como os gráficos expostos na figura 4.

## CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a comparação entre quatro modelos de RNAs, desenvolvidos para estimar as chuvas acumuladas mensais na bacia hidrográfica do Rio Pajeú, uma sub-bacia do rio São Francisco.

Constatou-se que o modelo M3 apresentou os menores valores de RMSE na verificação e também maior aproximação entre os gráficos da série real e da estimada, quando comparado com os demais modelos.

Considerando como entrada para a RNA os valores acumulados da precipitação localizadas no rio principal da sub-bacia em questão, e do Índice de Oscilação Sul (SOI), observa-se que o modelo M2 comprovou a existência de uma forte relação entre os valores acumulados, em anos anteriores dos parâmetros supracitados, com as precipitações selecionadas para previsão, tal fato serviu de ponto de partida para o desenvolvimento do modelo M3.

Para aplicação do modelo estabelecido torna-se necessário o conhecimento de um período o qual se tenha as vazões dos postos 1,2,4,5 e 6, imprescindível para calibração do mesmo, uma vez calibrado o modelo necessita das vazões dos afluentes (Postos 1,2,4) para estimativa da vazão do posto 6.

## REFERÊNCIAS

**ASCE Task Committee on Application of The Artificial Neural Networks in Hydrology** (2000a). “Artificial neural networks in hydrology I: preliminary concepts”. *J. Hydrol. Engng, ASCE* 5(2), pp. 115–123.

**ASCE Task Committee on Application of The Artificial Neural Networks in Hydrology** (2000b). “Artificial neural networks in hydrology II: hydrologic applications”. *J. Hydrol. Engng, ASCE* 5(2), pp. 124–137.

**Rajurkar, M. P, Kothyari, U. C and Chaubec U. C** (2004). “Modeling of the daily rainfall-runoff relationship with artificial neural network”. *Journal of Hydrology*, 285, pp. 96–111.

**Tokar, A. S. and Markus, M.** (2000). “Precipitation – runoff modeling using artificial neural networks and conceptual models”. *Journal of Hydrologic Engineering*, 5(2), pp. 156-161.

**Porto, R. M.** (2006). *Hidráulica Básica*. 4ª ed. EESC-USP, São Carlos.

**Russel, S.; Norvig, P.** (2013). *Inteligência Artificial*. 3ª ed. tradução Regina Célia Simille. - Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

**Braga, A. P., Carvalho, A. P. L. F. and Ludemir, T. B.** (2007). *Redes Neurais Artificiais*.

**Gomes L. F. C., Montenegro, S. M. G. L. and Valença, M. J. S.**(2010). “Modelo Baseado na Técnica de Redes Neurais para Previsão de Vazões na Bacia do Rio São Francisco”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH, Volume 15 n.1 Jan/Mar 2010, pp. 05-15.*

**Bravo, J. M., Pedrollo, O. C., Collischonn, W., Paz , A. R. and Uvo, C. B.** (2008). “Previsões de Curto Prazo de Vazão Afluente ao Reservatório de Furnas Utilizando Redes Neurais Artificiais ”. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos, ABRH, Volume 13 n.2 Abr/Jun 2008, pp.77-88.*

# CAPÍTULO 9

## CONSTRUÇÃO DA *PER CAPITA* A PARTIR DA ANÁLISE DOS VOLUMES HÍDRICOS MACRO E MICRO MEDIDOS DOS CONJUNTOS HABITACIONAIS TENENTE COELHO, I, II, III, IV: MUNICÍPIO DE JUAZEIRO DO NORTE-CE

### **Rondon Madeira de Brito**

Mestrando do Prof<sup>ª</sup>Água da UFCG,  
email: rondon\_madeira@hotmail.com.

### **Carina Santos Ribeiro Madeira**

Mestranda do Prof<sup>ª</sup>Água, email: carinaepetrus@hotmail.com.

### **Paulo da Costa Medeiros**

Professor Adjunto da UFCG, email: medeirospc@gmail.com.

## Resumo

Sabendo que a água é um recurso essencial para a sobrevivência dos seres vivos, e responsável pelas principais atividades humanas, estudos que contemplem os atores envolvidos e o seu raciocínio tornam-se primordiais. A análise da *per capita* de água fornece informações fundamentais no contexto da gestão da demanda, quanto mais próximo for da realidade, melhor representará para as abordagens do gerenciamento do consumo. Para tal, torna-se importante considerar as perdas aparentes, perdas reais e eventos atípicos em termos espaciais e temporais, de maneira que, esse parâmetro, contemple esses valores proporcionando aportes seguros de atendimento do sistema. A presente pesquisa pretende analisar volume hídrico macro e micro medido dos Conjuntos Habitacionais Tenente Coelho, I, II, III, IV do município de Juazeiro do Norte-CE no período de 2013 a 2020. A coleta de informações partirá do Portal Ceará Transparente, com dados de macromedição e micromedição da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. O cálculo do aporte *per capita* derivado da análise, será confrontado com estimativas segundo literatura atual. Uma abordagem final mensurará o impacto do consumo de água urbano em períodos de crises hídricas. Pretende-se com os resultados da pesquisa, oferecer suporte a estudos de demanda, apoiando a ótica da segurança hídrica às populações urbanas inseridas em áreas com hidroclimatologia semelhante.

**Palavras-chave:** medição; água; volume.

## INTRODUÇÃO

O crescente mau uso, desperdício, crises hídricas, eventos atípicos e os consequentes impactos negativos na qualidade e quantidade dos recursos hídricos, têm gerado preocupação por parte dos atores envolvidos na gestão dos sistemas que abastecem os municípios.

A análise do consumo de água urbano nas diferentes categorias de uso, residencial, comercial, industrial, se apresenta como uma ferramenta de gestão para auxiliar no monitoramento e controle do abastecimento público, bem como, o desenvolvimento de ações voltadas para mitigar perdas hídricas.

O consumo hídrico não deve acontecer de modo desordenado e desperdiçado, sendo importante conhecer o perfil de consumo da população para que seja possível traçar ações atuais e cenários de abastecimentos futuros. A correta tomada de decisões operacionais depende do conhecimento prévio do perfil da demanda e para ponderar tal aspecto é necessário identificar e analisar os principais fatores intervenientes no consumo (DALMÔNICA, 2014, p 13).

Segundo Lima (2020), o modelo de consumo da população está relacionado a fatores como: característica socioeconômica, localização, estrutura de abastecimento, disponibilidade hídrica, entre outros. Estes determinam o consumo *per capita* e, conseqüentemente, a necessidade de ampliação ou readequação dos sistemas.

Outro fator que pode interferir no consumo *per capita* de água está relacionado à saúde, definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1947, como “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade”.

O estudo da *per capita* de água deve contemplar as influências de consumo, as perdas aparentes, perdas reais e os eventos atípicos para que, a quantidade média de água, seja representativa ante as perdas e o aporte mínimo necessário à população. Destarte, trata-se de informação fundamental no contexto da

gestão do abastecimento público de água, apropriando-se de uma estimativa aproximada para atender as necessidades do sistema.

Diante disso a presente pesquisa pretende analisar o volume hídrico macro e micro medido dos Conjuntos Habitacionais do Programa Minha Casa Minha Vida, Tenente Coelho, I, II, III, IV, do município de Juazeiro do Norte-CE no período de janeiro de 2013 a agosto 2020, considerando fatores climatológicos, de saúde, e fatores sociais.

## **METODOLOGIA**

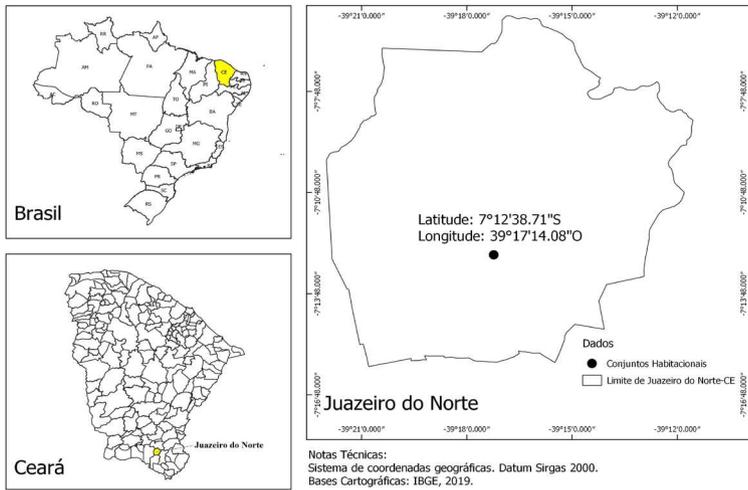
A partir do ponto de vista da abordagem do problema, sendo este o conhecimento da *per capita* hídrica e a sua importância para o monitoramento e controle do abastecimento público, esta pesquisa se caracteriza como sendo quantitativa e qualitativa. Segundo Prodanov (2013), a forma de abordagem quantitativa é empregada em vários tipos de pesquisa, inclusive nos de caráter descritivo, incluindo-se a análise de interação de variáveis, compreensão e classificação de processos dinâmicos experimentados por grupos sociais.

Este estudo busca analisar o consumo hídrico a partir de quatro etapas: Área de Estudo, coleta e análise de informações de macromedição e micromedição, tratamento dos dados, cálculo da *per capita* de água.

### **ÁREA DE ESTUDO**

O local escolhido para a pesquisa foram os Conjunto Habitacionais do Programa Minha Casa Minha Vida - Tenente Coelho, localizado no Setor comercial 17 segundo a divisão da Cagece 2020, que fica na Rua Ana Rita de Souza, Bairro Aeroporto, município de Juazeiro do Norte-CE (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: autoria própria

O empreendimento encontra-se dividido em quatro condomínios, nomeados Tenente Coelho I, II, III e IV, o primeiro contendo 320 unidades, o segundo 352, o terceiro 352 e o quarto 256, totalizando 1.280 apartamentos, inauguradas em junho de 2012. O Residencial Tenente Coelho é composto por blocos de oito apartamentos, sendo quatro unidades no pavimento térreo e quatro no pavimento superior. Cada um deles composto pelos cômodos: sala, dois quartos, banheiro e cozinha com área conjugada. Os investimentos somam o montante de R\$ 52 milhões. Os apartamentos são destinados às famílias de baixa renda, com salário de até R\$ 1,6 mil. (Secretaria das Cidades do Ceará, 2012).

O principal fator para a definição desta localidade de estudo se dá pelo mesmo ser um Distrito de Medição e Controle – DMC, de Juazeiro do Norte-CE, com isso a obtenção dos dados de macromedição e micromedição específica, para cada conjunto habitacional, se apresenta de forma mais precisa, contando ainda

com a baixa ou inexistência de influência da sub medição, pois os apartamentos são abastecidos diretamente da rede, sem reservação individualizada.

Outro fator a ser considerado, é o fato de ser impossibilitada a realização de reformas nas unidades habitacionais, devido a estrutura dos apartamentos serem em alvenaria estrutural, fazendo com que o volume de água utilizado seja voltado para o consumo humano, sem inclusão de obras e outras categorias de consumo, bem como a impossibilidade de alteração do beneficiário proprietário do imóvel em 10 anos (período do financiamento), numa aproximação homogênea segundo os hábitos de consumo.

## COLETA E ANÁLISE DE INFORMAÇÕES DE MACROMEDIÇÃO E MICROMEDIÇÃO

A coleta de informações partirá do Portal Ceará Transparente, com dados de macromedição e micromedição da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. Nesse site é possível através do campo “nova manifestação de ouvidoria” (Figura 2) descrever o pedido e receber posteriormente via e-mail.

Figura 2 –Visão geral da página do Portal Ceará Transparente

The screenshot shows a web browser window displaying the 'Nova manifestação de Ouvidoria' page. The browser's address bar shows the URL 'ceartransparente.ce.gov.br/sign\_in?locale=pt-BR&ticket\_type=sou'. The page header includes the 'CEARÁ Transparente' logo and navigation links for 'Transparência', 'Ouvidoria', 'Acesso à Informação', 'Participação Cidadã', 'Serviços', and 'Dados Abertos'. The main content area is titled 'Nova manifestação de Ouvidoria' and contains a sub-header 'Para entrar em contato com Ouvidoria Digital, você pode acessar seu perfil, identificar-se sem precisar de um perfil ou continuar de forma anônima.' Below this, there are three columns of options: 'Acesse seu perfil' with fields for 'E-mail \*' and 'Senha', a 'Não sou um robô' checkbox, and a 'Esqueceu sua senha?' link; 'Manifestação sem perfil' with a text area for 'Entre em contato sem perfil. Escreva mesmo sem ter perfil, mas informando seus dados pessoais.'; and 'Manifestação anônima' with a text area for 'Entre em contato de modo anônimo. Você pode enviar uma manifestação anônima. Não precisa de cadastro, nem informar dados pessoais.'

Fonte: ceartransparente.ce.gov.br/sign\_in?locale=pt-BR&ticket\_type=sou

## TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados foram disponibilizados em Planilha Eletrônica (extensão .ods), contendo informações de volumes mensais macromedidos em  $m^3$  e a medição individualizada de cada inscrição dos imóveis de todo o período estudado. O tratamento dos dados consistiu na identificação dos imóveis com leitura igual ou sem consumo, cortados e suprimidos, para então fazer o somatório dos volumes mensais micromedidos de cada residência dos quatro Conjuntos Habitacionais.

Posteriormente foram confeccionados gráficos, um para cada condomínio, com as series dos oito anos do estudo, destacando o consumo acumulado de cada mês.

## ESTIMATIVA DA POPULAÇÃO DOS CONJUNTOS HABITACIONAIS

Os dados populacionais dos Conjuntos Habitacionais foram obtidos considerando o número de imóveis ativos com consumo de água mensal maior ou igual a  $1m^3$ , levando-se em consideração que os imóveis com situação da ligação cortada ou suprimida estariam desocupados ou tiveram sua modalidade de uso alterada.

Em seguida, a população estimada, foi calculada pelo produto do número de imóveis considerados, pela quantidade de média de pessoas por moradia segundo estimativa do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2017).

## CÁLCULO DA *PER CAPITA* EFETIVA DE ÁGUA

O consumo *per capita* efetivo de uma comunidade em síntese é obtido dividindo-se o total de seu consumo de água pelo número total da população servida em um

determinado período. A quantidade de água consumida por uma população varia conforme a existência ou não de Saneamento Básico, abastecimento público, a proximidade de água do domicílio, o clima, os hábitos da população. Havendo abastecimento público, o consumo médio varia ainda com a existência de indústria e de comércio, a qualidade da água e o seu custo. (GUIMARÃES, 2017, p 37)

Segundo dados econômicos ambientais de água (ANA, 2017), as famílias brasileiras têm um uso *per capita* de 116 litros, sendo que a utilização no Sudeste e Sul supera a média nacional respectivamente com 143 e 121 litros. Já no Nordeste, Norte e Centro-Oeste a quota é estimada, respectivamente em 83, 84 e 114 litros diários.

Neste estudo utilizamos a seguinte formulação para obtenção da *per capita* efetiva diária dos conjuntos estudados:

$$q_e = \frac{V}{N_{lig} \times N_{dia} \times N_{hab/lig}}$$

Em que:

-  $q_e$  é o volume em litros consumido efetivamente por cada habitante, ou *per capita* efetiva;

-  $V$  é o volume total em litros consumido em todo o conjunto por mês;

-  $N_{lig}$  é o número de ligações com consumo efetivo;

-  $N_{dia}$  é o número dias do mês de referência do consumo do conjunto;

-  $N_{hab/lig}$  é o número de habitantes médio por cada unidade habitacional do conjunto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### ANÁLISE DOS VOLUMES MACROMEDIDOS

A partir da extração dos dados das planilhas disponibilizados pela Cagece 2020, foi possível gerar as Tabelas 1 a 4 com o registro dos volumes macromedidos contemplando 92 meses, de Janeiro de 2013 (mês em que boa parte dos apartamentos do empreendimento já haviam sido entregues aos beneficiários do programa) a agosto de 2020 (último mês registrado até a data desta pesquisa).

Foi identificado que nenhum dos conjuntos teve registro nos vinte e um primeiros meses do período estudado pois, possivelmente, não existia macromedicação instalada no empreendimento. E mesmo após os primeiros registros, não houve consistência na coleta dos dados macromedidos.

Os equipamentos instalados para macromedicação em cada conjunto habitacional eram do tipo Woltmann, sem filtro à montante, ocasionando travamento de hélice por passagem de partículas estranhas, comprometendo a medição. Inclui-se ainda, a ausência de plano de manutenção desses equipamentos. Esses aspectos proporcionam falhas/precariedade do dados.

Na Tabela 1 observam-se os volumes do conjunto Tenente Coelho 01, em que é possível identificar que dos 92 meses da análise, 52 tinham dados e nos demais (40 meses) houve a ausência de dados. Foi possível perceber também que nos meses de março a abril de 2015 e janeiro, abril e maio de 2016 a macromedicação apresentou volume inferior ao somatório dos volumes micromedidos, considerando-se como dados inconsistentes.

Tabela 1 – Volumes macromedidos em (m<sup>3</sup>) do TC 01

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3159	3495	3141
2015	3048	2881	2647	2384	2628	2791	2647	2539	2910	3202	2983	3260
2016	2615	3387	3333	132	1	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	2960	3136	3295	3168	2741	2416	2583	2325	2402	2687	2613
2018	3323	2868	2399	2240	2362	2328	2309	2427	2400	2592	2517	2510
2019	2467	1772	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	2924	2905	3086	3003	2994	2975	3093	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

Observa-se na Tabela 2 os volumes do conjunto Tenente Coelho 02, em que apenas 37 tinham dados e nos demais (55 meses) houve a ausência de dados. Nos meses junho, novembro e dezembro de 2015, janeiro de 2016, dezembro de 2017 e de janeiro a agosto de 2018 a macromedição apresentou dados inconsistentes, pois os dados foram inferiores ao somatório dos volumes micromedidos. Com isso apenas 24 meses de todo o período possui dados consistentes de macromedição do referente conjunto.

Tabela 2 – Volumes macromedidos em (m<sup>3</sup>) do TC 02

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3213	3178	3173
2015	-	-	-	-	-	29	2740	2834	3451	3141	2772	2953
2016	586	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2017	-	2811	2984	2816	3120	2696	2634	2818	2854	2976	3029	2644
2018	2557	2432	2191	2112	2281	2062	1932	1766	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	2598	2568	2811	2640	2805	2580	2669	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

Percebe-se na Tabela 3 a ausência de 35 dados do período estudado no conjunto Tenente Coelho 03. Nela foi possível também ver que de julho a novembro de 2015, janeiro, fevereiro, abril e junho de 2016, novembro de 2017, janeiro de 2019 e fevereiro de 2020 os valores macromedidos são inferiores ao micromedidos em todo o conjunto, totalizando doze meses com inconsistência de dados e 45 meses de dados aparentemente coerente.

Tabela 3 – Volumes macromedidos em (m<sup>3</sup>) do TC 03

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3214	3272	3129
2015	3072	2827	2899	2803	2791	2756	2667	2524	2877	3009	2831	2956
2016	2593	2765	2892	2716	2795	2570	2653	2630	2928	2788	2994	2555
2017	2995	2638	2610	2876	2742	2341	2313	2630	-	-	2633	2605
2018	2559	2546	2381	2345	2351	2315	2296	2479	2530	2592	2645	2364
2019	491	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	-	1626	2348	2520	2599	2559	2466	2420	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

Na Tabela 4 vê-se os valores macromedidos do Tenente Coelho 04, observa-se nela a ausência de dados em 47 meses e apenas 11 meses em todo o período com volumes macromedidos aplicáveis. Sendo esses: abril, novembro e dezembro de 2016, janeiro, maio e dezembro de 2017 e fevereiro, março, maio, junho e julho de 2020.

Tabela 4 – Volumes macromedidos em (m<sup>3</sup>) do TC 04

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4081	3766	3870
2015	4050	1945	2051	1941	1976	2029	1918	1933	2181	2278	2108	2411
2016	1987	2095	2221	2346	1611	1663	1786	1992	2014	1954	2381	2110
2017	2212	922	-	1197	2209	1642	1833	1422	-	-	2148	2043
2018	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2019	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2020	518	1786	1745	1464	1962	1906	1804	1701	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

Com apenas 50% dos dados de macromedicação nos conjuntos Tenente Coelho I, 49% do III, 26% do II e 12% do último conjunto, vê-se o valor da *per capita* influenciado em todos os meses onde houve tal ausência pois o valor foi calculado a partir do somatório dos volumes micromedidos que trata-se de um volume inferior ao real consumido dentro de cada condomínio visto que fraudes e a submedição acumulada de todos os micromedidores não são contabilizados com esse dado.

## ANÁLISE DOS VOLUMES MICROMEDIDOS

As Tabelas 5 a 8 foram produzidas agrupando os dados, também fornecidos pela Cagece 2020. Trata-se do somatório mensal de todos os imóveis de cada conjunto habitacional Tenente Coelho I, II, III e IV.

Para melhor visualização e entendimento dos dados foram produzidas também as Figuras 3 a 6. Em geral é possível observar uma sobreposição das retas em cada conjunto, representando um decréscimo com o aparecimento de alguns picos no volume total da micromedicação no decorrer dos anos.

Outro comportamento percebido em todos os gráficos é a tendência de queda das linhas de dezembro até o mês de agosto de cada ano. Nesse período encontra-se a pré estação chuvosa, a estação chuvosa e os meses de menor temperatura do estado do Ceará segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME.

Logo após esses eventos, percebe-se a inversão da reta tendo uma crescente entre os meses de setembro e novembro. Esse comportamento está associado à elevação de consumo no início do período de maiores temperaturas da região que perdura até o início do mês de dezembro.

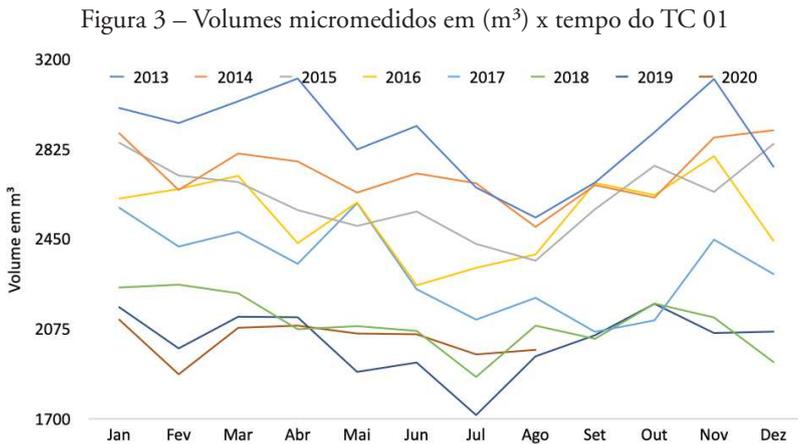
Na Tabela 5 vê-se o decréscimo citado anteriormente dos valores mensais medidos em comparação ao mesmo mês do ano subsequente. Sendo que em 2020 observa-se a partir do mês de abril até o final do período estudado que essa tendência foi interrompida, os valores de maio a agosto tiveram valores superiores ao mesmo mês do ano anterior.

Tabela 5 – Volumes micromedidos em (m<sup>3</sup>) do TC 01

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	2998	2935	3026	3121	2825	2302	2666	2541	2687	2897	3119	2753
2014	2893	2656	2808	2775	2645	2725	2684	2502	2676	2624	2875	2905
2015	2853	2716	2689	2572	2506	2566	2431	2361	2576	2757	2648	2848
2016	2620	2660	2715	2434	2604	2258	2331	2387	2685	2635	2797	2444
2017	2582	2420	2481	2348	2601	2242	2115	2206	2064	2112	2449	2305
2018	2249	2261	2225	2075	2088	2068	1876	2090	2035	2182	2124	1938
2019	2167	1995	2127	2125	1897	1936	1717	1962	2050	2181	2059	2065
2020	2115	1887	2081	2090	2057	2054	1970	1989	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

Percebe-se na Figura 3 a variação do volume micromedido, destacando um forte declínio nos meses de julho de 2018 e 2019, após análise individual dos apartamentos da tabela fornecida pela Companhia, constatou-se que uma das causas desta queda foi ocasionada pela ausência da coleta da leitura em uma maior quantidade de apartamentos do conjunto do mês de julho dos referidos anos.



Fonte: autoria própria

A Tabela 6 dispõe sobre os valores micromedidos do Conjunto Habitacional Tenente Coelho 02, onde é possível observar em comparação ao primeiro Conjunto Habitacional que o volume medido foi maior, isso ocorreu pelo fato do número de apartamentos ser superior, mas com o mesmo comportamento de decréscimo do consumo em comparação ao mesmo mês de cada ano estudado.

Tabela 6 – Volumes micromedidos em (m<sup>3</sup>) do TC 02

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	3265	3294	3296	3286	2978	3036	2768	2714	2828	2964	3433	2981
2014	3218	2826	2852	2959	2845	2891	2922	2713	2998	2991	3103	2978
2015	3241	3099	3008	2832	2919	2856	2700	2662	2972	3100	2981	3192
2016	2797	2962	3122	2876	2997	2682	2805	2802	3268	2937	3356	2740
2017	2936	2726	2894	2789	2991	2659	2459	2598	2580	2683	2919	2649
2018	2689	2687	2579	2510	2508	2389	2300	2718	2558	2738	2667	2524
2019	2661	2502	2706	2640	2526	2387	2091	2515	2544	2737	2561	2540
2020	2496	2401	2450	2480	2570	2529	2433	2498	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

Observa-se que na Figura 4, com os valores medidos do TC 02, houve uma maior condensação das linhas com relação aos demais Conjuntos Habitacionais, isso implica dizer que houve a menor variação de volume dentre os locais analisados.

Figura 4 – Volumes micromedidos em (m<sup>3</sup>) x tempo do TC 02



Fonte: autoria própria

Na Tabela 7 observa-se que os valores apresentados nos três primeiros meses do ano de 2013 foram de 4, 8 e 15, esses números reduzidos ocorreram por ser o início da realização da entrega dos apartamentos nesse conjunto, fazendo com que o volume medido fosse baixo, pois nem todos os contemplados já estavam residindo nos seus apartamentos.

Tabela 7 – Volumes micromedidos em (m<sup>3</sup>) do TC 03

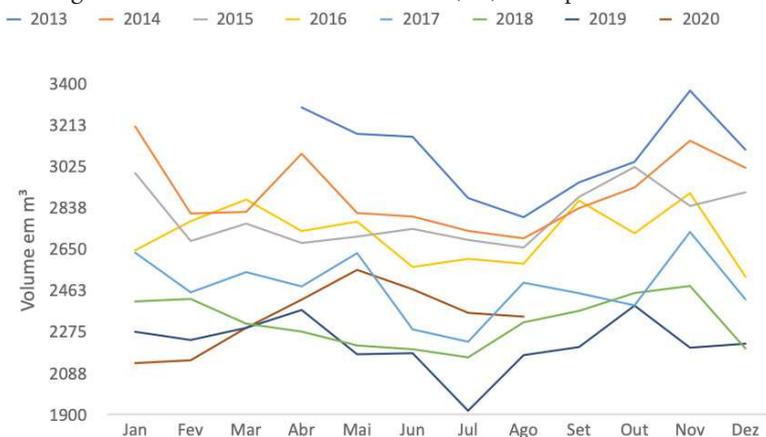
Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	4	8	15	3297	3177	2143	2886	2799	2957	3050	3373	3105
2014	3210	2816	2823	3087	2818	2802	2737	2703	2840	2934	3146	3023
2015	2999	2691	2770	2682	2711	2746	2696	2661	2891	3027	2850	2912
2016	2649	2781	2879	2736	2779	2573	2610	2588	2874	2726	2908	2529
2017	2638	2458	2550	2485	2636	2290	2234	2502	2454	2399	2732	2426
2018	2417	2428	2316	2280	2217	2200	2163	2322	2374	2455	2487	2203
2019	2279	2242	2297	2378	2177	2182	1921	2173	2210	2398	2207	2225
2020	2137	2150	2297	2425	2560	2472	2365	2348	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

Para a confecção da Figura 5 foram desprezados os valores reduzidos observados na Tabela 7, de janeiro, fevereiro e março do Conjunto Tenente Coelho 3, permitindo uma melhor visualização de acordo com a faixa escolhida dos valores do eixo das ordenadas (volume).

Neste formato foi possível observar ainda a redução dos volumes medido dos meses de agosto no decorrer dos anos, e a alta do consumo dos meses subsequentes devido ao período de estiagem iniciado.

Figura 5 – Volumes micromedidos em (m<sup>3</sup>) x tempo do TC 03



Os dados do volume micromedido do Conjunto Habitacional Tenente Coelho 4 são dispostos na Tabela 8, em que podemos observar que a tendência de declínio do volume micromedido do mesmo mês de cada ano continuou.

Tabela 8 – Volumes micromedidos em (m<sup>3</sup>) do TC 04

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	2745	2775	2809	2827	2332	1661	2219	2243	2293	2338	2586	2373
2014	2566	2234	2237	2222	2176	2214	2212	2157	2283	2304	2306	2183
2015	2284	2223	2198	2111	2071	2103	2029	2076	2270	2361	2301	2444
2016	2064	2141	2327	2148	2150	1864	1969	1983	2242	2137	2324	1996
2017	2015	1970	1958	1975	2085	1885	1838	1926	1918	2084	2190	1929
2018	1867	1831	1819	1654	1780	1652	1654	1826	1861	1974	1974	1817
2019	1879	1811	1820	1805	1830	1746	1573	1840	1827	1990	1753	1859
2020	1653	1659	1659	1676	1823	1757	1722	1753	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

Pode-se ressaltar na Figura 6 que o volume em m<sup>3</sup> foi o menor em comparação aos outros Conjuntos devido ao mesmo também ser o que dispõe do menor numero de apartamentos, logo menor população consumidora, como também é o conjunto com a menor área e consequentemente demanda menor volume de água.

Figura 6 – Volumes micromedidos em (m<sup>3</sup>) x tempo do TC 04



Fonte: autoria própria

## ANÁLISE DAS *PER CAPITAS*

Para o cálculo da *per capita* foi levado em consideração os dados de macro e micromedição e quantidade de ligações efetivas fornecidos pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – Cagece 2020, os dados de população do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará- IPECE, conforme a fórmula disposta na metodologia deste trabalho.

A macromedição foi utilizada como volume total nos meses em que os dados foram apresentados pela Cagece 2020. Já nos demais meses a micromedição foi o valor adotado. A população foi considerada sem crescimento no decorrer dos anos e obtida

através do produto do número total de ligações em cada empreendimento subtraído do número de imóveis (cortados, suprimidos ou com consumo zero), pelo coeficiente de ocupação do IPECE 2017, que é de 3,59 para centros urbanos.

As Tabelas 9 a 12, dispõem sobre o resultado do cálculo da *per capita* de cada Conjunto Habitacional. Representados ainda nas Figuras 7 a 10 com o perfil da média móvel de consumo (cumulativa ao longo do histórico de dados).

Observa-se na Tabela 9 um aumento considerável na *per capita* dos meses de outubro de 2014 a fevereiro de 2015, junho de 2015 a março de 2016, fevereiro de 2017 a janeiro de 2019, fevereiro de 2020 até o final do período estudado.

Esses valores obtidos dos meses citados anteriormente, são considerados os resultados mais reais, pois foram calculados com dados de macromedição, fazendo ainda com que o comportamento da *per capita* não se assemelhe aos de micromedição, com decaimento dos valores do mesmo mês nos anos subsequentes.

Tabela 9 – *Per Capita* em (litros/hab\*dia) do TC 01

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	88,3	92,4	87,1	93,2	81,1	86,4	76,3	75,1	81,5	84,0	95,3	81,6
2014	81,7	85,0	81,1	85,3	76,9	80,3	79,1	73,7	81,5	94,0	105,7	91,3
2015	88,3	94,6	79,7	78,8	78,2	86,1	78,5	75,5	91,0	95,6	91,7	97,6
2016	78,5	108,1	99,8	76,4	78,5	70,1	69,6	71,7	82,0	77,4	84,0	71,3
2017	75,1	97,2	94,9	103,0	96,5	86,9	75,4	83,2	76,0	79,1	86,9	79,9
2018	102,6	96,1	72,6	71,0	73,4	74,8	78,9	80,5	81,9	83,8	85,6	81,1
2019	80,0	71,6	66,4	69,2	61,1	63,5	58,4	60,2	64,3	68,3	64,8	64,2
2020	65,5	97,9	91,0	99,8	93,0	94,6	92,5	94,5	-	-	-	-

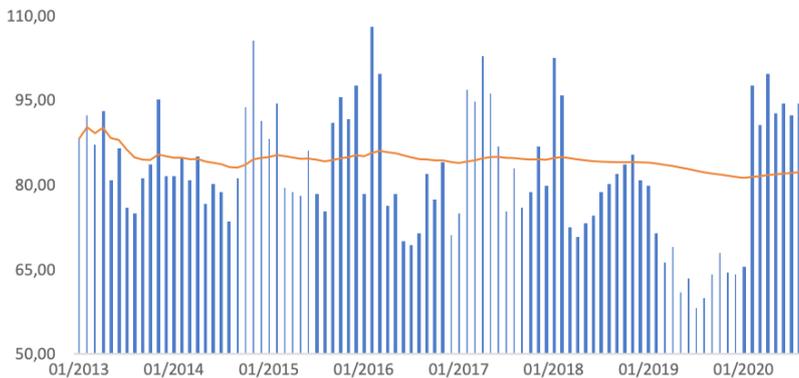
Fonte: autoria própria

Pode-se observar na Figura 7 a média móvel do Tenente Coelho 1, que resultou em uma *per capita* de 82,37 litros por habitante dia, sendo está a maior média móvel dentre todos os conjuntos analisados.

Os meses que apresentaram os dados de macromedição proporcionaram picos no gráfico, demonstrando que um grande volume está sendo consumido, mas não registrado nos micromedidores, neste conjunto esse fato foi comprovado em visita *in loco* conforme Anexo A, mostrando que vários apartamentos estão sendo abastecidos por mangueiras conectadas a torneiras de jardim. Estas se encontram na parte comum do empreendimento e não passam por nenhum dos micromedidores.

Diante disto comprova-se a importância de se ter os dados de macromedição em empreendimentos desta natureza, bem como em alguns pontos de um sistema urbano é fundamental para a identificação das perdas aparentes dentro de uma rede de abastecimento

Figura 7 – *Per Capita* em (litros/hab\*dia) do TC 01 com média móvel



Fonte: autoria própria

A per capita calculada do Conjunto Habitacional 2 está representada na Tabela 10, em que os dados da macromedição foram obtidos apenas nos meses de outubro a dezembro de 2014, julho a outubro de 2015, fevereiro a novembro de 2017 e de janeiro a agosto de 2020, fazendo com que a *per capita* desses meses fossem as mais próximas da realidade.

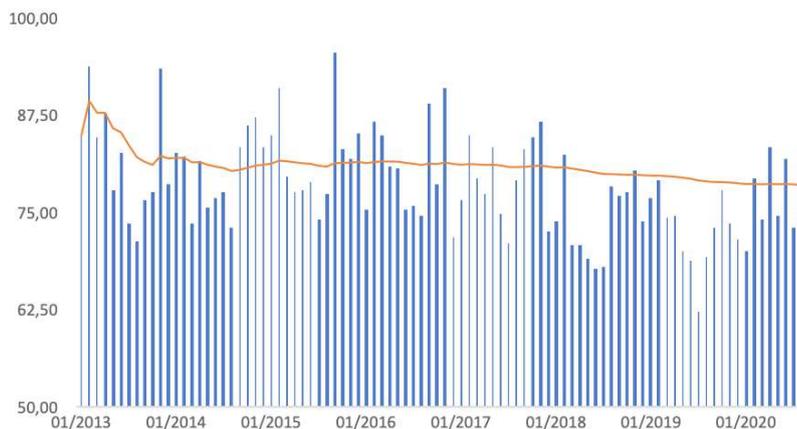
Tabela 10 – *Per Capita* em (litros/hab\*dia) do TC 02

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	85,0	93,9	84,9	87,9	78,0	82,9	73,8	71,5	76,8	77,6	93,8	78,8
2014	82,9	82,2	73,6	81,8	75,9	76,9	77,7	73,2	83,6	86,4	87,3	83,6
2015	85,2	91,2	79,7	77,8	78,1	78,9	74,2	77,4	95,6	83,3	82,1	85,4
2016	75,5	86,7	85,0	80,9	80,9	75,5	75,9	74,7	89,2	78,8	91,1	72,0
2017	76,7	85,0	79,6	77,6	83,7	74,9	71,3	79,4	83,3	84,9	86,8	72,8
2018	73,9	82,5	70,9	71,1	69,1	68,0	68,2	78,5	77,4	77,9	80,7	73,9
2019	77,1	79,3	74,6	74,7	70,3	68,8	62,4	69,5	73,1	78,1	73,6	71,8
2020	70,1	79,5	74,2	83,7	74,8	82,2	73,1	74,5	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

A média móvel para o Tenente Coelho 2, foi de 78,68 litros por habitante dia, podendo visualizar melhor na Figura 8, que houve uma constância maior dos valores da *per capita* no decorrer dos meses do período estudado.

Figura 8 – *Per Capita* em (litros/hab\*dia) do TC 02 com média móvel



Fonte: autoria própria

Observa-se na Tabela 11 o resultado do cálculo da *per capita* do Tenente Coelho 3, onde contou-se com 49% dos dados de macromedição, situação semelhante à encontrada no Conjunto Habitacional 1, fazendo com que o resultado desta fosse mais próximo da realidade.

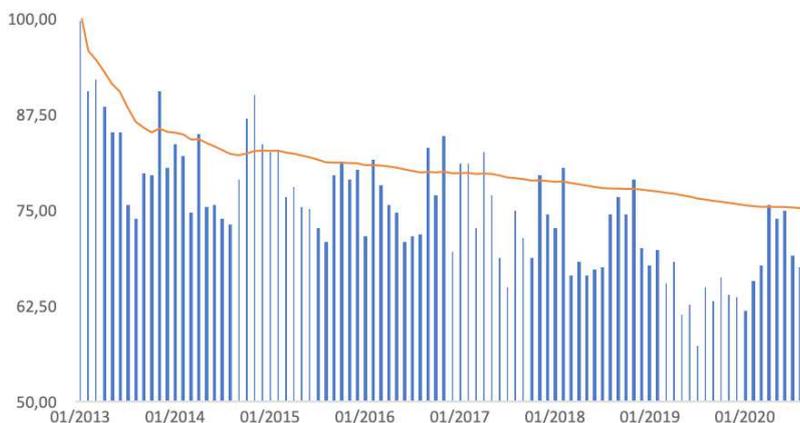
Tabela 11 – *Per Capita* em (litros/hab\*dia) do TC 03

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	101,1	90,8	92,3	88,7	85,2	85,4	75,8	74,0	79,8	79,7	90,8	80,6
2014	83,8	82,2	74,8	85,1	75,6	75,9	74,1	73,4	79,2	87,0	90,2	83,7
2015	82,6	83,0	76,8	78,2	75,5	75,3	72,7	71,0	79,7	81,4	79,2	80,5
2016	71,7	81,7	78,3	75,8	74,7	70,9	71,8	72,0	83,1	77,1	84,8	69,8
2017	81,3	81,2	72,8	82,7	77,0	69,0	65,2	75,0	71,4	68,9	79,8	74,5
2018	72,8	80,7	66,6	68,5	66,6	67,4	67,6	74,5	76,8	74,6	79,2	70,1
2019	68,0	69,9	65,5	68,4	61,5	62,7	57,5	65,1	63,3	66,3	64,0	63,9
2020	62,1	66,0	67,8	75,7	74,1	75,2	69,2	67,7	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

Pode-se observar na Figura 9 a tendência decrescente assim como nos outros conjuntos das *per capita* mensais no decorrer dos anos estudados. O pico logo no início foi causado pelo consumo elevado quando o conjunto possuía apenas parte dos apartamentos entregues aos beneficiários. A média móvel para o Tenente Coelho 3, que foi de 75,38 litros por habitante dia, sendo a menor *per capita* encontrados dentre os quatro Conjuntos Habitacionais.

Figura 9 – *Per Capita* em (litros/hab\*dia) do TC 03 com média móvel



Fonte: autoria própria

Observa-se na Tabela 12 a *per capita* do quarto conjunto estudado, onde este conteve o menor percentual de coleta de dados de macromedição (apenas 12 %), mesmo com a inexistência dessas informações o Tenente Coelho 4 foi o que apresentou a segunda maior *per capita*, demonstrando que esse valor poderia ser ainda maior se contasse com os dados macromedidos.

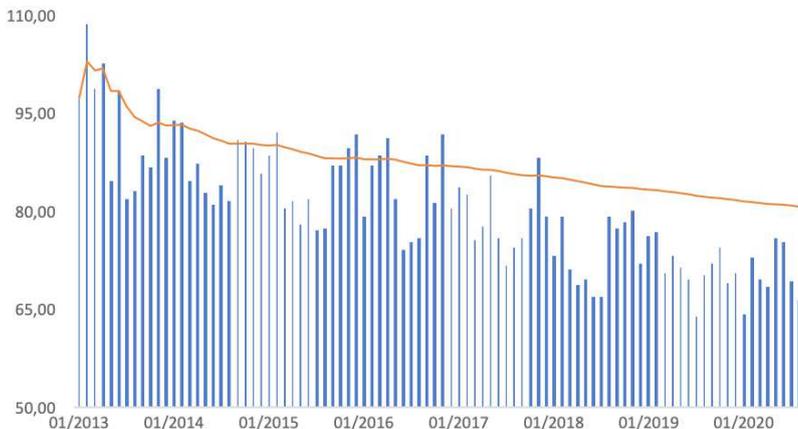
Tabela 12 – *Per Capita* em (litros/hab\*dia) do TC 04

Ano	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
2013	97,5	108,7	99,0	102,9	84,8	98,5	82,1	83,3	88,7	86,8	98,8	88,5
2014	94,1	93,8	84,8	87,4	82,8	81,3	84,2	81,8	91,0	90,6	90,0	85,9
2015	88,7	92,1	80,6	81,7	78,2	82,0	77,3	77,7	87,1	87,3	89,8	91,9
2016	79,3	87,1	88,6	91,5	82,2	74,3	75,6	76,1	88,6	81,4	92,1	80,7
2017	83,9	82,7	75,8	78,0	85,6	76,1	71,8	74,6	76,1	80,7	88,4	79,5
2018	73,3	79,5	71,4	68,9	69,8	67,0	66,9	79,3	77,5	78,5	80,4	72,2
2019	76,4	77,0	70,8	73,5	71,5	69,9	64,0	70,4	72,2	74,5	69,3	70,8
2020	64,3	73,0	69,7	68,6	76,0	75,6	69,6	66,5	-	-	-	-

Fonte: autoria própria

O resultado da *per capita* do conjunto 4 foi de 80,87 litros por habitante dia. Podemos observar na Figura 10 a linha da média móvel bem como a variações do consumo dos habitantes.

Figura 10 – *Per Capita* em (litros/hab\*dia) do TC 04 com média móvel



Fonte: autoria própria

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa foi realizada com o intuito de contribuir para o conhecimento da *per capita* a partir do volume macro e micro-meditados dos Conjuntos Habitacionais Tenente Coelho 1, 2, 3 e 4 do município de Juazeiro do Norte, Ceará. O empreendimento mesmo sendo dimensionado de forma ordenada para o abastecimento de todas as residências, apresentou características de bairros de centros urbanos, como presença de ligações clandestinas (Anexo A) e imóveis com uso comercial (Anexo B), bem como imóveis desocupados, contrariando a finalidade do programa.

Fatores que levaram a escolha do empreendimento como área de estudo não se concretizaram na prática. Não houve macromedição em 50% dos meses estudados do TC 1, 74% no TC 2, 51%

no TC 3 e 88% no TC 4. Essa ausência fez com que a diferença de volume macromedido e o somatório dos micromedidos não fossem considerados no cálculo da *per capita*, comprometendo significativamente o valor real consumido.

Outro fator que influenciou na escolha do local foi a ausência do efeito “boia caixa d’água”, onde os micromedidores perdem sua capacidade de medição quando a velocidade da água é baixa. Esse efeito não foi encontrado devido a inexistência de reservatórios em cada apartamento porém, a submedição devido a elevada idade do parque dos hidrômetros, que possui atualmente 7,4 anos (relatório da Cagece 2020, Anexo C), gerou uma perda que, segundo a Gerencia de Medição – GEMED da Cagece 2020, é de aproximadamente 17,548% (Anexo D).

É importante ressaltar que houve um aumento dos volumes micromedidos do ano de 2020, levando em consideração meses semelhantes em anos anteriores, em que a tendência era de declínio dos valores e a partir do mês de maio no Conjunto 1 e 2, mês de março do Conjunto 3 e junho do Conjunto 4 essa tendência observada entre 2013 e 2019 foi interrompida fato este podendo estar relacionado a pandemia do novo corona vírus vivenciada no referido ano, demonstrando a necessidade de maiores hábitos de higiene e maior permanência da população em suas residências.

Após as análises e discussões dos dados para produção dos resultados deste trabalho, verificou-se que o Conjunto Habitacional 1 foi o que apresentou a maior *per capita* calculada de 82,37 litros por habitante dia, seguida do Conjunto 4(80,87 litros/hab\*dia), Conjunto 2(78,68 litros/hab\*dia) e Conjunto 3(75,38 litros/hab\*dia). Valores estes que poderiam ser maiores se considerado os valores macromedidos.

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, do Ministério das Cidades, cada brasileiro consome, em média, 154 litros de água todos os dias. Em outros estudos dos dados econômicos ambientais de água (ANA, 2017),

as famílias brasileiras têm um uso *per capita* de 116 litros, sendo que no Nordeste esse valor cai para 83 litros diários. É importante destacar ainda o recomendado pela Organização das Nações Unidas (ONU) que é de 110 litros. Diante disto os Conjuntos Habitacionais estudados encontram-se dentro do recomendado pela ONU e com valores semelhantes aos estudos dos dados econômicos.

## REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas, Contas econômicas ambientais, 2017. Acessado em: 06/09/2020. Disponível em: <[www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-spr/contas\\_economicas.pdf](http://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-spr/contas_economicas.pdf)>

CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Relatório Interno. Idade Média do Parque de Hidrômetros Competência de encerramento 08-2020. Fortaleza, 2020.

CAGECE - Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Relatório Interno. Planilha Coeficiente de Submedição por idade do hidrômetro. Fortaleza, 2020.

CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará. Relatório de informações enviadas através do Site Ceará Transparente, 2020.

DALMÔNICA, A.H. Análises de fatores influenciadores do consumo de água em Uberlândia: O caso do Setor Sul. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, pág. 13, 2014. Acessado em: 10/09/2020. Disponível em: <[repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14201/1/AnaliseFatoresInfluenciadores.pdf](http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/14201/1/AnaliseFatoresInfluenciadores.pdf)>

FUNCEME, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Acessado em: 08/11/2020. Disponível em: <[www.fun-ceme.br/?p=5963](http://www.fun-ceme.br/?p=5963)>

GUIMARÃES; Carvalho e Silva , Apostila Saneamento Básico, pág. 17, Agosto-2007. Acessado em: 06/09/2020. Disponível em: <[www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%204%20parte%201.pdf](http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Cap%204%20parte%201.pdf)>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. Panorama cidade de Juazeiro do Norte – CE. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/juazeiro-do-norte/panorama>>.

IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Municipal de Juazeiro do Norte (2017). Elaboração: VIANA, C.M et al. Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.ipece.ce.gov.br>.

LIMA, Alyne Gessick Pinheiro da Silva. Impacto do turismo e renda no acesso ao abastecimento de água: caso de Juazeiro do Norte - CE. / Alyne Gessick Pinheiro da Silva Lima. - Sumé - PB: [s.n], 2020. Acessado em: 07/09/2020. Disponível em: <[dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/14335](http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/14335) >

PRODANOV, Cleber Cristiano. Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico / Cleber Cristiano Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. – 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Acessado em: 11/09/2020. Disponível em: <[www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf](http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf)>

SECRETARIA DAS CIDADES DO CEARÁ, Agosto de 2012  
Acessado em: 06/09/2020. Disponível em: <[www.cidades.ce.gov.br/2012/08/30/camilo-santana-participa-da-entrega-do-programa-mcmv-em-juazeiro-do-norte/](http://www.cidades.ce.gov.br/2012/08/30/camilo-santana-participa-da-entrega-do-programa-mcmv-em-juazeiro-do-norte/)>

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO, do Ministério das Cidades, Confederação Nacional de Municípios. Comunicação-Notícias. Brasileiro consome, em média, 154 litros de água por dia, aponta ONU. Acessado em: 06/09/2020. Disponível em: <[www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/brasileiroconsome-em-media-154-litros-de-agua-por-dia-aponta-onu.](http://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/brasileiroconsome-em-media-154-litros-de-agua-por-dia-aponta-onu.)>

## ANEXO A - LIGAÇÕES CLANDESTINAS TC 01



Fonte: autoria própria



Fonte: autoria própria



Fonte: autoria própria



Fonte: autoria própria

## ANEXO B - IMÓVEL COMERCIAL INDEVIDO



Fonte: autoria própria

# ANEXO C – RELATÓRIO IDADE MÉDIA DO PARQUE DE HIDRÔMETROS DO SETOR 17

**Idade Média do Parque de Hidrômetros  
Competência de Encerramento - 08/2020**

**ÚLTIMO RELATÓRIO DO INDICADOR**

Unidade : 128 - UN-BAC  
Localidade : 287 - UBAUNA (COREAU)

1	2	3	4	5
5,22	5,49	5,57	6,53	5,98

ImpH Localidade: 5,74  
Localidade: 607 - IRAJA (HIROLANDIA)

Sector / IMPH

1
8,09

ImpH Localidade: 8,09  
ImpH Unidade: 6,19

Unidade : 133 - UN-BBA  
Localidade : 020 - MISSAO VELHA

Sector / IMPH

1
6,65

ImpH Localidade: 6,65

Localidade : 021 - JUAZEIRO

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	16	17
5,83	7,43	5,07	7,93	7,78	7,05	7,89	6,33	8,17	7,6	6,13	6,28	5,91	4,33	7,4

ImpH Localidade: 6,91

Sector / IMPH

**MUNICÍPIO**

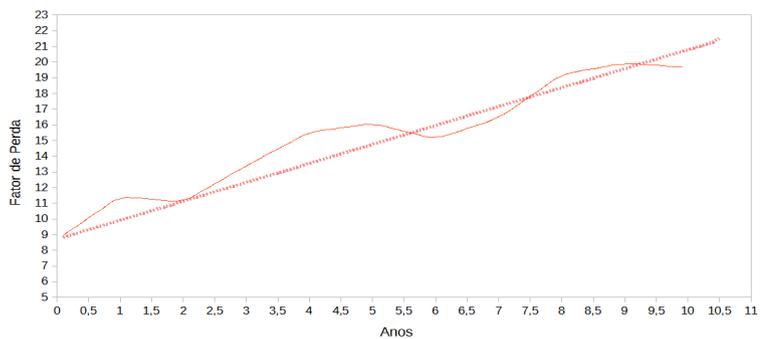
**IMPH DOS CONJUNTOS**

**IMPH DO MUNICÍPIO**

Fonte: Relatório de Idade Média do Parque de Hidrômetros de agosto de 2020 fornecido pela Cagece

# ANEXO D – PLANILHA ERRO DE MEDIÇÃO MICROMEDIDOR WOLTMANN

Idade média dos hidrômetros	% Erro submedição
0	8,69
1	11,43
2	11,08
3	13,4
4	15,53
5	16,09
6	15,1
7	16,44
8	19,21
9	19,94
10	19,64



Fonte: Relatório da Gerencia de Medição –  
GEMED fornecido pela Cagece 2020

## **Sobre o livro**

**Projeto Gráfico,  
Editoração e Capa** Leonardo Araújo

**Formato** 14 x 21 cm

**Mancha Gráfica** 10,5 x 17,0 cm

**Tipologias utilizadas** Adobe Garamond Pro 12 pt

A presente obra foi uma construção a várias mãos. Trabalhamos sobre ela durante a disciplina Governança e Gestão de Recursos Hídricos do Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua), Coordenado pela UNESP, e com pólo na cidade de Sumé, um dos 13 pólos espalhados pelo Brasil dessa importante e relevante iniciativa da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) em conjunto com a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e a UNESP de Ilha Solteira, São Paulo.

