



# SEGURANÇA HÍDRICA

Governança, ação e participação

Organizadores

José Irivaldo Alves Oliveira Silva

Pedro Roberto Jacobi

Alana de Sousa Pinheiro

Alexandre de Araújo Gomes Júnior

Amauri Pollachi

Ana Carolina Lima de Souza Onias

Ana Paula Koury

Andréa Ferreira Leite

Ângela Maria Cavalcanti Ramalho

Antônio Carlos Leão Silva

Belinda Pereira da Cunha

Bruno César Nascimento Portes

Bruno Conicelli

Bruno Puga

Camilo Allyson Simões de Farias

Cidoval Moraes de Sousa

Clariana Monteiro de S. Peixoto

Cláudia Fernanda Costa Estevam

Estela Macedo Alves

Fernando Schramm

Hermes Alves de Almeida

Hugo Moraes de Alcântara

Isabela Minelli D'Andréa

Jessica Fernandes

Laís Cristina Malaquias Avelino

Léia Lobo de Souza Carvalho

Leila Maria Vendrametto

Luciano Abbamonte da Silva

Maria de Lourdes Saturnino Gomes

Osmar Faustino de Oliveira

Oswaldo Aly Júnior

Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli

Paulo da Costa Medeiros

Ricardo Hirata

Riciane Pombo

Vanessa Batista Schramm

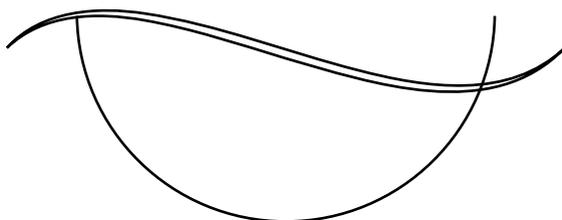
Vanessa Empinotti

Zenaida Lauda-Rodriguez



# SEGURANÇA **HÍDRICA**

Governança, ação e participação



Organizadores

José Iivaldo Alves Oliveira Silva

Pedro Roberto Jacobi

---

## Conselho Editorial

Profa. Dra. Andrea Domingues  
Prof. Dr. Antônio Carlos Giuliani  
Prof. Dr. Antonio Cesar Galhardi  
Profa. Dra. Benedita Cássia Sant'anna  
Prof. Dr. Carlos Bauer  
Profa. Dra. Cristianne Famer Rocha  
Prof. Dr. Cristóvão Domingos de Almeida  
Prof. Dr. Eraldo Leme Batista  
Prof. Dr. Fábio Régio Bento  
Prof. Dr. Gustavo H. Cepolini Ferreira  
Prof. Dr. Humberto Pereira da Silva  
Prof. Dr. José Ricardo Caetano Costa

Prof. Dr. José Rubens Lima Jardimino  
Prof. Dr. Juan Droguett  
Profa. Dra. Ligia Vercelli  
Prof. Dr. Luiz Fernando Gomes  
Prof. Dr. Marco Morel  
Profa. Dra. Milena Fernandes Oliveira  
Prof. Dr. Narciso Laranjeira Telles da Silva  
Prof. Dr. Ricardo André Ferreira Martins  
Prof. Dr. Romualdo Dias  
Profa. Dra. Rosemary Dore  
Prof. Dr. Sérgio Nunes de Jesus  
Profa. Dra. Thelma Lessa  
Prof. Dr. Víctor Hugo Veppo Burgardt

---

©2025 José Irivaldo Alves Oliveira Silva; Pedro Roberto Jacobi

Direitos desta edição adquiridos pela Paco Editorial. Nenhuma parte desta obra pode ser apropriada e estocada em sistema de banco de dados ou processo similar, em qualquer forma ou meio, seja eletrônico, de fotocópia, gravação, etc., sem a permissão da editora e/ou autor.

---

CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

---

S456

Segurança hídrica: governança, ação e participação / Organização de José Irivaldo Alves Oliveira Silva; Pedro Roberto Jacobi. -- 1. ed. -- Jundiá, SP : Paco, 2025.

312 p. ; 16x23 cm.

Inclui bibliografia  
ISBN: 978-85-462-2977-2

1. Recursos hídricos. I. Jacobi, Pedro Roberto (Organizador). II. Silva, José Irivaldo Alves Oliveira III. Título.

CDD: 333.91

---

Biblioteca Janaina Ramos – CRB-8/9166

Índice para catálogo sistemático

I. Recursos hídricos

 PACO EDITORIAL

Av. Carlos Salles Block, 658  
Ed. Altos do Anhangabaú, 2º Andar, Sala 21  
Anhangabaú - Jundiá-SP - 13208-100  
11 4521-6315 | 2449-0740  
contato@editorialpaco.com.br

Foi feito Depósito Legal.

# SUMÁRIO

<b>SEGURANÇA HÍDRICA: GOVERNANÇA, AÇÃO E PARTICIPAÇÃO</b>	<b>7</b>
<i>José Irivaldo Alves Oliveira Silva Pedro Roberto Jacobi</i>	

## GOVERNANÇA

<b>Capítulo 1. DO TERRITÓRIO AO MUNICÍPIO: UM NOVO OLHAR SOBRE A SEGURANÇA HÍDRICA E SUAS RESPOSTAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS</b>	<b>11</b>
<i>Bruno Puga José Irivaldo Alves Oliveira Silva Pedro Roberto Jacobi Vanessa Lucena Empinotti</i>	

<b>Capítulo 2. DESAFIOS DO ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA: O CASO DO ESTADO DE SÃO PAULO E A PRIVATIZAÇÃO DA SABESP</b>	<b>29</b>
<i>Amauri Pollachi Clariana Monteiro da S. Peixoto Estela Macedo Alves</i>	

<b>Capítulo 3. UMA NOVA RACIONALIDADE AMBIENTAL PARA A PROTEÇÃO DA ÁGUA</b>	<b>45</b>
<i>Belinda Pereira da Cunha José Irivaldo Alves Oliveira Silva</i>	

<b>Capítulo 4. CIDADES, GOVERNANÇA DA ESCASSEZ HÍDRICA E JUSTIÇA SOCIAL EM CONTEXTO DE EMERGÊNCIA CLIMÁTICA</b>	<b>61</b>
<i>José Irivaldo Alves Oliveira Silva Pedro Roberto Jacobi</i>	

## AÇÕES

### Capítulo 5.

#### ALTERNATIVAS PARA A REDUÇÃO DA INSEGURANÇA HÍDRICA: A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DA CHUVA

73

*Bruno Conicelli  
Oswaldo Aly Junior  
Ricardo Hirat*

### Capítulo 6.

#### EFICIÊNCIA DA OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA NO CONTEXTO DA ALOCAÇÃO NEGOCIADA DE ÁGUA E DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

95

*Alana de Sousa Pinheiro  
Ana Carolina Lima de Souza Onias  
Camilo Allyson Simões de Farias*

### Capítulo 7.

#### PRESSÕES NO SISTEMA HÍDRICO DA BACIA DO ALTO TIETÊ (SP): O OLHAR PARA O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

109

*Bruno César Nascimento Portes  
Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli*

### Capítulo 8.

#### MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NA ÁGUA POTÁVEL DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINA GRANDE (PB)

127

*José Irivaldo Alves de Oliveira Silva  
Osmar Faustino de Oliveira*

**Capítulo 9.**

**O ACESSO À ÁGUA EM PEQUENAS COMUNIDADES  
RURAIS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO**

**137**

*Andréa Ferreira Leite  
Cidoval Morais de Sousa  
José Irivaldo Alves Oliveira Silva*

**Capítulo 10.**

**O VERSO E O REVERSO DA SEGURANÇA HÍDRICA  
E O ACESSO A ÁGUA NO CARIRI OCIDENTAL  
PARAIBANO**

**157**

*Ângela Maria Cavalcanti Ramalho  
José Irivaldo Alves Oliveira Silva  
Maria de Lourdes Saturnino Gomes*

**Capítulo 11.**

**RESILIÊNCIA URBANA EM TEMPOS DE  
EMERGÊNCIA CLIMÁTICA**

**177**

*Pedro Roberto Jacobi  
Riciane Pombo*

**Capítulo 12.**

**CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E PLUVIAIS  
DO ALTO CURSO DO RIO PARAÍBA E DA SUB-BACIA  
DO RIO TAPEROÁ**

**197**

*Cláudia Fernanda Costa Estevam  
Hermes Alves de Almeida*

**PARTICIPAÇÃO**

**Capítulo 13.**

**SEGURANÇA HÍDRICA E OS PLANOS DE BAIRRO  
NO JARDIM PANTANAL**

**213**

*Bruno César Nascimento Portes  
Isabela Minelli D'Andréa  
Laís Cristina Malaquias Avelino  
Leila Maria Vendrametto  
Pedro Roberto Jacobi*

**Capítulo 14.**  
**(IN)SEGURANÇA HÍDRICA NAS ÁREAS VULNERÁVEIS**  
**METROPOLITANAS: O CASO DA COMUNIDADE DO**  
**TORRESMO, NO BAIRRO DE LAJEADO – SÃO PAULO 229**

*Ana Paula Koury*

*Jessica Fernandes*

*Luciano Abbamonte da Silva*

*Pedro Roberto Jacobi*

*Zenaida Lauda-Rodriguez*

**Capítulo 15.**  
**MODELO PARA APOIAR A GESTÃO INTEGRATIVA**  
**DE RECURSOS HÍDRICOS 251**

*Alexandre de Araújo Gomes Júnior*

*Fernando Schramm*

*Vanessa Batista Schramm*

**Capítulo 16.**  
**ANÁLISE DA ATUAÇÃO DO COMITÊ DAS**  
**BACIAS HIDROGRÁFICAS DO LITORAL NORTE DO**  
**ESTADO DA PARAÍBA EM PERÍODOS DE ESCASSEZ**  
**HÍDRICA: O ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO**  
**MAMANGUAPE (PB) 271**

*Antônio Carlos Leão Silva*

*Hugo Moraes de Alcântara*

*Léia Lobo de Souza Carvalho*

*Paulo da Costa Medeiros*

**SOBRE OS AUTORES 295**

# SEGURANÇA HÍDRICA: GOVERNANÇA, AÇÃO E PARTICIPAÇÃO

*José Irivaldo Alves Oliveira Silva  
Pedro Roberto Jacobi*

## **Apresentação**

A escassez hídrica é uma realidade tanto para o Semiárido, especialmente da Região Metropolitana de Campina Grande (RMCG), quanto para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), por motivos diversos. Enquanto a baixa disponibilidade hídrica da RMCG se deve às condições climáticas, mas não somente por elas, no caso da RMSP, se deve principalmente pelos modos de ocupação e gestão, evidenciada pela recente crise hídrica de 2014. Porém, é preciso argumentar que o atual contexto climático potencializa cenários de ausência de planejamento para curto, médio e longo prazo. As perspectivas de escassez e de excesso de água são preocupantes na medida em que se percebe a falta de priorização do poder público de ações concretas frente às reais necessidades dos mais vulneráveis.

Os espaços urbanos poderão ser severamente afetados pelas mudanças climáticas, principalmente com eventos extremos. Torna-se necessário entender como territórios distintos lidam com tais desafios e fomentar trocas de experiências, principalmente em termos de resiliência e de segurança hídrica para o abastecimento urbano. Por isso, a importância de projetos e parcerias entre as regiões Nordeste e Sudeste do país, que podem sim compartilhar problemas e soluções que auxiliem numa transição positiva de cenários.

No ano de 2022, firmamos parceria no Projeto SegHid (Segurança Hídrica), formado por diversas instituições dos estados da Paraíba e de São Paulo, sob coordenação do Prof. Dr. José Irivaldo Alves Oliveira Silva, da Universidade Federal de Campina Grande, e do Prof. Dr. Pedro Roberto Jacobi, da Universidade de São Paulo. O SegHid é uma iniciativa inovadora entre instituições de ensino com foco na elaboração de propostas de diretrizes e planos de governança e segurança hídrica adaptativa, levando-se em consideração as dimensões técnica, participativa e de sustentabilidade, num contexto de mudanças climáticas, atuando em duas bacias, a do Rio Paraíba, no Semiárido da Paraíba, e do Alto Tietê, em São Paulo. Contou-se com o apoio da Fapesp, através do Projeto n. 2022-08396-0, e da Fapesq, pelo Edital Fapesp-Fapesq – Termo de Outorga n. 026/2023. Desta feita, é importante, já de início, agradecer o financiamento das fundações de amparo à pesquisa dos dois estados. Na Paraíba, a Fapesq, e em São Paulo, a Fapesp.

A partir dessa parceria, durante mais de dois anos, concentramos esforços no sentido de refletir acerca dos múltiplos significados de “Segurança Hídrica”, tendo em vista que temos dificuldade em compreender a escassez da água apenas como algo natural, ou naturalizado, potencializado apenas pelas mudanças climáticas. É preciso levar em consideração, muitas vezes, o componente político e as relações de poder.

O presente livro está dividido em três eixos, que expressam de forma adequada os temas abordados em torno da temática da segurança hídrica, no contexto dos dois territórios analisados pela pesquisa: governança, ações e participação. Os dezesseis capítulos desta publicação analisam, sob múltiplos aspectos, a segurança hídrica desde seus conceitos, que são bastante diversos, passando pelo enfoque territorial, pelos cenários do Semiárido paraibano e paulista, apontando caminhos que necessitam de vontade política, mas também de um processo bem estruturado de organização social, pautado em um profundo zelo pela natureza e pela água, bens fundamentais para nossas vidas.

Dentre os autores dos capítulos, tem-se pesquisadores experientes e alunos de pós-graduação que estão desenvolvendo suas pesquisas no âmbito de instituições públicas. Trata-se de uma obra organizada com o intuito de ir além de uma análise teórica, mas apresentar posições que sejam objeto de discussão na academia e na sociedade civil. Apresentamos uma produção que não é exclusivamente acadêmica, que transcende os muros de nossas universidades e visa alcançar os espaços de debate nas associações, nos bairros e comunidades, com a preocupação de ampliar o alcance para públicos diversos.

A publicação contribui com a articulação entre as noções de território e município, o debate sobre os desafios da privatização do sistema de abastecimento público de água e a necessidade de ampliar e reforçar a relevância da água em nossa sociedade sob uma nova racionalidade. Destacamos a implementação de ações focadas no que acontece nas cidades e na aplicação de princípios de justiça social, assim como a relevância das águas subterrâneas, a importância da gestão adequada de nossos reservatórios e a transposição do São Francisco. O livro enfatiza também o papel das mudanças climáticas e sua relação com o abastecimento público, a relevância das pequenas cidades, as soluções pautadas em tecnologias sociais e os aspectos da resiliência no espaço urbano, no contexto da emergência climática no cariri paraibano, nos planos de bairro do Jardim Pantanal e na comunidade do Torresmo, no território do Lajeado, no extremo leste do município de São Paulo, além do papel dos comitês de bacia e os modelos para apoiar a gestão integrada dos recursos hídricos.

Agradecemos o apoio das fundações de ambos estados e dos colaboradores membros das equipes da Paraíba e de São Paulo que contribuíram para a concretização deste livro.

# GOVERNANÇ



# CAPÍTULO 1. DO TERRITÓRIO AO MUNICÍPIO: UM NOVO OLHAR SOBRE A SEGURANÇA HÍDRICA E SUAS RESPOSTAS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

*Bruno Puga*

*José Irivaldo Alves Oliveira Silva*

*Pedro Roberto Jacobi*

*Vanessa Lucena Empinotti*

## **Introdução**

O ano de 2024 foi confirmado como o mais quente da história e o primeiro em que a temperatura global média excedeu em 1,5°C os níveis pré-industriais. Com base em evidências inequívocas, o Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) afirma que, devido a este aquecimento sem precedentes, uma maior frequência e intensidade de eventos climáticos extremos já é observada e projeta-se que estes serão mais frequentes e intensos quanto maior for o aquecimento global (Copernicus, 2025). No contexto da América do Sul e Central, os efeitos serão referentes principalmente à falta e excesso de água, o que traz o tema da segurança hídrica para o primeiro plano de ações (IPCC, 2022).

No contexto brasileiro, apesar da crença na abundância, a disponibilidade de água é desigual e depende em grande parte do clima. O ciclo anual das chuvas e de vazões no país é diferente entre bacias, e a variabilidade interanual do clima, associada aos fenômenos de El Niño, La Niña, ou à variabilidade na temperatura da superfície do mar do Atlântico Tropical e Sul podem gerar anomalias climáticas que produzem grandes secas (Marengo, 2008). Tais dinâmicas se traduzem, na prática, em um cenário de eventos extremos, a depender da região, com secas mais severas e prolongadas e chuvas mais fortes e concentradas, o que implica em uma dificuldade mais elevada em fazer essa gestão das águas.

Ao mesmo tempo, as respostas aos efeitos das mudanças climáticas devem considerar as suas múltiplas interações. A variabilidade climática e o regime hidrológico de bacias hidrográficas são fatores que influenciam diretamente no desenvolvimento dos setores sociais e econômicos de uma sociedade. No Brasil, a agricultura, a produção de energia e a indústria são exemplos de atividades econômicas que são fortemente dependentes do

clima e da disponibilidade hídrica e que, conseqüentemente, influenciam a qualidade de vida da população de maneira direta.

O Brasil, com suas dimensões continentais e diversidade regional e climática, enfrenta desafios na construção, mensuração e avaliação da segurança hídrica. Enquanto há regiões que enfrentam a escassez, outras têm o excesso como desafio principal. Diversos instrumentos, como o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), buscam integrar as dimensões humanas, econômicas, ecossistêmicas e de resiliência para criar um índice representativo da diversidade do território.

Entretanto, se entendermos a problemática da segurança e do acesso à água para além da sua (in)disponibilidade e considerarmos questões relacionadas a infraestrutura, estratégias e tecnologias de acesso e gerenciamento da água, renda e direitos, a nossa atenção passa de uma discussão sobre disponibilidade e balanço hídrico para desigualdade, assimetria de poder e vulnerabilização de partes da população em função de processos como a urbanização e o desenvolvimento (Empinotti *et al.*, 2021a). Em um cenário de mudanças climáticas, novos desafios vêm se somar aos do passado, amplificando ainda mais as desigualdades e demonstrando muitas vezes a incapacidade dos sistemas e infraestrutura tradicionais em se adequar a esta nova realidade. Ou seja, os efeitos das mudanças climáticas são seletivos e específicos de acordo com os grupos impactados.

Ao mesmo tempo, eventos climáticos extremos, como o que ocorreu em maio de 2024, no Rio Grande do Sul (RS), onde 183 pessoas morreram e 27 permanecem desaparecidas, que resultou em perdas de áreas de produção de alimentos, atividade industrial e ambientais e afetou mais de 2,3 milhões de pessoas (Trindade *et al.*, 2024), se observou que a dimensão e a resposta aos eventos extremos não podem ser pensadas de forma isolada. Ou seja, a garantia da segurança hídrica está intimamente ligada à segurança energética e à alimentar, como já postulava o conceito do Nexo Água, Energia e Alimento (Hoff, 2011). Por exemplo, as fortes chuvas e ventos que assolaram o município de São Paulo em dezembro de 2024 derrubaram árvores que, em um primeiro momento, impactaram o sistema elétrico e dificultaram a circulação em vias e que, depois, levou ao desabastecimento de água por mais de uma semana em alguns bairros do município, devido a falta do seu bombeamento.<sup>1</sup>

Ou seja, ao discutirmos como garantir a segurança hídrica da população frente às mudanças climáticas, não é suficiente apenas o planejamento de médio e longo prazo em aumentar a melhorar a eficiência dos processos, promover ações de gestão da demanda, reuso, reaproveitamento de águas pluviais e de proteção das áreas de mananciais, mas também é fundamental garantir a infraestrutura

---

1. Disponível em: <https://bit.ly/3E1maPq>. Acesso em: 11 dez. 2024.

energética que bombeie a água para os domicílios, em manter a cobertura vegetal das áreas urbanas saudáveis e de existir um sistema de preparação e resposta à esses eventos na escala municipal e de bairro. Ou seja, a experiência dos eventos climáticos e a heterogeneidade de respostas dos sistemas a estes eventos nos força a repensar como garantir a segurança hídrica de forma territorial e não setorial, mobilizada e liderada pelas instituições municipais e a partir do domicílio.

O objetivo deste capítulo é refletir sobre a importância da intersectorialidade, das especificidades locais e da importância do município no momento de desenvolver propostas para o desafio da segurança hídrica frente às mudanças climáticas. Esta contribuição ocorre a partir da discussão bibliográfica e da pesquisa desenvolvida no contexto do Projeto SegHid, que aborda as realidades hídricas de duas regiões hidrográficas, Bacia do Rio Paraíba e Alto Tietê, situadas nos estados, respectivamente, da Paraíba e de São Paulo. Financiado em parceria pela Fapesp e Fapesq, a pesquisa teve como objetivo desenvolver e propor diretrizes e planos de ação de Segurança Hídrica adaptativa, que inclui as dimensões técnica, participativa e de sustentabilidade como pilares na formulação de uma dinâmica de governança hídrica, em contexto de mudanças climáticas, discutindo diretrizes para a atuação dos múltiplos atores nessas duas bacias.<sup>2</sup>

## **1. Os conceitos de segurança hídrica e suas implicações frente às mudanças climáticas:**

Lidar com a variabilidade hidrológica é um desafio que tem sido enfrentado de distintas formas ao longo da história e sempre foi uma prioridade da sociedade (Grey; Sadoff, 2007). Este desafio pode ser facilitado (ou dificultado) a depender da abundância (ou escassez) de água e das condições de acesso a este recurso vital. A segurança hídrica, portanto, é fundamental para garantir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas para atender às necessidades humanas, econômicas e à conservação dos ecossistemas. A construção de grandes obras de infraestrutura, como represas, transposições, canais etc., tem sido geralmente a resposta mais óbvia para minimizar a variabilidade, visando uma segurança mínima em termos de acesso e disponibilidade (Birkenholtz, 2023). Embora necessária, a infraestrutura por si só não garante a resolução de todos os desafios ligados à gestão da água, sendo que muitas vezes residem em problemas relacionados à governança (Frey *et al.*, 2021).

É importante observar que a definição predominante de segurança hídrica assume a necessidade de se garantir a disponibilidade de água em qualidade

---

2. Disponível em: <https://bit.ly/4hT06nS>. Acesso em: 24 dez. 2024.

e quantidade para os seus múltiplos usos, inclusive em condições de eventos extremos, tanto na escassez quanto nas inundações (ANA, 2019). Nesta definição, chama atenção a inclusão da discussão da garantia do acesso à água no contexto das mudanças climáticas, considerado um avanço para a reflexão no contexto da governança da água e de suas instituições. Por outro lado, as soluções apresentadas para garantir a segurança hídrica reproduzem as práticas marcadas pelo paradigma hidráulico, onde o principal caminho para assegurar o acesso à água ocorreria por meio da implantação de infraestrutura na escala nacional e regional, capaz de armazenar e distribuir água para os centros urbanos e na produção de energia e bens de consumo (Molle, 2008; Tsutsui; Empinotti, 2021a). Isto reflete o enquadramento tradicional do problema, geralmente colocado como a falta da presença material da água em áreas de maior demanda (Loftus, 2015; Zeitoun, *et al.*, 2016; Molle, 2008), pelo fortalecimento das práticas de governança hídrica em um recorte setorial, direcionado para o recurso hídrico em si e pelos seus múltiplos usos fundamentados em uma visão antropocêntrica (Jepson *et al.*, 2017a; Tsutsui; Empinotti, 2021b).

Entretanto, a discussão crítica sobre a segurança hídrica e a insegurança hídrica traz atenção para a escala domiciliar e do indivíduo, uma vez que considera que não existe uma única solução para garantir o acesso à água, ela é o produto das relações hidrossociais entre a sua materialidade, as suas formas de gestão e controle e a infraestrutura implementada (Linton; Budds, 2014). Também é chamada a atenção para o entendimento que a insegurança hídrica é produzida como resultado de processos de desenvolvimento e urbanização que produzem realidades desiguais a partir de escolhas e da produção do espaço onde alguns têm acesso e outros não, mesmo em áreas com ampla cobertura de infraestrutura (Empinotti *et al.*, 2021a).

Ao pensar a insegurança hídrica a partir do domicílio, se abre uma oportunidade de refletir sobre o acesso à água e as relações hidrossociais que se constituem e produzem a insegurança a partir da escala local, o que traz atenção às suas especificidades (Linton; Budds; McDonnell, 2014). Esta reflexão abre caminho para um diálogo com o olhar territorial além do setorial em como tratamos as questões de (in)segurança hídrica no contexto das mudanças climáticas uma vez que as bases de uma perspectiva territorial para o planejamento e a ação estão calcadas na intersetorialidade, caráter relacional e integração espacial a partir da escala local (Favareto 2007; Berdegú; Favareto, 2020).

Assim, podemos observar que a reflexão da segurança hídrica crítica, ou relacional, apresentou um avanço na discussão e proposta de ações frente a condições de insegurança hídrica, que inclusive nos coloca no caminho de uma reflexão e ação territorial e traz atenção para as ações locais, as especificidades

deste contexto e suas relações e a necessidade de ações casadas em função da interrelacionalidade dos processos. Este olhar se alinha com os desafios que se colocam a partir da ocorrência de eventos extremos em consequência das mudanças climáticas, que visibilizam a necessidade de olharmos para outros fatores além do que tradicionalmente consideramos para garantir o acesso à água de forma universal. Isso porque os eventos extremos desafiam inclusive aqueles grupos que vivem em condição de segurança hídrica, uma vez que destroem os sistemas de abastecimento tanto pelo rompimento de adutoras e reservatórios, mas também pela falta de energia, responsável por bombear a água para dentro dos domicílios, das empresas e repartições públicas. Isso ocorre, por exemplo, em função da queda de árvores em decorrência de ventos intensos ou também pelo grande volume de água que leva a situação de inundação, inclusive das bombas de abastecimento ou das estruturas de distribuição da água.

Portanto, novas questões devem ser consideradas ao refletirmos e agirmos frente aos eventos extremos para garantir a segurança hídrica como importância da ação a ser organizada na escala municipal, intramunicipal e domiciliar; a necessidade de um olhar territorial e não setorial para a gestão e garantia da segurança hídrica e conseqüentemente a consideração das especificidades locais e regionais em se adaptar e responder as problemáticas que se colocam.

## **2. Ações de adaptação na prática da segurança hídrica: questões a serem consideradas**

Enquanto a segurança hídrica, como definida anteriormente, se refere ao acesso confiável à água em quantidade e qualidade suficiente para satisfazer as necessidades, a capacidade adaptativa se refere à habilidade de um dado sistema em se ajustar, adaptar e resistir às alterações e efeitos causados pelas mudanças climáticas. Em um contexto de aprofundamento das mudanças climáticas, é cada vez mais necessário construir a capacidade adaptativa dos sistemas hídricos, principalmente pensando nos eventos extremos (Lemos *et al.*, 2020).

Embora interligados, os conceitos de capacidade adaptativa e segurança hídrica possuem foco, abrangência e características distintas (Ambrosio *et al.*, 2024). Segundo Lemos *et al.* (2016), os dois conceitos estão intrinsecamente conectados porque, para obter a segurança hídrica, pode-se depender, mesmo que parcialmente, da obtenção da capacidade adaptativa. Isto porque enquanto a segurança hídrica sugere um estado, a capacidade adaptativa se refere a um conjunto de características e habilidades que permitem mudar de um estado para outro, como por exemplo mover-se da insegurança para a segurança hídrica, principalmente frente às mudanças climáticas. Ainda, segundo Lemos *et al.* (2016), a construção

da segurança hídrica busca controlar certos parâmetros que afetam a disponibilidade de água, enquanto a capacidade adaptativa se refere a como o sistema de governança influencia tais parâmetros rumo a uma adaptação desejável.

É importante entender a exposição à vulnerabilidade a partir dos determinantes da capacidade adaptativa, que podem ser tanto genéricos como específicos (Eakin; Lemos; Nelson, 2014). As capacidades genéricas se referem ao lidar com impactos mais amplos, como econômicos, políticos e sociais. Já as específicas se referem às capacidades cruciais para responder e gerenciar as ameaças dos impactos climáticos. A combinação destas duas, especialmente em regiões menos desenvolvidas, é necessária para o enfrentamento destes desafios climáticos em adição aos problemas estruturais já existentes, como baixos níveis de renda, educação e saúde, podendo resultar em uma maior ou menor vulnerabilidade (Lemos *et al.*, 2016).

Portanto, a melhor compreensão das especificidades da segurança hídrica e da capacidade adaptativa pode auxiliar a construir um enfrentamento mais adequado ao desafio da insegurança em um contexto de aprofundamento das mudanças climáticas em situações diferentes, como o sertão da Paraíba e a periferia de São Paulo. É preciso “descer a escala” da análise da segurança hídrica e colocar uma “lupa” sobre as experiências enfrentadas na garantia do acesso à água nos mais diversos territórios.

A capacidade adaptativa passa pelo reconhecimento das dinâmicas específicas de cada situação em que os eventos extremos ocorrem, como se desdobram e quais instituições e articulação são necessárias não só para responder aos eventos extremos, mas também para se preparar para eles. Assim, chamamos atenção para duas questões chaves a serem consideradas em tais reflexões e ações: como agir a partir da escala domiciliar e, ao mesmo tempo, reconhecer as especificidades locais e regionais, trabalhando a partir de uma perspectiva territorial.

## ***2.1 A avaliação e ação a partir da escala domiciliar***

Ao analisarmos a (in)segurança hídrica a partir do domicílio, é possível observar as dinâmicas que se constituem e estratégias para a garantia de acesso à água que vão além do sistema de abastecimento e das estruturas de reserva. As infraestruturas dos domicílios como caixas d'água, garrafas, baldes, cisternas, poços ou mesmo tanques se tornam chave para a garantia e controle do acesso e uso da água (Empinotti *et al.*, 2021b). A combinação de estratégias de acesso, armazenamento e múltiplas fontes de água são pontos fundamentais nesta análise. Ao mesmo tempo, a definição de insegurança hídrica a partir do domicílio também considera o preço e a capacidade de pagar pelo serviço de abastecimento e a regu-

laridade de sua disponibilidade em quantidade e qualidade (Jepson *et al.*, 2017a). Estar ligado ao sistema formal de abastecimento não garante a segurança hídrica se os moradores não têm água para tomar banho e se lavar quando chegam em casa periodicamente, não conseguem lavar roupa todos os dias ou são necessárias formas diversas de armazenamento de água para que se garanta a sua disponibilidade nos momentos que se deseja (Young *et al.*, 2019; Empinotti *et al.*, 2021b). A insegurança hídrica se concretiza na sua potência na escala do domicílio.

Assim, essa escala nos revela a complexidade do termo segurança hídrica. É a partir dessa aproximação que se pode verificar com mais clareza a realidade de situações paradoxais, como é o caso do Semiárido, por exemplo. Essa expressão tem uma abrangência teórica e prática que permite realizar análises mais detalhadas quando se tem uma escala domiciliar como unidade de estudo. No caso do Cariri paraibano, tem-se múltiplas fontes de água, as cisternas (várias modalidades), os poços artesianos, os dessalinizadores e os carros-pipa, exemplos de múltiplas infraestruturas presentes para garantir a segurança hídrica na escala domiciliar, como pudemos observar durante os trabalhos de campo do Projeto SegHid. Tais soluções respondem aos desafios que combinam a sazonalidade da disponibilidade hídrica aliada aos mecanismos históricos de acesso e controle sobre a água presente na região semiárida brasileira.

Por isso, o olhar da segurança hídrica a partir do domicílio vai além do paradigma hidráulico, pois esse não supriu, e nem vai suprir, as necessidades das comunidades rurais e de outras tantas das zonas urbanas de municípios pequenos. Tomaz, Santos e Jepson (2023) observaram que na zona rural do semiárido cearense foi possível ter uma sensação de segurança hídrica maior que na zona urbana, em virtude das múltiplas estratégias e possibilidades de fornecimento de água nas comunidades rurais, o que não é diferente do cenário paraibano, mais precisamente no Cariri (Silva; Leite; Sousa, 2023). Sendo assim, mesmo o sistema de abastecimento existindo nas cidades, esse não faz com que a água chegue sempre a todos os locais do território municipal, pudemos constatar isso em cidades como Boqueirão, Cabaceiras, Sumé e Serra Branca – a zona rural tem mais disponibilidade de água do que a urbana.

O acesso díspar às infraestruturas produz diferentes experiências de insegurança, podendo não só aprofundar as desigualdades estruturais como também contribuir para a baixa capacidade adaptativa das populações vulneráveis. Logo, pode-se aprofundar um círculo vicioso, ainda mais em contextos de crises e mudanças climáticas. Neste sentido, o uso de tecnologias sociais de armazenamento de água é extremamente necessário para contribuir com a construção da capacidade adaptativa em lugares com insegurança hídrica, podendo tanto servir como alternativa de acesso ao serviço regular, muitas vezes

inexistente em locais isolados, quanto salvaguarda em caso de falha ou crises em locais conectados às infraestruturas centralizadas (Millington, 2018).

Durante a crise hídrica que a Região Metropolitana de São Paulo enfrentou entre 2013-2015, por exemplo, múltiplas estratégias foram utilizadas pela população para adaptar-se à escassez nas torneiras, apesar da negação da crise pelo governo do estado. Uma das medidas mais utilizadas pela Sabesp foi a redução da pressão da rede, o que impactou de forma desigual a população. As famílias que moravam em áreas periféricas sofreram muito mais com a insegurança hídrica, tanto pela indisponibilidade, mas também pela falta de infraestrutura adequada para armazenamento (Empinotti *et al.*, 2021b; Jacobi; Cibim; Leão, 2015).

Durante o Projeto SegHid foi possível perceber que o estabelecimento de uma política pública específica para disponibilizar água às populações em comunidades difusas e pequenos agrupamentos humanos e cidades nordestinas provoca situações inusitadas como a existência de água na zona rural e problemas no abastecimento na zona urbana que, geralmente, possui abastecimento pela companhia de água estadual. Em cidades como Cabaceiras<sup>3</sup> não se verifica problemas de acesso à água na zona rural, mas a urbana tem água praticamente só dois dias na semana, conforme constatamos na pesquisa de campo. Silva e Santos (2019) apontam que a observação na escala domiciliar apresenta as diferenças de acesso à água e o comprometimento principalmente da qualidade.

Tais dinâmicas demonstram a necessidade de um olhar local e regional para responder ao desafio de garantia do acesso à água em diferentes partes do país. Se considerarmos as soluções propostas a partir do paradigma hidráulico onde, a existência da infraestrutura em si já garantiria a condição de segurança hídrica, se esperaria que em áreas com abastecimento de água estariam em condição de segurança hídrica. Entretanto, se observa que em municípios interioranos, a condição de insegurança hídrica está mais presente nos espaços urbanos do que nas zonas rurais devido a combinação de estratégias e tecnologias disponíveis para garantir o acesso à água como as cisternas, poços e dessalinizadores mais presentes em zonas rurais e áreas isoladas. Já em municípios altamente urbanizados como é o caso de São Paulo, mesmo com a infraestrutura presente, o acesso à água é comprometido pelo preço do serviço e a intermitência do abastecimento (Empinotti *et al.*, 2021b). Nestes casos, a principal fonte de abastecimento é a formal ou provida pelo serviço de abastecimento, outras tecnologias não estão disponíveis, o que leva a população, de forma precária, a armazenar a água de maneiras diversas para garantir o seu acesso.

Assim, grandes obras como a transposição do Rio São Francisco, que leva água para abastecer centros urbanos e atividades produtivas, nos estados do Ceará

---

3. Menor índice pluviométrico do Brasil.

e Paraíba, e o Sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento de água do município de São Paulo, por si só, não garantem a segurança hídrica das populações que deveriam ser atendidas pelos serviços de abastecimento. Por um lado, isto mostra as limitações do modelo de produção e gestão das águas pensado na escala regional e por outro, a necessidade de reconhecimento das dinâmicas específicas de cada município e suas áreas rurais e urbanas em diferentes regiões do país.

Por fim, o olhar a partir do domicílio nos dá a oportunidade de observar as dependências de outras infraestruturas para garantir o seu acesso, que está fortemente atrelado ao acesso à energia responsável por bombear e distribuir a água na escala domiciliar. Em situações emergenciais após a ocorrência dos eventos extremos, a falta de água é muitas vezes causada pela falta de energia, que impede a distribuição do recurso, mesmo em áreas com infraestrutura consolidada e em condições de melhor segurança hídrica, como bairros onde predominam parte da população de alta e média renda. Assim, a escala domiciliar de análise expõe as fragilidades de uma abordagem setorial aos desafios da garantia da segurança hídrica.

## ***2.2 A necessidade de uma leitura territorial para responder ao desafio da segurança hídrica frente às mudanças climáticas***

É preciso reconhecer que uma abordagem setorial vai de encontro à complexidade da expressão segurança hídrica. Caberia uma abordagem territorial que leva em consideração diversos elementos que precisam ser considerados quando da análise das comunidades rurais paraibanas, por exemplo. Segundo Favareto (2010), o enfoque territorial implica lidar com aspectos não diretamente mercantis a influenciar as regras para a apropriação ou regulação do uso social desses espaços. Ademais, no território, os agentes são múltiplos e, sobretudo, difusos, enquanto no enfoque setorial, eles são facilmente identificáveis e seus interesses menos dispersos. Isso ocorre notadamente nesses espaços rurais que dependem de uma outra lógica acerca da água, em que esta é encarada de outra forma, incluindo em uma outra ideia de espaço rural como território, carregando para ele outras estratégias para o desenvolvimento rural.

Uma leitura setorial não contempla a extensão das necessidades e demandas dos territórios do semiárido. Porém, não cabe uma leitura qualquer, mas uma que leve em consideração a hidrossocialidade da água. Isso significa dizer que os caminhos são construídos e ditados politicamente, sob uma natureza dialética e relacional entre água e sociedade, em um fazer e refazer constantes, histórico e espacial (Gouveia; Johnson; Britto, 2023). A população difusa do semiárido não recebe água do sistema de abastecimento que existe nos centros urbanos, cabendo às soluções individualizadas e comunitárias, como, por exemplo as cis-

ternas, o Sistema Integrado de Saneamento Rural (Sisar), os dessalinizadores, a responsabilidade de incluir essas pessoas no acesso à água, bem como à coleta e tratamento de esgoto. Nesses casos, a gestão comunitária é o grande diferencial.

Ao mesmo tempo, ao considerarmos a mobilidade da água na paisagem e a transversalidade da sua gestão para a garantia do seu acesso, o enfoque setorial se apresenta limitado frente aos desafios colocados pelas mudanças climáticas e os eventos extremos. Para garantir o acesso e distribuição da água é necessário pensar além da infraestrutura e gestão voltada a este recurso. Por exemplo, a Lei das Águas do Brasil concentra as práticas institucionais voltadas para a gestão da água na calha do rio e desconsidera outras fontes, como a subterrânea e a presente no solo (água verde), por exemplo (Empinotti; Sullaiman; Sinisgalli, 2023). Entretanto, a garantia das condições de segurança hídrica perpassa a gestão da água presente na calha dos rios e em seus reservatórios.

Mas mais do que isso, como já apontado neste capítulo, a interrupção do sistema de abastecimento em consequência dos eventos extremos vem em decorrência também das fragilidades do sistema elétrico frente a queda de árvores, que por sua vez danificam as redes elétricas, que são interrompidas e impedem o bombeamento da água aos domicílios. Assim, a garantia da segurança hídrica está imbricada com outros setores e suas relações. Não é possível, no modelo atual, pensá-la no contexto das mudanças climáticas como uma solução única de armazenamento e distribuição separada de outras infraestruturas e ações.

Ao mesmo tempo, a dinâmica espacial da água em função de suas múltiplas fontes e mobilidade também nos apresenta diferentes camadas de ação e planejamento. Se a gestão da se coloca tradicionalmente em uma escala regional, que garanta a mobilidade para áreas de alta demanda, as razões pela sua falta ou excesso são também reflexo das condições locais, tanto físicas, em termos de relevo, quantidade de precipitação, presença ou não de vegetação, mas também por questões de gestão, de desigualdades produzidos por processos de urbanização e desenvolvimento. Por isso, a consideração das características locais e domiciliares valoriza a ação local, apesar de o sistema de gestão brasileiro das águas predominantemente ser orientado para as instituições e organizações regionais e federais.

A necessidade de pensar a partir de inter-relações, da intersetorialidade e do caráter espacial nos leva ao encontro dos fundamentos do planejamento territorial e da sua aplicação na temática ambiental (Favareto *et al.*, 2015; Empinotti; Sullaiman; Sinisgalli, 2023). O planejamento e a gestão ambiental territorial nos chamam a atenção para o reconhecimento das características locais, das forças mobilizadoras, tanto exógenas como endógenas, dos interesses em jogo, as consequências de escolhas sobre os múltiplos setores, as relações de interdependência e a necessidade de ação em múltiplos níveis (Berdegué; Bebbington; Escobal, 2014).

Neste contexto, o recorte municipal é chave pois é ali que as adaptações e respostas rápidas devem ocorrer. Como pensar processos de urbanização que respondam a grandes volumes de água em pouco tempo, via precipitação, ou a escassez de água e seu impacto no dia a dia das pessoas sem considerarmos o protagonismo do município e seus agentes? As respostas emergenciais, mas também a adaptação a esta nova realidade deve considerar as suas especificidades, assim como o treinamento e organização da população. A ação local é chave e precisa ser rápida.

Por exemplo, no caso do estado da Paraíba, as cidades são extremamente importantes no processo de recepção e distribuição dos recursos federais para implementação dos sistemas comunitários de abastecimento, inclusive na organização e acompanhamento da demanda por água no projeto de fornecimento através dos caminhões-pipa. Esses encontram-se na ponta dessa política pública de abastecimento, formada por uma articulação com os governos federal e estadual, envolvendo, também, a sociedade civil.

Tais estruturas respondem a uma realidade de vida em áreas de escassez hídrica, ou seja, que se constitui no tempo. A falta de água não ocorre de um dia para o outro como em uma inundação, por exemplo. Como os municípios reagem e se preparam para condições extremas, que se materializam em questão de horas e são causadas por grandes quantidades de precipitação em pouco tempo? São estas novas dinâmicas que desafiam as práticas já presentes e que chamam por um novo olhar e organização. Por um lado, as respostas precisam vir das instituições locais que conhecem as especificidades e por outro, devem reconhecer as interações setoriais que produzem tal realidade.

### **3. No que se conclui: a importância dos municípios na garantia da segurança hídrica no contexto das mudanças climáticas**

Os efeitos das mudanças climáticas são percebidos de forma mais intensa na escala municipal. Entretanto, os municípios em geral têm deixado de agir e assumir as suas responsabilidades definidas pela lei. Por exemplo, a Lei n. 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabeleceu que a eles caberia realizar a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federais e estaduais de recursos hídricos. Aos municípios também ficou a possibilidade de ter seus órgãos, cujas competências se relacionem com o campo dos recursos hídricos. Também devem fazer parte dos comitês das bacias que abranjam seu território. A Lei n. 14.026/2020, que promoveu mudanças na Política Pública de Saneamento Básico, institucionalizou de uma vez por todas a competência dos municípios face o saneamento.

O Semiárido possui arranjos multiescalares com a finalidade de promoção da segurança hídrica com a participação dos municípios. Entretanto, quando se está em análise as dinâmicas relativas à transposição do Rio São Francisco, as relações institucionais passam pela União e estados, embora os municípios participem do comitê de bacia do Rio Paraíba, por exemplo, que tem uma pequena participação na governança, na verdade, muito pequena mesmo. As ações referentes à governança da água que passa pelos eixos se dão entre a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (Codevasf), a Agência Nacional de Água e Saneamento (ANA) e a Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba (Aesa).

Porém, quando ocorre alguma interrupção do bombeamento no canal da transposição há uma forte pressão frente à bancada federal de deputados para que esses parlamentares acionem os órgãos competentes. Na prática, a Aesa não tem estrutura para gerenciamento do eixo leste e norte da transposição, ficando ainda esse processo a cargo do Ministério do Desenvolvimento Regional. E aqui não se trata de uma crítica, mas uma constatação durante o projeto, o que precisa mudar com um maior investimento em recursos humanos especializados nessa agência diante do crescimento de suas atribuições regionais.

Na própria Constituição Federal de 1988 não cabe aos municípios a titularidade sobre corpos hídricos, sendo reservada apenas aos estados e à União essa prerrogativa. A complexidade do arranjo federativo brasileiro, no que tange à gestão e à governança dos recursos hídricos, demonstra que o papel das cidades não é tão decisivo na tomada de decisão efetiva (Empinotti; Gontijo Jr.; Oliveira, 2018), embora sua relação com o parlamento brasileiro seja muito forte na captação de recursos, leia-se emendas parlamentares para a realização de obras de infraestrutura, ou mesmo manutenção de programas como do carro-pipa, das cisternas e dessalinização, e também manutenção dos equipamentos da transposição. Os municípios são importantes na construção de uma agenda de prioridades orçamentárias junto aos parlamentares, especialmente em tempos de Congresso Nacional muito forte, que detém as emendas impositivas, de bancadas e outras. O município acaba sendo um ator muito forte na política de abastecimento local.

Já no contexto do sudeste brasileiro, especificamente na região metropolitana de São Paulo, a condição de insegurança hídrica é impactada pela escassez da água e por inundações que destroem e danificam a infraestrutura que garante o acesso à água para parte da população. Assim, a (in)segurança hídrica é impactada na escala regional pela falta de água a ser distribuída e, na escala local, com o excesso de água e a ocorrência de enchentes que levam a destruição da infraestrutura existente.

Assim, observamos que tais eventos demandam ações antecipatórias e precaucionárias resilientes às mudanças climáticas. Isto implica na necessidade de respos-

tas para os extremos de precipitação e decorrentes das enchentes, mas também a outros extremos climáticos nos biomas, como as secas, que requerem abordagens multidisciplinares, inclusivas e justas de enfrentamento desses complexos desafios.

Muitas ações de adaptação demandam identificação de áreas vulneráveis baseadas em fatores como topografia, tipo de solo e vegetação e recorrência de eventos climáticos extremos. É crucial projetar de forma adequada os potenciais riscos futuros para evitar a implementação de medidas de adaptação baseadas apenas nos riscos presentes. Além disso, fatores como governança, financiamento, conhecimento e diferenças culturais influenciam a capacidade de planejamento e implementação de opções de adaptação. A necessidade de um enfoque territorial, que articula estes vários aspectos é gritante.

A adaptação eficaz requer uma abordagem holística que combine medidas de curto, médio e longo prazos. Iniciativas de curto prazo, como sistemas de alerta precoce e evacuação, são essenciais para mitigar os impactos imediatos dos eventos extremos, como deslizamentos, inundações e tempestades. No entanto, para enfrentar os desafios de longo prazo, como o aumento da frequência e intensidade dos eventos climáticos extremos, são necessárias estratégias de adaptação que incluam investimentos em infraestrutura resiliente, planejamento urbano sustentável, restauração dos biomas e rápida redução das emissões de gases de efeito estufa para limitar o aquecimento global.

Enquanto estratégias de adaptação, as Soluções Baseadas na Natureza (SBN) compõem parte das estratégias para promover uma maior resiliência climática, principalmente nas áreas urbanas e no gerenciamento de recursos hídricos. Em termos de biodiversidade, se enfatizam a restauração e preservação dos ecossistemas como uma forma de garantir a resiliência dos serviços ecossistêmicos essenciais, que incluem o armazenamento de carbono, a regulação da água e a proteção contra erosão (Brasil, 2016).

As SBN são um caminho potencial para a reaproximação das cidades com as infraestruturas verdes naturais. Para que sejam eficazes, é fundamental que considerem as condições ambientais específicas de cada território, incluindo clima, tipo de solo, vegetação nativa e desafios ambientais locais, como erosão, poluição hídrica e inundações. No ambiente urbano, por exemplo, essas soluções podem envolver a criação de corredores ecológicos ou infraestrutura verde para conectar áreas naturais, facilitando a migração de espécies e promovendo a biodiversidade.

Dessa forma, portanto, os municípios são pedra angular na política climática nacional, de tal sorte que é muito difícil pensar em uma governança adequada sem a participação desses no processo de segurança hídrica em contexto climático adverso. Porém, ainda sofrem com a falta de preparo ou de *staff* que possa fazer face às necessidades de uma política e uma prática de planejamento

territorial chave para a manutenção da vida, que necessita de pessoas preparadas para esse momento complexo vivenciado no mundo atual.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019.

AMBROSIO, Lais Lima *et al.* Capacidade adaptativa às secas visando segurança hídrica: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 17, n. 6, p. 4554-4574, 2024.

BERDEGUÉ, Julio; BEBBINGTON, Anthony; ESCOBAL, Javier. Conceptualizing spatial diversity in Latin American rural development: structures, institutions, and coalitions. **World Development**, Amsterdã, v. 73, p. 1-10, 2014. DOI: 10.1016/j.worlddev.2014.10.015.

BERDEGUÉ, Julio; FAVARETO, Arilson. Balance de la experiencia latino-americana de desarrollo territorial rural y propuestas para mejorarla. *In*: BERDEGUÉ, Julio; FAVARETO, Arilson; CHRISTIAN, Constanza. **Quinceaños de desarrollo territorial rural em América Latina: ¿qué nos muestrala experiencia?** Buenos Aires: Teseo, 2020, p. 11-58.

BIRKENHOLTZ, Trevor. Geographies of big water infrastructure: Contemporary insights and future research opportunities. **Geography Compass**, Berlim, v. 17, n. 8, p. e12718, 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA)**. Brasília: MMA, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3bpITIO>. Acesso em: 30 de nov. de 2024.

BUDDS, Jessica; LINTON, Jamie; MCDONNELL, Rachael. The hydrosocial cycle. **Geoforum**, Londres, v. 57, p. 167-169, 2014.

COPERNICUS: 2024 is the first year to exceed 1.5°C above pre-industrial level. **Copernicus**, 10 jan. 2025. Disponível em: <https://bit.ly/4cdguyn>. Acesso em: 30 de nov. de 2024.

EAKIN, Hallie C.; LEMOS, Maria C.; NELSON, Donald R. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. **Global Environmental Change**, Amsterdã, v. 27, p. 1-8, 2014.

EMPINOTTI, Vanessa Lucena *et al.* Advancing urban water security: the urbanization of water-society relations and entry-points for political engagement. **Water International**, Nova York, v. 46, n. 6, p. 956-968, 2021a.

EMPINOTTI, Vanessa Lucena *et al.* Para além da segurança-hídrica: insegurança hídrica em moradias precárias em tempo de pandemia. *In: X ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS*, 2021, Campinas. **Anais [...]**. Recife: Even3, 2021b.

EMPINOTTI, Vanessa Lucena; GONTIJO, Wilde Cardoso; OLIVEIRA, Vanessa Elias de. Federalism, water, and (de)centralization in Brazil: the case of the São Francisco River water diversion. **Regional Environmental Change**, Berlim, v. 18, p. 1655-1666, 2018.

EMPINOTTI, Vanessa Lucena; SULLAIMAN, Samia; SINISGALLI, Paulo Antônio Almeida. No caminho da intersetorialidade: as bases para uma governança ambiental territorial na Macrometrópole Paulista. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 61, p. 332-348, 2023.

FAVARETO, Arilson. **Paradigmas do desenvolvimento rural em questão**. São Paulo: Fapesp, 2007.

FAVARETO, Arilson. A abordagem territorial do desenvolvimento rural-mudança institucional ou “inovação por adição”? **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 299-319, 2010.

FAVARETO, Arilson *et al.* Territórios importam – bases para uma abordagem relacional do desenvolvimento das regiões rurais ou interioranas no Brasil. **ReGIS**, v. 1, p. 14-47, dez. 2015.

FREY, Klaus *et al.* Polycentric water governance in the urban global south. *In: LEAL, FILHO, Walter; AZEITEIRO, Ulisses Miranda; SETTI, Andréia Faraoni F. (eds.). Sustainability in Natural Resources Management and Land Planning*. Cham: Springer International Publishing, 2021, p. 47-61.

GOUVEIA, Andreza Garcia; JOHNSSON, Rosa Maria Formiga; BRITTO, Ana Lucia Nogueira de P. Escassez hidrossocial no município de São Gonçalo, Região Metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 161-183, 2021.

GREY, David; SADOFF, Claudia W. Sink or swim? Water security for growth and development. **Water Policy**, Londres, v. 9, n. 6, p. 545-571, 2007.

HOFF, Holger. Understanding the Nexus. *In: BONN 2011 CONFERENCE: THE WATER, ENERGY AND FOOD SECURITY NEXUS – SOLUTIONS FOR THE GREEN ECONOMY*, 2011, Estocolmo. **Anais [...]**. Estocolmo: SEI, 2011. 52p.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Climate Change 2022: impacts, adaptation and vulnerability**. Genebra: WMO; Unep, 2022.

JACOBI, Pedro Roberto; CIBIM, Juliana; LEÃO, Renata de Souza. Crise hídrica na macrometrópole paulista e respostas da sociedade civil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, ago. 2015.

JEPSON, Wendy *et al.* Advancing human capabilities for water security: a relational approach. **Water Security**, Tempe, v. 1, p. 46-52, 2017a.

JEPSON, Wendy *et al.* Progress in household water insecurity metrics: a cross-disciplinary approach. **Wires Water**, Nova York, v. 4, n. 1214, p. 1-21, 2017b.

LEMOS, Maria Carmen *et al.* Advancing metrics: models for understanding adaptive capacity and water security. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, Amsterdã, v. 21, p. 52-57, 2016.

LEMOS, Maria Carmen *et al.* Building on adaptive capacity to extreme events in Brazil: water reform, participation, and climate information across four river basins. **Regional Environmental Change**, Berlim, v. 20, p. 1-13, 2020.

LINTON, Jamie; BUDDS, Jesica. The hydrosocial cycle: defining and mobilizing a relational dialectical approach to water. **Geoforum**, Londres, v. 57, p. 170-180, 2014.

LOFTUS, Alex. Water (in)security: securing the right to water. **The Geographical Journal**, Londres, v. 181, n. 4, p. 350-356, 2015.

MARENCO, José Antônio. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, São Paulo, Dossiê Água, v. 22, n. 63, 2008.

MILLINGTON, Nate. Producing water scarcity in São Paulo, Brazil: the 2014-2015 water crisis and the binding politics of infrastructure. **Political Geography**, Amsterdã, v. 65, p. 26-34, jul. 2018.

MOLLE, François. Nirvana concepts, narratives and policy models: insight from the water sector. **Water Alternatives**, Paris, v. 1, n. 1, p. 131-156, 2008.

SILVA, Helania Pereira; SANTOS, Jader de Oliveira. A segurança hídrica domiciliar e os serviços ecossistêmicos na Serra de Martins-RN. **Geografia**, Londrina, v. 28, n. 2, p. 61-79, 2019. DOI: 10.5433/2447-1747.2019v28n2p61. Disponível em: <https://bit.ly/4498IUj>. Acesso em: 20 jan. 2025.

SILVA, José Irivaldo A. O.; LEITE, Andrea Ferreira; SOUSA, Cidival Morais de. Apropriação social da água nas comunidades rurais do Semiárido: os desafios da governança. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 19, n. 2, 2023. DOI: 10.54399/rbgdr.v19i2.6755. Disponível em: <https://bit.ly/43uePSU>. Acesso em: 20 jan. 2025.

TOMAZ, Paula Alves; SANTOS, Jader de Oliveira; JEPSON, Wendy. Insegurança hídrica domiciliar e vulnerabilidade social em contexto municipal do Semiárido Cearense. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 35, p. e69988, 2023.

TRINDADE, Pedro *et al.* Antes e depois: seis meses após cheias no RS, veja como estavam e como estão lugares atingidos. **G1**, 4 nov. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/42apIa3>. Acesso em: 12 de out. de 2024.

TSUTSUI, Hugo; EMPINOTTI, Vanessa Lucena. O papel da água na atuação e reflexão do planejamento regional brasileiro: uma perspectiva histórica. **Revista Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 8, p. 121-139, 2021.

YOUNG, Sera L. *et al.*, The Household Water InSecurity Experiences (HWISE) Scale: development and validation of an household water insecurity measure for low-income and middle-income countries. **BMJ Global Health**, Londres, v. 4, n. 5, e001750, 2019.

ZEITOUN, Mark *et al.* Reductionist and integrative research approaches to complex water security policy challenges. **Global Environmental Change**, Amsterdã, v. 39, p. 143-154, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.04.010>.



## CAPÍTULO 2.

# DESAFIOS DO ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA: O CASO DO ESTADO DE SÃO PAULO E A PRIVATIZAÇÃO DA SABESP

*Amauri Pollachi  
Clariana Monteiro da S. Peixoto  
Estela Macedo Alves*

### **Introdução**

De forma geral, este texto analisa o modelo de gestão dos recursos hídricos desenvolvido no âmbito do estado de São Paulo, desde 1991, em face do avanço da privatização da prestação de serviços de saneamento, cuja maior expressão está na venda – consumada em 23 de julho de 2024 – do controle acionário da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). Discute-se o acesso à água para os grupos mais vulneráveis e as expectativas futuras quanto a sua garantia para essas comunidades. Observa-se o exercício centralizador da governança da água no estado de São Paulo e a pequena participação social efetiva, através da análise de parâmetros sociais e políticos em jogo.

Segundo Fracalanza e Paz (2021), a partir da severa crise hídrica de 2014-2015, o consumo humano da água em São Paulo não tem sido priorizado conforme a Lei Nacional de Recursos Hídricos (Lei n. 9.433/1997), a qual dispõe que, em situações de escassez, o uso prioritário da água deve ser para consumo humano e dessedentação de animais. Esse quadro decorre principalmente das práticas operacionais de redução de pressão nos sistemas de abastecimento de água realizadas, desde a crise hídrica, pela Sabesp, com o objetivo de reduzir perdas por vazamentos em tubulações e conter o consumo nas áreas periféricas da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), que conta mais de 20,7 milhões de pessoas, segundo o IBGE (Bello, 2022). Essas práticas restringem rotineiramente o abastecimento, limitando o acesso à água com efeitos deletérios para a parcela mais vulnerável da população.

Este capítulo foi desenvolvido, em linhas gerais, através de técnicas de revisão bibliográfica e de estudo de caso. A revisão faz parte das pesquisas dos autores, ao longo dos últimos dois anos, no âmbito do Projeto SegHid (Segurança Hídrica), atribuído ao processo Fapesp-Fapesq 2022/08396-0. O

estudo de caso adotado é o processo de discussão sobre privatização dos serviços de saneamento, impulsionado após a promulgação da Lei Federal n. 14.026, de 2020, que revisou o Marco Legal do Saneamento, ampliando os benefícios e incentivos à entrada do capital privado na prestação dos serviços de saneamento, mais especificamente de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Sendo assim, o período para o qual realizaram-se os estudos, vai de 2020 a 2024, ano em que, em meio a grandes controvérsias, foi efetivada a privatização da Sabesp pelo Governo do Estado de São Paulo.

O presente texto tem por objetivo discutir os desafios do abastecimento público de água, com foco nos direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário, no conceito de segurança hídrica e no papel da Sabesp, enquanto prestadora de serviços de saneamento. A hipótese defendida é a possível perspectiva de distanciamento da segurança hídrica para os grupos socioeconomicamente mais vulneráveis da RMSP.

## **1. Referencial teórico: direito humano à água e ao esgotamento sanitário (DHAES)**

A água é reconhecida como elemento fundamental para a garantia das necessidades básicas dos seres humanos desde a Conferência das Nações Unidas sobre Água, de 1977, culminando na Resolução n. 64/292, aprovada na Assembleia Geral da ONU, de 2010, que declara a “água limpa e segura e o saneamento um direito humano essencial para gozar plenamente a vida e todos os outros direitos humanos”, isto é, reconheceu-se o acesso à água e ao esgotamento sanitário como direito humano (Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas, 2010).

A afirmação do Direito Humano à Água e ao Esgotamento Sanitário (DHAES) significa que deve ser assegurado a todas as pessoas, sem qualquer discriminação, o acesso à água para uso pessoal e doméstico, segura, aceitável e acessível economicamente, bem como ao esgotamento sanitário por meio de soluções disponíveis, em todas as esferas da vida, promovendo privacidade e dignidade.

Sob esse manto jurídico, a água é um bem público, de uso comum, que o Estado tem por obrigação garantir o acesso, regulamentando e monitorando os prestadores de serviços de abastecimento para impedir violações.

Entretanto, segundo Heller (2020), a garantia do direito humano à água e ao saneamento é um desafio nacional e mundial, pois a falta de acesso à água potável e ao saneamento afeta diretamente a saúde, a segurança alimentar, a educação e o desenvolvimento econômico e social das pessoas. O acesso é limitado ou inexistente em muitas partes do planeta, evidenciando-se que as desigualdades no acesso à água potável e ao saneamento digno estão intima-

mente relacionadas a outras formas de desigualdade, como a exclusão racial e de gênero, a pobreza e a exclusão social.

Heller (2020) ressalta que a garantia de acesso universal à água potável e ao saneamento é um passo essencial para a construção de sociedades mais justas e igualitárias, mediante investimentos em infraestrutura, tecnologia e políticas públicas que garantam o acesso equitativo a esses serviços, especialmente em comunidades marginalizadas.

Ainda há um largo caminho até que seja atingido o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável n. 6, que trata de água potável e saneamento: “garantir disponibilidade e manejo sustentável da água para todos”, já que três em cada dez pessoas no mundo não têm acesso à água potável segura e mais da metade da população global não possui saneamento básico adequado, levando a doenças e mortes evitáveis (Uma em cada..., 2019). A maior parte desse contingente está situado em áreas rurais e em favelas de cidades de grande e médio porte.

Segundo a ONU (2023), estima-se que, em 2050, 70% da população mundial estará em zonas urbanas ante o atual percentual de 55%, com perspectivas de agravamento das desigualdades e da pobreza nessas áreas, com uma tendência de crescimento da população em favelas. No Brasil, essa tendência foi demonstrada pelos resultados do Censo de 2022 que encontrou 12.348 favelas, onde viviam 16,4 milhões de pessoas, equivalente a 8,1% da população do país. Em 2010, haviam sido identificadas 6.329 favelas, com 11,4 milhões de pessoas, ou 6% da população do país naquele ano (IBGE, 2024).

O DHAES, sob o aspecto econômico, deve ser assegurado por meio de preços da prestação de serviços que não impeçam o atendimento de outros direitos humanos (alimentação, educação, saúde, moradia etc.). Estudos apontam que as despesas com serviços de água e esgotos não devem superar 3% da renda familiar.<sup>1</sup>

O estricto atendimento ao DHAES significa que nenhum ser humano seja privado do volume mínimo de água para a sua subsistência, mesmo que esteja inadimplente com a prestadora de serviços de saneamento. As pessoas que se encontram em situação de rua ou que trabalham ou transitam nos centros urbanos também devem ter assegurado o direito de acesso à água potável e a um sanitário público digno.

## 2. Segurança hídrica

A pesquisa Proposta de Diretrizes e Planos para a Governança e Segurança Hídrica Adaptativa: dimensões técnica, participativa e sustentabilidade, num

---

1. Estudo disponível em: <https://bit.ly/3DOvIxl>. Acesso em: 30 out. 2024.

contexto de mudanças climáticas, nas bacias hidrográficas do Alto Tietê e do Paraíba, ou Projeto SegHid,<sup>2</sup> buscou interpretar a segurança hídrica de forma a considerar as diversas formas com que as comunidades enfrentam os problemas de escassez e de excesso de água, como modo de sobrevivência, através do conhecimento local. Desta forma, a segurança hídrica pode ser conceituada através da aprendizagem social que se obtém pela participação entre comunidades, terceiro setor, gestores e academia.

Esta definição, adotada na pesquisa SegHid e neste capítulo, se aproxima da definição de Jepson *et al.* (2017), que vê a segurança hídrica como um processo, que descreve como indivíduos, domicílios e comunidades navegam e transformam as relações hidrossociais para acessar a água de que precisam. Contrasta com o conceito oficialmente aplicado nas políticas públicas de gestão de recursos hídricos utilizada em leis, planos e programas adotados no estado de São Paulo, que a olham como um objetivo a ser alcançado em escala regional.

No Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), o termo aparece pela primeira vez na edição de 2004, e com mais frequência nos anos recentes, sem, no entanto, uma definição clara. No geral, se associa a segurança hídrica com o binômio quantidade e qualidade das águas, com foco em ações que

pudessem elevar a disponibilidade hídrica, inclusive relacionadas à gestão de demandas (redução dos índices de perdas nos sistemas de abastecimento público de água), o uso racional da água e a adoção de reúso (SIMA, 2020, p. 4).

Além disso, observa-se, especialmente no PERH 2024-2027, a inclusão de ações que atrelam as mudanças climáticas à disponibilidade hídrica e o reconhecimento da governança como fator a ser fortalecido para que se implemte ações voltadas à segurança hídrica.

Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), Alves e Fracalanza (2022) indicam que a inclusão de metas em planos e políticas também avança no sentido de propostas de governança das águas e integração de políticas. No entanto, concluem que na realidade, não há ações especificamente desenhadas em prol da segurança hídrica, já que a estratégia de ação da capital paulista para solução de problemas de segurança hídrica conta com ações que já estão em desenvolvimento e com orçamentos próprios.

Dessa forma, a preocupação em torno da desestatização da Sabesp reside na garantia da segurança hídrica enquanto um processo em que pessoas e comunidades são sujeitos de relações hidrossociais de acesso ou sonegação à água.

---

2. Processo Fapesp-Fapesq 2022/08396-0.

### 3. Água como bem comum x água como bem econômico

Como referido anteriormente, o direito humano à água remonta desde a Conferência das Nações Unidas sobre Água, em 1977. Entretanto, surgem princípios controversos que associam o acesso a um valor econômico, como na declaração da Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente (ICWE), realizada em 1992, em Dublin, na Irlanda, que estabeleceu quatro princípios fundamentais para a gestão das águas:

1. A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o ambiente;
2. O desenvolvimento e a gestão da água devem basear-se numa abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores e governos a todos os níveis;
3. As mulheres desempenham um papel central no fornecimento, gestão e proteção da água; e,
4. A água tem um valor econômico em todos os usos concorrentes e deve ser reconhecida como um bem econômico (International Conference on Water and the Environment, 1992).

O quarto princípio leva a crer que a gestão da água, como um bem econômico, é um caminho para se alcançar eficiência e uso equitativo, além de que a precificação adequada da água resultaria em seu uso ambientalmente sustentável (Murthy, 2013).

Segundo Saito (2018), a conexão entre o direito humano à água e a segurança hídrica é sempre lembrada. Isto se deve ao fato de inicialmente se conceituar a segurança hídrica como equivalente à noção de água segura para consumo.

Saito (2018) identifica que a visão da Declaração de Dublin converge com a definição de um neoliberalismo verde, que corresponderia à ideia de que o gerenciamento corporativo pode simultaneamente melhorar o serviço, melhorar a conservação de recursos considerados escassos, e produzir lucros. De acordo com Gonçalves (2021), esse tipo de discurso escalabilizou para a construção de um senso comum neoliberal, a partir de debates mundiais que: 1) alertam para a escassez de água e seu mau uso sem, no entanto, problematizar o desenvolvimento pautado no crescimento econômico e 2) colocam a água como recurso, permitindo a apropriação do mercado como agente regulador.

Ainda, há a contradição da água como bem econômico ante o conceito de segurança hídrica observado por Witter e Whiteford (1999 *apud* Saito, 2018),

que corresponde a uma condição em que há uma quantidade suficiente de água e uma qualidade necessária, a um preço acessível, tanto para atender às necessidades de curto e longo prazo, quanto para proteger a saúde, a segurança, o bem-estar e a capacidade produtiva de famílias, comunidades, bairros ou nações.

Por um lado, a Declaração de Dublin reconhece a água como um bem comum e um direito humano fundamental, enfatizando que deve ser acessível a todos e que sua gestão deve priorizar a equidade e a sustentabilidade. Isso implica que ela deve ser considerada um recurso que pertence a todos e que deve ser protegida como um bem público, não sujeita à mercantilização. Por outro lado, a declaração também sugere que a água deve ser tratada como um bem econômico, o que implica que seu uso deve ser regulado por princípios de mercado, onde o preço pode influenciar o consumo e a gestão dos recursos hídricos. Essa abordagem pode levar à privatização e à comoditização da água, colocando o controle sobre esse recurso vital nas mãos de poucos, o que pode resultar em desigualdades no acesso e na gestão, especialmente para as populações mais vulneráveis (Murthy, 2013).

Esse dilema pode ser resolvido ao se considerar outras convenções e conceitos relacionados ao direito humano à água, como o Comentário Geral n. 5, do Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais (CDESC), que afirma: “a água deve ser tratada como um bem social e cultural, e não principalmente como um bem econômico” (CDESC, 2002, item 11, p. 5). Ainda estabelece que, no que se refere ao direito à água, os Estados-Partes têm a obrigação de suprir com água, e com as instalações necessárias, todos aqueles que não possuem meios suficientes, bem como deve evitar qualquer discriminação por motivos proibitivos no acesso e na prestação de serviços de água (CDESC, 2002, item 15, p. 7).

#### **4. Discussão: processo da privatização da Sabesp**

No âmbito nacional, a regulamentação da prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário tem origem no art. 30, inciso V, da Constituição Federal de 1988, que definiu aos municípios a competência para “organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial [...]”.

A norma constitucional estabeleceu um fator de pressão sobre as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESBs), empresas de economia mista criadas nos anos 1970 para ampliar e prestar serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, conforme as regras do Plano Nacional de Saneamento (Planasa). Até então, segundo Britto *et al.* (2012), a pressão financeira e a obrigação de ceder os serviços de saneamento às CESBs não permitiram a ampla

maioria dos municípios uma capacidade de reação, tornando-os dependentes das diretrizes federais e dos contratos de concessão francamente favoráveis às CESBs.

No art. 37 da CF, conceituam-se princípios aplicáveis à administração geral: legalidade, moralidade, impessoalidade, publicidade e eficiência. Para os serviços públicos, são aplicáveis os princípios específicos de: (i) continuidade, pois o serviço público não comporta interrupção; (ii) igualdade, em que o serviço público deve ser prestado de modo que respeite a isonomia entre os usuários e (iii) mutabilidade, em que o serviço público deve se atualizar conforme as inovações tecnológicas e às necessidades de sociedade. Por fim, no art. 175 da CF, define-se que “cabe ao poder público, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos”.

A partir do texto constitucional, advieram leis que disciplinam a prestação de serviços públicos. Por um lado, a Lei n. 8.984/1995 (Lei de Concessão de Serviços Públicos) ofereceu um maior espaço à participação do setor privado na prestação de serviços públicos. Por outro, a Lei n. 11.107/2005 (Lei dos Consórcios Públicos) abriu alternativas para serviços públicos prestados por meio da cooperação e do consórcio entre os entes federativos, criando o instrumento do contrato de programa.

Em 2007, com a promulgação da Lei n. 11.445/2007 (Lei Nacional do Saneamento Básico), a regulamentação anterior foi considerada quando, por exemplo, apropriou-se do contrato de programa como um instrumento adicional à disposição dos municípios para a prestação de serviços de saneamento básico. Dessa forma, estes obtiveram condições para estabelecimento de metas e convergências com o seu planejamento urbano por meio de contratos de programa firmados com as CESBs.

Esse novo arranjo legal propiciou uma escalada de investimentos por meio do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e uma vigorosa ascensão dos indicadores de atendimento em saneamento no Brasil. Por exemplo, o percentual de moradores em domicílios com esgotamento sanitário por rede coletora, pluvial ou fossa séptica, que, em 2000, era de 59,2%, saltou para 75,2%, em 2022.

Entretanto, a partir de 2016, o recrudescimento da onda neoliberal conduziu à redução dos investimentos públicos e a uma grande pressão em favor da privatização do setor de saneamento. A revisão do Lei Nacional do Saneamento, por meio da Lei n. 14.026/2020, alterou diversos princípios do texto original, com destaque para a proibição de contratos de programa e a restrição para permissões para a prestação de serviços de água e esgoto, dificultando assim a cooperação entre os municípios e as CESBs, favorecendo sobremaneira a agressiva entrada do setor privado na prestação de serviços, principalmente por meio das

privatizações das CESBs. Observe que, em 2020, 4.060 dos 5.570 municípios do país (73% do total) tinham serviços de água e esgoto prestados por CESBs.

Diversos estudos convergem em afirmar que a Lei n. 14.026/2020 permitiu um aumento expressivo da participação do mercado na gestão e orientação da política de saneamento brasileira, transformando as lógicas que orientavam o setor (Mizuta; Soares, 2023). Pollini *et al.* (2021, p. 11) trazem um balanço e perspectivas após aprovação do novo Marco Legal, em que esquematizam quatro principais eixos de mudança: (i) uniformização regulatória; (ii) incentivo à regionalização da gestão dos serviços públicos de saneamento básico; (iii) abertura do mercado de prestação para a iniciativa privada e (iv) definição de metas de universalização, para 2033.

Uma mudança significativa diz respeito à alteração na forma de prestação dos serviços, que deixam de ser exclusivamente diretos ou delegados para adotar a modalidade de concessão. Isso implica na eliminação progressiva dos contratos de programa e, a partir de então, todos os serviços de saneamento básico devem ser concedidos por meio de licitação, abrindo espaço para a concorrência entre empresas privadas e estatais. A principal argumentação é que a competição poderia resultar na escolha de empresas mais eficientes, com maior capacidade de atingir a universalização dos serviços. Contudo, essa proposta é controversa, visto que o setor de saneamento é reconhecido como um monopólio natural, conforme observam Mizuta e Soares (2023). Nesse contexto, a facilitação da atuação de empresas privadas pode intensificar a acumulação de capital financeiro nos setores de utilidade pública, resultando em uma exploração ainda mais acentuada do saneamento no Brasil, que privilegia interesses mercadológicos e oligopolistas em detrimento das necessidades sociais e de equidade no acesso aos serviços essenciais.

O reflexo dessa nova orientação política para o saneamento refletiu no forte interesse do mercado para a privatização da empresa considerada a “joia da coroa” do setor.

Em São Paulo, no final de 2023, a Sabesp era a maior empresa de saneamento das Américas e a terceira maior do mundo, atendendo mais de 30 milhões de pessoas, em 375 municípios paulistas. Em 310 deles havia atingido as metas de universalização de acesso ao saneamento previstas na Lei Federal n. 11.445, de 2007, com o atendimento superior a 99% da população com água potável e a 90% com coleta e tratamento de esgotos. No período de 2012-2023, em média, lucrou R\$ 3 bilhões/ano, investiu R\$ 5,3 bilhões/ano e repassou ao Estado cerca de R\$ 410 milhões/ano, mantendo tarifas residenciais das mais baixas do país, comparativamente a empresas privadas e a outras estatais. Além disso, o seu plano de investimentos estava equacionado

e considerado apto pela agência reguladora para atingir a universalização em quase todos os demais municípios antes de 2033. Silva e Fracalanza (2023) observam que, antes mesmo da sua privatização, a Sabesp já obedecia a uma orientação mercadológica pois, sendo de economia mista desde sua criação, em 1973, foi a primeira empresa do setor de saneamento público no Brasil a abrir o seu capital na Bolsa de Valores de São Paulo.

Embora a Sabesp ostentasse um quadro econômico-financeiro, técnico e regulatório extremamente positivo, bastante à frente dos indicadores de qualquer empresa do ramo – pública ou privada – no país, desde o início de sua gestão, em janeiro de 2023, o novo governo estadual colocou prioridade máxima na privatização da empresa mediante a redução da participação acionária do Estado, com poder de voto de 50,3% para 18%.

A administração do abastecimento de água por empresas privadas não é algo novo, tanto no Brasil quanto no cenário internacional (Silva; Fracalanza, 2023). Porém, chamam a atenção os casos de injustiça ambiental decorrentes dessa política, associada à dificuldade e desigualdade no acesso à água, em que a população de mais baixa renda, que menos contribui com o consumo de água e que menos gera lixo, é aquela que tem menor acesso ao saneamento básico, seja abastecimento em quantidade e regularidade de água, em coleta de esgotos ou mesmo de lixo (Fracalanza; Freire, 2015).

Os dados do Censo IBGE 2022 mostram que, embora mostrem avanços positivos na quantidade de pessoas atendidas com abastecimento de água e esgotamento sanitário, está presente um quadro de disparidade do acesso de acordo com a raça/cor (Leite, 2024). Em entrevista, Ricardo Moretti afirma:

Entre os pretos e pardos, que compõem mais da metade da população brasileira, o percentual de pessoas sem acesso adequado ao esgoto chega a alarmantes 68,6%. Enquanto isso, entre os brancos, esse número é de 29,5% nota Moretti. No abastecimento de água, a desigualdade é igualmente gritante: os pretos e pardos representam 72% da população sem acesso adequado à água, em comparação com os brancos, que correspondem a 24% (Leite, 2024).

Esse quadro de injustiça ambiental poderá ser agravado em face da privatização da Sabesp, pois há questionamentos se prestadores de serviços de saneamento de natureza privada poderão alcançar populações carentes de infraestrutura básica em suas moradias.

Silva (2024), em sua dissertação sobre a atuação da Sabesp nos assentamentos precários, no período de 1980 a 2022, no município de São Paulo,

traçou um panorama que mostra alguns avanços significativos da empresa no atendimento à população vulnerável, que se alternam com descontinuidades associadas a processos de urbanização e regularização fundiária. Apesar da Sabesp, desde 1997, dispor de parte de seu capital negociado no mercado, em que havia a disputa interna entre a missão social e a busca de resultados financeiros, persistiram os investimentos em sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário nas favelas e comunidades urbanas bem como em programas de inclusão como o “Água Legal”, institucionalizado por acordos entre a empresa e a prefeitura.

Silva (2024), no entanto, aponta que “as políticas de atendimento da Sabesp não preveem acessibilidade física e econômica para um fornecimento de água em volume mínimo necessário para a sobrevivência”, independente da capacidade de pagamento. Visto que resta “levar saneamento à população mais pobre que não dispõe dos serviços e que possui baixa capacidade de pagamento”, serão necessárias altas somas de investimentos sem retorno financeiro para os novos “donos” da empresa, tornando esse público suscetível de recusa ao atendimento mediante justificativas de obediência legal a questões fundiárias ou outras que caracterizam um impedimento ou, no mínimo, um extenso adiamento para o atendimento.

Segundo Pollachi, Ferrara e Silva (2020), a pandemia de covid-19 evidenciou as capacidades diferenciadas entre as classes sociais, de condições de moradia e de infraestrutura que produziram experiências desiguais de escassez de água na RMSP, a partir da crise hídrica de 2014-2015, entrelaçando-se a desigualdade das infraestruturas e a capacidade de armazenamento de água dos socialmente mais desfavorecidos, mais ainda daqueles cuja moradia sequer possui estrutura para o uso de caixas d’água.

Empinotti *et al.* (2021), em estudo realizado na capital, relatam que mesmo em áreas já regularizadas, um dos principais problemas identificados é a escassez de água durante a noite. De acordo com Botton (2023 *apud* Silva, 2024), a falta de água à noite é um problema relevante, uma vez que os moradores ficam desabastecidos por longos períodos, gerando insegurança hídrica devido à irregularidade no fornecimento.

A segurança hídrica em torno do abastecimento de água à população de uma região conurbada, como a RMSP – assentada quase que integralmente sobre a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – passou pela vivência largamente estudada da crise hídrica de 2014-2015.

Sob esse aspecto, Naves (2023), em artigo redigido previamente à privatização da Sabesp, afirmou que a

presença majoritária do estado na governança da Sabesp traz sinergia na articulação com os governos municipais e com os outros poderes

e prerrogativas estatais necessárias à condução do saneamento básico para toda a população. [...] [A] perda dessa sinergia revela-se temerária na medida em que possa atingir a segurança hídrica, em especial na região da Grande São Paulo, onde a escassez de água para o futuro é preocupante e os processos de outorga revelam um esgotamento possível.

Diversas medidas adotadas pela Sabesp para o enfrentamento dessa escassez hídrica, em boa parte, prejudicaram os resultados financeiros da empresa nesse período, contudo evitaram o desabastecimento total de milhões de pessoas, possibilidade bastante significativa à época. Esse conjunto de medidas colocadas em prática foram viabilizadas graças à sinergia do controle acionário em mãos do Estado. Tome-se como exemplo a adoção da tarifa de contingência que funcionou como um mecanismo de incentivo econômico para a redução do consumo pela população.

Na sua primeira fase, iniciada em fevereiro de 2014, a Tarifa de Contingência foi concebida como um mecanismo de gestão da demanda, por meio do Programa de Incentivo à Redução do Consumo de Água (Pirca), que utilizava um sistema de bônus com faixas de bonificação. Isto é para os usuários cujo consumo mensal fosse reduzido em 20% ou mais da média apurada entre os meses de fevereiro de 2013 e janeiro de 2014 receberia um desconto de 30%, entre 15% e 20% o desconto era de 20%, e entre 10% e 15% a redução era a 10% na conta (Oliveira, 2024).

Verificou-se que, apesar da majoritária adesão, uma parcela dos usuários mantinha-se em patamares superiores à média do período de referência.

Adotou-se, então, uma segunda fase do programa em que os consumidores que utilizassem água acima da meta estipulada no programa, estariam sujeitos a uma Tarifa de Contingência (ônus) correspondente a: 40% de acréscimo sobre o valor de consumo de água, aplicável a quem excedesse em até 20% a sua média; ou 100% de acréscimo sobre o valor de consumo de água, aplicável a quem excedesse a mais de 20% dessa média (Oliveira, 2024).

Oliveira (2024) aponta que o resultado entre receitas e gastos com esse programa foi negativo em cerca de R\$ 389 milhões, isto é, gerou impacto ruim sobre os resultados da empresa nessa época. No entanto, teve consequência extremamente positiva para a redução de consumo *per capita*, da ordem de 15%, e um efeito para além da crise, pois houve a incorporação de hábitos de

economia intradomiciliar pela população que levou à manutenção desse patamar de consumo nos anos subsequentes. Oliveira (2024) entende que, sob a prestação de serviços por uma empresa privada, a adoção de medida semelhante dificilmente será priorizada devido ao seu alto custo de implementação.

O saneamento de São Paulo nas mãos de instituições privadas e fundos de investimentos aponta para “a financeirização de um serviço essencial à cidadania e central para o combate aos efeitos das mudanças climáticas” (Roncaglia, 2024).

Naves (2023) afirmou que, diante da perspectiva de agravamento da crise climática, é um equívoco priorizar a busca privada por lucro e abrir mão de um modelo de empresa bem-sucedido.

A governança de recursos hídricos paulista poderia dar conta de garantir a segurança hídrica nesse ambiente de privatização do saneamento e da redução do papel do Estado na condução das políticas públicas pertinentes?

Observe que na crise de 2014-2015,

houve dificuldades para a disponibilização ou a interpretação de dados corretos e confiáveis, principalmente devido ao intuito do estado de estabelecer completo controle da narrativa mantendo-se como detentor pleno de todas as informações (Pollachi, 2021, p. 54).

Durante aquele cenário, o governo estadual controlou as narrativas e medidas adotadas, excluindo a participação de Comitês de Bacia e da sociedade civil.

Quando observamos a atuação do governo do estado de São Paulo diante da crise hídrica, vemos que a posição tomada é absolutamente contrária ao que se espera para obter-se uma boa governança da água. Com um discurso absolutamente técnico e centralizador, o estado de São Paulo afasta qualquer integração com a população, podando o envolvimento da sociedade na discussão, tanto da causa da crise, como também das possíveis soluções para o enfrentamento do problema (Jacobi; Cibim; Leão, 2015, p. 36).

É duvidoso que os Comitês de Bacia poderão influir em processos de antecipação, debate e negociação de conflitos antes, durante e após uma crise hídrica. É possível depreender que haverá ampliação dos obstáculos para essa participação (um dos pilares da governança das águas), pois a Sabesp não mais está sob controle estatal, mas sim submetida a tarifas e vínculos rigidamente contratualizados e à busca de uma elevada performance exigida (ou esperada) pelo mercado financeiro e por seus novos acionistas controladores. Esse panorama induz à possível

atuação de enfrentamento de crise de escassez hídrica pela empresa somente mediante um realinhamento tarifário, isto é, onerando a população atendida.

## **Considerações finais**

Este texto, abre a discussão sobre a afirmativa sistemática e frágil de que a privatização da prestação de serviços públicos de saneamento e a suposta eficiência do setor privado seriam a solução única para a universalização do acesso à água e ao esgotamento sanitário nos estados brasileiros, em geral, e em São Paulo, em particular.

Observa-se que a vivência da crise hídrica de 2014-2015 evidenciou o papel ativo e centralizador do estado na provisão de soluções combinadas de infraestrutura e de contenção da demanda mediante política tarifária e restrição de consumo. Algumas soluções daquele período mantiveram-se vigentes nas relações hidrossociais, penalizando o acesso direto da população de favelas e comunidades urbanas metropolitanas às suas necessidades de uso da água, privando-a de um direito humano essencial.

Em termos gerais, o estudo de caso da privatização da Sabesp, cujo foco está em remunerar o mais rapidamente possível os seus novos acionistas, aponta para um aprofundamento da perspectiva de insegurança hídrica. O atendimento universalizado do índice de cobertura de abastecimento de água não necessariamente se traduz em acesso universal, devido à política tarifária contratualizada bem como por um viés de priorização ao atendimento de áreas com maior retorno financeiro para a empresa. Convergente com essa perspectiva, o novo CEO da Sabesp afirmou em entrevista que a

Sabesp [...] por sua própria conta, dava desconto para alguns clientes. Fazia política pública, não era uma questão regulatória. A Sabesp não é mais controlada pelo Estado. Quem tem que fazer essa política pública é o Estado (Bethônico, 2024).

Sem o comando majoritária sobre a Sabesp, o estado de São Paulo não mais dispõe de um importante braço executivo de ação direta para o enfrentamento a uma nova crise hídrica de proporções tão ou mais severas que a de 2014-2015, fragilizando sobremaneira a capacidade de resposta do poder público para mitigação de efeitos de forma equitativa e justa sobre a população eventualmente afetada.

Dessa forma, o estado aponta para uma gestão pouco progressista do acesso à água, sem considerar o cumprimento integral dos DHAES, no que con-

cerne ao acesso seguro à água, em quantidade e qualidade adequadas, para todos, indistintamente. O contrário deveria ser feito através de planos e políticas que privilegiem “a essencialidade da água, primeiramente para os usos voltados à preservação da vida em todas as suas formas e, secundariamente, para a função econômica de geração de valor agregado” (Pollachi, 2021).

## Referências

ALVES, Estela Macedo; FRACALANZA, Ana Paula. O conceito de Segurança Hídrica no sistema de Governança da Região Metropolitana de São Paulo. **Diálogos Socioambientais**, São Bernardo do Campo, v. 5, n. 15, p. 19-22, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/4hWKqjA>. Acesso em: 30 nov. 2024.

ASSEMBLEIA GERAL DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Resolución aprobada por la Asamblea General el 28 de julio de 2010, n. 64/292**: El derecho humano al agua y el saneamiento. Genebra: ONU, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/3FKm27q>. Acesso em: 30 out. 2024.

BELLO, Luiz. CENSO 2022: **Brasil tinha 16,4 milhões de pessoas morando em Favelas e Comunidades Urbanas**. Agência IBGE Notícias, 8 nov. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/4j4rwIs>. Acesso em: 12 nov. 2024.

BETHÔNICO, Thiago. Sabesp não vai mais fazer política pública, isso é papel do Estado, afirma CEO da companhia. **Folha de São Paulo**, 10 dez. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/3XFu2Nd>. Acesso em: 10 dez. 2024.

BRITTO, Ana Lucia; CARDOSO, Audauto. **Les enjeux liés à l'occupation des berges fluviales dans la Région métropolitaine de Rio de Janeiro**: une analyse dans la perspective de la justice environnementale. Flux, v. 8990, n. 3, p. 90-101, 2012.

Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais da Organização das Nações Unidas – CDESC. **General Comment**, Gênova: CDESC, n. 15, 11-29 nov. 2002. Disponível em: <https://bit.ly/3Z7QHmb>. Acesso em: 29 out. 2024.

EMPINOTTI, Vanessa Lucena *et al.* Para além da segurança hídrica: insegurança hídrica em moradias precárias em tempo de pandemia. *In: Projeto de Pesquisa e Extensão Cartografias do acesso à água na pandemia da covid-19*. Santo André: Universidade Federal do ABC, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/444QfrR>. Acesso em: 20 nov. 2024.

FRACALANZA, Ana Paula; FREIRE, Thaís Magalhães. **Crise da água na Região Metropolitana de São Paulo**: a injustiça ambiental e a privatização de um bem comum. Geosp Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 464-478, 2015.

FRACALANZA, Ana Paula; PAZ, Mariana Gutierrez. **Água como bem comum. Ondas: Observatório Nacional dos Direitos à Água e ao Saneamento**, Brasília, 14 out. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3XEFxzM>. Acesso em: 30 out. de 2024.

HELLER, Léo. **Direitos humanos e a privatização dos serviços de água e esgotamento sanitário**: Relatório do relator especial sobre os direitos humanos à água potável e ao esgotamento sanitário. Assembleia Geral das Nações Unidas, 75ª sessão, A/75/208, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/4i00Esq>. Acesso em: 10 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE): **Censo 2022**: Brasil tinha 16,4 milhões de pessoas morando em Favelas e Comunidades Urbanas. Agência IBGE Notícias. 08 nov. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/4j4rwIs>. Acesso em 12 nov. 2024.

International Conference on Water and the Environment (1992). **The Dublin statement and report of the conference**. Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization (WMO). Disponível em: <https://bit.ly/4juElfa>. Acesso em: 02 maio 25.

JACOBI, Pedro Roberto; CIBIM, Juliana; LEÃO, Renata de Souza. **Crise hídrica na Macrometrópole Paulista e respostas da sociedade civil**. Estudos avançados, v. 29, p. 27-42, 2015.

LEITE, Gabriela. Privatização do saneamento: ameaça à saúde. **Outras Palavras**, 28 fev. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/3Y7sRq0>. Acesso em: 2 nov. 2024.

MURTHY, Sharmila. **The human right (s) to water and sanitation: History, meaning, and the controversy over-privatization**. Berkeley J. Int'l L., v. 31, p. 89, 2013.

NAVES, Rubens. Privatização da Sabesp é temerária. **Folha de São Paulo: Opinião**, 8 dez. 2023. Disponível em: <https://bit.ly/3FOCBiI>. Acesso em: 30 out. 2024.

OLIVEIRA, Hugo de. Sabesp: privatização convoca à crise hídrica. **Outras Palavras**, 1 nov. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/4cgWIHV>. Acesso em: 2 nov. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Relatório dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 2023**: Edição Especial. Genebra: Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas, 2023. DOI: <https://doi.org/10.18356/9789210024914>.

POLLACHI, Amauri. Gestão integrada e adaptativa da água: a governança da Bacia do Alto Tietê em face da escassez hídrica. **Cadernos de Campo: Revista de Ciências Sociais**, Araraquara, n. 31, p. 43-69, 2021. DOI: 10.47284/2359-2419.2021.31.4369.

POLLACHI, Amauri; FERRARA, Luciana N.; SILVA, Edson A. da. Direito à água: emergência em tempos de pandemia. *In*: CUNHA FILHO, Alexandre Jorge Carneiro da *et al.* (orgs.). **Direito em tempo de crise**: covid-19. São Paulo: Quartier Latin, 2020, v. 2, p. 189-200. ISBN: 978-65-5575-018-8.

RONCAGLIA, André. O saneamento de São Paulo foi privatizado a preços promocionais (e de forma privativa). **Carta Capital**, 25 jul. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/4hUnamg>. Acesso em: 30 out. 2024.

SAITO, Carlos Hiroo. **Segurança hídrica e direito humano à água. Ética, direito socioambiental e democracia**. 1ed. Caxias do Sul: Educs, p. 94-108, 2018.

SILVA, Francisca Adalgisa da. **A atuação da Sabesp nos assentamentos precários de 1980 a 2022: um estudo sobre São Paulo.** 2024. 219f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território) – Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo.

SIMA – Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Plano Estadual de Recursos Hídricos: PERH 2020-2023 – Sumário Executivo.** São Paulo: 2020. Disponível em: <https://bit.ly/4mJwTiS>. Acesso em: 5 maio 2025.

UMA EM CADA três pessoas no mundo não têm acesso a água potável, dizem o Unicef e a OMS. **Unicef**, 18 jun. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/4lcPKCo>. Acesso em: 27 out. 2024.

WITTER, Scott G.; WHITEFORD, Scott. Water security: the issues and policy challenges. **International Review of Comparative Public Policy**, Marselha, v. 11, p. 1-25, 1999.

# CAPÍTULO 3.

## UMA NOVA RACIONALIDADE AMBIENTAL PARA A PROTEÇÃO DA ÁGUA

*Belinda Pereira da Cunha  
José Irivaldo Alves Oliveira Silva*

### **Introdução**

A chamada Racionalidade Ambiental, apresentada por Enrique Leff, propõe o questionamento da racionalidade científica positivista, também incluindo a racionalidade econômica, de modo a buscar uma nova racionalidade ou um novo silogismo no direito que permita a inclusão de significações e o retorno da ordem simbólica para que a apropriação da natureza seja da ordem social e não apenas de ordem técnica e econômica.

O projeto epistemológico da modernidade, embasado no crescimento econômico e na hegemonia do conhecimento científico positivista, promove o desenvolvimento sustentado, que carrega as práticas de dominação econômica da natureza, constituindo estratégias fatais do desenvolvimento (Leff, 2006), levando à crise ambiental, à escassez qualitativa dos recursos naturais, à pobreza, miséria e morte.

A Racionalidade Ambiental parte de alguns aspectos que são importantes para melhor compreensão de como foi forjada, partindo da crítica à racionalidade moderna construída no contexto do Iluminismo, que ocasionou a hiperobjetivação do mundo, metástase do conhecimento, império da economia sobre os espaços da vida social, pensamento unificador, forma de existência homogeneizante, relações de dominação, marginalização de culturas, globalização de modos de fazer, criar e viver e totalização de linguagens (Leff, 2006).

O conhecimento ambiental fomenta uma epistemologia ambiental e faz parte de uma política do conhecimento, chegando a uma epistemologia política, até mesmo como estratégia para construir uma nova ordem social, com potencial em provocar uma mudança na episteme, novos significados sociais, racionalidades e realidades, novas subjetividades. Nesse contexto, o ambientalismo pode ser entendido como uma política pública do conhecimento, no campo do poder no conhecimento ambiental, em um projeto de reconstrução social a partir do reconhecimento da alteridade (Leff, 2006).

O diálogo de saberes entre o direito humano à água e o conhecimento ambiental, respeitam, antes de tudo, a confluência de direitos coletivos, neles

contidos os direitos do ser coletivo, podendo chegar-se ao ser individual. A compreensão é de que a história é produto da intervenção do pensamento no mundo, pensamento que sempre se traduz pelo conhecimento e se materializa na apropriação e transformação do meio ambiente.

Partindo das categorias de Leff, chegamos à crise da civilização para enfrentar o aquecimento global que terminou renomeado pela ONU como mudança climática, o que de toda maneira nos coloca em xeque-mate diante daquilo que muitas vezes é insuperável, para além dos conflitos socioambientais e das injustiças ambientais e climáticas, que põem à prova a vida dos menos favorecidos.

Com este olhar da racionalidade jurídica e ambiental, a partir do pensamento e ensinamentos de Enrique Leff, serão tratados alguns dos enfrentamentos da crise hídrica, partindo-se da necessidade da água para a vida e sobrevivência no planeta.

## **1. A água diante das desigualdades da injustiça ambiental**

Diante das desigualdades sociais e econômicas, sem respeito à diversidade e aos vulneráveis, que compreendem as maiorias como minorias, constata-se o meio ambiente como cenário do contexto de vida na Terra, nas mais dramáticas ocorrências, como as enchentes no Quênia, Burundi, Tanzânia, Somália, Afeganistão, Indonésia, além do estado brasileiro do Rio Grande do Sul e oeste de Santa Catarina, Nova Iguaçu no Rio de Janeiro, cidades de Minas Gerais, desertificação na Caatinga, queimadas no Cerrado, entre outras, deflagra a injustiça ambiental, em suas múltiplas formas.

O aquecimento global tem causado o aumento do nível do mar, mudando todo o ciclo pluvial, com as decorrentes cheias dos rios, que com seus transbordamentos inundam e cobrem as cidades por estes recortadas, e em suas proximidades, agravando, com as secas, as tão conhecidas nas regiões do Semiárido. Todo esse movimento de respostas da natureza às ações humanas desmedidas não foi o suficiente para detê-las, já que o desmatamento não cessou, e o Brasil é prova disso, já que as regiões Norte e Centro-Oeste permitem a passagem ainda mais veloz das chuvas, que poderiam diminuir caso passassem por florestas que não estão mais como antes, ampliando e recrudescendo ainda mais as desigualdades, com a afetação das ocorrências catastróficas da natureza decorrentes das ações humanas, num cenário de injustiça ambiental.

*La justicia ambiental se inscribe en el campo de la ecología política como el espacio de controversias del sentido de lo justo; como el espacio de manifestación de los conflictos socio-ambientales derivados de la injusticia de la*

*soberanía del régimen ontológico en el que se inscribe la racionalidad jurídica de la modernidad; y como el desafío de constituir un régimen jurídico no hegemónico que permita dirimir pacíficamente dichos conflictos; que establezca las reglas de convivencia de diferentes modos de comprensión de la vida y de los diversos modos de habitar el planeta, en las condiciones de la vida. Contra toda hegemonía capaz de regir a un mundo en el que conviven diferentes modos de vida, la justicia ambiental reclama “el derecho a tener derechos”, a la legitimidad de los diversos códigos de justicia (Leff, 2022, p. 68).*

*El concepto de “justicia ambiental global” establece un punto de observación y abre un espacio para analizar críticamente las diversas formas de injusticia socio-ecológica que ocurren como un proceso global de dominio, desplazamiento y sojuzgamiento de diversos territorios de vida a lo largo y ancho del orbe, permitiendo actuar críticamente dentro de las luchas socio-ambientales locales de resistencia que emergen ante diversas problemáticas ecológicas y en diferentes contextos políticos. La Justicia Ambiental es un concepto clave para enfocar una mirada crítica sobre estos movimientos emergentes de Resistencia en el reclamo de los derechos existenciales de la ciudadanía, los pueblos, y en general, de todas las comunidades humanas. Los discursos de resistencia y de rexistencia emergen de campañas y movimientos de base como los del racismo ambiental, la biopiratería, la deuda ecológica, la justicia climática, la soberanía alimentaria, los desplazamientos territoriales, y el derecho universal al agua (Leff, 2022, p. 72).*

## **2. Gestão da água como elemento natural vital**

O papel desempenhado pela água sobre a manutenção da vida na Terra é substancial em suas diversas dimensões, considerando a própria sobrevivência humana, as relações de dependência entre organismos vivos e elementos naturais, bem como a conservação e o equilíbrio da biodiversidade (Bacci; Pataca, 2008).

A relação de dependência direta com a água foi estabelecida desde o surgimento dos primeiros organismos, para grande parte das formas de vida, inclusive a humana, seu uso torna-se vital para o perfeito funcionamento orgânico.

No entanto, deve-se considerar que esta interação é mais ampla e complexa, sendo que a água é recurso fundamental para o desenvolvimento econômico e o bem-estar social, o que torna seu uso imprescindível para a agricultura, geração de energia, promoção da saúde básica e melhoria de demais setores (Silva; Cunha, 2020).

Com o aumento constante da população e o crescimento socioeconômico, a utilização da água torna-se cada vez mais desenfreada, os problemas com

relação à quantidade e qualidade tendem a ser intensificados com as mudanças climáticas que, provocadas pelo aquecimento global e pela utilização insustentável por parte da sociedade, vêm provocando inundações, escassez e má qualidade deste elemento essencial aqui tratado como recurso natural.

Diante do cenário cada vez mais crítico dos recursos hídricos, as discussões sobre a governança passaram a ser mais frequentes, destacando estudo e análise da água, saneamento básico, nível da qualidade para consumo, reutilização e outros aspectos, verificando uma complexidade quanto ao seu gerenciamento, necessitando de normas cada vez mais específicas para garantir o seu controle e qualidade, principalmente quando possui como objetivo sua reutilização para agricultura ou consumo.

O contexto da crise ambiental, sob esta ótica, necessita estabelecer uma coerência que busque o equilíbrio entre crescimento econômico e a proteção e manutenção dos meios naturais, sob uma nova racionalidade ambiental a impor uma reformulação radical do modelo de desenvolvimento vigente, repensando a sua teoria e as suas instituições (Peralta *et al*, 2018).

A má gestão da qualidade da água, além do descaso para o saneamento básico com tratamento de água e esgoto, teve seus piores dias ao ser deflagrada a pandemia provocada pelo Sars-Cov-2, com o fator agravante para a dificuldade de uma boa governança dos recursos públicos e naturais, diante da possível relação entre transmissão da covid-19, malária, dengue, dentre outras contaminações, agravadas pelo gerenciamento da água.

### **3. Água e os aspectos histórico-jurídicos no Brasil**

A imersão nas questões jurídicas acerca da água, da crise ambiental e da racionalidade, com as perspectivas da saúde e do saneamento, no Brasil, em suas regiões, além de algumas visões de outros países, propõe reflexão com a necessária visão holística que o tema alberga, que eclodiu na crise pandêmica que exaltou as crises ambientais, sobretudo desencadeadas pela crise hídrica como verdadeira síncope no sistema sanitário-brasileiro.

No afã de compreender o traçado histórico das leis e proteção jurídica da água, no Brasil, será feita uma passagem histórica pelo Código das Águas, bem como da Constituição Federal, na aplicação dos direitos de terceira geração, que dizem respeito ao meio ambiente sustentável, incluindo a utilização das águas de maneira consciente e com objetivo de não esgotar os recursos naturais terrestres, garantindo-a para as futuras gerações.

Busca-se refletir a utilização da água também relacionada à função social e ambiental da atividade agrícola praticada pelos particulares que

usufruem da extração das águas públicas, desde a construção histórica da proteção jurídica da água como bem essencial à vida.

As questões acerca dos estudos e perplexidades da sustentabilidade socioambiental para o direito ocupam a agenda e os debates em vários centros, no Brasil e no mundo, recortando a multiplicidade das áreas de estudos das Ciências Jurídicas, fundamentada no olhar histórico do direito e do direito à água, a fim de alcançar os vários saberes possíveis, que permeiam a necessária comunicação entre os ramos do Direito.

A água é de alta relevância para a vida e, nesse sentido, ainda de grande importância se faz o estudo da sua otimização, uso e aproveitamento, seja para o imediato consumo humano, seja para a agricultura, indústria, bem como para todos os meios de vida, sendo o bem terrestre mais precioso, de âmbito universal, político, nacional, internacional e transfronteiriço, trazendo impactos e desperta interesse em diversas áreas Direito, considerando o alcance nas esferas econômica, ambiental, civil, administrativa, internacional e agrária, considerada de interesse público e como tal protegida por lei (Augustin; Cunha, 2015).

Desde os primórdios, a sociedade cultua e aproveita a água para as mais diversas atividades, dentre elas a agrícola e técnicas de irrigação, como utilizadas no Rio Nilo, por exemplo, tendo ainda regras e normas sobre a água desde o Código de Hamurabi.

Entretanto, o crescimento populacional e das organizações em sociedade, ao longo dos anos, fez necessária uma nova ótica sobre a utilização e o direito à água, precisando utilizar-se de um estudo aprofundado tanto em âmbito técnico, biológico ou científico quanto em âmbito jurídico sobre o seu uso. Tal utilização de forma desenfreada e desorganizada sob o prisma jurídico, tem acarretado consequências irreversíveis para a vida e para o planeta.

O uso da água e de outros recursos naturais, sob o olhar jurídico, humano e social, deve ser feito de forma sustentável, tanto para consumo quanto para práticas agrícolas, sendo que seu melhor aproveitamento visa atender aos princípios de justiça ambiental, humana, social e econômica, com aumento da produtividade, além de que a forma sustentável utilizada e regulada por lei poderá promover o atendimento da função social e econômica necessárias às políticas ambientais, agrícola e de relações internacionais.

Nesse contexto da proteção dos recursos naturais, o uso da água é uma das reflexões mais polêmicas quando se apresenta no conflito existente entre o desenvolvimento e o direito ao meio ambiente equilibrado.

A importância do Código de Águas, instituído através de Decreto n. 24.643, de 10 de julho de 1934, para regular, controlar e incentivar o uso e o

aproveitamento das águas, traz diversas definições sobre sua utilização na lavoura, bem como delimita as diferenças entre águas públicas comuns e dominicais.

Todavia, a república fez vigorar um modelo privatista, em que o dono da terra era também proprietário de todos os recursos que se encontravam no solo, refletindo o modelo liberal que se pretendia, especialmente com a energia hidrelétrica.

Estas regras vieram à tona de modo tardio, com o Código Civil de 1916,<sup>1</sup> disciplinando a questão da matéria na Constituição de 1891, que originalmente salvaguardou apenas o direito de navegação, tendo como resultado que os grandes rios eram considerados como bens dos entes federados, mas seus afluentes e quedas d'água geralmente se mantinham como de uso do dono da terra.

Os rios maiores, navegáveis e, portanto, com função econômica, eram de propriedade da Coroa portuguesa e depois imperial, mas de uso livre às pessoas e animais. Tinha, por um lado, o objetivo de reservar o uso quando necessário (transportes em geral, mas também esforço de guerra) e por outro, refletia um modelo de “monarquia corporativa”, em que o rei sabia não poder tudo controlar.

Se era de uso comum a água para fins de subsistência, nas Ordenações Filipinas, encontramos a manutenção de poços, chafarizes e fontes, a proteção da pesca, ou a regulamentação das águas pluviais, atividades estas que entram no início da interferência estatal sobre a vida privada, reguladas posteriormente em diversos alvarás. Ou seja, tratava-se de uma questão de urbanismo, nas cidades, que passa a ser regulada no Brasil independente, pelos códigos de postura municipais e no mundo rural, a questão mantinha-se atrelada ao regime jurídico da terra (Nunes, 2019).

Via-se assim, que o direito do Império Português e a legislação do Império Brasileiro já previam reduções do direito do proprietário em situações referentes às águas. Na constituição imperial, não há referências à exploração da água ou outros recursos naturais, apenas a possibilidade de expropriação por utilidade pública (art. 179, XXII). Na constituição da primeira república, mantém-se a situação, resguardando a propriedade de minas, que dizia respeito à exploração de nascentes.

A possibilidade do uso da água para a produção de energia elétrica e a necessidade de melhorias no abastecimento de água nas metrópoles nascentes no Brasil fez com que a questão da regulamentação da matéria ganhasse fôlego.

---

1. Lei n. 3.071, de 1º de janeiro de 1916. Código Civil dos Estados Unidos do Brasil: “Art. 66. Os bens públicos são: I. Os de uso comum do povo, tais como os mares, rios, estradas, ruas e praças. [...] Art. 526. A propriedade do sobre e do sub-solo abrange a do que lhe está superior e inferior em toda altura e em toda a profundidade, úteis ao seu exercício, não podendo, todavia, o proprietário impedir trabalhos, que sejam empreendidos a uma altura ou profundidade tais, que não tenha ele interesse algum em obsta-los”.

Foi então que veio o mandamento legal da feitura de um “código de águas da república”, que ficou a encargo de Alfredo Valladão, que já havia escrito sobre a matéria, apresentando o projeto e sua exposição de motivos.

Somente na Constituição de 1934, a União passou a ter o monopólio legislativo sobre águas e a propriedade das águas passou a ser distinta do solo.<sup>2</sup> Mesmo quando fossem de propriedade privada, necessitavam de autorização federal (Nunes, 2019).

#### 4. Crise ambiental

Nada obstante, a crise ambiental está deflagrada mundialmente, à vista das mudanças climáticas aceleradas, do degelo da calota polar, das tragédias de derramamentos marítimos, do rompimento de barragens de minérios, do desflorestamento, das questões do descarte de lixo nos rios, da pandemia sistêmica pelo coronavírus, cheias catastróficas como a do Rio Grande do Sul, reverberando nos aspectos humano, político, econômico e social, procedentes da relação do homem com a natureza e das relações das pessoas entre si.

O caso da mineração *versus* qualidade da água nos rios, passando pelas usinas de Belo Monte e para além dela, a relevância estratégica no contexto de um modelo de desenvolvimento sustentável (global), que tem seu foco no uso dos recursos naturais (elementos ecológicos) ainda disponíveis, mas em crescente escassez. A questão do Brasil, como grande fonte desses recursos, na verdade pela sua vantajosa imensidão territorial, com natureza abundante, ou como preferem muitos, ainda a fornecer os finitos recursos naturais, contrapostos ao que já se chamou de grave estratificação social.

Ora, é de se ver que o equilíbrio planetário depende sistemicamente do cuidado com todos os ecossistemas, do olhar para a Amazônia conectada com a crise ambiental da água em outros continentes, destacando dentre as iniciativas internacionais de dar centralidade ao tema da água, a Diretiva Marco da Água (DMA) n. 2.000/1960/CE, elaborada no Parlamento Europeu, e que entrou em vigor em 23 de outubro de 2000. Com foco no tratamento jurídico dado à crise hídrica e sanitária, vislumbra-se solução jurídico-global, também para a questão de resíduos e da água, diante da Racionalidade Ambiental, de Enrique Leff, aqui tratada na esfera da Racionalidade Jurídica.

---

2. Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil (de 16 de julho de 1934): “Art. 118 – As minas e demais riquezas do subsolo, bem como as quedas d’água, constituem propriedade distinta da do solo para o efeito de exploração ou aproveitamento industrial”.

Quanto ao saneamento, no que tange à questão dos resíduos, não se pode perder de vista que diversos países se utilizam como solução de descarte de suas águas residuais no lançamento através de emissários submarinos no mar, com evidência de que o tratamento desses efluentes não é adequado a ponto de ensejar o transporte destes através dos mares, gerando seu acúmulo para serem lançados para além de seus territórios de origem.

Considerando este cenário e padrão de relacionamento da sociedade com o meio ambiente, questiona-se se o modelo de desenvolvimento permite ressignificar a relação ser humano/sociedade/natureza, viabilizando os meios de exploração dos recursos naturais sem comprometer os seus limites quantificativos, oportunizando ganhos econômicos, humanos, ambientais e sociais proporcionais e razoáveis.

A racionalidade econômica baseada em formas depredatórias de apropriação dos recursos naturais ocasiona o distanciamento simbólico em relação à natureza, uma vez que reifica os bens ambientais em virtude de um padrão globalizado e tecnológico de vida.

Decorre daí a crítica deste modelo e a busca de novas estratégias de ressignificação e apropriação dos recursos naturais, diante de uma nova racionalidade jurídica e ambiental.

## **5. Uma nova Racionalidade Jurídica**

A partir do modelo de desenvolvimento latino-americano e brasileiro, busca-se apontar estratégias para solucionar a crise de desenvolvimento que se perfaz no século XXI, fazendo-se ao final, escolha por uma alternativa aos modelos clássicos de desenvolvimento: a Racionalidade Ambiental, proposta por Enrique Leff, a qual é tida como modelo mais eficiente para reaproximação da sociedade com o meio ambiente natural numa relação de ressignificação das formas de apropriação e transformação dos espaços naturais em sociais.

Ante a mudança paradigmática da finitude e escassez dos recursos naturais, empreendida em meados do século XX até a atualidade, a literatura ambiental tem apontado que as formas de exploração do meio ambiente natural para a transformação em meio ambiente construído, do trabalho e cultural tomaram uma dimensão alarmante do ponto de vista de que não estavam permitindo o tempo necessário para recuperação das matrizes naturais do planeta.

Isso se dá devido à apropriação acelerada e em grande quantidade dos recursos do meio ambiente, com destaque para as finalidades de produção e comercialização, cujas atividades implicavam e implicam grande impacto,

particularmente em virtude da poluição generalizada da terra, do ar, da água e da flora, além da distribuição nada equânime dos mesmos.

Antes da década de 1950, a visão predominante era a da infinitude dos recursos naturais do planeta, o que justificava formas depredatórias de exploração do meio ambiente natural, cuja perspectiva iniciou um processo de mudança com novas teorias ambientalistas que passaram a alertar para a finitude e escassez qualitativa dos recursos naturais e apontar para uma crise que ameaça as várias formas de vida do planeta (Araujo, Barbosa, 2012).

O debate desenvolvimentista não é exclusivo nem da ciência econômica nem da jurídica, mas pode ser visto a partir destas duas lentes que, isoladamente ou em conjunto, têm potencial para revelar aspectos importantes ao estudo do tema.

É importante esclarecer a relação jurídica feita na presente reflexão, em razão do ciclo hidrológico da água, da crise hídrica-ambiental e das mudanças climáticas agravadas pela ação humana, em suas atividades econômicas e de exploração.

A questão de analisar e buscar formas de desenvolvimento que coadune interesses por vezes opostos, tal como acontece com o econômico, o social e o ambiental, é desafio para a ciência jurídica, notadamente para a ciência jurídico-ambiental, que trata de estudar meios, caminhos e instrumentos de ordenação das diferentes aspirações sociais individuais, coletivas e institucionais, que deve enfrentar tamanha complexidade de modo a cumprir seu papel social de orientação e determinação de padrões e critérios que sirvam de diretrizes para ações comunitárias, governamentais e decisões judiciais que impliquem na resolução de interesses em conflito.

## **6. A racionalidade ambiental da água**

No que se refere à água, há fatores que são de exclusiva responsabilidade de uma racionalidade planificadora, que abrange justamente a ação do homem na modificação do território, seja desviando um rio, construindo represas, transportando a água em tubulações, canalizando rios, transpondo bacias hidrográficas, e até mesmo deixando de realizar o necessário saneamento ou gestão das comportas de um volumoso rio, como o Guaíba (Silva, Cunha, 2020).

A crise da água, analisada sob o prisma sócio-político-jurídico, é revelada na expressão dos territórios hidrossociais,<sup>3</sup> sendo uma primeira pre-

---

3. “*Combined with the transformation of water’s terrestrial and atmospheric circulation, they produce distinct forms of hydro-social circulation and new relationships between local water circulations to global hydrological circuits* (Combinados com a transformação da circulação terrestre e atmosférica da água, eles produzem formas distintas de circulação hidro-social e novas relações entre a circulação local da água e os circuitos hidrológicos globais)” (Silva; Cunha, 2020, p. 46, tradução livre).

missa para pensar a condição da crise, ou seja, mencionando a ação das relações sociais, relações de poder na mudança da própria gestão da água ao longo do tempo e espaço (Silva; Cunha, 2020).

Analisados sob as variáveis da crise ambiental e da crise hídrica para o Direito, a água deve ser considerada como também sendo os rios, mares e lagos intocados, dentro há uma ação social, político e jurídica que modela seu acesso e sua distribuição em múltiplos usos, que constroem e reconstroem territórios.

A circulação da água faz parte do processo econômico, de circulação de dinheiro e capital, bem como de outros serviços de bens urbanos, compondo a economia política que estrutura relações de poder, interferindo diretamente numa suposta forma e coerência do espaço urbano (Silva; Cunha, 2020).

A abordagem hidrossocial vê a circulação da água como um processo físico e social combinados, como um fluxo hibridizado, em que a natureza e a sociedade se fundem de maneira inseparável, permitindo um olhar holístico ao fenômeno (Silva; Cunha, 2020).

Em termos do potencial mundial do estoque de água, temos os territórios que mais e os que menos detém água, não significando que a população e as atividades como um todo sejam plenamente atendidas, em detrimento daqueles que apresentam menor quantidade de água disponível, destacando-se a América Latina como muito privilegiada, no que se refere ao estoque de água.

É possível verificar que a água se distribui irregularmente pelo planeta, considerando que, geograficamente, há disponibilidades muito diferenciadas, o que tem se potencializado ainda mais diante das mudanças climáticas.

Ora, a água é essencial em qualquer processo de desenvolvimento, em que os maiores usuários são países e continentes que lideram a lista dos mais desenvolvidos economicamente, sendo 75% de toda água utilizada por apenas seis países, o que indica uma concentração absurda no uso. Interessante ressaltar quanto à sua utilização em atividades econômicas: cerca de 90% da água está direcionada para agricultura e indústria, respondendo o consumo doméstico em torno de 10% (Silva; Cunha, 2020)

Duas questões são fundamentais para uma análise da crise hídrico-sanitária, sendo a primeira delas a distribuição de água mais pródiga para uns territórios do que para outros pela própria dinâmica do planeta e a outra, a água sendo maciçamente utilizada para a produção de alimentos e nos processos industriais, o que demanda também mais infraestrutura hídricas, represas, aquedutos, transposições, poços, dessalinização, reuso, entre outros, pois a água não está disponível em todos os lugares.

Há um ciclo hídrico que abastece os corpos, tais como rios, aquíferos, mares e lagos existentes e daí extraímos a água para nossos múltiplos usos,

fazendo-a chegar até seu destino, geralmente o mais próximo das aglomerações urbanas possível, onde seja mais necessária segundo a racionalidade e dinâmica econômico-social.

Diante de um critério racional de justiça, que varia conforme as prioridades dos planejamentos governamentais, com o ciclo hidrológico modificado nos centros urbanos de modo a fazer chegar a água conforme os interesses postos, ressalta-se a importância de normas e políticas que busquem equilibrar essa equação vital.

Uma outra premissa, chave ou elemento de compreensão da crise é o direito humano à água e ao saneamento básico, estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU) em resolução, no ano de 2010, e reforçado nos Objetivos de Desenvolvimento do milênio (ODS), na meta 6, que prevê o acesso universal à água e ao saneamento até 2030.

Sendo assim, quanto ao direito humano de acesso à água e ao saneamento, bem como os princípios que regem o nosso ordenamento jurídico e de outros países, têm como pilares estruturais para uma política pública, a imprescindível universalidade de seu acesso.

Todos devem ter disponível esse líquido vital, por tratar-se de uma questão de sobrevivência, além disso, a água tem uma característica muito peculiar, tendo múltiplos usos, e precisa ser fornecida para as diversas atividades humanas.

Em regra, todos os continentes, à exceção da Europa, utilizam muita água para a produção agrícola, e o prognóstico não é bom para as próximas décadas, em face do aumento exponencial de seu consumo.

A injustiça na distribuição, diante de seu acesso, não está adstrita exclusivamente ao território de um país, mas espalha-se pelo globo. As pessoas necessitam de água e o mercado também, o que aumenta a importância de instrumentos regulatórios no Direito.

Daí a crítica no Direito Internacional, segundo a qual uma fragmentação certamente contribui para manutenção dessa distribuição injusta (Echaid, 2014, p. 406):

*La tentación es precisamente la de crear regímenes plenamente autónomos cuando es posible hallar normas que puedan apartarse del derecho internacional general, a fin de ajustarse a las nuevas necesidades de sectores sociales concretos. Pero distinto es cuando la comunidad internacional encuentra temas cuya relevancia es tan trascendente que merece un desarrollo pormenorizado o un orden de preferencia diferente de algunas normas, de aquella situación en la que sectores interesados ven ventajas individuales en partir la coherencia del derecho internacional a fin de crear sub-áreas que respondan*

*a sus necesidades de manera más eficiente muchas veces, o más cómoda en otras. Esta frecuencia para apartarse de las normas generales del derecho internacional es un riesgo ya no posible sino bien palpable en nuestros días.*<sup>4</sup>

Um outro processo de exclusão ao acesso à água potável e ao saneamento básico é a distribuição difusa às populações rurais do Brasil, uma vez que somente 32% dessas têm acesso ao serviço, criando uma legião de pessoas excluídas (Heller *et al.*, 2020).

O controle político da água e de sua gestão como algo presente invariavelmente em países periféricos, especificamente os latino americanos, e como um indicador que poderia medir a intensidade da democracia numa determinada região, está diretamente ligado ao seu regime democrático, sob pena de não se poder afirmar que um país é democrático quando sua população carece de bens básicos à sobrevivência humana (Castro, 2009).

Há uma dinâmica internacional que visa não dar importância jurídica à água e ao saneamento, isso é algo recorrente, o que faz a água não ter um *status* muito proeminente no rol de direitos socioeconômicos, mesmo sendo um direito ambiental fundamental (Bulto, 2015).

Não restam dúvidas de que esse é um processo de construção social, do qual o fenômeno jurídico nasce, sendo indispensável sua concreta e efetiva implementação, caso contrário, ao se ignorar os direitos humanos, estar-se-ia negando o fenômeno jurídico como uma construção social (Feitosa, 2017):

Sob a ótica internacional, a água é estratégica e a concretização do acesso à água potável e saneamento como um direito humano fundamental dependerá da compreensão que se tem como um bem social comum, que se rege pelas regras de mercado (Echaid, 2017).

Sendo o consumo humano menor que o industrial, há de se enfrentar a questão do uso pela indústria e agricultura, sendo necessária uma regulação forte realizada pelo Estado, que não se há de curvar exclusivamente aos interesses econômicos.

---

4. A tentação é precisamente criar regimes totalmente autônomos quando é possível encontrar normas que possam desviar-se do direito internacional geral, a fim de se ajustar às novas necessidades de setores sociais específicos. Mas é diferente quando a comunidade internacional encontra questões cuja relevância é tão importante que merece um desenvolvimento detalhado ou uma ordem de preferência diferente de algumas normas, daquela situação em que os setores interessados veem vantagens individuais em iniciar a coerência do direito internacional a fim de criar subáreas que respondam às suas necessidades com mais eficiência, muitas vezes, ou mais confortáveis, em outras. Essa frequência, para se desviar das normas gerais do direito internacional, é um risco que não é mais possível, mas muito palpável em nossos dias (tradução livre).

A Cepal – Comissão Econômica para América Latina e o Caribe – já havia apontado, em seu relatório de 2011, a necessidade dos estados serem mais protagonistas, seja na instituição de normas, seja na negociação acerca dos investimentos realizados pela iniciativa privada no campo da água (Bohoslavsky; Justo, 2011).

Há a necessidade de se elevar importância do acesso à água potável e saneamento, cada vez mais pressionados pelo cenário da escassez da água doce, levando-se em conta paradoxalmente a necessidade vital do elemento ÁGUA para a manutenção da vida na Terra (Bulto, 2015).

O combate a uma visão ortodoxa da análise econômica do direito, que considera a privatização e a comodificação dos serviços como a única forma de evitar o esgotamento do recurso, não pode se dar exclusivamente pelo mercado.

Nesse contexto, a propriedade como essência da sociedade capitalista, e como divisor de águas para a transição da compreensão dos bens difusos, ultrapassando a esfera privatística de bens públicos, faz emergir, a partir do direito de propriedade, um gerador de direito de exclusão, em que a água passa a integrar o rol dos bens comuns, ou seja, espécie de bem cujo uso seria de todos, sem propriedade definida, servindo a todos indistintamente (Echaid, 2017). Em 1992, a Conferência de Meio Ambiente e Água, em Dublin, reforçou a necessidade de se considerar a água como tendo valor econômico, inclusive como forma de potencializar uma regulação do seu consumo, restringindo o seu acesso ao firmar em seu artigo 4º:

*Principio n. 4. El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico. En virtud de este principio, es esencial reconocer ante todo el derecho fundamental de todo ser humano a tener acceso a un agua pura y al saneamiento por un precio asequible. La ignorancia, en el pasado, del valor económico del agua ha conducido al derroche y a la utilización de este recurso con efectos perjudiciales para el medio ambiente. La gestión del agua, en su condición de bien económico, es un medio importante de conseguir un aprovechamiento eficaz y equitativo y de favorecer la conservación y protección de los recursos hídricos.<sup>5</sup>*

Não restam dúvidas de que há interesse do mercado, em atribuir valor econômico à água justificado pela regulação desse recurso natural, desafiado pela impossibilidade de a precificar em si, vindo a ser estabelecido um preço para o processo de distribuição, por exemplo (Echaid, 2017).

---

5. Disponível em: <https://bit.ly/43MjFcF>. Acesso em: 14 nov. 2024.

Esse é um tema polêmico e controverso, tendo em vista que tanto as empresas públicas, como as privadas cobram por esse recurso e de acordo com a Resolução da ONU n. 64/292, não se fez referência a sua precificação (ONU, 2010), embora, em 1992, tenham sido lançados os princípios supracitados acerca dos recursos hídricos que estabeleceram a importância de se regular o consumo mediante o preço.

De fato, existe uma má distribuição, há escassez em diversas regiões do planeta em virtude do próprio clima e por questões políticas, também agravada pelo modelo de desenvolvimento que provoca uma demanda cada vez maior de água, do que decorre até mesmo a chamada litigância climática, utilizada como estratégia jurisdicional ao aquecimento.

## Considerações finais

A concretização do direito à água é condição necessária para reafirmar todo o processo de conquista desse direito, incluindo a própria condição de manutenção da vida.

A crise hídrico-sanitária remete a uma crise mais ampla que não se restringe à água, envolvendo uma rede sistêmica colapsada.

Considerando a água e água residuais, têm-se um termômetro comprovado como vetor de transmissão e contágio do coronavírus e outras doenças contagiosas, que têm castigado o Brasil e o mundo.

A nova racionalidade jurídica para a proteção ambiental da água demanda um olhar consciente para o ser coletivo, por outras palavras, ao se reconhecer um direito que não é privado, exclusivo, oponível a quem quer que seja, se estará necessariamente diante do lugar comum, do direito que é do ser enquanto coletivo, não há como restringir, impedir, excluir o acesso do que a todos pertence.

A nova racionalidade ambiental, na verdade, é a racionalidade como categoria de pensamento leffiano, que propõe e reconhece a imprescindibilidade de cada ser se reapropriar da natureza, na medida em que reconhece que a todos pertence, sob pena de se ver o que temos visto a preços impagáveis, com a vida e a escassez.

## Referências

AUGUSTIN, Sérgio; CUNHA, Belinda (orgs). **Sustentabilidade ambiental: olhar jurídico** para a obra de Enrique Leff. Caxias do Sul: EDUCS, 2015.

BACCI, Denise de la Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. Educação para a água. **Estudos Avançados**, São Paulo, n. 22, p. 1-16, jul. 2008.

BOHOSLAVSKY, J. P.; JUSTO, J. B. **Protección del derecho humano al agua y arbitrajes de inversión**. Chile: Cepal, 2011.

BULTO, Takele Saboka. Muito familiar para ignorar, muito novo para reconhecer: a situação do direito humano à água em nível global. *In*: CASTRO, José Esteban; HELLER, Léo; MORAIS, Maria da Piedade. **O direito à água como política pública na América Latina**: uma exploração teórica e empírica. Brasília: Ipea, 2015.

CASTRO, José Esteban; HELLER, Léo (eds.). **Water and sanitation services**. Londres: Earthscan, 2009.

CASTRO, José Esteban. Políticas públicas de saneamento e condicionantes sistêmicas. *In*: CASTRO, José Esteban.; HELLER, L. **Políticas públicas e gestão de serviços de saneamento**. Belo Horizonte: Ed. da UFMG; Rio de Janeiro: Ed. da Fio Cruz, 2013.

ECHAID, Javier I. Sobre el derecho humano al agua y la fragmentación del derecho internacional: el régimen internacional de protección de invenciones vis-a-vis las obligaciones erga omnes en materia de derechos humanos. **Revista Electrónica del Instituto de Investigaciones “Ambrosio L. Gioja”**, Buenos Aires, ano VIII, n. 12, 2014.

ECHAID, Javier I. El régimen jurídico del arbitraje sobre inversiones y su contradicción con el régimen internacional de los derechos humanos: el caso del derecho al agua. *In*: CASTRO, José Esteban *et al.* **Tensão entre justiça ambiental e justiça social na América Latina**: o caso da gestão da água. Campina Grande: EDUEPB, 2017. E-book.

FEITOSA, Enoque. A defesa dos direitos fundamentais como direitos humanos e as tensões na forma jurídica. **Cadernos de Direito Actual**, Las Palmas de Gran Canaria, n. 5, p. 85-93, 2017.

HELLER, L.; MOTA, C. R.; GRECO, D. B. COVID-19 **faecal-oral transmission**: are we asking the right questions? *Science of the Total Environment*, n.729, p.138919, 2020.

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

LEFF, Enrique. “Los derechos del ser colectivo y la apropiación social de la naturaleza”. *In*: LEFF, Enrique. **Escuela de derecho com los ensinamientos de Enrique Leff**: Ensaíos Preliminares. Caxias do Sul: EDUCS, 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010 n. 64/292. **The human right to water and sanitation**. 2010. Disponível em: <https://bit.ly/4dQf5Pd>. Acesso em: 20 dez. 2024.

PERALTA, Carlos E.; LEITE, José Rubens Morato; DE CARLI, Ana Alice, 2018.

SILVA, José Irivaldo A. O.; CUNHA, Belinda Pereira. **Da água à pandemia**: a face real da crise apontando para novos paradigmas e soluções. Caxias do Sul: EducS, 2020.



# CAPÍTULO 4. CIDADES, GOVERNANÇA DA ESCASSEZ HÍDRICA E JUSTIÇA SOCIAL EM CONTEXTO DE EMERGÊNCIA CLIMÁTICA

*José Irivaldo Alves Oliveira Silva  
Pedro Roberto Jacobi*

## **1. Rios urbanos e desgovernança**

O padrão de urbanização urbano-metropolitano se caracteriza pela prevalência de um processo de expansão e ocupação dos espaços intraurbanos que, na maior parte dos casos, configura uma dramática realidade: baixa qualidade de vida para parcelas significativas da população. A questão das cidades é a dualidade, que, marcada exponencialmente pelo crescimento da ilegalidade urbana ao longo de décadas, tem exacerbado os problemas socioambientais que se concentram nos espaços urbanos em condições muito precárias, com acesso diferenciado aos investimentos públicos (Jacobi, 2013).

As cidades no Brasil mantêm com seus rios uma relação ambígua, pois para promover seu desenvolvimento, os impactam com a poluição, o assoreamento, o desvio de seus cursos e com a destruição das matas ciliares, provocando em muitos casos mau cheiro, mudança de coloração e incapacidade de uso original de seus recursos.

As grandes concentrações urbanas apresentam condições críticas de sustentabilidade devido ao excesso de cargas de poluição doméstica e industrial e à ocorrência de enchentes, que contaminam os mananciais, associados a uma forte demanda de água. A tendência é de crescente redução de disponibilidade hídrica dessas áreas, acrescida dos efeitos das mudanças climáticas.

A evolução da infraestrutura está produzindo uma situação crítica em decorrência da contaminação dos mananciais pelo próprio esgoto cloacal, industrial e pluvial, que provoca a redução de água segura para o abastecimento. A distribuição tem graves problemas de perdas e insuficiências e, em muitos casos, a inexistente coleta e tratamento de esgoto agrava a poluição dos mananciais, assim como as ligações clandestinas com a rede pluvial. Também cabe destacar os problemas com a drenagem urbana, que tem se tornado muito impactantes, e o aumento de enchentes e inundações, que tem causa-

do um quadro cada vez mais complexo de problemas e prejuízos de ordem econômica, assim como danos sociais e de saúde pública. A maioria dos sistemas de drenagem apresenta problemas de concepção e de manutenção das infraestruturas instaladas, tornando-se vulneráveis em cenários de aumento das chuvas decorrentes de mudanças climáticas (Nobre *et al.*, 2010). As cheias estão diretamente associadas a falhas nas várias etapas dos sistemas de drenagem, seja por erro de concepção, por falta de manutenção, por obsolescência ou pelo crescimento desordenado. O aumento de ocorrência de fenômenos extremos provavelmente acarretará sobrecarga nos sistemas e falhas mais frequentes, uma vez que maiores precipitações aumentarão as vazões geradas pelo ambiente urbano impermeabilizado (Jacobi, 2013)

Muitas cidades perderam seus rios, como é o caso de São Paulo, com o Rio Tietê que, como afirma Janes Jorge, durante mais de três séculos, se desenvolveu mantendo praticamente inalterada a conformação da bacia hidrográfica à qual se amoldava. Até o final do século XIX, ocorreram

modestas intervenções nos traçados dos rios, cujas águas já recebiam pequenas cargas de esgotos e resíduos; nas várzeas houve a introdução de animais de criação, plantas domesticadas ou exóticas, corte das matas ciliares ou de cabeceiras; e a pesca e a caça eram habituais (Jorge, 2012, p. 45).

Assim como o Tietê e outros rios que atravessam a metrópole paulista, um grande número de rios brasileiros ainda hoje é escoadouro de esgoto e dejetos. Dados do relatório Trata Brasil (2023) mostram uma realidade muito preocupante, 35 milhões de pessoas sem acesso à água potável, o que representa 16% da população brasileira, e 100 milhões sem acesso a esgoto, equivalente a 46%, sendo que apenas 51,2% do esgoto gerado é tratado. A gravidade do quadro é verificada pelo um aumento considerável da contaminação inorgânica, orgânica e de outras origens. Pesticidas, herbicidas, medicamentos e cosméticos constituem grandes ameaças à segurança hídrica em razão dos possíveis efeitos na saúde humana. Cabe ainda destacar que o desmatamento e avanço da urbanização, que aumenta a drenagem de águas contaminadas e poluídas para os mananciais, a poluição atmosférica – partículas e substâncias dissolvidas que são incorporadas aos rios, represas e mananciais –, as inúmeras atividades humanas que contaminam os sistemas superficiais e subterrâneos, notadamente poços clandestinos e fossas e as falhas na canalização de distribuição de água e contaminação, a partir das diferentes fontes (Tundisi, 2018).

Nesse sentido, em áreas contaminadas e nas urbanas sem uso, existem amplas possibilidades para se criar ecossistemas funcionais novos que gerem

serviços para promover o bem-estar das pessoas que vivem nestes territórios. E em contexto de escassez hídrica cada vez mais recorrente, há o desmatamento, que afeta os serviços ecossistêmicos e aumenta a dificuldade de reter a água das chuvas, resultado da derrubada de árvores, muitas vezes para a expansão imobiliária especulativa. O controle desse problema é difícil e envolve diferentes níveis de governo, demandando interação sistêmica.

A degradação dos córregos urbanos é um problema comum em muitas cidades, está frequentemente relacionada ao uso irregular do solo nas suas margens, supressão de matas ciliares e disposição direta de esgoto e resíduos sólidos nos corpos d'água (Tucci, 2005). Essas situações geralmente estão relacionadas a condições de vulnerabilidade social e ambiental que estão ligadas à informalidade, pobreza, condições precárias de moradia, exposição de populações a riscos – como deslizamentos e inundações – e à geração de áreas suscetíveis à proliferação de doenças (Jacobi, 2013).

Existem diversos fenômenos que afetam as águas urbanas e a sua gestão. Ocorre que a elevação das temperaturas aumenta a demanda, o que pode acarretar problemas na qualidade das águas disponíveis. Além disso, o aumento da frequência ou da intensidade das chuvas sobrecarrega o sistema de drenagem e coloca em risco as infraestruturas de abastecimento de água e coleta de esgotos, também podendo contaminar as águas subterrâneas e outros mananciais superficiais de abastecimento público. E por sua vez, alterações no nível do mar podem diminuir a água de abastecimento decorrente de intrusões salinas, levando à destruição ou comprometimento de redes de infraestrutura (Britto; Formiga-Johnsson; Carneiro, 2016).

A maioria desses assentamentos são construídos com pouco ou nenhum acompanhamento técnico, encontram-se em áreas ilegais, com invasão e ocupação irregular, que apresentam risco de deslizamento. Encontram-se também em várzeas inundáveis e áreas de proteção aos mananciais. Nos últimos anos, com a variabilidade climática e seu efeito na intensificação das chuvas, os desastres têm se multiplicado em virtude dos deslizamentos nos quais toneladas de terra e rochas rolam sobre moradias e bairros inteiros, predominantemente ocupados por famílias pobres, provocando verdadeiras tragédias urbanas. Mas cabe lembrar também que as águas invadem ruas e edificações provocando perda de bens, saúde e vidas. Essas notícias e ocorrências se repetem ano após ano. Nas cidades, os desastres naturais nas áreas mais pobres provocam impactos maiores em virtude da sua vulnerabilidade em relação aos recursos hídricos, à falta de saneamento e o contato com doenças de veiculação hídrica.

Os impactos negativos resultam principalmente da precariedade dos serviços e da omissão do poder público na prevenção das condições de vida da

população. Isto também traz à tona a contraposição do significado dos problemas ambientais urbanos e as práticas de resistência dos que “têm” e dos que “não têm”, representados sempre pela defesa de interesses particularizados que interferem significativamente na qualidade de vida da cidade como um todo.

## **2. Cidades, escassez hídrica e aceleração de incertezas**

A escassez hídrica é uma decorrência de um conjunto de fatores que não se relacionam apenas com a diminuição dos níveis normais de pluviosidade, mas de vários aspectos associados com a lógica de urbanização que reduzem a capacidade natural do ambiente em armazenar a água no solo, subsolo e nos corpos hídricos, determinada principalmente pelas características de cobertura, uso e ocupação da terra, mas também com a insuficiência na reservação, das perdas do sistema e da falta de ações preventivas, aspectos diretamente ligados à governança. Nesse sentido, os cenários tendenciais de mudança de uso das terras e de expansão da urbanização para as áreas produtoras de água, como tem sido o caso na RMSP, demandam uma articulação efetiva no disciplinamento do uso do solo e dos recursos hídricos, para garantir um uso sustentável da água e o abastecimento público com equidade, assim como a continuidade do fornecimento de serviços ecossistêmicos.

Este tema tem se tornado cada vez mais relevante, assim como as diversas respostas que se articulam em torno de múltiplas intervenções também denominadas de “Soluções Baseadas na Natureza”, que se constituem juntamente com as medidas estruturais para reduzir a insegurança hídrica. Esta mudança de lógica na governança urbana articulada com a água deve compor uma nova agenda para enfrentamento da escassez hídrica, para além das ações em escala macrometropolitana e regional, na medida em que todas estão inter-relacionadas, priorizando ações preventivas que se tornam essências face à recorrência de eventos climáticos extremos (Jacobi; Torres; Greese, 2019).

A água replica a desigualdade social, com consumo excessivo e desperdício pelos segmentos de mais renda. Isso tem implicado que uma grande parte da população, de baixa renda, não tem capacidade de armazenamento, sendo a mais afetada pelo racionamento que pode ocorrer por horas ou dias em virtude da escassez hídrica.

Além disso, em todo o país, a situação do saneamento é caracterizada pela lenta resolução das desigualdades de acesso, que afeta de forma acentuada grupos mais vulneráveis, além da qualidade diferenciada dos serviços diretamente relacionados às áreas mais valorizadas e privilegiadas.

Cabe observar também que em sistemas urbanos complexos, alguns dos desafios enfrentados incluem os interesses conflitantes entre os diferentes setores, a ausência de cooperação entre as organizações e especialistas, diferentes interpretações da gestão integrada da água, dinâmicas de poder e a falta de capacidade de intervenções (Buckeridge; Ribeiro, 2018).

Ações de recuperação de rios e córregos urbanos exigem a articulação de diferentes atores sociais em uma perspectiva multidisciplinar, considerando os corpos hídricos urbanos como sistemas socioambientais que integram fatores como ecologia, abastecimento de água, recuperação paisagística, memória das comunidades, saneamento e moradia (Silva-Sánchez; Jacobi, 2012).

### **3. Crises hídricas e a necessidade de priorizar o direito à água e a resiliência urbana**

A crise destaca as dimensões dos direitos humanos, como os princípios da transparência e da participação livre, ativa e significativa. O que se observa é que situações críticas exigem das autoridades públicas que sejam as mais transparentes e responsáveis (*accountable*). Na crise paulista se verificou um déficit democrático no momento de gestão. Nesse sentido, as restrições ao consumo de água não deveriam ser abordadas como meras decisões técnicas, mas como um processo político de tomada de decisão, pois não é algo neutro, que demanda diálogo e participação, o que possibilita resposta mais adequada para minimizar os impactos sociais da crise de abastecimento (Jacobi; Torres; Greese, 2019).

Na crise paulista, os princípios norteadores de uma das articulações com maior presença de ONG e organizações da sociedade civil destacaram: água e saneamento como direitos humanos, e não mercadoria; responsabilidade compartilhada entre diferentes níveis de governo; a recuperação e manutenção dos ecossistemas que suportam os processos de renovação da água doce. Enfatizou-se, também, a necessidade de promover uma transição do modelo de gestão atual para uma nova cultura, e que esse processo deve avançar na direção de que as políticas públicas e a governança ocorram em cinco áreas: cuidar das fontes de água em áreas rurais e urbanas; diminuir desperdício e perdas; tratar e reutilizar a água sempre que possível; rever instrumentos econômicos, como tarifas de serviços de saneamento e outorga de uso dos recursos hídricos; ampliar a participação e o controle social (Jacobi; Cibim; Leão, 2015).

Mas é importante frisar o papel de um planejamento que garantisse sistemas com maior flexibilidade, capacidade de aprendizagem com as situações encontradas e de adaptação, sintonizando esses sistemas com os conceitos mais modernos de gerenciamento e governança. Isto demanda uma visão

estratégica e de investimentos em diferentes escalas e formas de atuação, que não podem se resumir apenas a ações estruturais.

#### **4. Dois temas para reflexão:**

##### ***4.1 Transparência e participação***

A transparência possibilita ao usuário acompanhar e monitorar a qualidade da água que ele está recebendo, assim como seu fluxo, o sistema de distribuição ou a execução do tratamento de esgoto. A transparência não necessariamente pode levar à influência do processo de tomada de decisão, mas pode servir como uma ferramenta de monitoramento de ações propostas. O desdobramento de tais ações poderá fundamentar reivindicações pela melhoria do acesso à água em quantidade e qualidade para todos.

Para De Stefano *et al.* (2012), a participação pública permite que pessoas ou grupos influenciem o resultado de decisões que vão afetá-las ou que as interessem. Nesse sentido, a participação pública é amplamente considerada um fator que melhora a qualidade os processos de governança da água (Jacobi; Günter; Giatti, 2012). Porém, para que seja possível a participação pública nos processos de tomada de decisão, é necessário garantir a transparência e o acesso às informações para que os atores interessados possam se apropriar da problemática e, então, se engajar e cooperar em direção a ações de mitigação ou solução. Além da disponibilidade e do acesso, outra questão-chave relativa à transparência das informações sobre a gestão da água é que ela deve ser adaptada para ser compreendida por diferentes públicos (Jacobi; Empinotti; Grandisoli, 2018).

##### ***4.2 Governança democrática e sustentável da água***

Quanto à governança, a abordagem sistêmica ganha centralidade, pois implica a implementação de políticas públicas integradas que atendam às demandas sociais com a participação da sociedade, de forma que possam fortalecer uma gestão democrática, integrada e compartilhada (Jacobi; Cibim; Leão, 2015). Para tanto, torna-se preciso relacionar a escassez de água ao desequilíbrio no acesso e a problemas do atual modelo de governança, assim como aos conflitos da disponibilidade que afetam principalmente a população mais carente. É importante também destacar o quanto a falta de tratamento de esgoto doméstico, desmatamento e ocupação em áreas de mananciais, a falta de planejamento para a construção de novos reservatórios, a falta de investimentos para a redução de

perdas de água no sistema de distribuição e a falta de coordenação institucional devem ser considerados dentre os fatores que acentuaram o impacto de crises.

O processo de governança envolve múltiplas categorias de atores, instituições, inter-relações e temas, cada um dos quais suscetíveis a expressar arranjos específicos entre os interesses em jogo e possibilidades de negociação, trazendo aspectos de interesse de coletividades, com ênfase na prevalência do bem comum, que está diretamente relacionado com a segurança hídrica. O discurso técnico e centralizador impede o diálogo, a abordagem aberta e transparente, inclusiva e comunicativa, coerente e integrativa, equitativa e ética (Jacobi; Empinotti; Grandisoli, 2018).

As práticas de governança e a inclusão de atores sociais em novos espaços de negociação não só se tornaram chave, mas também assumem uma importância a ponto de servir como um fator de poder e influência sobre a tomada de decisão. Isto se deve ao fato de o sistema de governança ambiental ser composto pelo elemento político, que consiste em balancear os vários interesses e realidades, mas também pelo fator credibilidade, com instrumentos que apoiem as políticas e possibilitem que as pessoas acreditem nelas.

O que se enfatiza é a necessidade de promover um “fazer coletivo” que garanta uma perspectiva pautada pela ética, equidade, governabilidade participativa, sustentabilidade e direitos humanos (Arrojo, 2006).

Isso demanda um compromisso com educação focada na água em uma perspectiva ampla que possa promover mudanças no nível pessoal e cultural na direção de sociedades mais sustentáveis e solidárias. Para que esses objetivos sejam atingidos, torna-se essencial desenvolver instrumentos que possibilitem promover mudanças profundas nas escalas de valores e no modo de vida, sob uma ética que reorienta as relações sociais quanto aos usos e a percepção da água e da natureza como um todo.

Portanto, não se pode falar em ética da água sem que haja uma distribuição solidária dos recursos hídricos. As necessidades de todos os segmentos da sociedade devem ser consideradas, partindo-se do princípio da isonomia, para que todos os setores tenham seu acesso a esse bem. Também devem ser analisados os benefícios dessa distribuição em oposição aos custos sociais e econômicos, cabendo considerar as diferenças regionais.

A ênfase em práticas que estimulam a interdisciplinaridade e a transversalidade revela o potencial que existe para sair do lugar-comum, as mudanças no comportamento, a responsabilidade social e a ética ambiental. Trata-se da importância de se compreender a complexidade envolvida nos processos e o desafio de ter uma atitude mais reflexiva e atuante, por conseguinte tornando os envolvidos mais

responsáveis, cuidadosos e engajados em processos colaborativos com o meio ambiente e particularmente com a água (Jacobi; Bujak; Souza, 2018).

O caminho para sociedades mais sustentáveis se fortalece na medida em que se desenvolvem práticas educativas que, pautadas pelo paradigma da complexidade, apóiem para a sociedade como um todo e para os ambientes pedagógicos uma atitude reflexiva em torno da água enquanto parte integrante da problemática ambiental. Nessa direção, os referenciais da aprendizagem social se inserem nas práticas socioambientais educativas de caráter colaborativo, que têm se revelado como instrumentos importantes na construção de uma nova cultura de diálogo e participação (Jacobi, Grandisoli, 2017).

## 5. Algumas ideias para concluir

Processos coletivos voltados à busca de soluções adequadas e legítimas para a recuperação de rios urbanos em áreas de vulnerabilidade socioecológica devem atender às necessidades específicas impostas por esses contextos. Tais situações introduzem a necessidade premente de reequilibrar as forças sociais e superar as disparidades – que são algumas das causas profundas do problema – em um processo efetivamente inclusivo.

É fundamental criar espaços e processos que garantam a participação efetiva dos grupos sociais diretamente afetados em uma ação colaborativa que se configure como um meio de produzir empoderamento, equidade e autonomia, bem como garantir a crítica individual e coletiva, a reflexão, troca e aprofundamento de conhecimento entre todos os atores e reconhecimento dos conflitos existentes, e sua exposição e resolução.

Nessa perspectiva, processos dialógicos e de aprendizagem, práticas colaborativas e integração de saberes e setores sociais dissociados são aspectos necessários para promover transformações em direção a práticas e valores mais sustentáveis que possam promover mudanças nas realidades locais.

## Referências

- ARROJO, Pedro. Los retos éticos de la nueva cultura del agua. **Polis: Revista de La Universidad Bolivariana**, Santiago, v. 5, n. 14, 2006.
- BRITTO, Ana Lucia; FORMIGA-JOHNSON, Rosa Maria; CARNEIRO, Paulo Roberto. Abastecimento público e escassez hidrossocial na Metrópole do Rio de Janeiro. **Revista Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 183-206, jan./mar. 2016.

BUCKERIDGE, Marcos; RIBEIRO, Wagner Costa. Uma visão sistêmica das origens, consequências e perspectivas das crises hídricas na Região Metropolitana de São Paulo. *In*: BUCKERIDGE, Marcos; RIBEIRO, Wagner Costa. **Livro branco da água: a crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015 – origens, impactos e soluções**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2018.

DE STEFANO, Lucia *et al.* Public participation and transparency in water management. *In*: DE STEFANO, Lucia; LLAMAS, M. Ramón (eds.) **Water, agriculture and the environment in Spain can we square the circle?** Leiden: CRC Press, 2012, p. 217-25.

JACOBI, Pedro Roberto. Governança ambiental, participação social e educação para a sustentabilidade. *In*: PHILIPPI JR., Arlindo *et al.* **Gestão da natureza pública e sustentabilidade**. São Paulo: USP; Curitiba: UFPR; Blumenau: Furb; Barueri: Manole, 2012.

JACOBI, Pedro Roberto. São Paulo metrópole insustentável: como superar esta realidade? **Cadernos Metrôpolis**, São Paulo, v. 15, n. 29, pp. 219-239, jan./jun. 2013.

JACOBI, Pedro Roberto; BUJAK, Nicolas Luis; SOUZA, Alexandre do Nascimento. Pénurie hydrique et crise de gouvernance dans la Région métropolitaine de São Paulo. **Brésil(s): Sciences Humaines et Sociales**, n. 13, 2018.

JACOBI, Pedro Roberto; CIBIM, Juliana; LEÃO, Renata de Souza. Crise hídrica na MMP e respostas da sociedade civil. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 29, n. 84, ago. 2015.

JACOBI, Pedro Roberto; EMPINOTTI, Vanessa Lucena; GRANDISOLI, Edson. Alternativas para o futuro da água em São Paulo. *In*: BUCKERIDGE, Marcos; RIBEIRO, Wagner Costa. **Livro branco da água: a crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015 – origens, impactos e soluções**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2018.

JACOBI, Pedro Roberto; GRANDISOLI, Edson. **Água e sustentabilidade: desafios, perspectivas e soluções**. São Paulo: IEE-USP; Reconnectta, 2017.

JACOBI, Pedro Roberto; GÜNTER, Wanda Maria Risso; GIATTI, Leandro Luiz. Agenda 21 e governança. **Estudos Avançados**, v. 26, n.74, p. 331-339, 2012.

JACOBI, Pedro Roberto; TORRES, Pedro H. C.; GREESE, Eduardo Gonçalves. Governing shallow waters: SDG 6 and water security in Sao Paulo. *In*: Unesco i-WSSM. **Water security and the sustainable development goals: global water security issues (GWSI) – Case Studies**. Daejeon: Unesco i-WSSM, 2019.

JORGE, Janes. Rios e saúde na cidade de São Paulo, 1890-1940. **História e Perspectivas**, Uberlândia, v. 47, p. 103-124, jul./dez. 2012.

NOBRE, Carlos A. *et al.* **Vulnerabilidade das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo, Sumário Executivo**. São Paulo: Inpe; USP; IPT; Rio Claro: Unesp Rio Claro; Campinas: Unicamp, 2010.

SILVA-SÁNCHEZ, Solange; JACOBI, Pedro Roberto. Políticas de recuperação de rios urbanos na cidade de São Paulo: possibilidades e desafios. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, Rio de Janeiro, n. 14.2, p. 145-161, 2012.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Ranking do saneamento 2023. **Trata Brasil**, 2023. Disponível em: <https://bit.ly/42otZIE>. Acesso em: 20 set. 2024.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**: Saneamento para Todos (Programa de Modernização do Setor Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental). Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

TUNDISI, José Galizia. A crise hídrica e a qualidade da água na Região Metropolitana de São Paulo. *In*: BUCKERIDGE, Marcos; RIBEIRO, Wagner Costa. **Livro branco da água**: a crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015 – origens, impactos e soluções. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2018.

**AÇÕES**



# CAPÍTULO 5.

## ALTERNATIVAS PARA A REDUÇÃO DA INSEGURANÇA HÍDRICA: A IMPORTÂNCIA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E DA CHUVA

*Bruno Conicelli  
Oswaldo Aly Junior  
Ricardo Hirat*

### **Introdução**

A crescente demanda por recursos hídricos em um contexto de urbanização intensa, aumento da demanda da agropecuária e mudanças climáticas tem imposto desafios significativos à promoção da segurança hídrica no Brasil. A insegurança hídrica, caracterizada pela dificuldade de acesso à água em quantidade e qualidade suficientes, agrava-se em áreas urbanas densamente povoadas, como a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Nesse cenário, a diversificação da matriz hídrica emerge como uma estratégia essencial para aumentar a resiliência e garantir o abastecimento sustentável a longo prazo.

As águas subterrâneas desempenham um papel crucial nesse processo, sendo uma fonte estratégica para períodos de escassez hídrica e complemento às fontes superficiais.

Durante a crise hídrica de 2014-2016, os aquíferos da RMSP ofereceram suporte fundamental, destacando sua importância como alternativa confiável e menos suscetível a variações sazonais e mudanças climáticas (Bertolo *et al.*, 2015; Hirata *et al.*, 2015). No entanto, o uso desordenado, associado à superexploração e à falta de planejamento, resulta em rebaixamento dos níveis freáticos e contaminação, comprometendo a qualidade e a disponibilidade do recurso. Para enfrentar esses desafios, é essencial adotar uma gestão mais robusta, que inclua o controle sobre poços clandestinos, a preservação de áreas de recarga e o monitoramento contínuo da qualidade e quantidade extraída (Conicelli *et al.*, 2021a).

O Programa Água Doce é outro exemplo relevante, com foco na dessalinização de águas subterrâneas salobras no semiárido brasileiro. Esse programa combina inovação tecnológica com inclusão e gestão social, garantindo água potável para comunidades carentes e aproveitando resíduos para atividades como

dessedentação animal e agricultura. Adaptações dessa abordagem em contextos urbanos e da região do semiárido nordestino podem contribuir para ampliar a resiliência hídrica em cenários de escassez (Aly Jr.; Hirata, 2016; Aly Jr., 2019).

A captação e o uso da água de chuva é outra alternativa estratégica para aumentar a segurança hídrica. Experiências como o Programa Um Milhão de Cisternas demonstram como soluções simples e acessíveis podem transformar a realidade de comunidades vulneráveis, garantindo o acesso à água potável e reduzindo a dependência de fontes tradicionais. Em áreas urbanas, como a RMSU, a captação de água de chuva pode trazer benefícios adicionais, como a redução de enchentes e a diminuição da pressão sobre os sistemas de abastecimento. Incentivos fiscais e políticas públicas específicas podem promover a instalação de sistemas de captação, ampliando sua adoção em larga escala (Cerezini; Castro, 2024).

A integração dessas estratégias depende de políticas públicas adaptativas, de um marco regulatório robusto e da demanda da sociedade. A regulamentação da exploração das águas subterrâneas, combinada com incentivos ao uso de tecnologias emergentes, pode transformar os sistemas hídricos e aumentar sua eficiência. Além disso, a educação ambiental e a mobilização social desempenham um papel central na construção de uma cultura de uso sustentável da água, fomentando a participação das comunidades na gestão dos recursos.

As mudanças climáticas representam um desafio adicional, intensificando eventos extremos, como secas severas e chuvas torrenciais (Hirata; Conicelli, 2012; Intriago; Galvão; Conicelli, 2023). Nesse cenário, a diversificação da matriz hídrica, aliada à gestão integrada de águas subterrâneas, superficiais e de chuva, é essencial para mitigar os impactos e reduzir a insegurança hídrica (Conicelli *et al.*, 2021b; Aly Jr. *et al.*, 2022). Soluções como a recarga artificial de aquíferos e a ampliação do uso de cisternas demonstram como a inovação e a adaptação podem transformar desafios em oportunidades (Hirata; Conicelli, 2012; Hirata *et al.*, 2015).

Este capítulo busca explorar o papel das águas subterrâneas e da captação de água de chuva como componentes essenciais da segurança hídrica, analisando experiências concretas e propondo caminhos para sua ampliação. A partir da discussão sobre políticas públicas, gestão integrada e tecnologias inovadoras, pretende-se evidenciar como essas fontes podem transformar os desafios hídricos em oportunidades para o desenvolvimento sustentável, promovendo sistemas resilientes, inclusivos e capazes de enfrentar adversidades futuras.

## **1. A contribuição das águas subterrâneas para a segurança hídrica**

As águas subterrâneas desempenham um papel fundamental na segurança hídrica em escala global, especialmente em um cenário de crescente demanda por recursos hídricos e intensificação dos eventos extremos causados pelas mudanças climáticas. Este recurso, que corresponde a quase 30% da água doce disponível no planeta, representa uma fonte confiável e resiliente para abastecimento humano, irrigação agrícola e usos industriais. Diferentemente das águas superficiais, que são mais suscetíveis às variações climáticas e à ação direta do homem, as águas subterrâneas possuem uma dinâmica de recarga e armazenamento que confere maior estabilidade ao seu uso ao longo do tempo (Hirata; Conicelli, 2012). Essa característica torna os aquíferos uma alternativa estratégica não apenas em regiões áridas e semiáridas, onde a disponibilidade de água superficial é limitada, mas também em áreas urbanas densamente povoadas, onde a competição por recursos hídricos é intensa (Hirata; Conicelli, 2012; Intriago; Galvão; Conicelli, 2023).

Além de complementar os sistemas de abastecimento, as águas subterrâneas desempenham um papel essencial na regulação hidrológica, garantindo o fluxo base de rios e mananciais em períodos de estiagem. A integração desse recurso nos planos de gestão hídrica contribui para a resiliência de comunidades frente a crises de escassez, ao mesmo tempo que protege ecossistemas aquáticos dependentes. No entanto, sua exploração sustentável exige uma compreensão detalhada da dinâmica do aquífero e do seu processo de recarga, da qualidade do recurso e dos impactos das atividades humanas sobre ele (Gualli *et al.*, 2023; Intriago; Galvão; Conicelli, 2023; Conicelli *et al.*, 2021a; Galvão; Hirata; Conicelli, 2018). A preservação das áreas de recarga, o controle da contaminação e o monitoramento contínuo são fundamentais para assegurar que as águas subterrâneas continuem a oferecer suporte vital para a segurança hídrica em diversas escalas, do local ao global.

Embora não seja o tema do presente trabalho, é importante ressaltar que a elevação da oferta e disponibilidade de água não pode olvidar que a dinâmica social é um outro elemento constituinte da segurança hídrica, já que não é possível abstrair o fato da nossa sociedade ser desigual em termos econômicos e de incidência na política pública, o que resulta em processos desiguais de acesso à água.

### ***1.1 As águas subterrâneas na Região Metropolitana de São Paulo***

As águas subterrâneas desempenham um papel crucial para a segurança hídrica na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), uma das áreas urbanas mais densamente povoadas e economicamente importantes do Brasil (Conicelli,

2014; Bertolo *et al.*, 2015; Hirata *et al.*, 2015). Com uma população que ultrapassa 22 milhões de habitantes e uma infraestrutura urbana complexa, a RMSP enfrenta desafios severos relacionados à disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos. Historicamente, a região sempre teve uma dependência significativa dos recursos superficiais, com destaque para os mananciais utilizados no abastecimento público, como o Sistema Cantareira e o Sistema Alto Tietê. No entanto, crises hídricas recentes, como a de 2014-2016, expuseram a vulnerabilidade desse modelo de abastecimento, evidenciando a necessidade de diversificação das fontes de água (Bertolo *et al.*, 2015; Hirata *et al.*, 2015; Conicelli *et al.*, 2021b). Nesse contexto, as águas subterrâneas emergem como um recurso estratégico, tanto em situações emergenciais quanto como uma alternativa complementar.

A segurança hídrica, definida como a capacidade de uma sociedade em garantir água suficiente, de qualidade adequada e com acessibilidade para sustentar vidas, ecossistemas e desenvolvimento socioeconômico, tornou-se um objetivo crítico para a RMSP. A crescente pressão sobre os recursos da região é consequência direta de fatores como urbanização descontrolada, mudanças climáticas e um padrão de consumo que muitas vezes ignora as limitações dos sistemas naturais. Nesse cenário, as águas subterrâneas representam uma ferramenta valiosa, não apenas como fonte de abastecimento, mas também como um regulador crucial para reduzir os impactos de eventos extremos, como secas prolongadas e enchentes (Conicelli *et al.*, 2021b).

Os aquíferos da RMSP estão localizados em um contexto hidrogeológico diversificado, composto pelo Sistema Aquífero Cristalino (SAC) e pelo Sistema Aquífero Sedimentar (SAS). O primeiro, formado por rochas ígneas e metamórficas, possui uma baixa capacidade de armazenamento devido à sua porosidade predominantemente secundária, limitada às fraturas. Já o SAS, caracterizado por formações sedimentares como as Formações São Paulo e Resende, apresenta maior porosidade e capacidade de armazenamento, sendo amplamente explorado. A recarga desses aquíferos ocorre de maneira heterogênea, influenciada por fatores como o tipo de solo, declividade do terreno, seu uso e ocupação. Estudos indicam que as taxas de recarga variam de 106 a 437 mm/ano, sendo mais elevadas em áreas urbanizadas, onde o aporte hídrico é amplificado por vazamentos nas redes de distribuição de água e esgoto. Entretanto, a impermeabilização generalizada do solo em grandes centros urbanos reduz significativamente a infiltração direta da precipitação, criando uma dinâmica complexa entre recarga natural e antrópica (Conicelli *et al.*, 2021b).

A exploração das águas subterrâneas na RMSP é uma prática consolidada, com cerca de 12 mil poços cadastrados e um número considerável de clandestinos. Esses poços são responsáveis por uma vazão total estimada em

10 m<sup>3</sup>/s, o que representa uma parcela relevante no abastecimento de setores domésticos, industriais e comerciais (Conicelli *et al.*, 2021a; Conicelli *et al.*, 2021b). Durante a crise hídrica de 2014-2016, os aquíferos desempenharam um papel fundamental, funcionando como uma fonte de abastecimento de emergência e mitigando os impactos da escassez de água superficial. Apesar dessa relevância, a exploração desenfreada e a ausência de planejamento têm gerado impactos significativos, como o rebaixamento dos níveis freáticos. Esses fenômenos, além de comprometerem a sustentabilidade hídrica, aumentam o risco de contaminação por meio da indução de fluxos de poluentes.

A contaminação é, de fato, um dos maiores desafios associados à gestão das águas subterrâneas na RMSP. A região apresenta uma alta densidade de fontes pontuais de poluição, como postos de combustíveis, áreas industriais, lixões e sistemas de esgoto inadequados. Essas fontes liberam contaminantes como hidrocarbonetos, metais pesados e nitratos, que se infiltram nos aquíferos e comprometem sua qualidade e consumo. Adicionalmente, fontes difusas, decorrentes do escoamento superficial em áreas urbanizadas, também contribuem para a degradação da qualidade das águas subterrâneas (Hirata *et al.*, 2015; Bertolo *et al.*, 2015; Conicelli, 2014; Dae, 2012).

Além das ameaças à qualidade, os desafios de quantidade são igualmente críticos para a segurança. A superexploração das águas subterrâneas pode levar ao esgotamento dos aquíferos, comprometendo a disponibilidade de longo prazo e reduzindo sua capacidade de fornecer uma reserva estratégica em períodos de escassez. A falta de um planejamento integrado e de dados confiáveis sobre a extração e recarga dificultam a implementação de políticas efetivas. Esse cenário ressalta a necessidade de uma gestão mais robusta e adaptativa, capaz de equilibrar as demandas imediatas com a preservação dos recursos para gerações futuras (Conicelli *et al.*, 2021a).

A gestão das águas subterrâneas na RMSP enfrenta uma série de desafios estruturais. A ausência de um cadastro confiável de poços, combinado com a fiscalização insuficiente, dificulta o monitoramento e a regulamentação da exploração. Também, a ausência de uma política de comunicação e educação para diferentes setores da população e da economia relacionados com o consumo e a gestão de água. Esse quadro ocorre em um contexto no qual a falta de integração entre os órgãos responsáveis pela gestão hídrica e a ausência de políticas públicas consistentes comprometem a implementação de soluções efetivas. Apesar dessas limitações, há exemplos de abordagens bem-sucedidas em contextos internacionais que poderiam ser adaptados para a RMSP. Modelos como os Cotas, no México, que promovem a participação direta de usuários na tomada de decisões, demonstram que a descentralização e o engajamento social são fundamentais para

a gestão sustentável. Além disso, o uso de ferramentas geotecnológicas, como sistemas de informações geográficas (SIG), pode auxiliar na identificação de áreas críticas e no planejamento de ações de mitigação (Conicelli *et al.*, 2021a).

Uma estratégia essencial para assegurar a sustentabilidade hídrica na RMSP, e não somente nela, é a diversificação da matriz hídrica. A integração de diferentes fontes de água, incluindo águas subterrâneas, superficiais e de chuva, pode reduzir a pressão sobre os aquíferos e aumentar a resiliência hídrica da região. A captação de água de chuva, por exemplo, apresenta um grande potencial, especialmente em áreas urbanas densamente povoadas. Sistemas de retenção e armazenamento, como cisternas e reservatórios subterrâneos, podem não apenas complementar o abastecimento de água, mas também mitigar os efeitos da impermeabilização do solo. Outra estratégia promissora é a indução à recarga artificial de aquíferos, que consiste em infiltrar água tratada ou pluvial diretamente nos aquíferos para aumentar sua capacidade de armazenamento. Essa técnica, amplamente utilizada em países como Austrália, Espanha e Estados Unidos, poderia ser implementada em projetos piloto na RMSP, servindo como base para sua adoção em larga escala.

Além disso, tecnologias inovadoras, como a dessalinização de águas subterrâneas salobras e o reuso de águas residuais, representam alternativas viáveis para enfrentar os desafios da escassez. Embora envolvam custos iniciais elevados, essas soluções oferecem benefícios significativos em termos de segurança hídrica e sustentabilidade ambiental. A implementação de políticas públicas que incentivem a adoção dessas tecnologias é fundamental para ampliar sua viabilidade econômica e social.

O conceito de segurança hídrica vai além da simples disponibilidade de recursos. Envolve um conjunto de iniciativas que reduzam os riscos e a ausência de garantia de que a água estará disponível em quantidade e qualidade adequadas para consumo humano e o uso econômico, bem como para a manutenção dos ecossistemas. Na RMSP, a gestão integrada das águas subterrâneas com os recursos superficiais é essencial para atingir esse objetivo. Isso inclui a preservação das áreas de recarga, o monitoramento contínuo da qualidade e quantidade de água extraída e a implementação de estratégias para reduzir o consumo e aumentar a eficiência no uso da água.

Considera-se que as águas subterrâneas têm um papel enquanto recurso estratégico para a segurança hídrica da RMSP, mas sua exploração sustentável requer ações coordenadas e inovadoras. A adoção de políticas públicas eficazes, de tecnologias avançadas, com forte transparência de informações e participação social, são fundamentais para responder aos desafios relacionados à qualidade e quantidade dos recursos subterrâneos. O futuro da sustentabilidade

hídrica na RMSP dependerá da capacidade de equilibrar o desenvolvimento urbano com a preservação dos recursos naturais, especialmente das áreas verdes, que são importantes para a captação de água e recarga de aquíferos, garantindo que as águas subterrâneas continuem desempenhando seu papel essencial no abastecimento e na resiliência hídrica da região.

## **2. O Programa Água Doce e a política de adaptação às mudanças do clima para o semiárido**

Nas últimas duas décadas, o governo brasileiro promoveu várias iniciativas relacionadas com a segurança hídrica, como a transposição do Rio São Francisco, retomada das ações que envolvem o avanço da irrigação e políticas para o fortalecimento da segurança hídrica e alimentar. Inicialmente, o governo privilegiou a Região Nordeste.

No caso do Semiárido, o governo federal respaldou e apoiou a iniciativa da Articulação do Semiárido (ASA), incorporando suas metas ao Programa de Segurança Alimentar. Leis, normas e decretos foram moldando a relação entre a política de segurança hídrica e a de segurança alimentar. A disponibilidade de água para consumo humano, animal, o uso doméstico e a produção irrigada são demandas da população do semiárido e da agricultura familiar (III CNSAN, 2007; 1ª CNDRSS, 2008).

A ASA resultou da organização de um conjunto de entidades da sociedade civil: sindicatos, organizações sociais, ONGs, igrejas, entre outras, que se juntaram na defesa da mudança do foco das políticas para o Semiárido, que ela deixasse de ser “combate à seca” e se tornasse “convivência com o Semiárido”.

Uma das finalidades da ASA foi a meta de construir de “Um Milhão de Cisternas”, a partir do fortalecimento de vínculos e da organização comunitária, com uma proposta de também gerar empregos durante o processo construtivo, inclusive propondo o desenvolvimento de uma agricultura que conviva com o bioma e não uma que consome grandes quantidades de insumos e de recursos naturais.

A relação da água e segurança alimentar pode ser destacada pelas necessidades de dessedentação humana, preparo de alimentos e higiene, evitando o risco hídrico e as doenças de veiculação pela água. No caso da agricultura familiar, ela contribui para melhorar a produção de autoconsumo e a criação de animais, como também gerar excedentes comercializáveis.

A geologia e a hidrogeologia da Região Nordeste limitam a reservação e a oferta de água pelos aquíferos. Os aquíferos fraturados do cristalino possuem baixa capacidade de armazenamento e o clima da região, com taxas de

evapotranspiração anual de aproximadamente 2.500 mm, resulta num baixo excedente hídrico, com o predomínio de água salina ou salobra. Esta realidade vai dar origem aos rios intermitentes, pois a baixa capacidade de reservação subterrânea de águas reflete na vazão de base que é o que pereniza os rios.

No ano de 2011, com a constituição do Programa Água Para Todos,<sup>1</sup> buscou-se ampliar a segurança hídrica para as populações pobres e vulneráveis, principalmente aquelas localizadas na região semiárida. Este programa trabalhou com três fontes de água: as superficiais dos rios intermitentes do sertão (com pequenos barramentos), com as águas meteóricas ou de chuva (retenção e reservação em cisternas e barragens subterrâneas) e com as subterrâneas (bombeamento e dessalinização).

Como parte do Água Para Todos, o Programa Um Milhão de Cisternas, que será mais bem detalhado na segunda parte deste capítulo, coordenou as linhas de retenção e armazenamento de águas superficiais e de chuva, e o Programa Água Doce (PAD) promoveu a dessalinização de água subterrânea, em áreas comunitárias, não localizadas no interior dos estabelecimentos agropecuários, para atender estabelecimentos em fonte de água doce em seu interior (MDS, 2016).

No PAD, criado em 2004, a água fornecida para as comunidades é obtida através de processos de dessalinização por osmose reversa da água subterrânea salobra ou salina. Em 2023, o programa teve sua esfera de atuação ampliada e passou a fornecer sistemas de membrana para tratamento e purificação de águas superficiais para abastecer comunidades carentes.

Para a sua execução, o PAD selecionou inicialmente 3.145 localidades (figuras 1 e 2), com base nos critérios de índices de desenvolvimento humano, de pobreza, mortalidade infantil, a razão entre a precipitação média anual e a evapotranspiração potencial e a existência de poços perfurados e abandonados por conta da presença de água salina. A ação central do não é perfurar poços, mas sim reabilitá-los.

---

1. O Decreto n. 7.535/2011 criou o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Água, “Água para Todos”, com a finalidade de “promover a universalização do acesso à água em áreas rurais para consumo humano e para a produção agrícola e alimentar, visando o pleno desenvolvimento humano e a segurança alimentar e nutricional de famílias em situação de vulnerabilidade social”.



**Figura 1. Localidades prioritárias a serem selecionadas para implantação do Programa Água Doce**

Fonte: Ferreira, 2018a.

Além de garantir a água, em algumas localidades, o PAD tem o propósito de integrar a produção agropecuária ao processo de dessalinização, uma vez que tem uma eficiência de 40% e, ademais, em algumas comunidades, o efluente pode ser aproveitado para a dessedentação animal, a piscicultura ou, ainda, a irrigação da erva sal (*atriplex nummularia*), gramínea que absorve o sal e empregada na alimentação de ruminantes, de forma a melhorar a segurança alimentar e gerar alternativas de renda.



**Figura 2. Elementos-chave da seleção localidades prioritárias para implantação do Programa Água Doce**

Fonte: Ferreira, 2018b.

A Tabela 1 ilustra outros usos possíveis para o efluente da dessalinização. Para um total de 1.010 amostras realizadas nos poços do PAD, constatou-se que ao menos 77,42% podem ter algum tipo de uso em função das diferentes concentrações salinas, e uma pequena proporção (5%) pode servir para a dessedentação humana.

% amostras	Tipo de Consumo Possível
5%	tanto para a dessedentação humana como animal
36%	todos os tipos de dessedentação animal
23%	dessedentação de bovinos, suínos e caprinos
14%	dessedentação apenas de caprinos
22%	nenhum tipo de consumo animal

**Tabela 1. Teor de salinidade e uso potencial das águas residuárias dos dessalinizadores**

Fonte: Organizado pelo autor com base em Ferreira (2018b).

Os demais 73% podem servir para a dessedentação animal e 22% das amostras, dado o teor de salinidade, não permitem nenhum tipo de consumo

animal. No caso da dessedentação de bovinos e caprinos, 59% e 73% das amostras, respectivamente, permitem o consumo por estes animais.

Até 2024, foram atendidos mais de 150 municípios e a meta é atender outros 1.300, garantindo uma quantidade de 5 litros/dia/pessoa, já foram beneficiados mais de 260 mil indivíduos, ou seja, aproximadamente 46 mil estabelecimentos agropecuários, tendo sido instalados mais de 1.053 sistemas comunitários de dessalinização de água.

Esta vertente é muito importante como foi visto neste ponto, uma vez que a tendência é a drástica redução das chuvas no interior da Região Nordeste. A solução com cisternas foi importante no primeiro momento, mas dessalinização será cada vez mais importante no semiárido nordestino, pois será o meio de se obter maiores volumes de água na região.

### **3. Gestão da água de chuva**

#### ***3.1 A água de chuva e a emergência da gestão das diferentes fontes de água***

No Brasil, a água de chuva é a principal fonte que alimenta e reabastece os nossos mananciais. No entanto, a precipitação anual em nosso território tem uma variação muito grande, indo de menos de 500 mm de chuva, no Semiárido, até mais de 3.000 mm, na Amazônia. Na média, anualmente chove em nosso território 1.760 mm (Figura 3). Muitas vezes essa amplitude de precipitação acontece em uma mesma bacia hidrográfica, como é o caso da bacia do Rio São Francisco (ANA, 2024a).



**Figura 3. Mapa de precipitação e vazão por região hidrográfica**

Fonte: ANA, 2024.

Estimativas realizadas pela ANA indicam que o volume precipitado no território brasileiro, em 2021, foi equivalente a 15,04 trilhões de metros cúbicos. Desse volume precipitado 8,51 trilhões de  $m^3$ , ou seja, 56% do que choveu, voltou para a atmosfera por meio de evaporação e pela transpiração das plantas. Da parcela da chuva restante, parte infiltrou no solo, recarregando os aquíferos, e outra chegou a rios e córregos a partir do escoamento superficial. O Brasil também recebe água de países vizinhos, daí que escoaram pelos rios cerca de 9,5 trilhões de  $m^3$  de água e desse total, 3,3 trilhões de  $m^3$  provenientes de países vizinhos (ANA, 2024b).

É importante destacar que a infiltração de água no solo vem sofrendo alterações em razão da impermeabilização nas cidades e pela sua compactação na zona rural. Desta forma, a coleta de água de chuva (CAC) passa a ser importante pois mimetiza o processo da natureza permitindo seu uso em atividades

diversas, inclusive o consumo humano, a depender da sua qualidade. Permite também a retenção nos picos de chuva, que se tornarão cada vez mais frequentes como resultado das mudanças do clima.

No ano de 2022, em razão do agravamento dos extremos climáticos, mais de 1,5 milhão de pessoas foram afetadas por cheias (alagamentos, enxurradas e inundações), no Brasil. Por outro lado, cerca de 7 milhões foram afetadas por secas e estiagens (este último, um fenômeno de curta duração), sendo que aproximadamente metade disso vive no Nordeste, região que contabilizou 45% dos registros desse tipo de fenômeno no país (Relatório..., 2024).

Em 2024, de acordo com estudo realizado pelo Ipea, aproximadamente 876.200 pessoas, em 420.100 domicílios (8,8% da população e dos domicílios), foram impactadas diretamente pelas enchentes e deslizamentos nos 418 municípios do Rio Grande do Sul. Ainda, apontou o estudo, foram afetadas 9,7% da população (310,4 mil pessoas) e das famílias (138,8 mil famílias), que já se encontravam em situação de vulnerabilidade socioeconômica antes das enchentes, e alcançou 484 municípios (876 mil..., 2024).

Esta situação revela que para garantir o direito humano à água aprovado e incorporado à Constituição Federal no ano de 2024, em relação aos sistemas de abastecimento e drenagem urbanos, é necessário pensar de forma diferenciada do que se projetou tradicionalmente. Da mesma forma, em 2023, foi aprovada a Lei Federal n. 14.546, que trata do tema do reuso de águas cinzas e aproveitamento de água de chuva em atividades paisagísticas, agrícolas, florestais, industriais e em novas edificações.

Embora em vários países já se faça a coleta e uso de água de chuva para consumo urbano, o controle de cheias e enxurradas, e redução da poluição difusa arrastada pelas chuvas que poluem rios e córregos, no Brasil, o uso mais comum dessa água ocorre no meio rural, através da construção de açudes e barragens, ou de cisternas, que ocorre a partir de 2003, com o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC).

A gestão das águas de chuva em caso de enchentes e secas é uma meta da política nacional de adaptação às mudanças do clima. Em áreas urbanas de grandes cidades isso praticamente não ocorre, um pequeno avanço aconteceu a partir da seca de 2014, que atingiu a cidade de São Paulo e sua região metropolitana, quando se passou a coletar e usar essa fonte de água.

### ***3.2 Experiência internacional e brasileira de gestão da água de chuva***

A gestão de água de chuva não é uma prática recente, em regiões semiáridas do planeta, sob diversas formas, foram desenvolvidos sistemas de reservação

para o uso nos períodos em que não havia chuva, garantindo a segurança hídrica. Atualmente, em vários países do planeta, a prática da coleta, armazenamento e uso de água de chuva é objeto de ação de política pública e dos governos.

Na gestão da água, prevalecem as análises relacionadas com a viabilidade econômica e financeira. No entanto, isso pode não captar os benefícios deste sistema, visto que toda decisão, seja técnica ou econômica, leva em conta estritamente estes aspectos, sem considerar os demais tipos de benefícios como o controle de inundação, redução da pressão do consumo de água ao humano, entre outros.

Por parte do gestor das águas urbanas e do território, o interesse inicial pode ser a redução de picos de enchentes, principalmente em áreas de risco, por meio do incentivo à redução do volume de água de chuva que ultrapasse os limites do lote. Em algumas regiões também possibilita o uso mais eficiente da água ou mesmo de redução no consumo de água potável da rede pública, como uma das formas de postergar os investimentos em novos sistemas de captação, tratamento e distribuição. Para todos esses casos, o objeto focal é a bacia hidrográfica e o benefício coletivo a ser alcançado, com a redução nos riscos de desabastecimento ou de enchentes. No entanto, essa opção depende de políticas públicas fomentadas pelos gestores do sistema (prefeituras, concessionárias dos serviços de saneamento, Estado, comitês e agências de bacia etc.).

### *3.2.1 A experiência internacional de implementação da coleta e uso de água de chuva*

Dentre os países que não são tipicamente de semiárido, mas adotam processos de colheita e armazenamento água de chuva, podemos destacar Austrália, Bélgica, Canadá, EUA, Alemanha, Índia, Japão, Coreia do Sul, Malásia e Reino Unido. Estes usam uma grande variedade de instrumentos e ferramentas para estimular o uso dessa fonte de água, e incluem abordagens regulatórias, legislação e diretrizes de política pública para domicílios, grandes construções e a indústria, incentivos financeiros, programas de educação, campanhas de sensibilização etc. As experiências mostram que a adoção da coleta, armazenamento e uso de água de chuva pode ocorrer de duas maneiras: voluntária ou obrigatória, sendo comum ocorrer as duas formas de gestão.

No caso da voluntária, ela resulta de esclarecimento e incentivos, isso acontece em partes dos EUA, Japão e Alemanha. A captação obrigatória ocorre na Austrália, Japão, Coreia do Sul e em algumas cidades e estados dos EUA. Na Austrália, foi introduzida através da legislação e aceitação voluntária, via descontos para a adaptação de reservatórios e redução obrigatória do consumo de água da rede para novas habitações. Na Índia, em vários estados, a obriga-

toriedade mescla programas de incentivos financeiros para alguns segmentos, juntamente com sanções para aqueles que não cumprem as leis e normas. Nos EUA, o uso de água de chuva é reconhecido como um recurso para o desenvolvimento de baixo impacto e é adotado em vários locais sujeitos à escassez. O Japão não dispõe de uma legislação nacional, a adesão é voluntária e é promovida pelo governo central, a finalidade é gerenciar o escoamento de água de chuva, as inundações causadas pela urbanização e aumento das superfícies impermeáveis, aumentar o volume de água para abastecimento e prevenir catástrofes. A partir de 1995, um projeto de restauração do ciclo da água promoveu o uso de água reciclada e da chuva para recarga e manutenção de fluxo de base buscando perenizar córregos que haviam secado.

### *3.2.2 Programa Um Milhão de Cisternas: a experiência brasileira*

O uso de água de chuva é uma prática mais comum no meio rural no país, especialmente através da construção de açudes e barramentos para retenção e armazenamento para o período de seca. Essa água tem usos diversos desde a dessedentação humana e animal, até a realização de pequenos cultivos ou mesmo irrigação de salvamento. Este tipo de prática geralmente acontece por iniciativa de particulares, o poder público atua para além da propriedade privada na construção de grandes estruturas.

#### 3.2.2.1 Programa de Cisternas e outras formas de reservação de água de chuva

No semiárido brasileiro, o governo federal respaldou e apoiou a iniciativa da Articulação do Semiárido<sup>2</sup> (ASA) incorporando suas metas do Programa Um Milhão de Cisternas ao Programa de Segurança Alimentar. Desta forma, leis, normas e decretos foram construindo a ponte entre as políticas de segurança hídrica e de segurança alimentar. A disponibilidade de água para consumo humano, animal, uso doméstico e a produção irrigada são demandas da população do semiárido e da agricultura familiar (III CNSAN, 2007; 1ª CNDRSS, 2008). Uma das finalidades é o fortalecimento de vínculos e da organização comunitária, com a proposta de também gerar renda e trabalho durante o processo construtivo, propondo o desenvolvimento de uma agricultura que conviva com o bioma da

---

2. Uma das finalidades da ASA é alcançar a instalação de “Um Milhão de Cisternas” no semiárido, a partir da organização comunitária e do fortalecimento de vínculos, com a proposta de também gerar empregos durante o processo construtivo, propondo o desenvolvimento de uma agricultura que conviva com a Caatinga.

Caatinga. Vale ressaltar que a gestão da água de chuva, na agricultura familiar, contribui para melhorar a produção de autoconsumo e a criação de animais.

As cisternas se tornam importantes em razão das condições naturais de ocorrência de águas subterrâneas, em razão dos aquíferos fraturados do cristalino que possuem uma baixa capacidade de armazenamento e oferta. Esta condição, somada ao clima da região, resulta em elevadas taxas de evapotranspiração anual, de aproximadamente 2.500 mm, o que produz um baixo excedente hídrico e predomínio de água salina ou salobra. Daí a importância de trabalhar com mais de uma fonte de água.

Em 2011, com a criação do Programa Água Para Todos, o governo federal buscou ampliar a segurança hídrica e trabalhou três fontes de água: superficiais dos rios intermitentes do sertão (com pequenos barramentos), as águas de chuva (reservação em cisternas e barragens subterrâneas) e as águas subterrâneas (bombeamento e dessalinização), como já mencionado.

O “Um Milhão de Cisternas”, até o início de 2023, havia construído ou entregue ao todo 1.092.412 cisternas, tanto a de Primeira Água, que se destina ao consumo das famílias e dos animais, e armazena até 16 mil litros de água (Figura 4), e de Produção (Segunda Água), que se destina para a rega de pequenos cultivos, e armazena até 52 mil litros de água. Além das cisternas construídas em escolas.



**Figura 4. Cisterna de placa – construída pela metodologia da ASA**

Fonte: Nogueira; Milhorange; Mendes, 2020.

Trabalho realizado por Malagodi (2023) entrevistou 156 moradores do meio rural da Paraíba e revelou os diferentes usos da água da cisterna,

sendo que a água reservada e destina quase que exclusivamente para a dessedentação humana (97,4%) e elaboração das refeições (87,4%). Ainda, em bem menor porcentagem, a água é usada para o banho (38,2%), limpeza (28,3%) e lavar roupas (26,3%). O emprego da água da cisterna de consumo humano para a irrigação se faz presente em 7,2% das respostas, outros tipos de usos são praticamente insignificantes (3,3%).

Com todo o sucesso do programa, ainda estão na fila 350 mil famílias para serem atendidas, segundo a ASA, no caso da cisterna de Primeira Água, já na cisterna de produção, esse número é bem maior, 800 mil famílias aguardando (Madeiro, 2023).

#### **4. Propostas de modelos de adoção e proposições**

O PAD tem um potencial para ser ampliado, porém se fazem necessários mais estudos relacionados com determinar a vazão explorável sustentável e a resiliência desses aquíferos à exploração em períodos de seca prolongada, o tempo e a dinâmica dos processos de recarga. É necessário capacitar, nas comunidades, pessoas que operam o Sistema de Dessalinização, as equipes técnicas em temas relacionados ao funcionamento dos aquíferos, perfuração e manutenção de poços, necessários à sustentabilidade do processo de exploração dessas águas subterrâneas (Aly Jr.; Hirata, 2016).

##### ***4.1 Potencial do uso de água de chuva na Região Metropolitana de São Paulo e demais áreas metropolitanas***

Os impactos esperados das mudanças climáticas nas cidades são variados e de diferentes tipos, desde danos à infraestrutura urbana existentes provocados por eventos climáticos extremos (chuvas, secas, ventos fortes etc.), impactos sobre a disponibilidade hídrica e sobre o uso energético etc. No caso da água, os riscos se relacionam ao aumento da frequência e intensidade, ou da escassez. Desta forma, o planejamento das cidades necessita promover iniciativas para o seu enfrentamento (Cerezini; Castro, 2024).

No caso da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), é preciso considerar os seus 20,7 milhões de habitantes, distribuídos em 39 municípios. Ela enfrenta problemas de insegurança hídrica, embora possua uma precipitação anual média de 1.658 mm, concentrada principalmente no verão, vem sofrendo constantemente com enchentes e periódicos de seca, num território onde crescem as ilhas de calor.

Por sua vez, a Região Metropolitana de Campina Grande (RMCG) compreende 19 municípios e uma população aproximada de 1,4 milhão de habitantes. O Açude Boqueirão, que recebe águas da transposição do Rio São Francisco, garante um volume de 60% desse manancial, reduzindo a insegurança hídrica urbana. A RMCG se localiza numa área de transição entre o agreste e o sertão, onde precipitam aproximadamente 750 mm ao ano, concentrada praticamente nos meses de maio a julho.

O grande incentivo para a realização deste tipo de ação deve ser proveniente da articulação institucional das diferentes esferas de governo com os gestores das águas urbanas (agências e comitês de bacias e prestadores dos serviços de saneamento). Essas instituições podem estabelecer programas abrangentes e formas de incentivo aos usuários, dentre os quais a redução de impostos, tarifas e taxas para incentivar a captação, retenção e uso de água nos lotes.

Por outro lado, legislações que favoreçam o aproveitamento predial de água de chuva podem sofrer entraves quando incidem sobre edificações antigas. Estas muitas vezes possuem impossibilidades técnicas que dificultam a implantação da coleta de água. Também, em zonas urbanas mais adensadas, existe a possibilidade da água colhida ser de qualidade inferior, necessitando de tratamento.

#### ***4.2 Uso de água de chuva e o Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040***

O Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040 incluiu iniciativas para promover a gestão de água de chuva definindo o apoio à pesquisa sobre o uso de técnicas de captação de água de chuva e avaliação da eficiência dessas técnicas para auxiliar na escolha da mais adequada.

O plano também busca apoiar a geração de dados e informações para monitoramento integrado do sistema chuva-rio-aquífero, como também publicizar esses dados para a sociedade. A finalidade é promover o uso racional e sustentável da água, estimulando o aproveitamento de águas de chuvas, por meio de reservatórios de regularização de vazões, com vistas à melhoria da segurança hídrica nas bacias hidrográficas e incentivar a implantação de infraestruturas que contribuam para mitigar os impactos da ocupação e impermeabilização do solo, através do reuso e aproveitamento de água da chuva.

Aliás, as políticas de adaptação e enfrentamento às mudanças climáticas, aí incluída a segurança hídrica, e a base de dados para o seu enfrentamento deveriam ser objeto de uma grande pesquisa nacional elaborada pelo IBGE, que é o órgão oficial de produção de dados do país e que não tem sido devidamente valorizado pelos demais órgãos do governo.

## Referências

876 MIL pessoas foram diretamente atingidas pelas enchentes no Rio Grande do Sul. **Agência Gov**, 17 jul. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/43AU4oM>. Acesso em: 12 dez. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023**: informe anual. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2024a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040**. v. 1: Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021 – Relatório Pleno. Brasília: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2024b.

ALY JR., Osvaldo. **Segurança hídrica no meio rural, recursos hídricos na agropecuária e adaptação às mudanças do clima**: serviços ecossistêmicos das águas subterrâneas e aquíferas no Brasil. 2019. 195f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://bit.ly/3FLXL0K>. Acesso em: 30 nov. 2024.

ALY JR., Osvaldo *et al.* Segurança hídrica e mudanças climáticas no meio rural: a experiência de Socorro (SP). **Diálogos Socioambientais**, São Paulo, v. 5, n. 15, p. 27-30, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3QXjDZy>. Acesso em: 10 jan. 2025.

ALY JR., Osvaldo; HIRATA, Ricardo C. A. Gestión integrada del agua: el desafío de la sustentabilidad hídrica en el Programa Água Doce – Brasil. *In*: IX CONGRESO ARGENTINO DE HIDROGEOLOGÍA, 2016, San Fernando del Valle de Catamarca. **Anais [...]**. San Fernando del Valle de Catamarca: IAH Argentina, 2016, v. 1.

BERTOLO, Reginaldo Antonio *et al.* Água subterrânea para abastecimento público na Região Metropolitana de São Paulo: é possível utilizá-la em larga escala? **Revista DAE**, São Paulo, v. 63, p. 6-17, 2015.

CEREZINI, Monise Terra; CASTRO, César Nunes de. **Mudanças climáticas**: desafios para a adaptação nas regiões metropolitanas brasileiras. Brasília: Ipea, 2024, Texto para Discussão n. 2993. 43 p.

CONICELLI, Bruno Pirilo. **Gestão das águas subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (SP)**. 2014. 163f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo. DOI: <https://doi.org/10.11606/T.44.2014.tde-09102014-140000>.

CONICELLI, Bruno Pirilo *et al.* Groundwater governance: the illegality of exploitation and ways to minimize the problem. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 93, n. 1, e20200623, 2021a.

CONICELLI, Bruno Pirilo *et al.* Determining groundwater availability and aquifer recharge using GIS in a highly urbanized watershed. **Journal of South America Earth Sciences**, Amsterdã, v. 106, e103093, mar. 2021b. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2020.103093>.

CONICELLI, B, *et al.* Determining groundwater availability and aquifer recharge using GIS in a highly urbanized watershed. **Journal of South American Earth Sciences**, 106, 103093, 2021c.

CONSELHO NACIONAL DE SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL (CONSEA). **III Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (III CNSAN)**. Brasília: Presidência da República; Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional, 2007. Disponível em: <https://bit.ly/3E2iPzO>. Acesso em: 23 mar. 2017.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). Projeto Juruatuba: restrição e controle de uso de água subterrânea. *In*: SÃO PAULO. **Cadernos do Projeto Ambiental Estratégico Aquíferos**. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica; Instituto Geológico; Secretaria de Estado do Meio Ambiente; Secretaria de Estado de Saneamento e Energia, 2012. 109p.

FERREIRA, Renato Saraiva. Programa “Água Doce”: empowering brazilian north-east rural communities to desalinated drinking water access. *In*: 8º FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA, 2018, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, 2018a..

FERREIRA, Renato Saraiva. **Programa “Água Doce”**. Brasília: UnB, mar. 2018b.

GALVÃO, Paulo; HIRATA, Ricardo A. C.; CONICELLI, Bruno Pirilo. Estimating groundwater recharge using GIS-based distributed water balance model in an environmental protection area in the city of Sete Lagoas (MG) – Brazil. **Environmental Earth Sciences**, Berlim, v. 77, n. 398, p. 1-19, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12665-018-7579-z>.

GUALLI, Alexander *et al.* Estimating groundwater recharge and precipitation sources of the Zamora River Basin, southeastern Ecuador, using GIS and stable isotopes. **Environmental Earth Sciences**, Berlim, v. 82, n. 400, 2023. DOI: <https://bit.ly/43Rf3Dg>.

HIRATA, Ricardo C. A.; CONICELLI, Bruno Pirilo. Groundwater resources in Brazil: A review of possible impacts caused by climate change. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 84, p. 297-312, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0001-37652012005000037>.

HIRATA, Ricardo C. A.. O sistema aquífero Guarani e a crise hídrica nas regiões de Campinas e São Paulo (SP). **Revista USP**, São Paulo, v. 106, p. 59-70, 2015. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p59-70>.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Primeira Conferência Nacional de Desenvolvimento Rural Sustentável e Solidário (1ª CN-**

**DRSS**). Brasília: MDA; Ipea, ago. 2008. Disponível em: <https://bit.ly/4hVja4W>. Acesso em: 21 set. 2017.

INTRIAGO, Angel; GALVÃO, Paulo; CONICELLI, Bruno Pirili. Use of GIS and R to estimate climate change impacts on groundwater recharge in Portoviejo River watershed, Ecuador. **Journal of South America Earth Science**, Amsterdã, v. 124, e104288, abr. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JSAMES.2023.104288>.

MADEIRO, Carlos. Programa Cisternas tem pior resultado em 2022 e gera espera por água no NE. **Notícias Uol**, 29 jan. 2023. Disponível em: <https://bit.ly/4iNDN4i>. Acesso em: 22 dez. 2024.

MALAGODI, Edgard (org.). **A lição da cisterna**. Campina Grande: EDUEPB, 2023. 455p. E-book. Disponível em: <https://bit.ly/3FKhrSX>. Acesso em: 15 out. 2024.

NOGUEIRA, Daniela; MILHORANCE, Carolina; MENDES, Priscylla, Do Programa Um Milhão de Cisternas ao Água para Todos: divergências políticas e bricolagem institucional na promoção do acesso à água no Semiárido brasileiro. . **IdeAs** [em negrito], 1 mar. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3SNU3ao>. Acesso em: 23 mar. 2020. DOI : <https://doi.org/10.4000/ideas.7219>.

RELATÓRIO Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil atualiza informações sobre águas do País. **Agência Gov**, 2 fev. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/4jd4jEi>. Acesso em: 23 set. 2024.



# CAPÍTULO 6.

## EFICIÊNCIA DA OPERAÇÃO DO RESERVATÓRIO EPITÁCIO PESSOA NO CONTEXTO DA ALOCAÇÃO NEGOCIADA DE ÁGUA E DA TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO

*Alana de Sousa Pinheiro  
Ana Carolina Lima de Souza Onias  
Camilo Allyson Simões de Farias*

### **Introdução**

As regiões sujeitas a estresses hídricos, como as secas, frequentemente enfrentam conflitos pelo uso da água, o que exige estratégias eficientes na gestão dos recursos disponíveis (Nunes; Ribeiro, 2021). Nesse contexto, a Resolução da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) n. 411/2005 autorizou o uso dos recursos hídricos do Rio São Francisco para a implementação do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF). Como evidenciado por Moraes *et al.* (2020), essa iniciativa visou garantir a segurança hídrica em áreas vulneráveis a eventos extremos.

A severa seca que afetou o semiárido entre 2012 e 2017 acelerou a conclusão das obras de transposição, com o intuito de evitar o colapso do reservatório Epitácio Pessoa (PB). Em abril de 2017, o sistema registrou o menor volume histórico, com apenas 3,05% (14,24 hm<sup>3</sup>) de sua capacidade total (466,83 hm<sup>3</sup>), muito abaixo do volume morto de 40,57 hm<sup>3</sup>. A partir desse momento, o reservatório começou a receber as águas da transposição provenientes do Eixo Leste do sistema, que direciona água ao Rio Paraíba, abastecendo os açudes de São José, Poções, Camalaú e Epitácio Pessoa (ANA, 2022; Nunes; Ribeiro, 2021).

Dada a má distribuição temporal e espacial das chuvas na região, que compromete a regularização interanual dos reservatórios, o modelo de alocação negociada surge como uma alternativa para minimizar os conflitos entre os usuários e adequar a disponibilidade hídrica às demandas (Curi *et al.*, 2011; Almeida; Curi, 2016). O planejamento cooperativo permite um uso múltiplo, sustentável e equitativo da água (Gomes, 2022). Assim, este estudo analisa a operação do reservatório Epitácio Pessoa segundo o modelo de alocação negociada proposto pela ANA em dois cenários: com e sem a transposição das

águas do Rio São Francisco. Os resultados foram avaliados por meio de indicadores de eficiência (Vieira, 1996 *apud* Farias; Curi; Diniz, 2017), observando o desempenho e as alocações dos diversos usos em torno do reservatório.

## **1. Materiais e métodos**

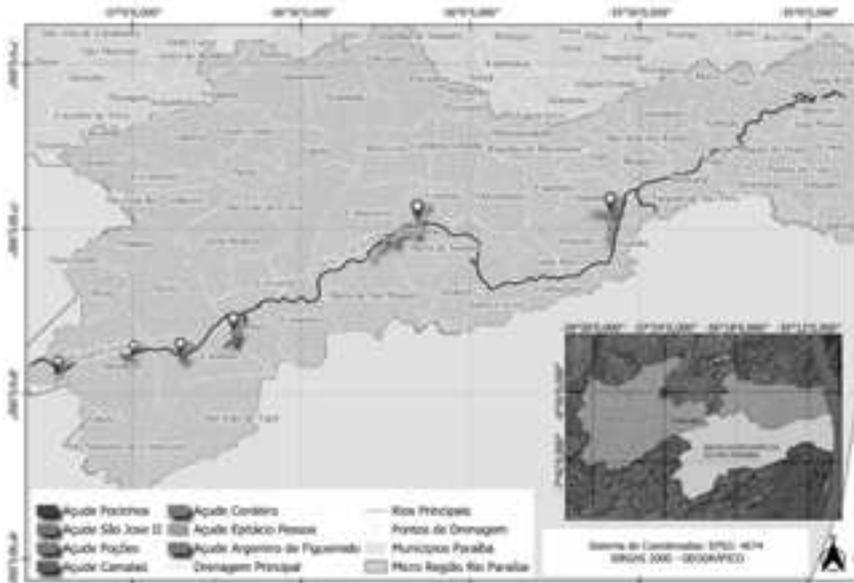
### ***1.1 Estudo de caso***

Este estudo tem como objeto o reservatório Epitácio Pessoa, conhecido popularmente como Açude Boqueirão, situado entre as latitudes 6°51'31" e 8°26'21" Sul e longitudes 34°48'35" e 37°02'15" Oeste. O açude integra a região do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba, a segunda maior do estado, que cobre 38% do território paraibano (ANA; Aesa, 2022).

Com uma capacidade máxima de armazenamento de 466,53 hm<sup>3</sup>, o reservatório desempenha um papel crucial no abastecimento de cerca de 700 mil pessoas na região metropolitana de Campina Grande e municípios vizinhos. Situado em uma das áreas mais áridas da Paraíba, o clima é classificado como semiárido quente (Köppen), caracterizado por baixa precipitação e altas taxas de evaporação (ANA; Aesa, 2022).

### ***1.2 Levantamento de dados e cenários de operação***

A avaliação dos volumes e das vazões necessárias para a região do alto curso, incluindo a vazão do PISF que entra no reservatório Epitácio Pessoa (PB), fixada em 0,97 m<sup>3</sup>/s para a aplicação da metodologia, foi realizada com base em dados fornecidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa) e nas informações sobre outorgas de uso dos recursos hídricos concedidas pela ANA.



**Figura 1. Área de estudo e trajeto do Projeto de Integração do Rio São Francisco na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba**

Fonte: Elaborado pelos autores.

As informações técnicas e batimétricas do reservatório, bem como os dados de vazão, volume e lâminas médias de evaporação e precipitação, fundamentais para este estudo, foram obtidas de Aesa (2019), ANA (2022) e Nunes, Galvão e Rêgo (2016). O período considerado para o balanço hídrico mensal do reservatório abrange de junho de 2004 a maio de 2015. De acordo com a Resolução Conjunta n. 126, da ANA/Aesa (2022), o reservatório Epietácio Pessoa deve suprir uma demanda total de 2.911,0 L/s, distribuída conforme a Tabela 1.

Diante desses dados, foram estabelecidos dois cenários para simular a disponibilidade hídrica e a alocação de água no reservatório Epietácio Pessoa:

- **Cenário 1 (C1):** sem contribuição das águas do PISF, que considera apenas a vazão natural afluyente.
- **Cenário 2 (C2):** com contribuição das águas do PISF, que contempla a transposição em operação, com uma vazão média de 0,97 m<sup>3</sup>/s.

Notação	Tipo de uso	Demanda (L/s)
<i>D1</i>	Abastecimento público Campina Grande, Cariri e Boqueirão	1450,0
<i>D2</i>	Abastecimento público Curimataú	550,0
<i>D3</i>	Demais usos em torno do reservatório	400,0
<i>D4</i>	Defluência a jusante	200,0
<i>D5</i>	Recarga do Açude Acauã	311,0
	Total	2.911,0

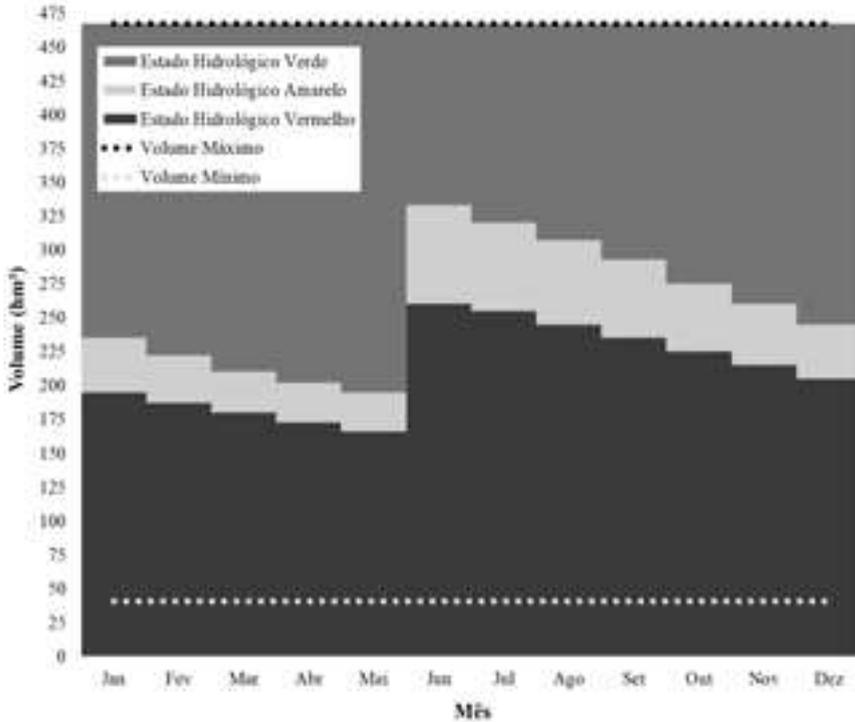
**Tabela 1. Demandas em torno do reservatório Epitácio Pessoa**

Fonte: Adaptado de ANA (2022).

## 2. Política de alocação negociada da ANA (2022)

A implementação de uma política eficiente de alocação é essencial para o manejo adequado das águas de qualquer reserva hídrica. A ANA, por meio da Nota Técnica n. 10/2015/Comar/SER/ANA, propôs uma metodologia baseada em curvas-guia para a operação de reservatórios isolados sujeitos a múltiplos usos. Este método define três faixas de níveis de operação, representadas pelas cores verde, amarelo e vermelho, de acordo com o estado hidrológico do reservatório, cada uma com diferentes restrições de uso da água (ANA, 2015). A metodologia considera, entre outras etapas, a descrição dos dados disponíveis e a definição dos estados hidrológicos. Neste estudo, optou-se por investigar o modelo de alocação negociada de água sugerido pela ANA e pela Aesa (2022), representado na Figura 2.

Os diversos usos outorgáveis são diferenciados conforme sua finalidade, cumprindo os princípios estabelecidos pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei n. 9.433/1997), que prioriza o abastecimento humano e a dessedentação animal em situações de escassez. Quando o reservatório se encontra na faixa verde, todas as demandas podem ser atendidas. Na faixa amarela, inicia-se a restrição no atendimento, com apenas metade dos usos não prioritários sendo supridos. Finalmente, na faixa vermelha, apenas os usos prioritários, como o consumo humano e animal, são atendidos (Brasil, 1997).



**Figura 2. Estados hidrológicos do reservatório Epitácio Pessoa (2022-2023)**

Fonte: Adaptado de ANA; Aesa, 2022.

### 3. Balanço hídrico do reservatório

A política de alocação negociada da ANA pode ser viabilizada por meio do cálculo do balanço hídrico entre as entradas e saídas do sistema, considerando variáveis como vazão afluente, precipitação, evaporação, vertimento e alocações. Com esses dados, é possível simular o comportamento do reservatório, conforme representado pela Equação 1. As alocações, volumes e vertimentos estão sujeitos às restrições descritas nas equações de 2 a 8.

$V_t = V_{t-1} + Q_t - R1_t - R2_t - R3_t - R4_t - R5_t - Sp_t - E_t + P_t ;$ $\forall t = 1, 2, \dots, N$	(1)
$0 \leq R1_t \leq D1_t ; \forall t = 1, 2, \dots, N$	(2)
$0 \leq R2_t \leq D2_t ; \forall t = 1, 2, \dots, N$	(3)
$0 \leq R3_t \leq D3_t ; \forall t = 1, 2, \dots, N$	(4)

$0 \leq R4_t \leq D4_t ; \forall t=1,2,\dots,N$	(5)
$0 \leq R5_t \leq D5_t ; \forall t=1,2,\dots,N$	(6)
$V_{\min} \leq V_t \leq V_{\max} ; \forall t=1,2,\dots,N$	(7)
$Sp_t \geq 0 ; \forall t=1,2,\dots,N$	(8)

Em que:

- $V_t$  é o volume do reservatório ao final do mês  $t$ ;
- $R1_t, R2_t, R3_t, R4_t, R5_t$  são as alocações em  $t$ ;
- $D1_t, D2_t, D3_t, D4_t, D5_t$  são as demandas em  $t$ ;
- $Q_t$  é o volume afluyente no mês  $t$ ;
- $SP_t$  é o volume vertido no mês  $t$ ;
- $E_t$  é o volume evaporado no mês  $t$ ;
- $P_t$  é o volume precipitado sobre a superfície líquida do reservatório no mês  $t$ ;
- $V_{\min}$  e  $V_{\max}$  são os volumes mínimo e máximo do reservatório, respectivamente;
- $N$  é o horizonte de operação em meses.

A simulação dos balanços mensais oferece uma visão precisa do comportamento do reservatório sob diferentes cenários operacionais.

#### 4. Indicadores de eficiência

Estudos de recursos hídricos frequentemente lidam com grandes volumes de dados, tornando desafiadora a avaliação das propostas de gerenciamento. Para facilitar essa análise, é fundamental estabelecer parâmetros que retenham apenas informações essenciais, como os indicadores de desempenho no atendimento das demandas e os índices de eficiência de bacias hidrográficas (Farias; Curi; Diniz, 2017). Entre essas métricas, destacam-se os indicadores propostos por Vieira (1996) e adaptados por Farias, Curi e Diniz (2017): Indicador de Ativação da Potencialidade (*IAP*), Indicador de Utilização de Disponibilidade (*IUD*) e Indicador de Utilização da Potencialidade (*IUP*).

A análise desses indicadores, tanto na situação atual quanto projetada para cenários futuros, permite a avaliação das condições de eficiência hídrica de cada unidade de planejamento (Vieira, 1996). A seguir, estão apresentadas as definições e fórmulas correspondentes a cada indicador:

- *IAP*: relaciona a disponibilidade hídrica com a potencialidade, indicando a porcentagem de água consumida em comparação ao total disponível. É definido como a razão entre a disponibilidade e a potencialidade (Equação 9).

$$IAP = \frac{\sum_{t=1}^N Q_t + P_t - Ev_t - Sp_t}{\sum_{t=1}^N Q_t + P_t} ; \forall t = 1, 2, \dots, N \quad (9)$$

- *IUD*: representa a razão entre a demanda e a disponibilidade, indicando o percentual de água disponível para atender às demandas (Equação 10).

$$IUD = \frac{\sum_{t=1}^N D_t}{\sum_{t=1}^N Q_t + P_t - Ev_t - Sp_t} ; \forall t = 1, 2, \dots, N \quad (10)$$

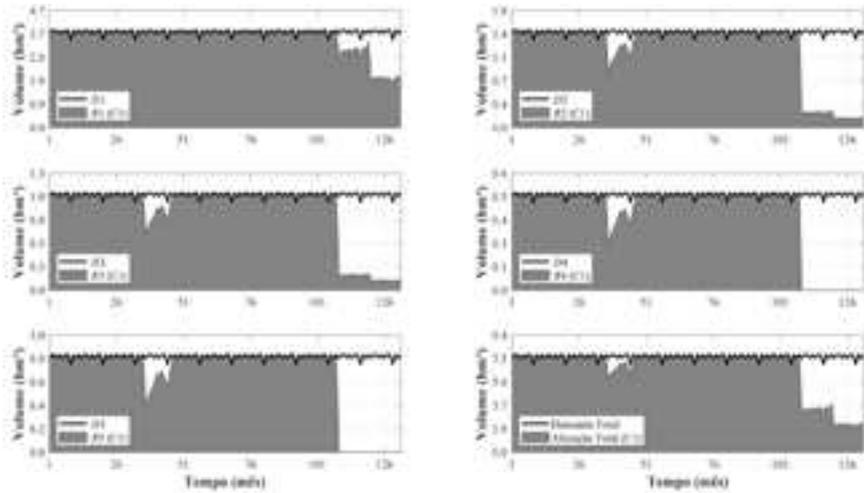
- *IUP*: indica a relação entre demanda e potencialidade, mostrando a quantidade de água utilizada para atender às demandas (Equação 11).

$$IUP = \frac{\sum_{t=1}^N D_t}{\sum_{t=1}^N Q_t + P_t} ; \forall t = 1, 2, \dots, N \quad (11)$$

## 5. Resultados e discussão

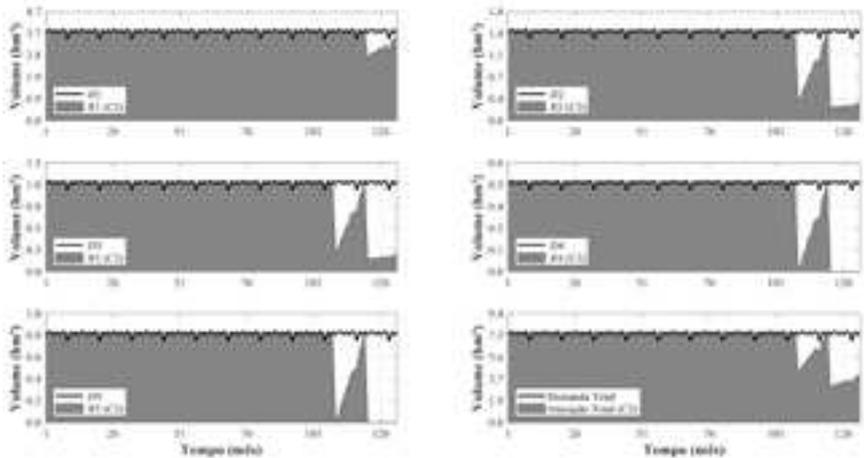
Os resultados da operação mensal do reservatório Epitácio Pessoa, utilizando a metodologia de alocação negociada da ANA para diferentes usos de água, são apresentados nas figuras 3 e 4. Estes resultados abrangem os cenários C1 (sem vazão adicional do PISF) e C2 (com vazão adicional de 0,97 m<sup>3</sup>/s do PISF), considerando um período de operação de onze anos (132 meses), de junho de 2004 a maio de 2015.

No cenário C1, como esperado, observou-se um maior déficit nas alocações de água, já que não há a contribuição adicional das águas do Rio São Francisco. A demanda prioritária *D1* (abastecimento público para Campina Grande, Cariri e Boqueirão) foi a menos afetada nos dois cenários, mas, mesmo com o aporte de água em C2, essa demanda não foi totalmente atendida nos últimos meses de análise. Esse momento coincide com o início da seca severa observada de 2012 a 2017. As demandas menos prioritárias (*D4* e *D5*), que se referem à defluência a jusante e à recarga do açude Acauá, apresentaram falhas significativas, com colapsos observados em alguns meses, mesmo com a adição das águas da transposição do PISF.



**Figura 3. Retiradas de água do reservatório Epitácio Pessoa baseadas no modelo de alocação negociada de água da ANA para diferentes demandas no cenário C1 (sem vazão adicional do PISF)**

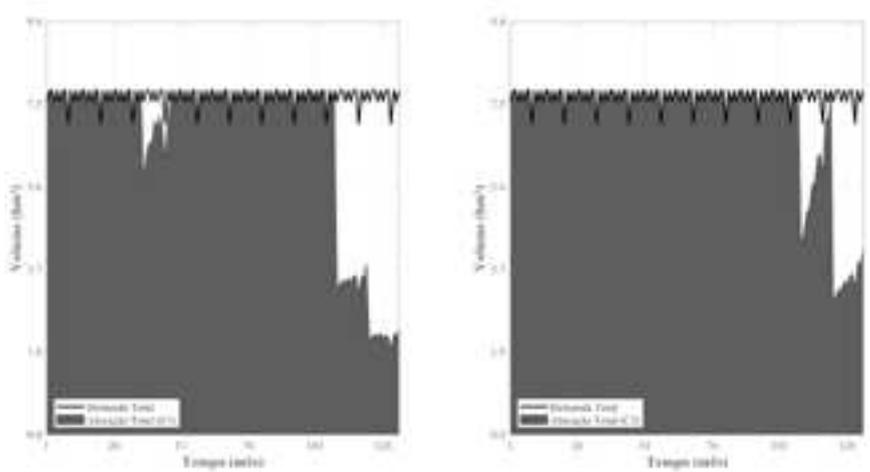
Fonte: Elaborado pelos autores.



**Figura 4. Retiradas de água do reservatório Epitácio Pessoa baseadas no modelo de alocação negociada de água da ANA para as diferentes demandas no cenário C2 (com vazão adicional de 0,97 m<sup>3</sup>/s do PISF)**

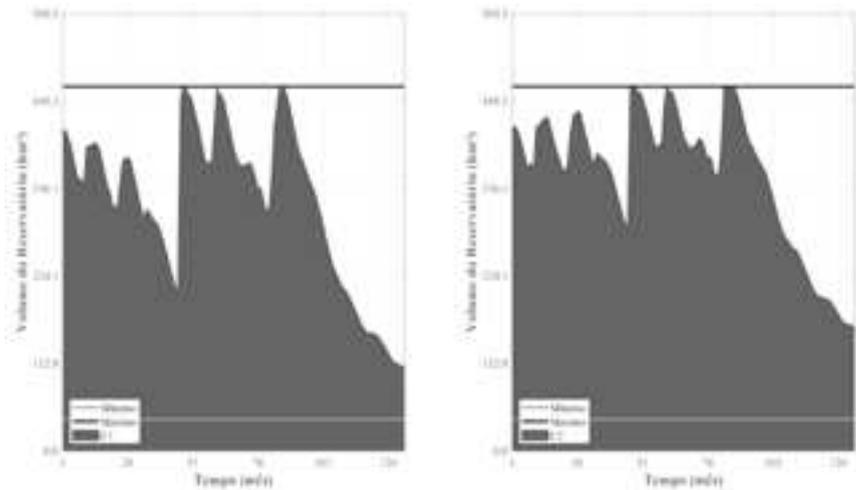
Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 5 compara as retiradas totais de água nos cenários C1 e C2, enquanto a Figura 6 mostra o comportamento do volume do reservatório em ambos os cenários.



**Figura 5. Comparação das retiradas de água do reservatório Epitácio Pessoa nos cenários C1 e C2 (sem e com adição das águas do PISF, respectivamente)**

Fonte: Elaborado pelos autores.



**Figura 6. Comparação do volume do reservatório Epitácio Pessoa nos cenários C1 e C2 (sem e com adição das águas do PISF, respectivamente)**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando o atendimento da demanda total, observa-se que os déficits no cenário C2 foram menos acentuados. Isso é consistente com Lima (2019), que destacou a estabilidade proporcionada pela transposição em açudes estratégicos no semiárido paraibano. No entanto, mesmo com a adição da vazão, a transposição mostrou-se insuficiente para atender as atuais demandas sob a política operacional sugerida pela ANA e Aesa (2022).

Durante o período mais crítico, o volume mínimo do reservatório foi de 106,2 hm<sup>3</sup> (22,7%) e o racionamento atingiu 72,0% no cenário C1. Em contraste, no C2, o volume mínimo foi de 158,7 hm<sup>3</sup> (34,0%) e o racionamento foi de 60,1%. Esses resultados confirmam que a vazão adicional do C2 reduziu a vulnerabilidade máxima do reservatório.

A variação dos volumes do reservatório Epitácio Pessoa nos cenários C1 e C2, assim como os valores totais de vazão afluyente, precipitação, alocação, demanda, evaporação e vertimento, estão apresentados na Tabela 2. Em ambos os casos, houve uma redução no volume do reservatório ao final do período de análise: -304,0 hm<sup>3</sup> em C1 e -251,4 hm<sup>3</sup> em C2. Mesmo com a adição das águas do PISF, observou-se um consumo significativo da reserva hídrica inicial, comprometendo a sustentabilidade do sistema, que iniciará o próximo ciclo com volume inferior. Como esperado, todas as variáveis aumentaram em C2, exceto a demanda, mantida constante para fins de comparação. O volume vertido praticamente dobrou, com um acréscimo de 97,7% em C2. Esse aumento reflete a maior disponibilidade hídrica e a política operacional adotada, sugerindo a necessidade de revisão das regras para otimizar o uso da água. Embora a vazão afluyente tenha crescido 25,2% no C2, a alocação aumentou apenas 6,1%, indicando uma subutilização da vazão adicional.

Para avaliar a eficiência das operações em ambos os cenários foram calculados os indicadores de Ativação da Potencialidade (*IAP*), Utilização de Disponibilidade (*IUD*) e Utilização da Potencialidade (*IUP*). Os resultados dessas métricas estão apresentados na Tabela 3, onde é possível observar as diferenças entre os cenários C1 e C2. Esses indicadores permitem avaliar o uso do potencial hídrico e a eficiência das operações do reservatório, fornecendo uma visão abrangente sobre a capacidade do sistema em atender às demandas hídricas nos diferentes cenários.

	C1 (hm <sup>3</sup> )	C2 (hm <sup>3</sup> )	Diferença (%)
Variação do Volume do Reservatório	-304,0	-251,4	-17,3
Vazão Afluente	1336,62	1673,11	25,2
Precipitação	160,9	174,83	8,7
Alocação	885,91	939,63	6,1
Demanda	1009,81	1009,81	0,0
Evaporação	732,8	798,44	9,0
Vertimento	182,75	361,27	97,7

**Tabela 2. Variação dos volumes do reservatório Epitácio Pessoa e valores totais de vazão afluente, precipitação, alocação, demanda, evaporação e vertimento nos cenários C1 e C2, durante o período de análise**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Cenário	Eventos de Falha	IAP (%)	IUD (%)	IUP (%)
C1	2	38,9	173,5	67,4
C2	2	37,3	146,7	54,6

**Tabela 3. Indicadores de eficiência para as operações do reservatório Epitácio Pessoa nos cenários C1 e C2**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Apesar do número de eventos de falha ter se mantido, observou-se que as falhas apresentaram períodos e volumes maiores no cenário C1, demonstrando a eficácia da transposição em aumentar a disponibilidade hídrica. O *IAP* foi ligeiramente maior em C1 (38,9%) em comparação ao C2 (37,3%), refletindo um maior aproveitamento, em termos percentuais, do potencial hídrico local na ausência de águas adicionais. Isso pode ser explicado pelas perdas hídricas totais, sobretudo devido à evaporação e ao vertimento, que aumentaram significativamente no cenário C2, como já mostrado na Tabela 2. De acordo com o conceito do *IAP* (Equação 9), que considera o balanço entre entradas (vazão afluente e precipitação) e saídas (evaporação e vertimento), o vertimento elevado também reforça a ideia de que, apesar do aumento na disponibilidade de água, uma parte significativa não foi utilizada de forma eficiente. Como os valores de *IAP* ficaram abaixo de 80% – um limite físico sugerido por Vieira (1996) – isso indica que há uma margem para aprimorar a gestão operacional nos cenários C1 e C2, visando minimizar perdas e maximizar o aproveitamento do recurso hídrico.

O *IUD* superou o limite recomendado de 100% (Vieira, 1996) em ambos os casos, sendo mais elevado em C1 (173,5%). Esses valores sugerem uma

operação acima da capacidade disponível, mesmo com a transposição (*IUD* = 146,7%). Brito *et al.* (2023), considerando uma operação mensal ótima e o multiobjetivo para o período de 2012 a 2017, encontraram valores de *IUD* próximos de 92% para o reservatório Epitácio Pessoa. Neste sentido, observa-se que, além de um olhar para gestão da demanda, há espaço para políticas operacionais que otimizem o uso da disponibilidade hídrica.

O *IUP*, por sua vez, apresentou uma queda de 67,4% (C1) para 54,6% (C2), refletido pelo maior potencial hídrico no cenário com transposição. Esses resultados indicam que, embora isso melhore a sustentabilidade hídrica da bacia, a pressão sobre os recursos hídricos disponíveis (alta demanda) ainda persiste em períodos críticos.

Apesar da transposição representar uma solução importante, ela não assegura a segurança hídrica a longo prazo na região. Para alcançar uma sustentabilidade mais robusta, é fundamental implementar estratégias de gestão da demanda, diversificar as fontes de abastecimento e revisar os modelos operacionais de alocação de água. Estudos, como o de Rêgo *et al.* (2017), reforçam essa necessidade, apontando que a superação dos desafios hídricos no semiárido requer mudanças significativas nos padrões de uso e reuso de água e efluentes, considerando múltiplas fontes de abastecimento. Lucena (2018) acrescenta que técnicas para reduzir a evaporação podem evitar racionamentos severos, como os enfrentados pelo reservatório Epitácio Pessoa entre 2012 e 2017.

## Conclusões

No presente trabalho, foram avaliados os impactos da transposição do PISF sobre a disponibilidade hídrica e a operação do reservatório Epitácio Pessoa, na Paraíba, com o objetivo de identificar medidas que promovam uma gestão sustentável dos recursos hídricos na região semiárida. A análise revelou que, embora a transposição tenha contribuído para o aumento da disponibilidade hídrica no reservatório, essa ação isolada não é suficiente para atender a todas as demandas de forma sustentável a longo prazo.

O aumento significativo nas perdas por vertimento e evaporação no cenário com a transposição das águas do Rio São Francisco sublinha a necessidade de ajustes nas regras operacionais. Além disso, os indicadores de eficiência, como o *IAP* e o *IUD*, apontam para a importância de uma gestão mais rigorosa da demanda, promovendo o uso racional da água e a diversificação de fontes hídricas, a fim de aumentar a resiliência do sistema hídrico local.

A principal contribuição deste estudo reside no exame do manejo de recursos hídricos na região, ao avaliar os efeitos da transposição e identificar a

necessidade de novas estratégias para aprimorar as operações do reservatório: implementar planos de gestão da demanda, diversificar as fontes de abastecimento e revisar os modelos operacionais de alocação de água. A análise apresenta subsídios técnicos que podem servir de base para políticas de alocação e gestão integrada dos recursos, atuando como referência para outras regiões que enfrentam desafios semelhantes de escassez.

## Referências

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AESA). **Curva cota, área e volume atualizada**. João Pessoa, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Nota Técnica n. 10/2015/Comar/SER**. Metodologia para Alocação de Água em Açudes Isolados: Meta Institucional da Superintendência de Regulação – 01/10/2014 e 30/09/2015. Brasília, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Relatório de Análise de Impacto Regulatório n. 1/2022/Comar/SRE**. Brasília, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3QVwtra>. Acesso em: 15 nov. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AESA). **Resolução Conjunta ANA/Aesa n. 126, de 26 de julho de 2022**. Dispõe sobre condições de uso dos recursos hídricos no sistema hídrico Poções-Epitácio Pessoa, localizado no Estado da Paraíba. Brasília, 2022.

ALMEIDA, M. A.; CURI, W. F. Gestão do uso de água na bacia do Rio Paraíba, PB, Brasil com base em modelos de outorga e cobrança. **Ambiente e Água: An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 11, n. 4, p. 989, dez. 2016.

BRASIL. **Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, 1997.

BRITO, Virgínia da Costa *et al.* Atendimento das demandas e desempenho dos reservatórios receptores do PISF na bacia hidrográfica do Paraíba (PB). *In: XXV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS – ABRH, 2023, Aracaju. Anais [...]*. Aracaju, 2023.

CURI, Wilson Fadlo *et al.* Um modelo de outorga para bacias controladas por reservatórios: 1 – Desenvolvimento do modelo que contempla demandas múltiplas e variáveis mensalmente. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 16, n. 2002, p. 73-82, out./dez. 2011.

FARIAS, Emmanuel Eduardo V. de; CURI, Wilson Fadlo; DINIZ, Laudízio da S. Projeto de Integração do Rio São Francisco, Eixo Leste: análise de perdas e indica-

dores de desempenho. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 22, e47, 2017.

GOMES, Flavia Nascimento. **Otimização estocástica implícita e teoria dos jogos cooperativos para operação mensal de reservatórios com múltiplos usos**. 2022. 99f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Campina Grande, Sumé.

LIMA, Larissa Gomes de. **Avaliação da sustentabilidade hídrica dos reservatórios estratégicos da sub-bacia do Alto Piranhas-PB**. 2019. 99f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

LUCENA, Dátila Paula Marques Maia. **Simulações da implantação de ações de gestão no açude Epitácio Pessoa e seus impactos na crise hídrica em Campina Grande-PB e região**. 2018. 94f. Dissertação (Mestrado apresentada em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

MORAIS, Edilaine Araújo de *et al.* Conflitos de acesso e uso da água na bacia do Rio Paraíba após operação do projeto de integração do Rio São Francisco. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 1, p. 5098-5108, 2020.

NUNES, Tereza Helena C.; GALVÃO, Carlos de O.; RÊGO, Janiro C. Rule curve for seasonal increasing of water concessions in reservoirs with low regularized. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 21, n. 3, p. 493-501, set. 2016.

NUNES, Tereza Helena C.; RIBEIRO, Márcia Maria R. Conflitos de segunda ordem no Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco: análise por meio da metodologia da Cadeia Causal. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, São Paulo, v. 26, p. 627-637, jul./ago. 2021.

RÊGO, Janiro C. *et al.* A Gestão de Recursos Hídricos e a Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Açude Epitácio Pessoa – Boqueirão. *In*: XXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS – ABRH, 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis, 2017.

VIEIRA, Vicente de Paula P. B. Recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável do Semiárido Nordeste. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 91-107, jun. 1996.

# CAPÍTULO 7. PRESSÕES NO SISTEMA HÍDRICO DA BACIA DO ALTO TIETÊ (SP): O OLHAR PARA O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

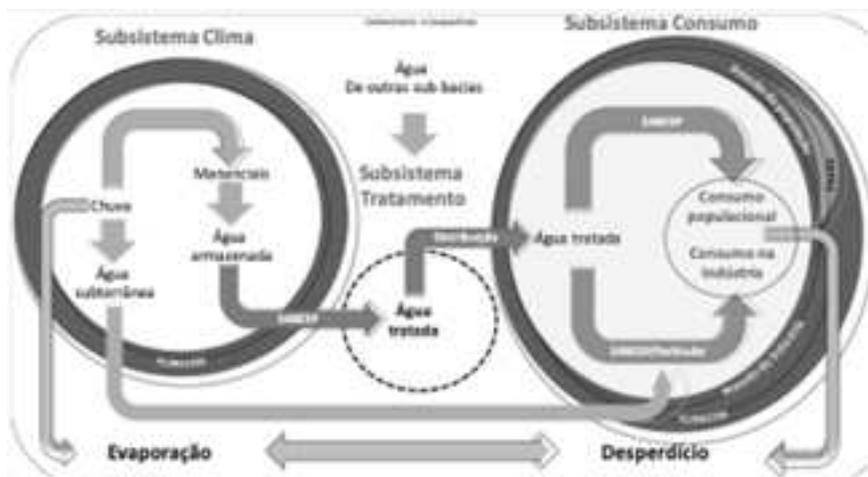
*Bruno César Nascimento Portes  
Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli*

## **Introdução**

O sistema hídrico da bacia do Alto Tietê é uma rede intrincada de rios, canais, barragens, transposições e recalques que a interliga a outras bacias, determinando uma dinâmica própria voltada principalmente para o abastecimento de água para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). As pressões sobre este sistema são de diferentes níveis, tendo como foco principal o abastecimento de água para cerca de 20 milhões de habitantes.

Mas há também outros diferentes usos das águas, como o industrial, agrícola, turismo, drenagem urbana, além da função do carreamento dos efluentes dispostos nas suas águas (Jacobi; Buckeridge; Ribeiro, 2021). Este sistema é gerenciado a partir da quantificação das ofertas e demandas de água, olhado sob o aspecto técnico. É importante ressaltar que existe uma importante contribuição das águas subterrâneas para abastecimento, através dos inúmeros poços existentes na região, e dos vazamentos no sistema de distribuição para a recarga deste aquífero. Neste contexto, as relações entre diferentes sistemas, a oferta e as demandas, as condições climáticas, as infraestruturas, entre outros aspectos, constituem um sistema complexo e integrado de relações, como pode ser observado de forma simplificada na figura abaixo.

Entretanto, pouco se tem dado atenção às alterações de uso e ocupação do solo na bacia do Alto Tietê. Este pode ser um fator importante na contribuição de aumento ou diminuição da resiliência deste sistema. O objetivo deste capítulo é avaliar como as alterações do uso e ocupação da bacia são elementos importantes que podem contribuir para a resiliência do sistema. Destaca-se que as infraestruturas verdes, mesmo que o sistema esteja integrado a outros, podem ser um fator importante para melhorar estas condições.



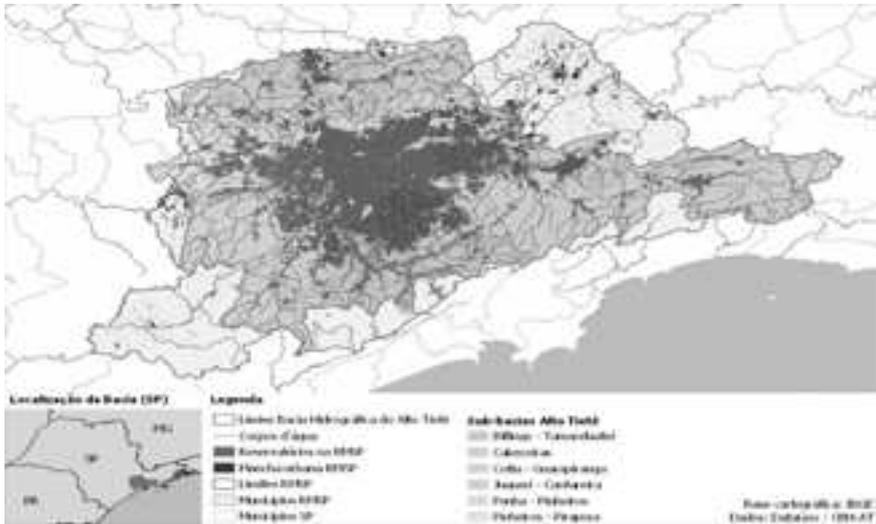
**Figura 1. Origens, consequências e perspectivas das águas na RMSP**

Fonte: Buckeridge; Ribeiro, 2018, p. 20.

## 1. Caracterização da bacia

A bacia hidrográfica do Alto Tietê (BAT) é formada por seis sub-bacias que integram quarenta municípios localizados, em sua maioria, na Região Metropolitana de São Paulo (Figura 2). Com nascentes no Parque Ecológico Nascentes do Tietê, no município de Salesópolis, a área de drenagem da BAT possui 5.775,12 km<sup>2</sup> e estende-se até a Barragem de Rasgão, em Pirapora de Bom Jesus.

A BAT corresponde a 70% do território da RMSP e abastece 99,5% de sua população. As altas densidades demográficas e taxas de urbanização elevadas fazem com que a Unidade de Gestão de Recursos Hídricos correspondente a BAT no Plano Estadual de Recursos Hídricos 2004-2007 do Estado de São Paulo (UGRHI 06) seja classificada como “industrial”. Apesar desta classificação, a atividade industrial, que historicamente liderou a economia da RMSP, tem se deslocado para fora da metrópole, dando espaço para as atividades do setor terciário (Fabhat, 2018a).

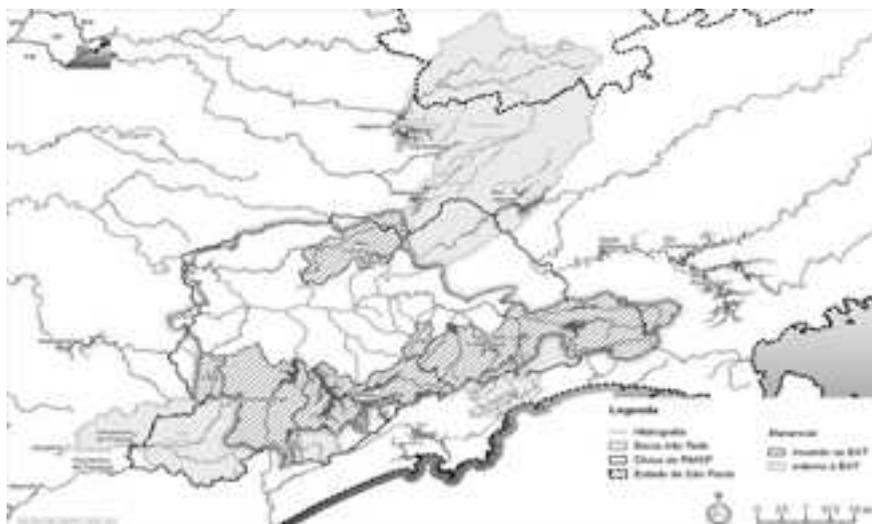


**Figura 2. Mapa da bacia do Alto Tietê na Região Metropolitana de São Paulo**

Fonte: Elaborado pelos autores.  
Dados: DataGeo/CBH-AT, 2024.

A grande população e a intensa atividade econômica industrial, de serviços e agropecuária fazem com que as demandas por recursos hídricos sejam cada vez maiores. O abastecimento da RMSP possui vários sistemas associados: Alto Tietê, Cantareira, Cotia, Guarapiranga, Rio Claro, Rio Grande e São Lourenço. As pressões excedem a área de drenagem da BAT e afetam também as UGRHIs vizinhas, tornando o sistema de abastecimento e os respectivos regimes hidráulico e hidrológico da bacia extremamente complexos. Isso porque a bacia recebe águas dos reservatórios do Sistema Produtor Cantareira, do Rio Capivari (UGRHI 07) e do reservatório do Jaguari (UGRHI 02). Além destas transposições já instaladas, há interligações da bacia do Paraíba do Sul e com o Sistema Produtor Cantareira, com a Bacia do Alto Juquiá (UGRHI 11), e a transferência de água do Rio Juquiá e do Rio Itapanhaú, da vertente marítima (UGRHI 07 – Baixada Santista) (Fabhat, 2018a).

Para além das suas interligações externas, a BAT abriga mananciais essenciais para o abastecimento da região (Figura 3). Estas áreas ambientalmente sensíveis consistem em importantes sistemas produtores de água para o abastecimento público da RMSP. No entanto, as dinâmicas urbanas e rurais da metrópole têm provocado pressões no sistema hídrico em função das alterações no uso e cobertura da terra. Deste modo, é preciso compreender os processos territoriais que impactam estes sistemas, de modo a elaborar estratégias de planejamento que visem mitigar e compensar estas pressões a fim de aumentar a resiliência do sistema.



**Figura 3. Mananciais de interesse para a RMSP e sua inserção na BAT**

Fonte: Fabhat, 2018a, p. 20.

## 2. Dinâmicas territoriais nas bordas da RMSP

Os relatórios de diagnóstico e prognóstico do Plano de Bacia do Alto Tietê (Fabhat, 2018a; 2018b) elencam três principais pressões antrópicas sobre a bacia no horizonte até 2050: (I) crescimento estimado da população, entre 2015 e 2045, da ordem de 2.257.805 habitantes; (II) adensamento das áreas periféricas já ocupadas da mancha urbana, sobretudo nas áreas de mananciais; (III) crescimento do setor industrial, que passará a pressionar os recursos hídricos de maneira mais intensa. Em conjunto, isso se traduz tanto no aumento da demanda de água, como também no incremento da pressão sobre remanescentes florestais e as áreas de mananciais. Pode-se destacar ainda que há um aumento potencial de demanda de água em função de melhoria nas condições econômicas e das alterações climáticas.

Um olhar mais detalhado sobre as dinâmicas territoriais associadas a estas pressões sobre as áreas de mananciais traz importantes informações para compreender como estas ações têm se constituído na metrópole.

Nas últimas décadas, o padrão de produção do espaço nas áreas rurais e periurbanas da RMSP tem passado por transformações decorrentes da expansão da mancha urbana fragmentada e de baixas densidades, de mudanças

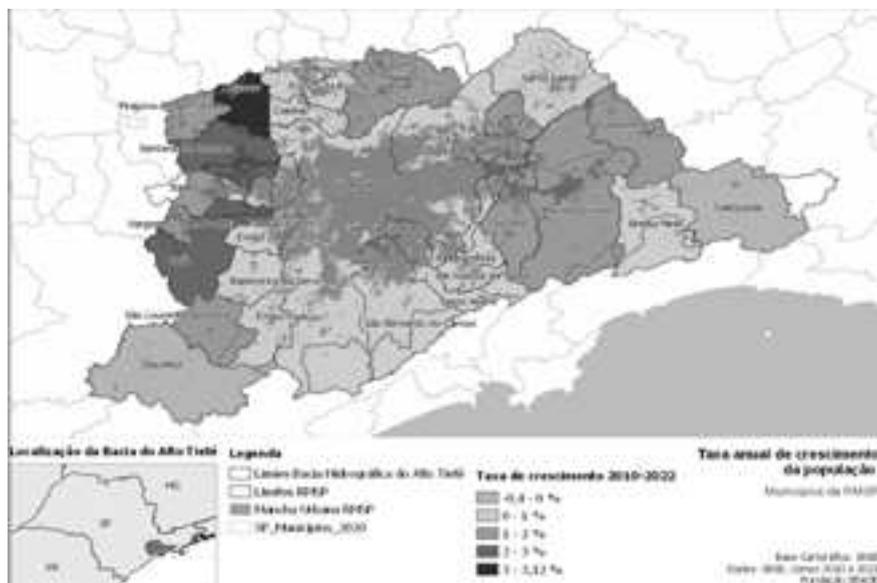
na atividade agropecuária e do desenvolvimento de outras atividades rurais e periurbanas (Travassos; Portes, 2018).

## ***2.1 Crescimento demográfico e expansão urbana***

A avaliação dos resultados do Censo Demográfico de 2022 revelou uma tendência de redução do ritmo anual de crescimento populacional em relação aos dados de 2010. Esta redução está em sintonia com a desaceleração registrada nas outras regiões metropolitanas do estado de São Paulo: 1,0%, entre 2000 e 2010, e 0,4%, de 2010 a 2022. Dentre elas, a RMSP foi a única metrópole paulista com componente migratório negativo, ou seja, mais saídas do que entradas de migrantes. Porém, a elevada taxa de crescimento vegetativo manteve o crescimento populacional positivo no período (Seade, 2024a).

Esta tendência de redução da taxa anual de crescimento populacional não ocorre de maneira homogênea no território. Ao olhar para o recorte por municípios da taxa média anual de crescimento populacional (Figura 4), pode-se observar que há tanto municípios com taxas negativas, como Juquitiba (-0,4%), Salesópolis (-0,23%) e Poá (-0,18%), quanto municípios com taxas de crescimento acima de 1,5%, como Cajamar (3,12%), Santana de Parnaíba (2,94%), Cotia (2,62%), Barueri (2,31%) e Guararema (1,59%).

De maneira geral, as maiores taxas de crescimento populacional, entre 2010 e 2022, foram nos municípios onde estão localizadas as franjas da mancha urbana da metrópole. Esta tendência de crescimento populacional nas bordas da RMSP é reforçada pela análise das taxas de crescimento por distrito na capital paulista, na qual o distrito de Marsilac, na zona rural ao extremo sul do município, registrou a segunda maior taxa de crescimento (2,8%), atrás apenas da Barra Funda (7,3%). Em comparação com o período de 2000-2010, a tendência de crescimento nas bordas da metrópole se acentua, na medida em que há também uma redução da população no centro expandido da cidade (Seade, 2024b).



**Figura 4. Taxa de crescimento populacional na RMSP entre os censos de 2010 e 2022**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dados: IBGE/Fundação Seade.

O crescimento da mancha urbana sobre as áreas de mananciais não é um fato recente. No decorrer do século XX, sobretudo a partir da segunda metade, o entorno rural da Região Metropolitana de São Paulo passou por múltiplas transformações relacionadas ao crescimento populacional e à industrialização. Embora as taxas médias tenham arrefecido a partir da década de 1980, a expansão horizontal do tecido urbano sobre as áreas de mananciais permanece intensa (Travassos; Portes, 2018).

O padrão de produção do espaço periurbano e a crescente densidade demográfica nas áreas de mananciais geram cargas poluidoras significativas pela destinação de efluentes domésticos nos corpos d'água e pelo escoamento superficial em função da impermeabilização do solo. Estas cargas poluidoras comprometem a qualidade das águas dos mananciais e dos respectivos reservatórios para o abastecimento público (Fabhat, 2018b).

A crescente preocupação com a qualidade das águas dos mananciais, sobretudo em função da carga de efluentes domésticos, resultante do aumento dos domicílios nestes espaços, motivou a criação da Lei de Proteção dos Mananciais (São Paulo, 1976) e posteriormente das Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais (São Paulo, 1997).

Apesar das restrições à ocupação dos mananciais, a expansão nestes espaços continua se intensificando, em uma morfologia fragmentada, de baixas densidades, na qual predomina a informalidade e a precariedade. Neste contexto, as políticas ambientais de escala regional, que visam a conservação dos mananciais, conflitam com as políticas urbanas e administrações locais, dificultando o estabelecimento de um diálogo colaborativo necessário para a construção de soluções perante a inexorável degradação das sub-bacias de mananciais (Pollachi; Zioni, 2019).

## ***2.2 Atividades econômicas rurais e periurbanas***

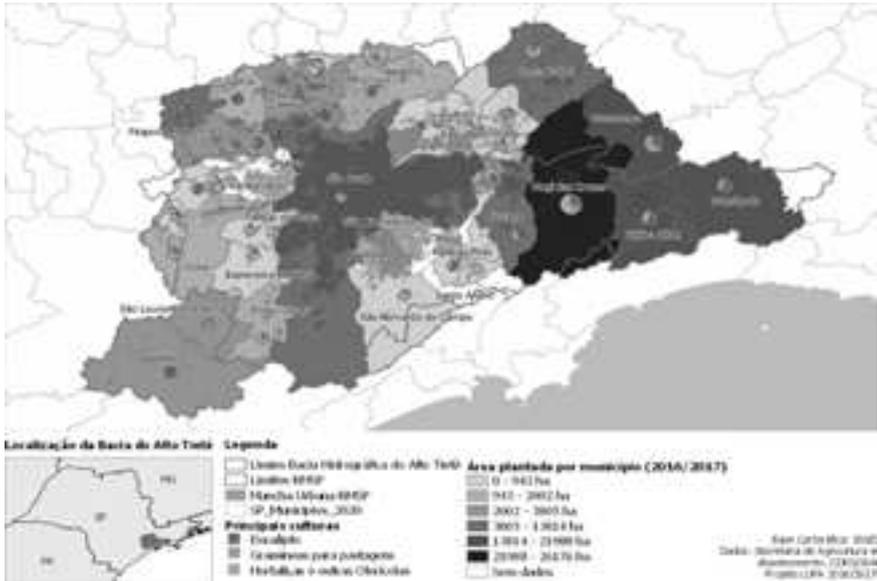
Para além das dinâmicas urbanas sobre mananciais, é preciso olhar também para as dinâmicas rurais e as pressões que elas colocam na BAT. A mancha urbana da RMSP é circundada por um entorno rural que tem se complexificado na medida em que se observa, por um lado, o desenvolvimento de novos usos e atividades ligadas aos recursos naturais nos arredores da metrópole e, por outro, o crescimento das áreas ocupadas e da pressão pela urbanização desses espaços (Travassos *et al.*, 2021).

Em relação à atividade agrícola, a RMSP, com base no Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária do Estado de São Paulo (Lupa) de 2016/2017 (São Paulo, 2019a), registrou um total de 136.557,2 ha de área plantada, excluindo os municípios em que não houve registro. No entanto, o valor total não reflete as diferenças entre os da RMSP, tanto em área plantada, quanto nas culturas predominantes.

Pode-se observar, na Figura 4, que as cidades na porção leste concentram a maior parte da área plantada, com destaque para Mogi das Cruzes (26.175,60 ha), seguido por Guararema (21.987,6 ha), Salesópolis (16.771,8 ha), Biritiba-Mirim (15.829,80 ha) e Santa Isabel (13.813,90 ha). Com exceção de Pirapora do Bom Jesus (5.274,00 ha), os demais municípios apresentaram menos de 5 mil ha de área plantada, dos quais aqueles mais próximos às franjas urbanas possuem menos de mil hectares de área plantada.

Além da diferença na distribuição espacial da atividade agrícola na RMSP, nota-se também distintos perfis produtivos em relação à cultura predominante (Figura 5). Enquanto na porção central e mais próxima da mancha urbana há o predomínio da produção olerícola para o abastecimento da população metropolitana, na porção noroeste (Itapevi, Pirapora do Bom Jesus, Santana de Parnaíba, Cajamar, Caieiras e Mairiporã) e nos extremos leste (Salesópolis e Biritiba-Mirim) e oeste (Juquitiba) há uma predominância da silvicultura de eucalipto. Destaca-se também os municípios de Santa Isabel e Guararema, a

nordeste, com predomínio da produção de gramíneas para pastagem, acompanhados por São Lourenço da Serra, a sudoeste.

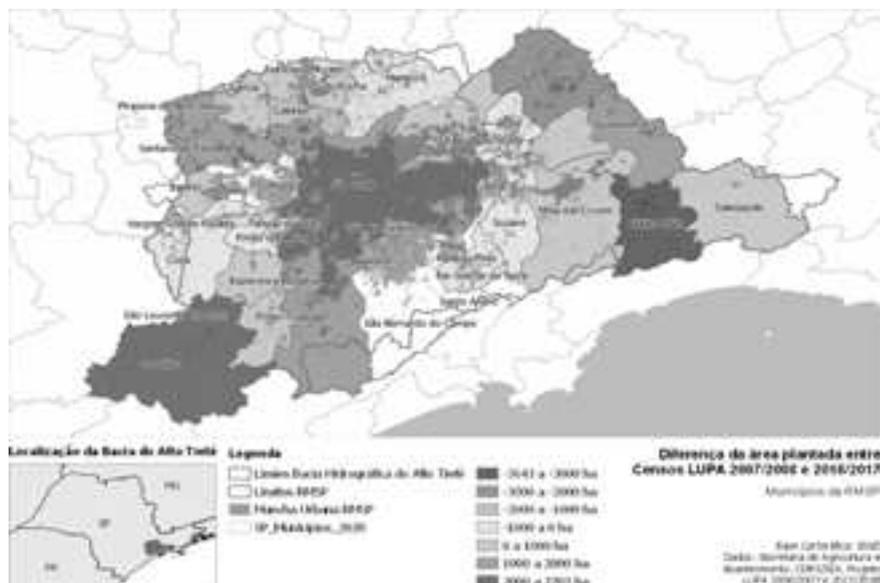


**Figura 5. Área plantada por municípios da RMSP (2016/2017)**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dados: Lupa (2016/2017).

Embora o total da área plantada na RMSP tenha aumentado de cerca de 114 mil hectares, em 2007-2008, para cerca de 136 mil ha, em 2016-2017, alguns municípios apresentaram uma redução deste indicador, com destaque para Biritiba-Mirim (-3643 ha), Santa Isabel (-2206 ha) e Caieiras (-1012 ha). Em contrapartida, Juquitiba e São Lourenço da Serra se destacam pelo aumento acentuado da área plantada (2703 ha e 2153 ha, respectivamente). Porém, para compreender os impactos destas dinâmicas no sistema hídrico, é preciso analisar também as mudanças nos perfis produtivos.



**Figura 6. Área plantada por município da RMSP: diferença entre 2007/2008 e 2016/2017**

Fonte: Elaborado pelos autores.  
Dados: Lupa (2007/2008; 2016/2017).

A Tabela 1 apresenta a diferença na área plantada por classe de cultivo entre os levantamentos de 2006-2007 e 2017-2018 do Lupa nos municípios da RMSP. Pode-se observar que na maioria dos lugares em que houve aumento da área plantada, ele se deu acompanhado de um crescimento majoritário do plantio de eucaliptos nos quais os aumentos mais significativos ocorreram em Guararema (1667 ha), Juquitiba (1150 ha) e Salesópolis (806 ha). Chamam a atenção também Suzano e Biritiba-Mirim que, embora tenham reduzido a área total plantada, apresentaram aumento em algumas culturas e redução em outras. Enquanto em Suzano houve redução da olericultura e de gramíneas para pastagem, houve aumento da silvicultura de eucalipto, em Biritiba-Mirim houve o contrário: aumento da área voltada para a olericultura e redução das demais culturas.

Município	Diferença área plantada por município (ha) e principais culturas			
	Total	Eucalipto	Gramíneas para pastagem	Hortalças e outras olerícolas
Arujá	-133	-2	-76	-39
Biritiba Mirim	-3643	-364	-745	1466
Caieiras	-1012	-766	0	2

Cajamar	396	377	39	27
Cotia	-82	-141	57	-280
Embu das Artes	-9	0	0	24
Embu-Guaçu	658	16	256	-7
Ferraz de Vasconcelos	-119	-21	-7	1
Francisco Morato	-7	0	-2	-1
Franco da Rocha	891	133	11	33
Guararema	1102	1667	-1077	-622
Guarulhos	98	104	-3	38
Itapecerica da Serra	42	6	0	-62
Itapevi	124	46	-20	10
Itaquaquecetuba	-305	-28	-32	-550
Juquitiba	2703	1150	16	35
Mairiporã	-436	-89	-85	4
Mogi das Cruzes	99	-1271	-262	-7397
Pirapora do Bom Jesus	1145	-224	-49	-31
Poá	-10	0	-2	-11
Ribeirão Pires	-11	0	-3	-16
Rio Grande da Serra	-5	-3	-1	-44
Salesópolis	992	806	7	-117
Santa Isabel	-2206	-763	-401	-169
Santana de Parnaíba	1176	206	99	26
São Lourenço da Serra	2153	21	328	49
São Paulo	1452	36	111	16
Suzano	-339	225	-55	-576
Vargem Grande Paulista	-37	0	-1	-241

**Tabela 1. Diferença da área plantada das principais culturas nos municípios da RMSP, entre 2007 e 2017<sup>1</sup>**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dados: Lupa (2007-2008; 2016-2017).

1. É importante ressaltar que a área contabilizada nesta tabela se refere ao somatório de área plantada por tipo de cultura no ano, podendo essa se sobrepor na mesma propriedade, no caso de plantios consecutivos. Os valores totais não são a soma das principais culturas. Pode haver aumento de eucalipto, mas que não reflete diretamente na redução de olerícolas e vice-versa. Além disso, outras culturas que possuem ordem de grandeza menores nos municípios da RMSP, como bambu, grama, produção de floricultura e plantas ornamentais, não foram consideradas neste estudo.

As alterações no perfil produtivo e nas áreas destinadas à atividade agrícola possuem diversos fatores, que podem variar desde a destinação destes espaços ao uso residencial, quanto às mudanças de ordem econômica, que fogem ao escopo deste estudo. No entanto, em relação às pressões sobre o sistema hídrico, chama a atenção o crescimento acentuado da silvicultura de eucalipto, especialmente nos municípios situados nos mananciais da região, como Juquitiba e Salesópolis.

A expansão da produção implica em aumento de evapotranspiração, em alguns casos, similar à mata atlântica. Este fato pode alterar a dinâmica hidrológica nas microbacias. Também é sabido que a produção olerícolas nas franjas da RMSP são irrigadas e que implicam na redução da disponibilidade de água. É importante observar estes dois aspectos na dinâmica de uso e ocupação do solo, com implicações nos recursos hídricos.

Para além da produção agrícola, o entorno rural e periurbano possui muitas outras atividades econômicas, culturais e de lazer, como pesqueiros, sítios de lazer, casas de campo, clubes, estruturas de turismo ecológico e rural e seus serviços, como restaurantes, hotéis, pousadas, entre outros usos. Nas últimas décadas, o padrão de produção deste espaço tem passado por uma complexificação das atividades rurais, as quais estabelecem distintas relações com as águas superficiais e subterrâneas do sistema da BAT.

Destas transformações, destaca-se o aumento do número de empreendimentos destinados a atividade logística, tais como condomínios industriais, centros logísticos, galpões e armazéns, vinculadas aos polos produtivos consagrados nas regiões do ABC e do vetor Nordeste-Leste da RMSP. Ocorre também no espaço rural e periurbano uma maior diversificação de infraestruturas de abastecimento de água e esgotamento sanitário a partir dos anos 2010, com crescimento dos domicílios ligados às redes gerais, em relação à década de 2000. No entanto, ainda se observa uma maior presença de infraestruturas compatíveis com baixas densidades e atividades rurais, como poços artesianos e fossas sépticas (Travassos *et al.*, 2020).

### ***2.3 Fragmentação dos ecossistemas e mudanças climáticas***

Associado às dinâmicas de urbanização fragmentada e de complexificação das atividades rurais, um terceiro vetor de pressão resultante das dinâmicas de uso e ocupação do solo na RMSP consiste na fragmentação dos ecossistemas. As florestas periurbanas oferecem uma importante proteção dos mananciais, sem os quais a região poderia entrar em colapso permanente. Elas oferecem proteção física e biológica aos mananciais e são capazes de regular o fluxo de

água subsuperficial e superficial, desempenhando um papel chave no sistema hidrológico da BAT (Jacobi *et al.*, 2021).

A fragmentação e a degradação das florestas contribuem para a diminuição da infiltração da água da chuva e da recarga dos aquíferos, a perda generalizada da qualidade da água, bem como o aumento dos problemas derivados das inundações e das chuvas torrenciais. Os impactos destes processos no abastecimento hídrico levantam preocupações ainda maiores quando considerados os efeitos das alterações climáticas, como o aumento da frequência de chuvas intensas e de longos períodos de seca (Caparrós-Martínez *et al.*, 2020).

Os efeitos esperados das mudanças climáticas sobre o abastecimento hídrico podem ser resumidos no aumento da temperatura média, da intensidade e variabilidade das precipitações e na diminuição dos fluxos de água. A elevação da temperatura do ar e da evapotranspiração poderá acarretar, entre outros efeitos, maior necessidade de irrigação, no aumento no consumo humano e dessedentação de animais em determinados períodos, na refrigeração, além de afetar a capacidade de reservação de água e no balanço hídrico.

As tendências de aumento do crescimento populacional, a intensificação das atividades econômicas e as alterações climáticas podem levar à rápida diminuição da disponibilidade hídrica *per capita*, que já é crítica, especialmente nos períodos de seca prolongada. Por um lado, o aumento da frequência de chuvas intensas, associado à impermeabilização do solo, supressão e fragmentação dos ecossistemas naturais, aumentam o escoamento superficial e, conseqüentemente, reduzem a infiltração de água para recarga dos aquíferos e compromete a qualidade dos corpos d'água pelo transporte de sedimentos. A alternativa de ampliar a captação subterrânea para suprir a demanda, em contextos de baixa disponibilidade de água superficial, por outro, aumenta ainda mais o estresse hídrico (Lopez *et al.*, 2011).

### **3. Desafios para o planejamento e gestão integrados**

As dinâmicas de uso e ocupação do solo impõem grandes desafios para o abastecimento hídrico da RMSF e a intensidade crescente do seu uso para fins residenciais, industriais e agrícolas. O sistema de abastecimento hídrico da BAT se estrutura primordialmente na disponibilidade de água superficial, tanto nos corpos d'água, quanto nos reservatórios projetados com base em séries históricas (Lopez *et al.*, 2011).

Para além da alta demanda, o estresse hídrico na bacia é agravado pelas dinâmicas urbanas, periurbanas e rurais e pela fragmentação das florestas nas áreas de mananciais. Estas dinâmicas, associadas ao aumento esperado na va-

riabilidade da precipitação e nas grandes chances de períodos prolongados de seca, traz à tona a emergência de se pensar em estratégias complementares e integradas, visando a sustentabilidade do sistema.

Neste sentido, um grande desafio na criação e implantação de políticas públicas e planos integrados de ordenamento territorial, visando a conservação, reside na articulação horizontal e vertical entre os setores governamentais.

A articulação horizontal consiste na integração entre diferentes setores de uma escala de governo (por exemplo, habitação, saneamento, transportes, ambiental, entre outros), enquanto a articulação vertical se refere à integração entre as escalas de governo.

As dinâmicas de uso e ocupação do solo discutidas neste capítulo não se restringem aos limites administrativos dos municípios onde estão situadas as áreas de mananciais. Elas resultam de processos urbanos-metropolitanos e rurais, que são multiescalares e multifatoriais, para os quais a elaboração de estratégias integradas e articuladas é essencial para promover a sustentabilidade da BAT e do sistema de abastecimento da RMSP.

As políticas de recursos hídricos são concebidas nos níveis federal e estadual, porém implantadas no território das bacias hidrográficas. Porém, mesmo que haja diretrizes estaduais, como o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo (ZEE-SP), e regionais, como os Planos de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPAs) das Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRMs), o ordenamento do uso e ocupação do solo é de competência municipal, estabelecido pela Constituição de 1988 e reforçado pelo Estatuto da Cidade (Brasil, 2001).

Neste âmbito, entre 2015 e 2017, foram elaborados os PDPAs de dez mananciais que abastecem a região, excluída apenas a parte do Sistema Cantareira, pertencente às Bacias PCJ. Eles propõem a delimitação de áreas de intervenção e normas ambientais e urbanísticas para as APRMs, definindo um zoneamento que visa a garantia da qualidade das águas para o abastecimento público. Esse instrumento se baseia no estudo de geração de cargas poluentes e da capacidade de assimilação e depuração de cada manancial, através de modelagem matemática, onde são aplicados modelos de correlação de uso do solo e qualidade das águas (Fabhat, 2018b).

Embora os PDPAs estabeleçam parâmetros de uso e ocupação do solo e metas para a qualidade da água e de cobertura vegetal nativa nas áreas de mananciais, o grande desafio consiste no controle do uso do solo nestes espaços, que impacta diretamente na qualidade e disponibilidade hídrica.

As tendências de expansão da mancha urbana, de complexificação das atividades rurais e periurbanas e a fragmentação dos ecossistemas aqui discutidos

resultam em processos metropolitanos que extrapolam os limites das áreas de mananciais. Assim, é preciso que as diretrizes e metas dos PDPAs sejam articuladas aos planos municipais que incidem sobre as áreas de mananciais, integrados a uma agenda de planejamento metropolitana, com estratégias para agir sobre os processos generativos.

A governança e o planejamento metropolitanos no Brasil ainda encontram desafios em relação ao arranjo institucional necessário para sua implementação, diante do pacto federativo brasileiro. Neste âmbito, o movimento mais recente na tentativa de institucionalizar o planejamento dessas regiões consistiu na elaboração do Estatuto da Metrópole (Brasil, 2015).

Trata-se de um instrumento legal que subsidia o planejamento e a gestão de regiões metropolitanas de forma cooperada entre os municípios que as compõem, com estrutura de governança interfederativa própria. Este estatuto passou a exigir que se elaborassem Planos de Desenvolvimento Urbano Integrados (PDUIs), por meio de um processo participativo para sua elaboração, validação e controle social de sua implementação, com dispositivos de força de Lei de Improbidade Administrativa no caso do seu não cumprimento (D’Almeida; Franco, 2018).

Assim, a partir de 2015, houve um intenso esforço para a elaboração do PDUI para a Região Metropolitana de São Paulo, que contou com diagnósticos e diretrizes de ordenamento territorial especificamente voltadas para o meio ambiente, saneamento e recursos hídricos (São Paulo, 2019a; 2019b). No entanto, com a revisão do Estatuto da Metrópole, em 2018, foi retirada a sanção de improbidade administrativa da cláusula de obrigatoriedade do PDUI, e, até o momento, o plano não foi aprovado.

Este processo se deu acompanhado do esvaziamento do PDUI e do Estatuto da Metrópole após 2018, que foi agravado em 2020, com a extinção da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (Emplasa), que protagonizou a agenda de planejamento das Regiões Metropolitanas e da Macrometrópole Paulistas.

Neste cenário, é urgente e necessário o resgate da agenda de institucionalização de instrumentos de planejamento na escala metropolitana, capazes de coordenar ações entre os municípios da RMSP visando a redução das pressões sobre o sistema hídrico decorrentes das dinâmicas de uso e ocupação do solo nas áreas de mananciais. Além disso, frente ao atual cenário de degradação ambiental e na necessidade de aumento da resiliência do sistema hídrico da BAT perante os eventos climáticos extremos, é preciso que a agenda de planejamento integrado incorpore soluções de infraestruturas verdes e Soluções Baseadas na Natureza.

Articular soluções de infraestrutura verde de maneira complementar à infraestrutura cinza é chave para o fortalecimento da resiliência da BAT, aumentando a eficiência dos investimentos em infraestrutura cinza. Implementar diversas solu-

ções verdes urbanas, periurbanas e rurais ampliam a capacidade do sistema hídrico da BAT de resistir a chuvas intensas e períodos prolongados de seca, mantendo ou restaurando funções ecossistêmicas importantes (Caparrós-Martínez *et al.*, 2020).

Por fim, o enfrentamento dos desafios da sustentabilidade hídrica da BAT e do ordenamento territorial da RMSP requer a ampliação do debate da água enquanto um recurso essencial para a vida humana e não apenas como uma mercadoria. O debate sobre o uso e ocupação do solo nas áreas de mananciais deve ser pautado no entendimento de que a água e os ecossistemas que mantêm e regulam a sua qualidade e quantidade estão diretamente relacionados com a sustentabilidade das populações urbanas e da diversidade ecológica. Deste modo, sua gestão deve ser feita de maneira integrada, garantindo a participação da sociedade, de modo a alcançar a preservação e proteção do sistema hídrico e ambiental.

## Agradecimentos

Esse capítulo é resultado do projeto Fapesp-Fapesq Proposta de Diretrizes e Planos para a Governança e Segurança Hídrica Adaptativa: dimensões técnica, participativa e sustentabilidade, num contexto de mudanças climáticas, nas bacias hidrográficas do Alto Tietê e do Paraíba e da bolsa BCO a ele vinculada (processos 2022/08396-0 e 2023/06441-0).

## Referências

BRASIL. Lei Federal n. 10.257, de 10 de Julho de 2001. Regulamenta os artigos. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União de 11/07/2001, p.1, 2001.

BRASIL. Lei Federal nº 13.089, de 12 de Janeiro de 2015. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Diário Oficial da União de 13/01/2015, p.2, 2015.

BUCKERIDGE, Marcos S.; RIBEIRO Wagner Costa. Uma visão sistêmica das origens, consequências e perspectivas das crises hídricas na região metropolitana de São Paulo. *In*: BUCKERIDGE, Marcos; RIBEIRO, Wagner Costa. **Livro branco da água: a crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015 – Origens, impactos e soluções.** São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2018, p. 14-21.

CAPARRÓS-MARTÍNEZ, José Luis *et al.* Green infrastructure and water: an analysis of global research. **Water**, Almeria, v. 12, n. 6, p. 1760, 2020.

D'ALMEIDA, Carolina Heldt; FRANCO, Fernando de Mello. Desenho institucional para a governança e planejamento metropolitanos em São Paulo. **Pós FAUUSP**, São Paulo, v. 25, n. 46, p. 32-55, 2018.

PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ (FABHAT). **PBH-AT**: Relatório Final (RF). v. 1: Diagnóstico. São Paulo: Fabhat, 2018a.

PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ (FABHAT). **PBH-AT**: Relatório Final (RF). v. 2: Prognóstico. São Paulo: Fabhat, 2018b.

JACOBI, Pedro Roberto; BUCKERIDGE, Marcos; RIBEIRO, Wagner Costa. Governança da água na Região Metropolitana de São Paulo: desafios à luz das mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 35, p. 209-226, 2021.

JACOBI, Pedro Roberto; BUCKERIDGE, Marcos; RIBEIRO, Wagner Costa. Governança da água na Região Metropolitana de São Paulo-desafios à luz das mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 35, p. 209-226, 2021.

LOPEZ; Thanakvaro de *et al.* **Technologies for climate change adaptation**: the water sector. Roskilde: Unep Risoe Centre, 2011.

POLLACHI, Amauri; ZIONI, Silvana Maria. Perspectivas para o planejamento regional dos mananciais na Região Metropolitana de São Paulo. **Cadernos Jurídicos**, São Paulo, ano 20, n. 51, p. 93-108, 2019.

SÃO PAULO. **Lei Estadual n. 99.866, de 28 de novembro de 1997**. Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências. Diário Oficial – Executivo, São Paulo, 29 nov. 1997, p. 1.

SÃO PAULO. **Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de São Paulo (PDUI-RMSP)**: Caderno Final de Propostas. São Paulo, abr. 2019a. Disponível em: <https://bit.ly/3FKhGgP>. Acesso em: 20 dez. 2024.

SÃO PAULO. **Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de São Paulo (PDUI-RMSP)**: Diagnóstico Final. São Paulo, set. 2019b. Disponível em: <https://bit.ly/3G06s7H>. Acesso em: 20 dez. 2024.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Projeto LUPA 2007/2008**: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, 2009. Disponível em: <https://bit.ly/43GWmkx>. Acesso em 20 dez. 2024.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. Coordenadoria de Desenvolvimento Rural Sustentável. **Projeto LUPA 2016/2017**: Censo Agropecuário do Estado de São Paulo. São Paulo: SAA: IEA: CDRS, 2019a. Disponível em: <https://bit.ly/3ZAc4g5>. Acesso em: 20 dez. 2024.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). **Crescimento demográfico nas regiões metropolitanas**. São Paulo: Seade, fev. 2024a. Disponível em: <https://bit.ly/3Y9W2J0>. Acesso em: 19 dez. /2024a.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE). **Mudanças no crescimento populacional da capital**. São Paulo: Seade, abr. 2024b. Disponível em: <https://bit.ly/42gd5KQ>. Acesso em: 19 dez. 2024b.

TRAVASSOS, Luciana R. F. C. *et al.* Ruralidades na RMSP: dinâmicas territoriais e paisagem no Sistema Produtor Alto Tietê (Spat). *In: IX ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM AMBIENTE E SOCIEDADE – IX ENANPPAS*, 2019, Brasília. **Anais** [...]. Brasília, 2020, v. 1, p. 430-448.

TRAVASSOS, Luciana R. F. C. *et al.* A importância do rural na região metropolitana de São Paulo: serviços ecossistêmicos e a produção do espaço. *In: TORRES*, Pedro Henrique Campello; *JACOBI*, Pedro Roberto. **Dilemas ambientais-urbanos em duas metrópoles latino americanas: São Paulo e Cidade do México no século XXI**, v. 1, p. 327-353, 2021.

TRAVASSOS, Luciana R. F. C.; PORTES, Bruno. Rural metropolitano: caracterização e regulação na Região Metropolitana de São Paulo (Brasil). **GOT: Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, Porto, n. 14, p. 359, 2018.



## CAPÍTULO 8.

# MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS NA ÁGUA POTÁVEL DA REGIÃO METROPOLITANA DE CAMPINA GRANDE (PB)

*José Irivaldo Alves de Oliveira Silva*  
*Osmar Faustino de Oliveira*

### **Introdução**

A questão das mudanças climáticas é uma temática bastante discutida hoje, já que é um risco socioambiental contemporâneo global, que vem afetando toda população involuntariamente, independente de classe social, em todos os territórios do planeta. Contudo, a magnitude com que os territórios são atingidos é mutável, atingindo especialmente os mais vulneráveis, colocando-os em conjunturas de injustiças socioambientais e climáticas. Em todo o mundo, as populações e os territórios, estão expostos a vários tipos de riscos devido as mudanças climáticas e a ocorrência de episódios extremos de chuva e seca (Dias *et al.*, 2024).

Na atualidade, um dos temas importantes a serem discutidos pelos gestores e tomadores de decisão é a carência de planejamento e governança das crises contemporâneas em relação as mudanças climáticas e seu impacto na água potável. Nesse contexto, é importante evidenciar a grave situação ambiental, caracterizada pelo processo de mudanças climáticas. A crise da água vem a cada dia se espalhando na sua escassez, qualidade e distribuição (Silva, 2023).

Contudo, é necessário haver uma meta para nortear ações políticas de governantes para o combate a escassez devido as mudanças climáticas. “Por meio de estudos desenvolvidos junto ao mestrado em Gestão e Regulação e Recursos Hídricos e financiados pelo Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq)” (Silva, 2023, p. 2), é essencial o desenvolvimento de táticas mais eficazes para abranger como ocorre a gestão e governança da água em outros países para orientar a decisão de membros do Sistema Nacional de Gestão em Recursos Hídricos (SIGREH) (Silva, 2023).

A água, como um bem social, é vista como uma mercadoria e como um aparelho para se conseguir desígnios sociais que não podem ser quantificados. Essas metas não têm valor direto, mas servem como restrições. A água desviada para a periferia para sustentar as condições de vida dos menos favorecidos

socioeconomicamente, a água para os agricultores, em uma quantidade mínima para sustentar os bens de família e a água como um bem básico, em que todo indivíduo tem o direito a uma abundância mínima (Silva, 2023).

Tendo em vista o que foi discutido, o presente estudo tem como objetivo verificar se houve expansão ou escassez da água potável nos municípios da Região Metropolitana de Campina Grande (PB), entre os anos de 2012 e 2022.

## 1. Referencial teórico

Na atualidade existe o risco climático que proporciona uma potencialidade de mobilizar vários países em relação a mudança climática, sendo considerado um problema ecológico global em plano século XXI. Desde o ano de 1992, houve tratados internacionais que foram estabilizados na esfera da Organização das Nações Unidas (ONU), em que os países passaram a internalizar disposições convencionais pela atividade legislativa e suas jurisdições, segundo Silva, Sousa e Sampaio (2023 p. 89) “a exemplo do Brasil, em 2009, que aprovou a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (Lei n. 12.187)”. Ainda segundos os autores o próximo passo da “climatização” do direito semelha a Constituição, “por meio do constitucionalismo climático, um tema emergente que busca a evolução do constitucionalismo ambiental (Silva; Sousa; Sampaio, 2023, p. 89).

A sociedade foi afeiçoada por fatos da crise global que difundem absolutamente na questão do arranjo organizacional dos países. O arcabouço de diálogos normativos tanto interno, quanto internacional se dá a partir da atitude em que cada povo se aloca para tentar resolver temas que dissimulam a vida comum. Com isso, é no decorrer da história que esse estilo foi erguido e centrado na afirmação nacional em dano de ação coletiva. Porém, as crises atuais e sua concentrada complexidade existem em meio a soluções particulares que não são mais satisfatórias para edificar uma solução apropriada. Então, agravos em locais afastados passam a produzir implicações em escala global, dissimulando de forma indistinta e desproporcional os países (Silva; Sousa; Sampaio, 2023).

Nos últimos anos, as ações humanas na natureza vêm levando o mundo a uma crise socioambiental estimulada pelos desequilíbrios na relação entre o meio ambiente e a sociedade, em que tanto as atividades humanas, quanto o aquecimento global estão levando o mundo para uma era planetária ignorada. O que implica consequências como o aumento dos eventos climáticos que culminam em calamidades socioambientais (Melo *et. al.*, 2022).

As catástrofes são acontecimentos que mudam a normalidade local e regional, podendo alcançar diferentes escalas de forma simultânea e ocasionando um elevado número de óbitos e estragos econômicos. Com isso,

os desastres socioambientais vêm causando diversos impactos negativos no planeta, sendo conexos ao clima e às mudanças, como por exemplo, as inundações, os deslizamentos de terra, as secas e as ondas de calor, causando diversas mortes (Melo *et. al.*, 2022).

No ano de 1988, foi criada a Secretaria Nacional de Defesa Civil, em que seu objetivo era coordenar as ações de proteção e defesa civil em todo o território brasileiro. Com isso, ao longo dos anos, “essa estrutura foi se aperfeiçoando e fortalecendo até chegar ao atual Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil SINDPEC” (Melo *et. al.*, 2022, p. 4).

A mudança do clima refere-se a um fenômeno social com base em cinco dimensões analíticas: (i) quanto à sua origem em percepções sociais historicamente contextualizadas; (ii) quanto a suas causas, associadas a ações socialmente determináveis; (iii) quanto a seus efeitos diferenciados sobre grupos sociais e comunidades humanas; (iv) quanto às formas de sua representação através de diagnósticos, produção de dados e negociações políticas; e (v) quanto às formas associativas evocadas para enfrentá-lo (Acsehrad, 2022 *apud* Souza; Silva, 2023 p. 6).

A abordagem social das mudanças climáticas é formidável para avaliar os impactos negativos que estas causam às populações humanas. A vulnerabilidade determina uma análise livre, contudo, faz parte de algo mais complexo, o risco climático (Souza; Silva, 2023).

### ***1.1 Escassez da água***

No Brasil, as consequências de grandes projetos de desenvolvimento deram origem a inúmeros conflitos socioambientais. Foi a partir da década de 1990 que se tornaram elemento de inquietação e análise para os pesquisadores de diversas áreas do conhecimento. O país tem se destacado em escala internacional pelos numerosos conflitos pela terra e pela água, tomando um contorno praticamente cíclico, ocupando o primeiro lugar em assassinatos de líderes ambientais e membros de comunidades indígenas. É de suma importância frisar que estamos perante duas extensões entendidas como os conflitos socioambientais e os da água e pela água (Diniz *et al.*, 2023).

O desequilíbrio no que se refere ao acesso e a escassez afetam uma grande parte da população que não possuiu água potável. Essa ocasião é explicada por meio de diferentes aspectos, com ênfase para temas como a repartição desigual do recurso em todo o globo, as condições climáticas, o crescimento da deman-

da com o aumento demográfico e a alteração dos modelos de consumo. Em pleno século XX, enquanto a população mundial triplicou, a demanda mundial de água foi bastante elevada, demonstrando que a gradativa diminuição de disponibilidade hídrica pode ser explicada pelo aumento do consumo *per capita* (Silva; Leite; Souza, 2023).

“A crise hídrica é multidimensional e conglomerada fatores de natureza demográfica, meteorológica, ambiental, política, econômica, educacional e até cultural” (Silva; Leite; Souza, 2023 p. 647). Apesar disso, os princípios categóricos concentram-se na extensão sociopolítica. Esse entrosamento é sustentado no entendimento de que por meio de sua importância e restrita disponibilidade, a água é um utensílio de poder e, sua gestão, vulnerável às disposições políticas. É nesse aspecto que as políticas constituídas e as ações do poder público acercar-se, em grande alcance, a privilegiar uns em detrimento de outros, exacerbando os grupos de desigualdade social (Silva; Leite; Souza, 2023).

Na conjuntura de crise política da água, é de suma importância discutir-se o processo de acesso e de governança hídrica em comunidades rurais do Semiárido. Essa investigação busca descrever a realidade das comunidades rurais do semiárido paraibano, quanto ao acesso à água, como também analisar de que forma se dá a participação da população na gestão e governança desse bem comum (Silva; Leite; Souza, 2023).

O acesso de água para a população não é equilibrado, considerando que sua distribuição é bastante irregular. A quantidade de água em cada continente não é adequada às suas populações. A desigualdade na repartição de água é um fato notado no Brasil, que embora ofereça uma situação hídrica satisfatória em adjacências globais, tendo aproximadamente 13% de toda água doce disponível no planeta, possui áreas de escassez hídrica, mais significativamente na região semiárida e nos núcleos urbanos do Sudeste (Silva; Leite; Souza, 2023).

## **2. Metodologia**

A Região Metropolitana de Campina Grande (RM Campina Grande) é composta por Campina Grande (sede), Lagoa Seca Massaranduba, Alagoa Nova, Queimadas, Esperança, Barra de Santana, Caturité, Boa Vista, Boa Vista, Puxinanã, São Sebastião da Lagoa de Roça, Fagundes, Gado Bravo, Aroeiras, Itabuna, Ingá, Riachão de Bacarnarte, Serra Redonda, Marinhas e Poçinhos, de acordo com a Lei Complementar n. 92, de 11 de dezembro de 2009 (Miranda, 2015).



**Figura 1. Localização da Região Metropolitana de Campina Grande/PB**

Fonte: IBGE (2017, 2022).

A metodologia para especializar o abastecimento de água na região tem como base a utilização de dados secundários advindos da série histórica do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento Básico (Sinisa), nos quais foram coletadas inicialmente informações de indicadores desagregados para o estado da Paraíba, nos anos de 2012 e 2022, e posterior classificação para a área de estudo. Dessa forma, foram confeccionados mapas temáticos com o apoio do software QGIS, versão 3.34.7 – Prizren.

Com os dados em planilhas Excel, selecionou-se apenas os dezenove municípios que compreendem a RM Campina Grande, bem como os indicadores “AG001\_População total atendida com abastecimento de água” e “IN055\_Índice de atendimento total de água” para melhor organização. Porém, para esse trabalho em si, foi utilizado unicamente o indicador de atendimento total de água, que tem uma representatividade melhor no universo estudado.

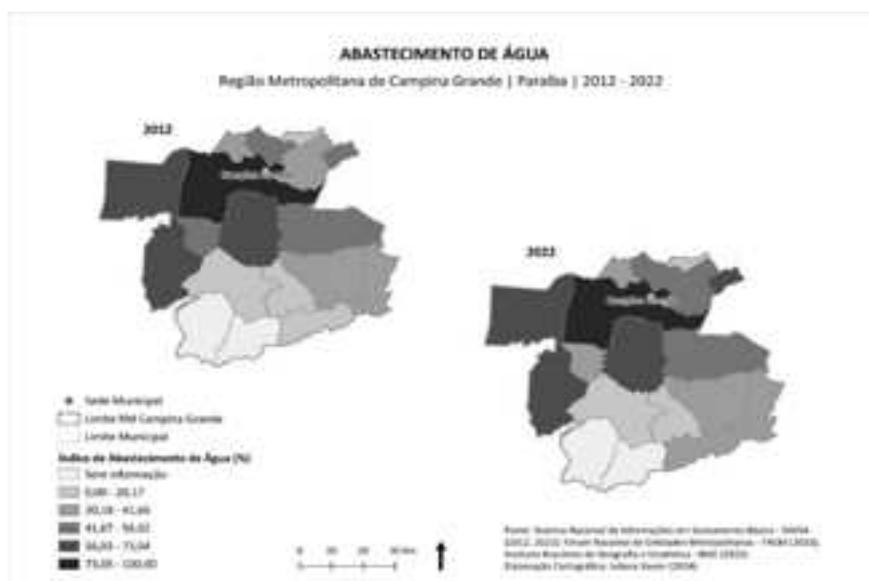
No software QGIS fez-se a união da planilha com a camada vetorial da RM Campina Grande, que foi criada a partir da camada estadual da Paraíba. Nesse sentido, escolheu-se a técnica de classificação graduada para indicar as seis faixas do índice que, por sua vez, variam em porcentagem, de 0 a 100. A faixa “Sem informação” corresponde aos municípios que não têm dados disponibilizados pela plataforma institucional, o que pode advertir que algumas prefeituras municipais não atualizam o sistema por falta de conhecimento ou por outras questões não analisadas.

Com isso, foram produzidos dois mapas: o primeiro deles refere-se ao “Abastecimento de Água”, do ano de 2022, que são os dados mais atualizados até o presente momento, e o segundo mostra a distribuição desse mesmo índice em uma comparação entre os anos de 2012 e 2022, ou seja, um período de uma década em que pode ter existido uma evolução ou um regresso para os municípios avaliados.

### 3. Resultados

A Figura 2 foi elaborada com base nos dados do Sinisa, ilustrando o Índice de Abastecimento Total de Água nos municípios da Região Metropolitana de Campina Grande, no ano de 2012, e trazendo os seguintes resultados: Alcantil: sem informação; Aroeiras: 33,76%; Barra de Santana: 10,38%; Boa Vista: 71,60%; Boqueirão: 64,77%; Campina Grande: 95,33%; Caturité: 43,04%; Fagundes: 47,40%; Gado Bravo: 11,57%; Itatuba: 50,03%; Lagoa Seca: 46,01%; Massaranduba: 31,96%; Matinhas: 19,37%; Natuba: 31,83%; Puxinanã: 34,76%; Queimadas: 64,45%; Santa Cecília: sem informação; Serra Redonda: 55,99%; Umbuzeiro: 19,96%.

As figuras 2 e 3 mostram o abastecimento de água potável na região, quanto mais escuro o município, maior é o abastecimento de água potável, quanto mais claro, menor, os que estiverem em branco não possuem informações.



**Figura 2. Abastecimento de água na Região Metropolitana de Campina Grande nos anos de 2012 e 2022**

Fonte: Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – Sinisa (2012, 2022); Fórum Nacional de Entidades Metropolitanas – FNEM (2018); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

O abastecimento de água na Região Metropolitana de Campina Grande em 2012 e 2022 não teve grandes mudanças. Alcantil e Santa Cecília não tiveram suas informações disponibilizadas.

Massaranduba, em 2022, teve uma melhora na questão do abastecimento de água, como ilustra a Figura 2. O município de Umbuzeiro obteve uma melhora, ficando no mesmo patamar que Aroeiras e Natuba.



**Figura 3. Abastecimento de Água na Região Metropolitana de Campina Grande em 2022**

Fonte: Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico – Sinisa (2012, 2022); Fórum Nacional de Entidades Metropolitanas – FNEM (2018); Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

A Figura 3 traz o Índice de Abastecimento Total nas cidades da RM Campina Grande (IN055 – Sinisa), com os seguintes resultados: Alcantil: sem informação; Aroeiras: 31,63%; Barra de Santana: 7,33%; Boa Vista: 73,04%; Boqueirão: 66,29%; Campina Grande: 99,70%; Caturité: 41,66%; Fagundes: 52,05%; Gado Bravo: 0,10%; Itatuba: 52,99%; Lagoa Seca: 50,14%; Massaranduba: 56,02%; Matinhas: 20,17%; Natuba: 36,38%; Puxinanã: 40,29%; Queimadas: 72,42%; Santa Cecília: sem informação; Serra Redonda: 63,37%; Umbuzeiro: 29,96%.

Conforme a Figura 3, é possível observar a evolução do abastecimento de água no ano de 2022 em relação a 2012. O município de Campina Grande (sede) este-

ve no mesmo patamar nos respectivos anos, também não houve alteração em Boa Vista, Puxinaná, Lagoa Seca, Matinhas, Fagundes, Itatuba, Aroeiras, Natuba, Barra de Santana, Gado Bravo e Boqueirão. Como já mencionado, os municípios de Alcântil e Santa Cecília não forneceram informações sobre a questão em debate.

Os lugares que obtiveram evolução no abastecimento, conforme a Figura 3, foram: Massaranduba, Umbuzeiro e Caturité. Campina Grande, como a sede da região, possui o maior indicador de água potável nos anos analisados.

## Considerações finais

Conclui-se com o presente estudo que, na Região Metropolitana de Campina Grande, o abastecimento de água potável nos anos de 2012 e 2022 esteve praticamente no mesmo patamar. Apenas três municípios tiveram alguma evolução: Massaranduba, Umbuzeiro e Caturité. Campina Grande, sendo a sede da região, possui o maior indicador de água potável nos anos analisados.

O abastecimento de água na região metropolitana não teve grandes mudanças. Alcântil e Santa Cecília não tiveram informações disponibilizadas.

Os municípios que ficaram estagnados, ou seja, sem mudanças na questão do abastecimento foram Boa Vista, Puxinaná, Lagoa Seca, Matinhas, Fagundes, Itatuba, Aroeiras, Natuba, Barra de Santana, Gado Bravo e Boqueirão.

Campina Grande possui um importante fator para o abastecimento, pois se utiliza das águas do Rio São Francisco. De acordo com o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (SNIS, 2017), esse rio assegura o abastecimento para mais de 716 mil pessoas, em 18 municípios.

## Referências

BRASIL. Ministérios das Cidades. **Coleta de Dados Sinisa 2024**. Ministérios das Cidades, 2024. Disponível em: <https://bit.ly/4jfdQzy>. Acesso em: 3 set. 2024.

DIAS, Eric Mateus Soares *et al.* Olhares sobre a expansão das energias renováveis no Rio Grande do Norte: entre conflitos, controvérsias e possibilidades. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v. 10, n. 1, 2024.

DINIZ, Paulo Cesar O. *et al.* Refugiados da água: vulnerabilização e conflitos por acesso à água. **Caderno CRH**, Salvador, v. 36, p. 1-17, e023015, 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo agropecuário: resultados definitivos 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**: população e domicílios: primeiros resultados. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

Melo, B. J.; Mattedi, M. A.; Souza, C. M. M.; Vicentainer, D. A.; Kormann, T. C. **Aplicação do índice de vulnerabilidade socioambiental a desastres por meio de Sistema de Informação Geográfica (SIG)**: estudo de caso do município de Blumenau (SC). Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS. Liberdade, São Paulo - SP / Brasil, 2022.

MIRANDA, Livia Izabel B. de. As Regiões Metropolitanas da Paraíba: Contradições e Inconsistências entre Institucionalidades e o Planejamento Territorial. **Observatório das Metrôpoles**, Campina Grande, 2015. Disponível em: <https://bit.ly/4hWolSs>. Acesso em: 3 set. 2024.

SILVA, José Irivaldo A. O. Governança Comparada da Água. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 20, e202105, 2023.

SILVA, José Irivaldo A. O.; LEITE, Andrea Ferreira; SOUZA, Cidoval Morais de. Apropriação social da água nas comunidades rurais do Semiárido: os desafios da governança (2020-2022). **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 19, n. 2, maio/ago. 2023.

SILVA, José Irivaldo A. O.; SOUSA, Marcelo Bruno B. de; SAMPAIO, Rárisson Jardiel S. Constitucionalismo Global em tempos de mudanças climáticas e o reconhecimento de um direito fundamental climático no Ordenamento Constitucional Brasileiro. **Revista do Direito**, Santa Cruz do Sul, n. 70, p. 88-108, abr./jun. 2023.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (SNIS). Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Águas do Rio São Francisco chegam à região de Campina Grande, na Paraíba. **SNIS**, 13 abr. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/3RrvYoT>. Acesso em: 3 set. 2024.

SOUZA, Marcelo Bruno B. de; SILVA, José Irivaldo A. O. Crise climática e a importância dos Planos Diretores e Setoriais de Mudanças Climáticas. **Boletim de Conjuntura (Boca)**, Boa Vista, ano V, v. 16, n. 46, 2023.



## CAPÍTULO 9.

# O ACESSO À ÁGUA EM PEQUENAS COMUNIDADES RURAIS DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

*Andréa Ferreira Leite  
Cidoval Morais de Sousa  
José Irivaldo Alves Oliveira Silva*

### **Introdução**

O acesso à água é uma necessidade essencial para a sobrevivência dos seres humanos. Sua importância e múltiplas finalidades, a evidenciam como um elemento determinante para as configurações dos espaços geográficos e das conjunturas sociais e econômicas. A garantia de acesso a esse recurso tem interferência direta sobre os índices de qualidade de vida e desenvolvimento de uma região.

O desequilíbrio no acesso à água promove cenários de crise em diversas áreas do mundo. Essa realidade afeta uma expressiva parcela da população mundial, e suas causas são interpretadas sob diferentes óticas e considerando vários fatores. As limitações da disponibilidade hídrica no planeta são associadas à distribuição das fontes de água, a condições climáticas, ao aumento da população e ao crescimento da demanda, e a ampliação do consumo refletida pelo modelo econômico capitalista.

Mediante às causas multifatoriais apontadas para a problemática da água, as razões consideradas como determinantes para a sua resolução ou agravamento estão ligadas à esfera política. Essa compreensão advém do reconhecimento da água como um instrumento de poder. Sendo de imensurável importância, objeto de interesse mundial e com sua disponibilidade limitada, a gestão da água é vulnerável às decisões políticas (Castro, 2016). Nessa perspectiva, os processos apresentam fragilidades que podem acentuar quadros de desigualdade e insegurança, quando não viabilizam a regulação e suprimento adequado à população.

No Brasil, a gestão da água adota o modelo de governança como balizador dos processos, visando assim descentralizar as ações e incluir a sociedade civil nas formulações das políticas e decisões. Essa abordagem tende a ser mais favorável no contexto brasileiro, por ser um país de dimensão continental e com significativas desigualdades regionais. A região semiárida nordestina é o cenário que concentra as maiores problemáticas ligadas à escassez de água, além disso, possui uma conjuntura histórica de desigualdades econômicas e sociais.

As áreas rurais do Semiárido apresentam características que apontam um maior agravamento quanto às condições de acesso à água, quando comparadas aos contextos urbanos. Os investimentos realizados para o abastecimento de água comumente são direcionados às cidades e aos polos de produção econômica, enquanto às comunidades rurais ficam à margem do processo de desenvolvimento e contando apenas com o atendimento emergencial do governo nos períodos mais críticos de falta d'água. A carência e a precarização de infraestruturas, abastecimento e ações políticas é uma realidade factualmente observada nos espaços rurais do Semiárido.

No intuito de compreender o acesso e a governança da água nesse contexto, foi realizada uma investigação numa comunidade rural do Semiárido da Paraíba. O estudo, norteado pelas perspectivas social e política, visou identificar como os moradores dessa localidade tinham acesso à água e como participavam dos processos de governança hídrica.

O diagnóstico obtido poderá contribuir socialmente para o desenvolvimento rural do Semiárido, a partir do conhecimento sobre suas configurações de infraestruturas hídricas, participação social, atuação cidadã, consciência sobre o espaço e sobre os processos de governança da água. Espera-se também que as informações obtidas e as análises construídas nesse trabalho possam balizar estudos para outras regiões, sinalizar possíveis fragilidades no modelo de gestão adotado e apoiar o incremento de novas políticas para a ampliação do acesso à água e aperfeiçoamento dos processos de governança.

## **1. Acesso à água – disparidades e governança**

A crise no acesso à água é uma pauta recorrente e de abrangência a nível mundial. A ameaça de falta é uma realidade em muitas regiões do planeta, atingindo um percentual significativo da população. Estima-se que mais de 2 milhões de pessoas não tenham o acesso à água potável garantido (Unesco, 2021). As análises sobre a questão são discutidas sob múltiplas perspectivas, que abordam causas naturais, políticas, sociais e econômicas.

A distribuição geográfica irregular é uma condição que repercute na disponibilidade hídrica para a população. No Brasil, por exemplo, existe uma desproporcionalidade acentuada entre a distribuição natural de água doce e a concentração populacional em cada uma das cinco regiões geográficas. A Região Norte, que conta com menos de 7% da população nacional, possui cerca de 70% das águas superficiais do país. Já no Nordeste, que reúne 30% dos brasileiros, há apenas 3% dos recursos hídricos (ANA, 2013).

Além da dispersão irregular das fontes hídricas, as mudanças climáticas compõem uma problemática diretamente ligada à condição de estresse hídrico, acrescentando assim os desafios para o atendimento da demanda de água. A imprevisibilidade e as alterações do clima comprometem a disponibilidade, a qualidade e a quantidade de água para o atendimento das necessidades básicas de bilhões de pessoas (Unesco, 2020). Nesse sentido, a escassez é potencialmente agravada com a ocorrência de eventos extremos, como inundações ou secas prolongadas, que desencadeiam perdas de caráter econômico e social (Browder, 2018).

A condição de escassez pode ser compreendida sob duas óticas. A primeira delas é a escassez física, que ocorre quando há a carência efetiva de água numa determinada região para atender as necessidades da população. A segunda é a econômica, retratada pela distribuição desigual, originada pela falta de investimento e de infraestrutura (FAO, 2012).

A nível global, são aproximadamente 1,6 bilhões de pessoas afetadas pela escassez econômica (Molden, 2007). São várias regiões do globo que, mesmo com disponibilidade hídrica suficiente, a disparidade social faz com que a carência de recursos financeiros impeça que as pessoas possam arcar com os custos de abastecimento e acesso à água. É possível então conceber que a privação do acesso não é uma questão justificada somente pela escassez física, mas relacionada principalmente a contextos de discrepância econômico-social.

A escassez hídrica pode ser também interpretada como um processo oriundo do capitalismo, que promove uma descaracterização da água como objeto de direito social, um bem comum e coletivo, e passa a ser convertida em mercadoria (Prieto, 2019). Revela-se, portanto, uma dicotomia de finalidade do uso, entre o objetivo social e o econômico. Essa perspectiva confronta o mais relevante papel da água, o abastecimento humano, que deve ser considerado prioridade na gestão pública (Grassi, 2006). A garantia do uso sustentável da água, a partir da sua gestão e regulação, é uma incumbência atribuída ao Estado (Gomes, 2021).

As problemáticas inerentes ao acesso enfatizam a necessidade de uma gestão que iniba o uso indevido dos recursos hídricos, impedindo ações que comprometam a quantidade e qualidade das águas, assim como visar a garantia de equidade no acesso a esse bem comum e essencial à sobrevivência (Machado, 2018). Mediante tamanha relevância, a universalização da água deve ser uma temática que assegure uma maior publicização e garantias de acesso. A fragilidade ou mesmo a inexistência de normas sobre sua utilização faz com que haja o agravamento das vulnerabilidades das populações mais pobres (Castro, 2016).

Os processos de gestão hídrica estão intimamente ligados a decisões políticas. Assim, podemos correlacionar que os problemas de escassez têm suas origens essencialmente atreladas ao âmbito político (Castro, 2017). Sobre-

pondo-se a limitações técnicas ou ambientais, a crise pode ser solucionada, ou, pelo menos, amenizada, em muitas regiões, a partir de decisões políticas, por exemplo, a alocação estratégica de recursos e o uso efetivo de técnicas já conhecidas de estocagem e aproveitamento (Ribeiro, 2008).

A partir do reconhecimento do caráter político da água como fator preponderante para solucionar sua crise, é destacada a importância de se analisar os modelos de gestão hídrica que vem sendo adotados, bem como os possíveis indicativos de readequação, visando a garantia de acesso (Oliveira, 2011). Nessa conjuntura, a governança da água vem sendo adotada como um caminho para otimizar o desempenho da gestão, envolvendo seus parâmetros territoriais, sociais e políticos (Minero, 2007).

A governança da água é um processo que converge os interesses sociais, políticos, econômicos e as estruturas administrativas no sentido de desenvolver e gerir as questões pertinentes à água, considerando os diferentes níveis sociais (Peter; Hall, 2003). Contudo, para que seja bem-sucedida, ou seja, socialmente justa, ela deve convergir o envolvimento e a colaboração dos territórios e atores envolvidos (Ribeiro; Johnsson, 2018). A ineficiência é, na maioria dos casos, o fator preponderante para o efeito mais nocivo da crise hídrica, que é a falta de água para o consumo humano, tanto em territórios rurais como urbanos (Whately; Neves, 2016).

## **2. O semiárido brasileiro e a questão da água**

O semiárido brasileiro tem seu referencial histórico associado à recorrente incidência de seca na região. Esse fenômeno, resultante de condições geográficas, está imbricado de problemáticas sociais e econômicas que são historicamente justificadas como uma questão de escassez hídrica. A gravidade desse cenário é evidenciada por Carvalho (2012) ao relatar que secas, como as de 1915, 1932, 1958 e 1970, impuseram prejuízos de magnitude e natureza variada sobre os viventes nas áreas semiáridas do Nordeste, que se instituíram como uma região oficialmente “protegida” pelos governos da União e dos estados.

A delimitação geográfica do Semiárido considerou critérios diretamente relacionados à escassez hídrica, como a precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm, ao índice de aridez, e ao percentual diário de déficit hídrico (Santos *et al.*, 2013). A demarcação territorial inicial dessa região ocorreu em 1936 e classificou as localidades que enfrentavam longas estiagens, anteriormente conhecidas como “Polígonos das Secas” (Silva, 2006). Atualmente, o Semiárido é constituído por 1.427 municípios. Só no estado

da Paraíba, que tem um total de 223, possui 188 na região semiárida, o que corresponde a mais de 80% do seu território (Sudene, 2021).

No Semiárido, a relevância dos recursos hídricos para o desenvolvimento das atividades produtivas é descrita por Andrade e Nunes (2014, p. 29): “a sobrevivência da população no Semiárido e o seu potencial de produção vinculam-se diretamente à disponibilidade hídrica”. Esse panorama, que limita o desenvolvimento social e econômico da região, motivou inúmeros movimentos de migrações da população sertaneja para outros lugares do país. Aqueles que permaneceram ficaram subjugados às classes dominantes e dependentes de medidas, na maioria das vezes, emergenciais do Estado (Oliveira, 1977).

Ao analisar o contexto histórico dessa região, percebe-se que a questão da água sempre foi apontada como o mais evidente problema e fator limitador para o seu desenvolvimento. Porém, compreende-se que as vulnerabilidades não estão ligadas apenas a fatores naturais, são um reflexo da conjuntura política. Essa perspectiva pode ser entendida a partir da observação das ações do governo, que condizente com uma gestão ineficaz, empreendeu iniciativas descontínuas e finalidades apenas emergenciais. A atuação governamental geralmente só ocorria em situações de calamidade, como atenuante para os efeitos sociais dos períodos de secas prolongadas (Buriti; Barbosa, 2018).

Até o final do século XIX, a posição do governo foi de atuar de forma assistencialista mediante às demandas sociais do Semiárido, basicamente com medidas como instalação de poços, disponibilização de carros-pipa e distribuição de alimentos (Alves, 2013). Essa postura estava intimamente baseada na ideia de combate à seca, avaliando apenas fatores climáticos e desconsiderando as implicações das ações políticas e sociais no agravamento dos problemas.

A partir do século XX, mediante a “Grande Seca de 1915”, foi iniciado um processo de formulação de políticas públicas direcionadas a garantia de acesso humano à água. Nesse período, se destacou o investimento em infraestruturas hídricas, principalmente direcionadas à construção de açudes. Contudo, esse processo, que ficou conhecido como “Açudagem”, reforçou as conjunturas de concentração de poder e subordinação da população mais vulnerável (Buriti; Barbosa, 2018). Isso aconteceu porque a maioria desses reservatórios eram instalados em grandes latifúndios. “O Estado, dessa forma, financiou a concentração fundiária no Semiárido que esteve associada à vulnerabilidade hídrica dos camponeses” (Cordeiro, 2013, p. 187).

A abordagem governamental sobre as problemáticas relacionadas à crise hídrica no Semiárido passou a configurar uma nova concepção a partir dos debates sobre a democratização no acesso à água, temática que ganhou espaço com a Conferência da ONU – Rio 92. A ótica de combate à seca abria

espaço para uma nova política baseada no entendimento de convivência com ela (Campos, 2014). No Semiárido, essa política é representada institucionalmente pela Articulação pelo Semiárido (ASA), e tem como um dos seus principais projetos o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC).

A concepção de buscar soluções de uma forma mais contextualizada com as particularidades locais tem a potencialidade de configurar uma gestão mais compatível com territórios diversos e heterogêneos, como é o caso do semiárido brasileiro. Essa aplicabilidade da adaptação entre a configuração do território e a legislação das águas é um grande desafio para o atual sistema de governança das águas no Brasil, regida pela Lei de n. 9.433/97 (Buriti; Barbosa, 2018).

Nesse sentido, os desafios são mais acentuados quando direcionamos nosso olhar para os contextos dos pequenos municípios, e com ainda maior ênfase, nas suas zonas rurais. É historicamente percebido através dos censos que as populações rurais têm índices consideravelmente menores de cobertura de saneamento, abastecimento de água e maior vulnerabilidade social e econômica, se comparada a realidade urbana (IBGE, 2010). Além disso, a dispersão das moradias no território e a menor proporcionalidade da população constituem obstáculos para a efetivação de políticas que fomentem o abastecimento de água (Maria, 2020). Essas peculiaridades configuram o local como um cenário importante para análise de questões políticas, econômicas e sociais relacionadas à água.

### **3. Procedimentos metodológicos**

Buscando uma maior compreensão sobre as complexidades que configuraram o acesso à água na região semiárida, e os processos de governança imbricados nesse cenário, foi realizada uma investigação numa zona rural do agreste paraibano. A pesquisa conciliou a utilização de duas técnicas: a observação participante e entrevistas semiestruturadas. A base para análise foi constituída principalmente a partir dos depoimentos dos atores entrevistados.

O desenvolvimento do estudo abrangeu um período de aproximadamente três anos, entre 2020 e 2022. A pesquisa de campo teve como ponto inicial a cidade de Itatuba, e, progressivamente, avançou no seu território rural. Nessa jornada, foram observadas as características físicas e humanas dessa região, com ênfase nas formas de acesso à água. Esse processo de incursão até a Comunidade da Jurema sofreu uma série de interrupções devido às condições de prevenção sanitária impostas pelo enfrentamento à pandemia de covid-19.

A observação local viabilizou a captura de uma série de registros fotográficos que visaram apresentar as características naturais da região, a estruturação de moradias e comércio local e os pontos de acesso, condução e armazenamen-

to das águas disponíveis. Além dessa coleta documental de imagens, a imersão no lócus do estudo permitiu uma maior aproximação com os atores sociais envolvidos no acesso e governança da água, o que resultou em conversas informais, previamente à execução das entrevistas semiestruturadas.

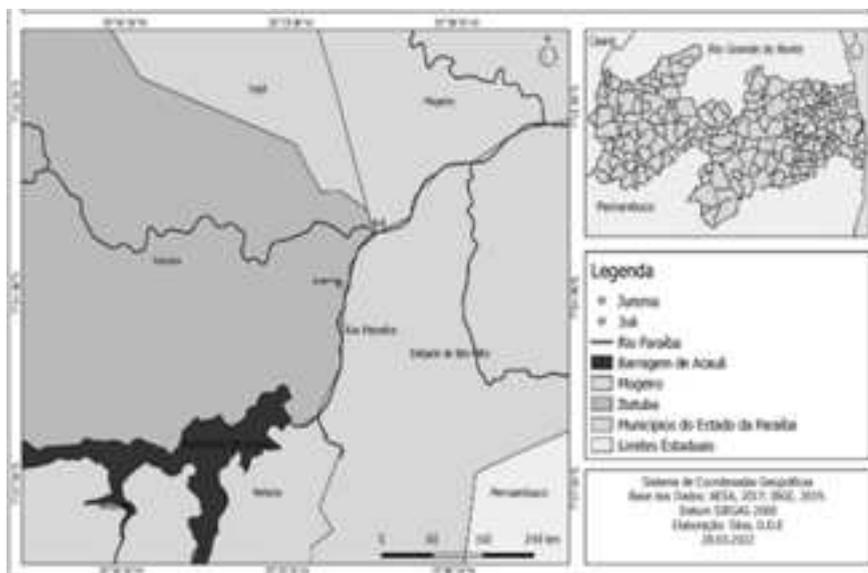
O grupo social enfatizado nessa averiguação é formado por moradores do povoado de Jurema, uma comunidade rural do agreste da Paraíba. Essa população não possui rede de abastecimento de água, está geograficamente inserida numa região semiárida e deslocada da zona urbana, configurando um ambiente de condições particularizadas.

A entrevistas foram realizadas em dez moradias da comunidade e transcorreram mantendo o anonimato dos participantes. O contato teve duas etapas principais: a abordagem inicial, com uma visita de aproximação, e a apresentação do projeto e objetivo da pesquisa. Num segundo momento, o agendamento e a implementação da entrevista semiestruturada, associada a um levantamento fotográfico autorizado, relacionado à caracterização de acesso e armazenamento de água das residências.

As informações obtidas nas conversações foram analisadas com base nas teorias e indicadores sociais de acesso e governança hídrica. A partir dos recortes de maior associação com a temática em estudo, os discursos foram examinados na perspectiva de descrever a percepção sobre o acesso local à água, como também, de entender como se dá o processo de participação política dos moradores quanto às questões da água nessa localidade.

#### **4. Local do estudo**

O lócus da pesquisa corresponde a uma comunidade rural situada no agreste paraibano, que compõe a predominante área semiárida do estado. Conhecido como povoado da Jurema, seu território pertence ao município de Itatuba. Essa região possui três importantes referenciais relacionados ao acesso humano à água: o Rio Paraíba, que margeia as moradias a uma distância de 300 a 800 metros; a barragem Argemiro de Figueiredo, popularmente chamada de “Açude de Acauã”, que fica a aproximadamente 11 quilômetros e os dutos de ligação do canal Acauã-Araçagi, estrutura pertencente ao Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), instalados a 500 metros do povoado.



**Figura 1. Localização da comunidade rural Jurema**

Fonte: Dalva Damiana Estevam Silva, 2022.

Jurema tem sua configuração paisagística e estrutural predominantemente rural. Distante a 25 quilômetros da sede do município de Itatuba e de sua zona urbanizada, o acesso à comunidade é viabilizado por estradas carroçáveis, que sazonalmente são interditadas por riachos, nos períodos chuvosos.

O povoado possui uma via central calçada com blocos de pedra e sistema de iluminação pública com distribuição de energia domiciliar. Não há rede de abastecimento de água ou esgotamento sanitário. Além das residências, se encontram estabelecimentos comerciais de pequeno porte, como mercearia para venda de alimentos, bares, borracharia e loja de roupas.

Quanto aos equipamentos públicos que compõem a localidade, há um grupo escolar de 1º grau, posto de saúde e cemitério público. Com aproximadamente cem estruturas domiciliares, a população não conta com nenhum posto de segurança pública. A comunidade tem dois templos religiosos, ambos de credo cristão, sendo um católico e outro evangélico. Não há instalação de empresas agrícolas, industriais ou de extração nas proximidades.

As construções se concentram, em sua maioria, no entorno da única via central pavimentada. As demais residências estão distribuídas com distanciamento variável no território, comumente associadas a áreas de suporte às atividades de plantio e criação de animais. Quanto às características estruturais, foi possível observar que as casas próximas a via central são predominantemente

de alvenaria, além de possuírem dimensões maiores se comparadas às moradias dispersas no povoado. Estas últimas, além de menores, tem a constituição mais simples, algumas sendo inclusive de pau a pique ou taipa.

Na amostra investigada, a composição residencial na Jurema teve uma média de três habitantes por domicílio e o gênero predominante foi o feminino, representando cerca de 62%. Para mais da metade das famílias, a renda familiar não ultrapassa dois salários-mínimos, sendo sua origem principalmente advinda da aposentadoria de idosos e da prestação de serviços. As atividades remuneradas em destaque são os serviços de atendimento nos pontos comerciais, o serviço público, vinculados ao posto de saúde e grupo escolar, o cultivo de frutas e legumes e a criação de galinhas, comercializados na feira local.

## **5. Acesso à água na comunidade**

Numa distância de mais de 20 quilômetros da área urbanizada de Itatuba, a comunidade da Jurema não possui rede local de abastecimento. Assim, o povoado se utiliza de formas alternativas para acessar o recurso. As particularidades nesse acesso também se associam quanto aos seus usos: se para beber e cozinhar, para higiene pessoal ou com finalidade de fomentar atividades econômicas e de subsistência.

A “água de beber” é acessada a partir de três principais origens. Metade das famílias a garantem numa Central de Dessalinização do Programa Água Doce (PAD). As demais residências obtêm o recurso através de cisternas, sendo algumas do P1MC (20%), e outras construídas pelos próprios moradores (30%). Nessas estruturas, a capacidade média de acumulação varia entre 10 e 16 mil litros, quantidade que não é suficiente para suprir a necessidade de uma família durante todo o ano, sobretudo nos períodos de estiagem, condição recorrente no Semiárido.

Na insuficiência das fontes existentes para atendimento das necessidades, cerca de 40% dos habitantes recorrem à compra de água para beber durante alguns meses do ano. O comércio é realizado por veículos particulares, que fazem o sistema de porta –a porta, cobrando o valor médio de R\$ 3 para cada 20 litros. A quantidade é medida num recipiente do próprio comprador, sendo comumente um balde com capacidade negociada. Não há comprovação de salubridade, o critério aceito é que a água não seja salobra ou “barreada”, com alguma coloração sugestiva de que não seja própria para beber.

Conforme os relatos, essa compra era ainda mais frequente antes da instalação, em 2020, da Dessalinizadora do PAD. Nesse sistema, a água é obtida de um poço tubular e tratada para consumo nas estruturas instaladas, que transformam a água salobra em água doce, com um padrão de salubridade

para ingestão humana. A manutenção da estrutura e a distribuição da água são atribuições de um operador, também morador da comunidade e treinado pelo PAD para atuar como agente da gestão compartilhada do programa.

Cada família beneficiada pela Dessalinizadora deve possuir um cadastro específico e participar das reuniões propostas pelo PAD. A distribuição é feita em ponto físico fixo, junto às instalações da Central de Dessalinização, e com dias e horários pré-acordados. Mensalmente, é cobrado o valor de R\$ 30 por residência participante, contribuição que integra o Fundo de Gestão da Dessalinizadora e tem objetivo de suprir as despesas com a manutenção básica da infraestrutura.

Na Jurema, a distribuição de água da Dessalinizadora ocorre três vezes por semana, sempre nas segundas, quartas e sextas-feiras, das 7 às 12h da manhã. Nesse intento, os moradores se deslocam de variadas formas, fazendo uso de motocicletas, bicicletas, carroças de tração animal, carroça de mão e até mesmo a pé, fazendo o trabalho braçal até a moradia. Para o recebimento da água, é utilizado um formato de recipiente padrão: o garrafão de 20 litros. Para cada dia de distribuição, o morador cadastrado pode levar até dois garrafões desses, totalizando assim o limite de 120 litros por semana para cada residência. Presupondo uma família de cinco pessoas, essa quantidade se torna insuficiente para suprir as necessidades básicas de beber e cozinhar.

A água para higiene pessoal e fomento das atividades econômicas e de subsistência é captada no Rio Paraíba. Por ser salobra, possuir cheiro, cor e sabor, os próprios moradores a qualificam como inapropriada para ingestão humana. Essa percepção pode ser fundamentada até pela observação do curso do Rio, ao se verificar que não há sistemas de saneamento e esgotamento sanitário adequados nas comunidades ribeirinhas, o que promove um escoamento contaminante para o curso do rio. Além disso, há várias plantações nas margens, constantemente associadas a manipulação de pesticidas.

A condução da água fluvial para as moradias é feita por bombeamento. Apenas 30% das casas possuem um mecanismo particular, que inclui fiação, bomba elétrica e encanação. Esses sistemas de bombeamento são montados pelo próprio povo. As características de improviso e risco para os usuários são percebidas pela exposição da fiação elétrica de uso caseiro, suspensa por estacas de madeira, do rio até a fonte de energia na residência, além de extensões elétricas interconectadas como gambiarras.

Nas casas que não contam com esse sistema próprio de captação, é pago o serviço de bombeamento, comercializado por particulares que possuem os equipamentos necessários para extração e condução da água do rio. Esse serviço é ofertado por agentes externos à localidade, que fazem o abastecimento de mil litros por casa, numa periodicidade de duas vezes por semana, cobrando um

valor mensal de R\$ 50 pelo atendimento. Essa água é direcionada para a higiene pessoal e doméstica e para o provimento do plantio agrícola e da criação animal.

Além das já citadas, cisternas e caixas d'água, as formas de armazenamento são as mais diversas. Para acumular a água de beber são também manuseados tonéis, baldes, bacias, potes de barro, garrafões plásticos, garrafas pet etc. No intuito de aproveitar o curto período chuvoso da região, algumas famílias escavam pequenos barreiros nas proximidades da moradia para acumulação da água pluvial, porém, diante do clima semiárido e seu alto índice de evaporação, essa técnica propicia um benefício de curto período. A acumulação proveniente desses barreiros substitui temporariamente a água do Rio Paraíba. Nos períodos de cheias, é inviabilizada a captação, sobretudo pela alteração da densidade da água, que se transforma num condutor de todo resíduo natural ou artificial em seu curso, arrastando barro, animais mortos, vegetação, e tudo mais que a cheia puder conduzir.

Com exceção da água fornecida pela Dessalinizadora do PAD, as demais águas consumidas na Jurema não possuem nenhum monitoramento de qualidade. A potabilidade da água, seja de beber, cozinhar ou para os demais fins, não passa por nenhuma aferição químico-físico-biológica. Os moradores afirmaram não ter conhecimento de nenhum órgão de vigilância e controle de qualidade que atue na região.

As águas que são comercializadas porta a porta não tem origem formalmente definida, nem tampouco garantia de salubridade para consumo. A falta de inspeção de qualidade também põe em risco a saúde dos usuários da água fluvial, que mesmo não sendo ingerida, é manuseada para a higiene pessoal, ato que expõe pele e mucosas.

Além da ausência de monitoramento de qualidade por órgãos competentes, o tratamento doméstico não é uma realidade predominantemente adotada para a água de beber na comunidade. Do total pesquisado, 40% não faz uso de nenhuma das formas mais tradicionais de tratamento, que são a filtração, a cloração ou aplicação de hipoclorito de sódio.

Os atores sociais consultados revelaram ainda que não há visita regular de agentes de saúde na localidade, o que pode justificar a baixa adesão das técnicas de tratamento doméstico e a escassa distribuição de cloro e hipoclorito. Alguns entrevistados sinalizaram que não sentem segurança em adicionar quaisquer produtos químicos na água, e que optam por “deixar a água assentar” naturalmente, processo que corresponde a sedimentação em potes (comumente de barro), antes de bebê-la.

Não foi verificada, em nenhuma das residências, a aplicabilidade de alguma modalidade de reuso das águas. Os moradores sinalizaram desconhecimento de quaisquer técnicas com a finalidade de reutilização da água. Houve

também um evidente desinteresse sobre a temática, justificado pela percepção de que a água salobra do Rio Paraíba é de má qualidade para reaproveitamento e a escassa água doce já é direcionada para ingestão.

A ausência de rede de esgotamento sanitário confere a localidade algumas características particulares. Quanto ao descarte das águas oriundas de cozinha e higiene pessoal, este é feito por canalizações adaptadas pelos próprios moradores e despejados na superfície a poucos metros das moradias. Já o residual de esgoto é destinado em 80% dos casos a uma fossa rudimentar e, em 20% das moradias, para fossas sépticas, instaladas durante a efetivação de um projeto municipal de saneamento em 2013, que posteriormente foi descontinuado. Ainda sobre o saneamento local, a coleta de lixo foi recentemente implantada pela prefeitura, atuando semanalmente na localidade há pouco mais de um ano.

## **6. A participação social local na governança da água**

A investigação desenvolvida na Jurema, além de visar descrever a conjuntura socioestrutural local, sobretudo no tocante ao acesso à água, buscou também a compreensão pertinente a participação social nos processos de governança da água. No decorrer das entrevistas pré-estruturadas, a comunidade foi consultada sobre várias questões: percepção sobre o acesso à água, grau de contato com representantes de órgãos vinculados à gestão hídrica, participação em grupos de debate que envolva a temática de recursos hídricos e conhecimento sobre projetos e políticas da água.

A partir das respostas obtidas quanto a percepção do acesso, observou-se que a maioria dos moradores considera a condição satisfatória. Os relatos indicaram que houve uma expressiva melhora nesse aspecto a partir da instalação da Barragem de Acauá. Eles descreveram uma acentuada precariedade antes da sua existência, uma vez que o Rio Paraíba tinha caráter intermitente, ou seja, por alguns períodos do ano seu leito superficial secava. Nesse cenário, para encontrar água, os ribeirinhos faziam escavações manuais, formando estruturas conhecidas como cacimbas.

Os ribeirinhos dessa localidade percebem a Barragem de Acauá como uma vantagem significativa, principalmente quanto ao acesso à água para higiene pessoal e para atividades econômicas e de subsistência. A mudança promovida é relacionada sobretudo a acumulação e controle de dispersão da água no curso do rio, mantendo seu fluxo contínuo, mesmo que reduzido, durante o período de estiagem.

A impressão dos moradores já não é positiva quanto a outra grande obra hídrica instalada na região, o Canal Acauá-Araçagi, que integra o Projeto da Transposição do Rio São Francisco (PISF), em seu eixo leste. Distante a aproximadamente

500 metros das casas, o canal não é visto como promovedor de mudança ou benefício para a Jurema. Os dutos percorrem todo o trecho conduzindo o recurso hídrico para outras regiões, enquanto ali não há nenhum tipo de acesso.

De forma geral, o entendimento quanto ao acesso à água de beber e cozinhar é tido como favorável. Os moradores locais verbalizaram que, pelo fato de terem algumas opções de adquirir o recurso, como a dessalinizadora ou mesmo a compra, não se permitem reclamar da situação, pois já vivenciaram períodos mais difíceis durante a estiagem. O fato de conseguirem a água de alguma forma é sentido como um conforto, mesmo que com alternativas restritas e com quantidade limitada, não é uma situação avaliada com insatisfação pela maioria.

Ainda que 60% dos entrevistados tenham esboçado uma concepção de forma geral satisfatória sobre as condições de acesso à água local, foram mencionadas algumas opiniões contrárias, sobretudo ligadas a questões de infraestrutura e de qualidade da água. Alguns expressaram a ânsia em ter algum tipo de controle e tratamento da água e outros referenciaram como um sonho a condição de ter água encanada nas casas.

Diante das impressões esboçadas foi possível identificar algumas fragilidades do acesso hídrico local. A ausência de uma infraestrutura que promova a captação e a distribuição da água causa um desconforto às famílias que buscam alternativas diversas para essas finalidades, ademais, evidencia as disparidades sociais entre os habitantes. Alguns, com maior poder aquisitivo, conseguem possuir um sistema particular de bombeamento da água do Rio Paraíba. Outros, fazem a aquisição comercial desse serviço prestado por particulares. Há ainda os mais carentes, que se utilizam de tração animal (carroças de boi, por exemplo), ou mesmo de força humana, para transportar a água do rio até suas casas.

As vulnerabilidades detectadas nos discursos dos atores locais se distinguem, a depender do período, das estações chuvosas e de estiagem. A maior parte do ano, de outo a nove meses, quando predomina o período seco, a água de beber armazenada nas cisternas não é suficiente. Esse contexto faz com que a população fique dependente do comércio particular, que além de não ter uma regularidade na distribuição, impacta num maior custo de vida, com a frequente compra de item tão básico à sobrevivência.

No período chuvoso, poderia se pressupor que não haveria problemas quanto ao acesso, porém não é o que ocorre. Há uma limitação quanto ao armazenamento da água de beber nas moradias, além disso, a água do rio, que provê os demais usos, fica, durante muitos dias, inviável para o consumo. As cheias dos afluentes e do Paraíba comprometem a captação e bombeamento, e nesse cenário todas as estruturas são recolhidas para não serem danificadas ou até mesmo levadas na enxurrada. Além disso, a água fica totalmente densa com o barro e

resíduos sólidos de vegetação, animais mortos e objetos conduzidos nas cheias. Importante também pontuar que, por falta de infraestruturas de acesso à região, como pontes e estradas pavimentadas, a comunidade fica isolada.

Nessa pesquisa, o parâmetro de participação política na localidade também foi um fator investigado. Nesse sentido, os entrevistados sinalizaram não conhecimento de como se organizam os projetos e políticas hídricas. Das famílias pesquisadas, 60% nunca participou de nenhuma reunião relacionada a esse tema e os outros 40% participam dos encontros promovidos pelo Projeto Água Doce, relacionados às questões da Dessalinizadora. Essas reuniões ocorrem, em média, três vezes ao ano e são normalmente regidas no formato de palestras, que transmitem orientações sobre consumo consciente da água e reafirmam ou atualizam os protocolos de funcionamento do Sistema de Dessalinização.

A participação política dos atores locais também foi analisada na interação da comunidade com o Comitê de Bacia do Rio Paraíba, um órgão que faz parte do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos e que preconiza a participação dos usuários da água. Foi observado que nenhum dos moradores das residências visitadas possui quaisquer informações pertinentes ao Comitê de Bacia ou tem algum grau de participação nesse órgão de representação política e social dos recursos hídricos.

Não há no local nenhum representante político para tratar de assuntos relacionados à governança da água. Os moradores afirmaram que não conhecem ninguém envolvido diretamente com essa temática, seja vereadores, deputados, líderes comunitários ou mesmo usuários engajados nessa pauta. Não houve nenhuma interação do comitê e dos demais órgãos que atuam na gestão hídrica com a comunidade, seja visitas, consultas ou convites para reuniões.

A atuação da gestão estadual e municipal são citadas especificadamente com relação a execução de obras hídricas na região, seja de grande porte, como a Barragem de Acauá e os Dutos do PISF, ou quando há projetos de instalações de Cisternas do PIMC – ASA. De toda forma, foi reafirmado que não há interação político-social dessas instituições com eles. A Agência Executiva das Águas no Estado da Paraíba (Aesa) foi mencionada por 20% dos entrevistados, referenciando o contato apenas pela finalidade de cadastramento de outorga para bombeamento de água do Rio Paraíba.

Nesse contexto retratado, é possível perceber a carência de representação política em todos os níveis, também não há nenhuma interação de representantes políticos e de órgãos gestores ligados à água. As obras são instaladas comumente sem diálogo prévio com a população local e o contato da Agência Executiva das Águas se restringe ao cadastramento de usuários para o controle do uso de água do rio.

## Considerações

O objetivo central desse estudo foi compreender o contexto da disponibilidade hídrica e configuração da participação social na governança das águas da comunidade Jurema. Por ser uma localidade inserida numa região semiárida e rural é historicamente associada a vulnerabilidades sociais. Foram observadas as formas de acesso à água, as políticas públicas vinculadas à região e como os moradores participam do processo de governança hídrica.

Assim como na maioria das localidades rurais, não há uma rede de abastecimento para atender a população. Por não existir um padrão de atendimento, o acesso à água é realizado de acordo com as possibilidades de cada região. Nesse sentido, as particularidades sobre as condições de acesso à água na Jurema, como as origens, formas de captação, tratamento e uso da água foram averiguadas nesse trabalho.

As origens das águas consumidas se diferenciam principalmente por sua finalidade. A de beber e cozinhar é advinda da acumulação de cisternas, do Sistema de Dessalinização do PAD e da compra com particulares, que realizam a venda porta a porta. Já a água para higiene pessoal e para atividades econômicas e de subsistência é captada no Rio Paraíba.

Foram identificados fatores que configuram as vulnerabilidades do acesso local à água. Dentre as limitações, podemos destacar: (1) condição climática regional, pelo baixo índice pluviométrico, característico do Semiárido; (2) insuficiência das infraestruturas para o armazenamento domiciliar, já que não há cisternas em todas as moradias, e mesmo as que as têm, a capacidade não atende a demanda do período de estiagem; (3) poder aquisitivo para compra da água, comumente necessária nas estações mais secas do ano; (4) carência e precariedade de sistemas de captação de água do Rio Paraíba; (5) limitação logística para o transporte da água fornecida no Sistema de Dessalinização do PAD, que desfavorece as moradias mais distantes e a população sem transporte para condução dos garrafões fornecidos na distribuição.

A ausência de monitoramento de qualidade das águas é um fator que remete a insegurança quanto à salubridade da água consumida na comunidade. A exceção é a água distribuída pelo Sistema de Dessalinização do PAD, que passa por processos físicos e químicos em estruturas específicas que promovem a potabilidade para consumo humano. Não há tratamento da água do rio, ou mesmo da água de beber, nem mesmo acompanhamento regular de agente de saúde. A falta de sistema de saneamento também é uma condição preocupante por provocar a contaminação do solo e das fontes hídricas, com o descarte inadequado de esgoto.

Quanto às obras hídricas situadas nas proximidades da Jurema, a percepção dos moradores distingue quanto aos benefícios promovidos por cada uma delas. A Barragem de Acauã foi citada de forma positiva pela maioria dos entrevistados, referenciando a obra como promotora de maior conforto hídrico para as comunidades ribeirinhas, uma vez que a barragem exerce o papel de contenção, armazenamento e controle de dispersão de água no leito do rio, mantendo sua perenidade mesmo nos períodos de seca. Já a obra do Canal Acauã-Araçagi não é percebida com nenhum impacto positivo. A maioria alega que a estrutura não propiciou nenhuma mudança quanto ao acesso à água na localidade, servindo apenas para condução para outras regiões.

No que se refere ao conhecimento, participação política e aos processos de governança da água, os moradores da Jurema demonstraram ter total isolamento desse universo. Não há ninguém que participe do Comitê de Bacia Hidrográfica, ou mesmo de grupos de representações políticas ou sindicais relacionadas a questões hídricas. É inexistente a interação de Órgãos Gestores da Água, ou mesmo a visitação de algum representante. O único contato institucional citado foram os encontros promovidos pelo PAD para orientação dos usuários do Sistema de Dessalinização instalado na comunidade. Essa conjuntura revela o total desconhecimento e distanciamento dessa população quanto aos processos de governança das águas.

Constata-se assim, a invisibilidade dessa localidade para o sistema gestor das águas, condição que agrava ainda mais as fragilidades locais e afasta as possibilidades de melhorias e desenvolvimento a partir da ação governamental. Uma vez que a população local não é inserida nos polos de promoção política, como o Comitê de Bacia, a comunidade é consequentemente ignorada pelo sistema e excluída das diretrizes que preconizam uma gestão democrática dos recursos hídricos.

Em suma, os resultados relatados nessa investigação apresentam a fragilidade do acesso à água no contexto rural do Semiárido e a ausência da participação política dos atores locais. Considera-se que esse diagnóstico possa apoiar o aperfeiçoamento do modelo de gestão atual e nortear novas políticas públicas e programas de ações para localidades com essas particularidades, além de fomentar a análise comparativa com outras realidades regionais.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: 2013. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/4lbLnHI>. Acesso em: 1 dez. 2021.

ALVES, Amanda Pereira. Convivência com o Semiárido Brasileiro. *In*: CONTI, Irio Luiz; SCHROEDER, Edni Oscar (orgs.). **Estratégias de convivência com o Semiárido Brasileiro**. Brasília: Editora Iabs, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3Yfby6r>. Acesso em: 10 out. 2021.

ANDRADE, Jucilaine Aparecida de; NUNES, Marcos Antônio. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. **Revista Espinhaço**, Diamantina, v. 3, n. 2, p. 28-39, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3FPUYUn>. Acesso em: 3 set. 2023.

BROWDER, Greg. Tempo para se adaptar às mudanças climáticas: o que isso significa para a água? **Banco Mundial: “Blog da água”**, 7 dez. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/41TvMFe>. Acesso em: 10 set. 2021

BURITI, Catarina de Oliveira; BARBOSA, Humberto Alves. **Um século de secas: por que as políticas hídricas não transformaram o Semiárido brasileiro?** São Paulo: Chiado Books, 2018.

CAMPOS, José Nilson B. Secas e políticas públicas no Semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 28, n. 82, p. 65-88, dez. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142014000300005>.

CARVALHO, Otamar de. As secas e seus impactos. *In*: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **A Questão da Água no Nordeste**. Brasília: CGEE, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/44cqXIm>. Acesso em: 5 ago. 2022.

CASTRO, José Esteban de. **Água e democracia na América Latina**. Campina Grande: EDUEPB, 2016. E-book.

CASTRO, José Esteban de. Entrevista concedida à ASA (Articulação Semiárido Brasileiro) no Encontro “**Democratização da Política e da Gestão da Água: um desafio disciplinar**”. Recife: Fundaj, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/43AAKI6>. Acesso em: 1 out. 2021.

CORDEIRO, Danielle Leite. **Reinvenção dos movimentos sociais no Semiárido brasileiro: o caso do P1MC**. *In*: CONTI, Irio Luiz; SCHROEDER, Edni Oscar (orgs.). **Convivência com o Semiárido Brasileiro: Autonomia e Protagonismo Social**. Brasília: Editora Iabs, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/3RscgJJ>. Acesso em: 16 set. 2021.

GOMES, Tarcila Santos Britto. **O Direito à água doce frente à escassez hídrica: instrumentos jurídicos para a mitigação do problema**. Belo Horizonte; São Paulo: D’Plácido, 2021. 156p.

GRASSI, Luíz Antônio Timm. Direito à água. *In*: BARROS FILHO, Omar L. de; BOJUNGA, Sylvia. **Tempo das águas**. Porto Alegre: Laser Press Comunicações, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Departamento de Geografia. Indicadores Sociais Municipais: uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010. **Estudos e Pesquisas: Informação Demo-**

**gráfica e Socioeconômica**, Rio de Janeiro, n. 28, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/3FQe7Wn>. Acesso em: 29 set. 2021.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito de acesso à água**. São Paulo: Malheiros, 2018.

MARIA, João Francisco Araújo. **Universalização do acesso à água para o combate à pobreza no Brasil: tecnologias, estratégias e políticas públicas**. [s.l.]: [s.n.], 2020. E-book.

MINERO, Ricardo Sandoval. Acompanhamento de indicadores de governança e medição para a construção de sistemas de gestão da água de aprendizagem. *In*: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO ADAPTATIVA E INTEGRADA DA ÁGUA, 2007, Basileia. **Anais [...]**. Basileia, 2007. Disponível em: <https://bit.ly/3E2hpoY>. Acesso em: 21 ago. 2021.

MOLDEN, David (ed.). **Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture**. Londres: Earthscan; International Water Management Institute, 2007. Disponível em: <https://bit.ly/3E2Ex6y>. Acesso em: 15 out. 2021.

OLIVEIRA, Francisco de. **Elegia para uma re(li)gião**. São Paulo: Paz e Terra, 1977.

OLIVEIRA, Thiago Pires. Análise jurídica dos conflitos de uso da água na realidade brasileira: o caso da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. **Direito Unifacs**, Salvador, v. 133, p. 1-11, 2011.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA (FAO). **Coping with water scarcity: an action framework for agriculture and food security**. Roma: FAO, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/4hUpHwM>. Acesso em: 20 jun. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020: água e mudança climática**. Unesco, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/41QSqhs>. Acesso em: 29 nov. 2021.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2021: o valor da água; fatos e dados**. Unesco, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/42aUXC1>. Acesso em: 30 nov. 2021.

PETER, Rogers; HALL, Alan. **Effective Water Governance**. Borås: Global Water Partnership Technical Committee (TEC); Elanders Novum, 2003. (Tec Background Papers, n. 7). Disponível em: <https://bit.ly/42kqNMS>. Acesso em: 16 set. 2021.

PRIETO, Gustavo. Privação e violações do direito à água e ao saneamento na periferia da metrópole capitalista. *In*: SONKAJÄRVI, Hanna; VITAL, André Vasques. **A água no Brasil: conflitos, atores, práticas**. São Paulo: Alameda, 2019, p. 63-98.

RIBEIRO, Natália Barbosa; JOHNSON, Rosa Maria Formiga. Discussões sobre governança da água: tendências e caminhos comuns. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 21, maio 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3FIYShJ>. Acesso em: 25 set. 2021.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Geografia política da água**. São Paulo: Annablume, 2008. 162p. (Coleção Cidadania e Meio Ambiente).

SANTOS, Ana Paula Silva dos *et al* (coord.). **O Semiárido Brasileiro**: riquezas, diversidades e saberes. Campina Grande: Insa, MCTI, 2013. (Coleção Reconhecendo o Semiárido, n. 1). Disponível em: <https://bit.ly/3EawtAH>. Acesso em: 15 set. 2021.

SILVA, Roberto Marinho Alves da. **Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido**: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. 2006. 298f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE). **Resolução n. 150, de 13 de dezembro de 2021**. Brasília: Conselho Deliberativo da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/4lfMJ4k>. Acesso em: 10 jan. 2022

WHATELY, Marussia; NEVES, Estela Maria Souza Costa. **Quem cuida da água?** Governança da água doce: a moldura jurídico-institucional nacional. São Paulo: Aliança pela Água, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/4i0RpZ1>. Acesso em: 15 ago. 2021.



## CAPÍTULO 10.

# O VERSO E O REVERSO DA SEGURANÇA HÍDRICA E O ACESSO A ÁGUA NO CARIRI OCIDENTAL PARAIBANO

*Ângela Maria Cavalcanti Ramalho  
José Irivaldo Alves Oliveira Silva  
Maria de Lourdes Saturnino Gomes*

### **Introdução**

Historicamente, o Nordeste brasileiro é marcado pela desigualdade de acesso a água, com situações difíceis de serem superadas. Aliados as questões da tônica climática, muitos são os equívocos no campo das políticas hídricas, principalmente no quesito gestão dos recursos e o desenvolvimento sustentável da região.

Tendo em vista a resolução da problemática, foi criada a política de obras de infraestruturas hídricas através de acumulação de água em grandes reservatórios com capacidade de regularização plurianual, em bacias hidrográficas de maior porte, contudo os altos índices de evaporação potencial prejudicam substancialmente a política de acumulação de água, em especial nos pequenos açudes, ao mesmo tempo que é necessário analisar as especificidades tanto da região como das soluções, pois não se pode afirmar que as grandes adutoras e canais irão beneficiar e abastecer as populações rurais difusas, exceto as que se encontram mais próximas.

Em um salto histórico, a lógica da política de “combate à seca” é superada para a de convivência com o semiárido. A partir desse deslocamento analítico preditivo, deu-se início às novas abordagens de políticas hídricas complementares, com outras formas de captação de água no semiárido, como as cisternas de placas e métodos de armazenamento de água da chuva, principalmente nas áreas rurais, como alternativas de obtenção de água para usos diversos.

Como busca de minimizar os efeitos adversos da baixa disponibilidade hídrica sobre a população, a economia e o processo de desenvolvimento da região semiárida, em 2007, o governo federal implementou o Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF). Esse é um projeto de infraestrutura hídrica que capta água do Rio São Francisco aduzindo-a para as bacias hidrográficas do Nordeste setentrional nos estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.

O PISF é um projeto de infraestrutura hídrica que visa garantir a segurança hídrica na região semiárida brasileira, que sofre com escassez e irregularidade

de chuvas. O projeto visa contribuir para o desenvolvimento socioeconômico do extenso território, que inclui 398 municípios, ao abordar as consequências negativas da baixa disponibilidade hídrica para a saúde e sobrevivência da população (Castro; Cerezini, 2022), mas também limita o desenvolvimento de diversas atividades econômicas, notadamente a agricultura e a indústria.

Desse modo, a implementação do projeto ascendeu no imaginário das populações a solução para o problema da escassez de água diante da saga vivenciada por aqueles que residem nos nichos de vulnerabilidades socioambiental. O PISF, em sua concepção, reconhece o direito universal a água, todavia, para as áreas rurais, os canais de abastecimento para esta universalização, como mostra o Relatório de Impacto Ambiental (Rima), desenvolvido na época, já apontava para permanência das cisternas, poços, e pequenos açudes (Brasil, 2004).

Constata-se que projeto versa sobre a garantia da disponibilidade de água tanto para a população urbana quanto para a rural, que vive em situação de irregularidades de chuvas, insegurança hídrica e vulnerabilidade. A constituição deste discursivo irá concentrar os agentes em disputas sobre procedimentos instituídos como sendo os mais “adequados” do ponto de vista de segurança hídrica. Contudo, nesta perspectiva, o que seria visto (e adotado) como sendo “correto” ou “adequado” está, desde já, presente nas relações de poder e disputas no âmbito econômico e político.

Neste sentido, as expressões adquirem um caráter operatório, na medida em que permitem aos interlocutores estabelecerem novos espaços de poder, o que representa um desafio a ser enfrentado pela população, que é o de assegurar que a água esteja disponível para as diferentes formas de consumo. No cenário, paira forte resistência política, de interesses que envolvem desde as instâncias de governo, até as diversas categorias de usuários.

A água é um recurso necessário para todas as formas de vida, principalmente para as atividades humanas, por isso, precisa ser bem gestada, como de forma a garantir o bem-estar da população e o desenvolvimento social sustentável. Saber lidar com essas questões representa uma verdadeira revolução nos hábitos, valores e comportamentos de toda população.

Neste sentido, a governança deve ser entendida como exercício deliberado e contínuo de desenvolvimento de práticas cujo foco analítico está na noção de poder social que media as relações entre Estado, sociedades civis e agentes econômicos, que podem ampliar os mecanismos de democracia participativa na medida em que as práticas oriundas das mediações poderão provocar e promover espaços antes inexistentes de participação social (Jacobi; Cortes; Sinisgalli, 2022).

Pensada desta maneira, o objetivo do estudo é analisar o verso (presença da água através do canal de Transposição do Rio São Francisco) e o reverso

(dificuldade do acesso pela população rural) da segurança hídrica, a partir de um estudo de caso no município de Monteiro, na Paraíba, que aponta para questões subjacentes à escassez (relativa) de água, como deficiências de planejamento e gestão integrada, que tem se apresentado como fator limitante à garantia da segurança hídrica e a superação dos obstáculos ao desenvolvimento.

## **1. Segurança hídrica: uma revisão teórica interdisciplinar**

O crescimento urbano e o aumento populacional têm ampliado cada vez mais a demanda pela água, gerando muitos os conflitos, em especial nas áreas rurais. Nesse cenário, as populações são afetadas com períodos mais severos de escassez, sendo necessário melhorar os processos de gestão dos recursos hídricos, tendo como foco proporcionar a segurança hídrica e garantir o bem-estar das populações.

Nessa perspectiva, o estudo analisa a problemática da segurança hídrica, deslocando um olhar analítico no campo teórico transdisciplinar, diante dos cenários de recurso hídricos configurados. O que está em foco é uma nova visão da relevância dos recursos e a necessidade de sua comunicação com outras áreas do conhecimento, atingindo uma abrangência interdisciplinar que ultrapasse as fronteiras da gestão integrada (Acuña-Alonso, 2021).

Para tanto, foi sistematizado uma revisão bibliométrica, tendo em vista produzir um mosaico teórico para dialogar com as perspectivas sistematizadas publicadas. A pesquisa bibliométrica traz uma análise contextualizada da produção científica sobre o conceito de segurança hídrica (Figura 1). A bibliometria é uma técnica quantitativa de avaliação e de medição de índices de produção e disseminação do conhecimento científico (Vanti, 2002; Araújo, 2006).



**Figura 1. Fluxograma das etapas da pesquisa bibliométrica**

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Como forma de aproximar os dados obtidos do objetivo proposto deste trabalho, foi realizada a leitura dos títulos, resumos e palavras-chave dos 77 artigos obtidos após a aplicação dos filtros. Foram encontrados 24 artigos aptos a contribuir com a proposta apresentada da dialética interdisciplinar do conceito de segurança hídrica, a partir de múltiplas perspectivas, como Ciências Ambientais, estudos sociais, agrários e biológicos.

Os artigos foram divididos por tipologia, sendo organizados em dois grupos: 17 do tipo estudo de caso e 7 de revisão. Através dos artigos de revisão (Scocca, 2019; Mishra *et al.*, 2021; Hart, *et al.*, 2021; Julio; Figueroa; Oliva, 2021; Butte, *et al.*, 2022; De-La-Rosa *et al.*, 2022; Empinotti; Sulaiman; Sinisgalli, 2023), argumenta-se que alcançar a segurança hídrica em todo o mundo é a chave para

o desenvolvimento sustentável, contudo, estudos sobre a visão holística, com dimensões em constante mudança, são recentes (Mishra *et al.*, 2021).

Nos estudos elencados, uma das primeiras definições de segurança hídrica datava de 1996. Incluía sete temas principais para a água, dependendo do acesso, qualidade, quantidade, saúde, economia, tempo e preferência (ScoCCA, 2019). Em autorreferência Allan *et al.* (2021) identificou, em 2018, 25 definições para segurança hídrica, abordando onze temas:

Qualidade da água e saúde humana; quantidade de oferta; fiabilidade e resiliência dos sistemas de abastecimento; acessibilidade dos serviços de água; produtividade económica da água; meio ambiente e saúde dos ecossistemas; sustentabilidade da segurança hídrica (incluindo gestão integrada da água urbana e técnicas integradas de gestão de recursos hídricos); perigos relacionados com a água; habitabilidade e bem-estar; quadros políticos, estabilidade política e capacidade institucional; e risco e certeza (Allan *et al.*, 2018, p. 710).

De-La-Rosa *et al.* (2022), através de uma sistemática de 873 documentos científicos, encontrou 26 definições, logo, hoje não existe uma definição única aceita para um país ou região. Esta ambiguidade significa que o conceito pode ser adaptado a diferentes contextos, permitindo que seja repetidamente enquadrado e avaliado de diversas maneiras (Doeffinger; Hall, 2021).

No nível operacional, segurança hídrica é avaliada por meio de ferramentas que definem o conceito por meio de diversas dimensões e subdimensões, com indicadores e parâmetros qualitativos e quantitativos. A amplitude de ferramentas e conceitos é um obstáculo a sua operacionalização. Claramente, precisamos de uma gama de dados diversos para avaliar a segurança hídrica (Butte *et al.*, 2022), conforme encontrado nos estudos de caso (Quadro 1).

<b>Estudo de caso</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Abordagem conceitual de Segurança Hídrica (encontrada)</b>
1	Análise do hidrocomportamento na China	Política/gestão hídrica
2	Análise detalhada das mudanças na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco	Econômica
3	Descreve o papel do capital social e do poder como um fator subjacente de segurança hídrica em Gurgaon-Índia	Disponibilidade da água em quantidade e qualidade

4	Apresenta contrastes que criam diferentes cenários de segurança hídrica no México	Redução de risco e vulnerabilidade social
5	Explora a insegurança hídrica de famílias residentes no noroeste da Virgínia Ocidental	Acesso individual/qualidade e quantidade
6	Descreve da experiência da Parceria Global para a Água (GWP) na Ucrânia	Sustentabilidade
7	Análise de princípios de gestão integrada na Comissão da Bacia do Rio Hondo/México	Gestão integrada
8	Compreender a percepção de profissionais da indústria sobre segurança hídrica urbana em Queensland, Austrália.	Direcionada a sustentabilidade
9	Avaliação rápida da segurança hídrica de um país – aplicação a um estudo de caso do Paquistão	Multidimensão de escalas
10	Resumir o conceito de segurança hídrica na Ásia Central conforme compreensão dos profissionais da água com experiência e conhecimento na região.	Gestão e sustentabilidade
11	Oferece um estudo contextual da bacia hidrográfica da Etiópia	Foco no risco/desigualdade social de SH
12	O caso de quatro projetos de investigação realizados pelos autores no Oeste da Suíça	Quantidade e qualidade da água
13	Avalia a escassez de água quantificada utilizando o índice Falkenmark sobre distritos de Camarões	Disponibilidade hídrica
14	Análise de problemas nas bacias do Vale do Rift Central, Upper Awash e Abbay e Adis Abeba, Etiópia Central	Gestão em diferentes escalas
15	Comparar o Índice de Segurança Hídrica Urbana (IWSI) com outras três metodologias para o município de Guarabira, Paraíba, Brasil	Quantidade
16	Análise da governança da água na Finlândia	Aumento do bem-estar e equidade social
17	Avaliação multinível baseada em indicadores, cidade de Campinas, no Brasil	Quantidade e qualidade, bem-estar, riscos e governança

**Quadro 1. Objetivos e diferentes tipos de abordagem conceitual de Segurança Hídrica (SH) utilizadas nos artigos de estudos de caso**

Fonte: Adaptado pelos autores (2024).

Em face das ambiguidades do conceito, é recorrente, nos estudos de caso, referência a Cook e Bakker (2012) para enfatizar as várias considerações introduzidas para a segurança hídrica por estudiosos e profissionais. Contudo, notadamente com frequência foi utilizada a definição de segurança hídrica das Nações Unidas (UN-Water), de 2013, interpretada de forma ampla através de dimensões físicas e sociais:

A capacidade de uma população para salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para sustentar os meios de subsistência, o bem-estar humano e desenvolvimento socioeconómico, para garantir a proteção contra a poluição transmitida pela água e desastres relacionados com a água, e para preservar os ecossistemas num clima de paz e estabilidade política (UN-Water, 2013, p. 1 *apud* Ahopelto *et al.*, 2024).

Considerado na literatura vigente como recente, a dialética do conceito de segurança hídrica precisa concentrar esforços para ir além da leitura instrumental relacionado à presença ou ausência da água, sendo a lente de análise direcionada para um olhar relacional, entendendo-o como um processo que abre caminhos para a construção de um diálogo que pontue aspectos sociais, econômicos, ambientais e territoriais considerando que a sociedade está cada vez mais suscetível aos riscos associados às demandas inadequadas de água e/ou qualidade diminuída.

## **2. A dialética dos contrários da segurança hídrica**

O ponto de partida da discussão acerca da dialética se aporta na ideia da contradição na medida em que algo, mesmo existente, pode passar a não existir, com foco na superação de um “dever-ser”, que permita a possibilidade de que as coisas que são determinadas de um modo, sob certas circunstâncias, possam ser de outra maneira.

A dialética é, ao mesmo tempo, um método e uma filosofia. Etimologicamente, a palavra vem do grego “dia”, que expressa a ideia de “dualidade” ou “troca” e “lektikós”, “apto à palavra” ou “capaz de falar”. É a mesma raiz de “logos” (palavra, razão), portanto, se assemelha ao conceito de diálogo com mais de uma opinião, dualidade de razões (Egry, 2006).

A dialética aqui lançada sobre a problemática de acesso à água configura uma análise crítica sistemática a partir de diferentes leituras sobre segurança hídrica, o estudo abre caminho para a compreensão no enfoque – segurança hídrica no Semiárido

– recorte geográfico marcado historicamente pela escassez hídrica, exige a construção de conhecimentos que deem conta de responder aos problemas enfrentados pela população mais vulnerável aos conflitos em torno do acesso a água, capazes de criar novos saberes e soluções na transformação da realidade socioambiental.

Na perspectiva dialética da contradição, é possível perceber com clareza a produção da riqueza social e a da miséria social, permeada pela mesma racionalidade e estrutura econômica. Significa dizer que as relações sociais são mediadas pela materialidade, concentração de terra e capital, mercantilização da natureza, privatizações e trabalho precarizado, resultando na expropriação em massa dos territórios.

Tal fato significa que os atores sociais apartados dos bens sociais e ambientais, precisam produzir coletivamente formas estratégicas de enfrentar a desigualdade construída diante de um sistema de injustiças. No caso do estudo, enfrentar a insegurança hídrica, legitimar e potencializar o aspecto coletivo, a corresponsabilidade no enfrentamento de políticas assistencialistas, das práticas políticas cotidiana reificada. Destarte, a “ausência de liberdades substantivas relaciona-se diretamente com a pobreza econômica”, que rouba das pessoas a liberdade de saciar as necessidades básicas. Em outros casos, “a privação da liberdade vincula-se estreitamente à carência de serviços públicos e assistência social” (Sen, 1999).

Nesta perspectiva, a partir das singularidades do território, identifica-se processos de emancipação, o que contribui para desvelar as relações de poder exercidas pelos agentes hegemônicos, a exemplo daqueles do agronegócio, que privam milhares de pessoas de terem acesso a água. Isto permite visualizar a contradição com novas formas de resistências que sinalizam para superação da histórica de conflitos e lutas em torno da terra e da água, brotando um processo de resistência diante da mercantilização, apropriação e privatização dos recursos naturais.

Ressalta-se que nesse cenário se entrelaça a força da conjugação dos múltiplos movimentos dos atores sociais principalmente a partir da implantação do Programa Um Milhão de Cisternas, em que as relações sociais se transformam constantemente, a vida humana e o acesso à água têm uma dimensão concreta, a partir das condições dos meios produtivos de vida das pessoas ao “cultivar águas, autonomia comunitária e segurança hídrica através da construção de cisternas e o acesso a água”.

Neste sentido, sinaliza-se para a necessidade de um maior protagonismo cidadão para promover mudanças paradigmáticas sobre o valor e usos da água, estimulando a corresponsabilidade. Isto significa que a governança, cada vez mais, necessita de uma perspectiva preventiva e adaptativa, pois a redução do

risco de insegurança requer ações consistentes e inovadoras, fortalecendo os processos de articulação, reflexão e aprendizagem entre as diferentes partes interessadas (Jacobi; Cortes; Sinisgalli, 2022).

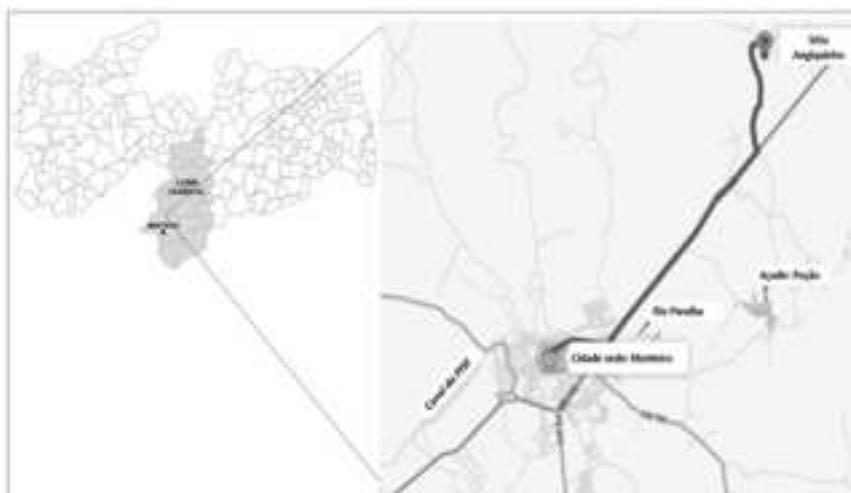
A conjugação dos movimentos das relações sociais permite democratizar o acesso à água, a soberania alimentar e financeira das comunidades, além da ampliação dos diálogos e saberes que valorizavam os conhecimentos locais, experiências vividas, fazendo crescer os laços comunitários criados e os espaços de convivência.

### **3. Resultados e discussões**

O estudo de caso inicia com uma Missão 1 de Pesquisa (realizada em junho de 2023), pela equipe de pesquisadores do projeto – Proposta de Diretrizes e Planos para a Governança e Segurança Hídrica Adaptativa: dimensões técnica, participativa e sustentabilidade, num contexto de mudanças climáticas, nas bacias hidrográficas do Alto Tietê e do Paraíba, que envolveu visitas locais, conversas formais, informais e coletivas.

Na segunda etapa do estudo de caso (realizado em junho de 2024), a investigação empírica do fenômeno do reverso (ausência) da água ocorreu no Sítio Angiquinho, localizado a 10,6 quilômetros da sede municipal (Figura 2) de Monteiro (PB), cidade localizada na microrregião do Cariri Ocidental paraibano, uma das diretamente contempladas com as águas do canal do Projeto de Integração das Águas do Rio São Francisco (PISF), desde 2017.

Assinala-se que dados da pesquisa exploratória documental e relatos da população, quando da visita de campo, possibilitaram o reconhecimento de padrões desiguais de acesso a água, ou seja, quanto mais perto do canal do PISF e dos mananciais, e quanto maior for o conglomerado de residências e pessoas na área rural, há mais chances de acesso a água por redes de abastecimento similares das áreas urbanas.



**Figura 2. Região do Cariri Ocidental, no estado da Paraíba, com destaque para a localização do Sítio Angiquinho em relação a cidade sede de Monteiro (PB)**

Fonte: Google Maps, 2024. Elaboração própria.

Dentro do contexto da vida real, proposto por Yin (2001), o estudo de caso ocorre especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos. Assim, para a observação foram realizadas visitas em quatro localidades diferentes do Sítio Angiquinho, com roda de conversa com a representação dirigente da Associação dos Pequenos Produtores Rurais do Angiquinho (Aspra), que atualmente conta com aproximadamente oitenta associados.

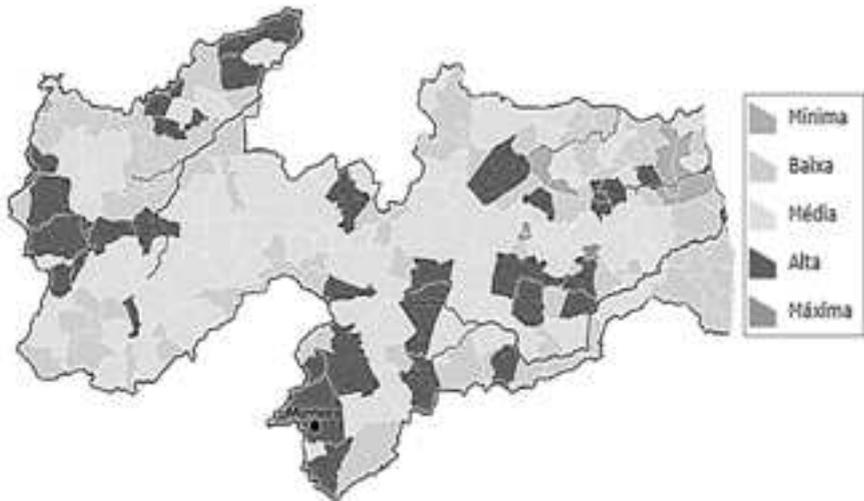
### ***3.1 O verso – cenário de Segurança Hídrica promovido pelo Projeto de Integração das Águas do Rio São Francisco (PISF) no município de Monteiro (PB)***

Através da realização da bibliométrica sobre o conceito de segurança hídrica, verifica-se que se trata de algo ambíguo e adaptável a vários contextos, havendo a necessidade de contextualização da leitura instrumental, ou seja, com a presença ou ausência da água. Segurança hídrica, neste trabalho, quanto à presença física da água (verso) e a ausência (reverso), parte da ideia da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Congruente ao conceito da ANA, determina-se que a segurança hídrica ocorre quando há

disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias (ANA, 2021a, p. 710).

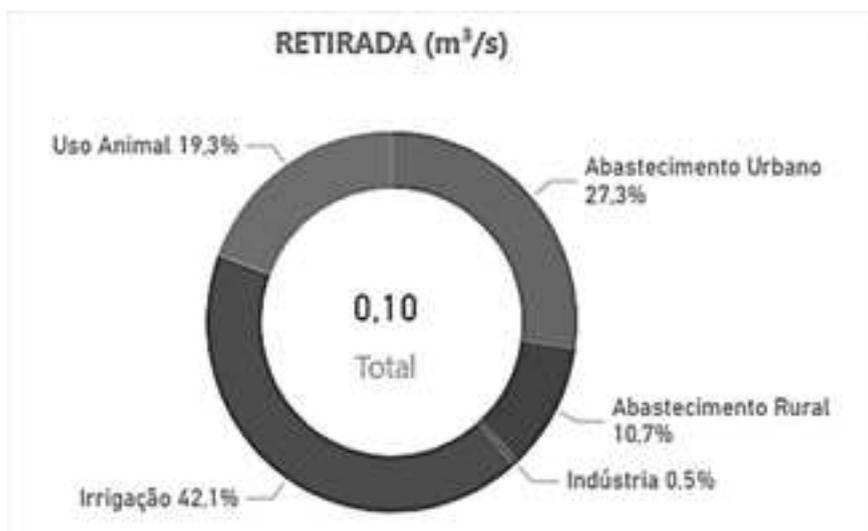
No mesmo ano, através do Atlas Águas: segurança hídrica do abastecimento urbano, a ANA conferiu ao município de Monteiro, através do Índice de Segurança Hídrica – Urbana (Figura 3), alta eficiência de produção de água, afastando o principal manancial do município (Poções) do risco de vulnerabilidade hídrica, e garantindo 97% da cobertura da rede de distribuição de água. Logo, a presença física da água em quantidade e qualidade suficiente para o contingente populacional de 32.277 pessoas do município, foi assegurado quase em sua totalidade através do PISE.



**Figura 3. Índice de Segurança Hídrica Urbana (ISH-U) por município do Estado da Paraíba**

Fonte: Adaptado de ANA, 2021a.

De acordo com o portal de Usos Consuntivos da Água no Brasil, da ANA (consulta feita em julho de 2024), a cada 0,10 m<sup>3</sup>/s retirado do sistema para abastecimento no município de Monteiro, 10,7% é direcionado para o abastecimento rural. Observa-se que o maior percentual (42,1%) é direcionado para a irrigação (Figura 4).



**Figura 4. Estimativa de usos consultivos de retirada de água para abastecimento no município de Monteiro, na Paraíba**

Fonte: ANA, 2024.

Importante salientar que o uso é considerado consuntivo quando a água retirada é consumida, parcial ou totalmente, no processo a que se destina, não retornando diretamente ao corpo d'água (ANA, 2019).

### ***3.2 O reverso – cenário de insegurança hídrica em uma área rural do município de Monteiro***

O Sítio Angiquinho está localizado a 10,6 quilômetros do canal do PISF, o que, segundo os moradores dessa comunidade, inviabiliza a chegada da rede de abastecimento até o local, já que, como informados, a distância máxima que a rede alcança é de até no máximo 5 quilômetros do canal. Ou seja, as comunidades que estão mais próximas do canal do PISF podem ter seu direito a água em quantidade e qualidade assegurado.

Esta informação obtida em campo é parcialmente confirmada através do Relatório de Avaliação do Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF, produzido pelo Conselho de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas (CMAP), sob a coordenação da Controladoria-Geral da União (CGU), no ano de 2021. O relatório destaca que a disseminação de rede adutora de água é praticamente inviável para atender à população rural dispersa, ou seja, grandes áreas com baixa densidade populacional e residências distantes entre si,

principalmente por conta do alto custo dessa infraestrutura. Embora o próprio reconheça que não há conhecimento sobre algum estudo que tenha realizado qualquer cálculo para determinar esse custo para a região de influência do PISF.

Nesse sentido, o documento considera improvável que o PISF contribua para as necessidades dessa população, ao menos de maneira tão significativa quanto no meio urbano, salvo que essa população rural resida próximo aos canais ou aos distritos de irrigação alimentados pelo PISF.

Assim, as fontes já utilizadas pela população rural de Monteiro continuam a ser as principais maneiras de acesso a água pela população do Sítio Angiquinho. Atualmente, conta-se com aproximadamente seis cisternas cadastradas na Operação Carro-Pipa, e nesse caso, as famílias não podem realizar a captação de água de chuvas pela calha.

A cisterna é reservada somente para armazenar a água via operação (Figura 5). O uso é coletivo, sendo autorizado a retirada de 40 litros por dia, na oportunidade da pesquisa, uma das pessoas responsáveis por uma cisterna abastecida pela operação revelou que devido o período de chuvas, houve uma diminuição da retirada da água, sendo intensificada no período de estiagem.



**Figura 5. Cisterna abastecida pela Operação Carro-Pipa, localizada no Sítio Angiquinho, sem a calha de coleta de águas da chuva**

Fonte: Foto de acervo da pesquisa (2024).

Três fontes de água foram identificadas no momento da pesquisa, cisternas (para consumo primário – beber e cozinhar), poços tubulares e açudes (para limpeza domiciliar, dessedentação animal e produção) (Figura 6). As cisternas de água para consumo humano representam a principal forma de abastecimento no Sítio Angiquinho.



**Figura 6. Imagem A – Poço tubular profundo em área de produção; Imagem B – Açude, ambos localizados no Sítio Angiquinho**

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

Constata-se insegurança hídrica identificada na comunidade tanto em termos de quantidade quanto em qualidade. As especificidades dos territórios rurais necessitam de abordagens distintas das aplicadas em meio urbano. A população da comunidade em que realizamos o presente estudo, assim como a maioria dos nordestinos, sonhou em ter seus problemas de acesso a água solucionados com o PISF, o imaginário alimenta a esperança de que a água chegue até a comunidade.

Os desafios inerentes à qualidade e quantidade de água para produção foram identificados através de duas experiências visitadas, sendo uma delas um empreendimento familiar, que teve início em 2014, a partir de uma formação da Pastoral da Juventude Rural, realizada na Escola de Educação do Campo, no Assentamento Santa Catarina, localizado ao lado do Sítio Angiquinho. Na oportunidade, um grupo de treze jovens iniciou o projeto de produção orgânica/agroecológica através do Produção Agroecológica Integrada e Sustentável (Pais). Esse grupo, ao longo dos anos, desmobilizou-se. Contudo, com o conhecimento adquirido e com acesso ao Programa de Aquisição de Alimentos (PAA), quatro jovens da mesma família (duas mulheres e dois homens) decidiram persistir com a produção.

Muitos erros e acertos foram relatados para que o sistema de produção começasse a dar retorno financeiro entre eles, como a perda de mudas em semen-

teiras por desconhecer que a água salina dos poços profundos tubulares inibia o desenvolvimento da plântula ao salinizar o substrato. Ao receberem a assessoria do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), tiveram conhecimento do problema e substituíram a água do poço pela água de captação de chuva em um barreiro (pequeno barramento em superfície para captar água das chuvas), revelando que, nas estiagens, há um custo a mais, pois precisam comprar água de carro-pipa para produção das plântulas em sementeiras, revelando este como um fator limitante para produção. Desde a assessoria do Sebrae, os empreendedores revelaram melhoria no processo de produção, sendo inclusive orientados para que continuem mantendo o selo de orgânico.

A água do poço tubular ainda é utilizada para irrigação do cultivo de hortaliças por sistema de gotejamento e microaspersão, apesar do risco de salinização do solo, a água do poço tubular é a única fonte que possibilita esse cultivo. Assim, o empreendimento familiar trabalha com dois seguimentos: o primeiro é a produção de mudas de sementeiras realizada em estufa (Figura 7), a venda das mudas atende a comunidade local, no município do Congo e Camalaú. O segundo é o cultivo das hortaliças para fornecimento ao PAA e a venda na feira local. Muitos são os desafios apresentados pelos quatro jovens, mas ao serem questionados sobre se o empreendimento vale a pena, eles afirmam que superaram muita coisa para pararem agora.



**Figura 7. Imagem A – Estufa de produção de mudas; Imagem B – Área de cultivo do empreendimento familiar, ambas localizadas no Sítio Angiquinho**

Fonte: Acervo próprio da pesquisa.

A outra experiência é de uma área cultivada por um grupo de quatro mulheres de um total de onze, associadas da Aspra, e fornecedoras do PAA. Os desafios quanto a água para produção é similar ao primeiro caso, que ocorre por poços tubulares profundos, e devido à baixa vazão do poço principal da propriedade, a água não é suficiente para manter a irrigação da área produtiva,

por vezes sendo necessária a cooperação do poço da propriedade vizinha no fornecimento complementar de água para a garantia da produção.

Quando questionada sobre a importância das cisternas, uma delas se referem as mesmas como “uma riqueza”. No tocante à produção, faz-se analogia ao “pequeno coração”, por se tratar de uma área que corresponde ao cuidado com algo que garante às quatro mulheres uma renda individual de R\$ 800, a partir de duas entregas mensais.

Os estabelecimentos familiares sem recursos hídricos na área de influência do PISF são maioria e a falta de abastecimento de água pode afetar as atividades produtivas, colocando em risco a capacidade de subsistência dos que residam nesses estabelecimentos (CMAP, 2021).

Castro e Cerezini (2022) apontam que a existência de fontes hídricas nos estabelecimentos agropecuários da região de influência do PISF são indicadores importantes para investigar o abastecimento de água no meio rural. Assim como no Sítio Angiquinho, os autores confirmam que a maior parte do abastecimento de água em área de influência do PISF ocorre por meio de cisternas e que as fontes hídricas artificiais de água prevalecem no abastecimento.

## Considerações finais

O presente trabalho aponta para as contradições e os conflitos existentes em uma política que constituiu um projeto considerado como uma das maiores obras de infraestrutura hídrica do país, no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos, visando assegurar acesso à água para 12 milhões de pessoas e, por consequência, contribuir para a segurança hídrica e o desenvolvimento socioeconômico do semiárido nordestino (CMAP, 2021).

Como visto na literatura, a segurança hídrica apresenta diferentes perspectivas, não se caracterizando apenas pela quantidade de água disponível, está ligada a vários fatores sociais, políticos e econômicos, de planejamento, gestão e capacidade institucional, dentre outros. Portanto, a questão central é como o PISF pode contribuir para o fortalecimento da segurança hídrica, de abastecimento humano e demais usos múltiplos da água.

Vale assinalar que o PISF tem trazido muitas mudanças para as comunidades tradicionais, com repercussões nas formas de vida, dinâmica social, cultural, atividades produtivas e relações de trabalho, surgindo novas questões socioambientais, considerando que a população não tem a **garantia de acesso à água potável em termos de qualidade e quantidade de forma sustentável**, e que os recursos disponíveis não se adequam ao bem-estar humano, afetando as condições de saúde, iniquidades sociais e desigualdades.

As soluções para resolver o acesso à água são diversas e complementares, porém o não acesso à água demonstra a fragilidade hídrica e aponta para a necessidade de se adotar medidas estruturais e de gestão, tendo em vista aumentar a resiliência, com um olhar especial voltado para as comunidades difusas, dispersas em condição de vulnerabilidade social, no Semiárido.

Considerando ainda que as condições de vulnerabilidades afetam as relações hidrossociais (Allan *et al.*, 2021), pois são multifatoriais e complexas, diante de um modelo excludente de desenvolvimento econômico e social, se faz necessário ampliar a compreensão dos impactos das ações antrópicas e a participação social, tendo em vista maior sensibilização e consciência cidadã, possibilitando a compreensão dos mais complexos cenários. Neste sentido, a sociedade civil deve assumir uma prática intensa nos processos decisórios, com responsabilidade política para fomentar a segurança hídrica.

## Agradecimentos

A Fapesq – Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba –, pela concessão da bolsa.

## Referências

ALLAN, Julie V., KENWAY, Steven J., HEAD, Brian W. Urban water security priorities – An Australian industry perspective. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 21, n. 2, p. 710-720, 2021. DOI: <https://doi.org/10.2166/ws.2020.348>.

ACUÑA-ALONSO, Carolina *et al.* Water security and watershed management assessed through the modelling of hydrology and ecological integrity: a study in the Galicia-Costa (NW Spain). **Science of the Total Environment**, Londres, v. 759, mar. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3E2lx8s>. Acesso em: 3 jul. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: ANA, 2021a. 332p. Disponível em: <https://bit.ly/3Ed0cJj>. Acesso em: 3 maio 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2021**. Brasília: ANA, 2021b. Disponível em: <https://bit.ly/42ax7pN>. Acesso em: 2 maio 2024.

AHOPELTO, Lauri *et al.* Water governance for water security: analysing institutional strengths and challenges in Finland. **International Journal of Water Resources**

**Development**, Londres, v. 40, n. 2, p. 153-173, 2024. Disponível em: <https://bit.ly/3FLu5RH>. Acesso em: 12 dez. 2024.

ALLAN, Julie V.; KENWAY, Steven J.; HEAD, Brian W. Urban water security priorities: an australian industry perspective. **Water Science and Technology: Water Supply**, Londres, v. 21, n. 2, p. 710-722, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/4j9BgBh>. Acesso em: 10 jan. 2025.

ARAÚJO, Carlos A. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, 2006.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ASA). **P1+2: Programa Uma Terra e Duas Águas**. Disponível em: <https://bit.ly/4hYFN8K>. Acesso em: 2 maio 2024.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Relatório de Impacto Ambiental (Rima): Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**. Brasília, jul. 2004. Disponível em: <https://bit.ly/3EA1LB2>. Acesso em: 5 jul. 2024.

BUTTE, Giacomo *et al.* A Framework for Water Security Data Gathering Strategies. **Water**, Basileia, v. 14(18), n. 2907, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/4jbYoPI>. Acesso em: 10 set. 2024.

CASTRO, César Nunes; CEREZINI, Monise Terra. **O Projeto de integração do Rio São Francisco, obras complementares para o aumento da oferta hídrica e convivência com as secas**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Texto para Discussão, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/4cfvCeH>. Acesso em: 2 jul. 2024.

COOK, Christina; BAKKER, Karen. Water security: debating an emerging paradigm. **Global Environmental Change**, Amsterdã, v. 22, n. 1, p. 94-102, 2012. Disponível em: <https://bit.ly/3QXnoy8>. Acesso em: 4 jul. 2024.

CONSELHO DE MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS (CMAP). **Relatório de Avaliação Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF)**. CMAT, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/41SZjPj>. Acesso em: 3 jul. 2024.

CMAP, Conselho de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas. **Relatório de Avaliação Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF, 2021**. Disponível em: <https://bit.ly/41SZjPj>. Acesso em: 03 jul. 2024.

DE-LA-ROSA, Andrés de *et al.* Análisis de la seguridad hídrica y su contexto en el mundo, 2000-2019. **Tecnología y Ciencias del Agua**, Cidade do México, v. 13, n. 5, p. 200-250, set./out. 2022. Disponível em: <https://bit.ly/4hSfjWn>. Acesso em: 23 set. 2024.

DOEFFINGER, Tess; HALL, Jim W. Assessing water security across scales: A case study of the United States. **Applied Geography**, Londres, v. 134, n. 102500, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/4hW43Zc>. Acesso em: 30 nov. 2024.

EMPINOTTI, VanessaLucena; SULAIMAN, Samia Nascimento; SINISGALLI, Paulo Antonio de A. Towards intersectoriality: the foundations for environmental territorial governance at the São Paulo Macrometropolis. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 61, p. 332-348, jun. 2023. Disponível em: <https://bit.ly/4iK8zLu>. Acesso em: 10 dez. 2024.

EGRY, Emiko Yoshikawa. Compreendendo a dialética na aproximação com o fenômeno saúde-doença. *In*: EGRY, Emiko Yoshikawa; CUBAS, Marcia Regina. **O trabalho da enfermagem em saúde coletiva no cenário Cipesc**: guia para pesquisadores. Curitiba: ABEn; São Paulo: EEUSP, 2006.

HART, Ashleigh Chanel *et al.* Indigenous community-led programs to address food and water security: Protocol for a systematic review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18(12), n. 6366, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3G1zScR>. Acesso em: 10 dez. 2024.

JACOBI, Pedro Roberto; CÔRTEZ, Pedro Luis; SINISGALLI, Paulo de Almeida. Segurança hídrica, emergência climática, governança e vulnerabilidade social. **Diálogos Socioambientais**, São Bernardo do Campo, v. 5, n. 15, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/4iRPEyw>. Acesso em: 15 jul. 2024.

JULIO, Natalia; FIGUEROA, Ricardo; OLIVA, Roberto D. P. Water resources and governance approaches: Insights for achieving water security. **Water**, Basileia, v. 13(21), n. 3063, nov. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/42oRn8x>. Acesso em: 2 jan. 2025.

MALAGODI, Edgard (org.). **A lição da cisterna**. Campina Grande: EDUEPB, 2023. 455p. E-book.

MISHRA, Binaya Kumar *et al.* Water security in a changing environment: concept, challenges and solutions. **Water**, Basileia, v. 13(4), n. 490, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/444X8cH>. Acesso em: 15 jan. 2025.

SCOCCA, Grazia. strengthening international water security: the European Union's proposal. **World Water Policy**, Londres, v. 5, n. 2, p. 192-206, nov. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/42lOk0V>. Acesso em: 20 dez. 2024.

SEN, Amartya. **Development as freedom**. Nova York: Alfred A. Knopf, 1999. Disponível em: <https://bit.ly/4cwrM1b>. Acesso em: 15 jul. 2024.

VANTI, Nadia Aurora Peres. Da bibliometria à webometria: uma exploração conceitual dos mecanismos utilizados para medir o registro da informação e a difusão do conhecimento. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 369-379, ago. 2002.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Tradução de Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.



# CAPÍTULO 11.

## RESILIÊNCIA URBANA EM TEMPOS DE EMERGÊNCIA CLIMÁTICA

*Pedro Roberto Jacobi*

*Riciane Pombo*

### **Introdução**

Diante das adversidades impostas pelas mudanças climáticas, torna-se indispensável que as cidades revisem suas estratégias de adaptação e resiliência. A complexidade dos desafios socioambientais, especialmente aqueles que afetam de forma mais severa as populações em situação de vulnerabilidade, exige uma abordagem abrangente que considere os efeitos combinados das ações antrópicas e dos fenômenos climáticos cada vez mais intensos (IPCC, 2021).

Neste contexto, o presente estudo destaca a relevância de integrar o conhecimento científico com os saberes tradicionais e as Soluções Baseadas na Natureza (SBN), promovendo uma forma de tecnologia híbrida que fortaleça a capacidade das cidades em lidar com os impactos climáticos. O reconhecimento e a valorização das populações tradicionais, bem como de seus modos de vida sustentáveis, configuram um caminho para a construção de cidades mais resilientes, equitativas e aptas a enfrentar as crises climáticas contemporâneas (Almeida, 2008).

Para alcançar uma adaptação urbana sustentável, é imprescindível adotar uma proposta de renovação do modo de se fazer Ciência, de modo que ela prenda os sistemas naturais com as comunidades que vivem em harmonia com o meio ambiente. Estudos apontam um aumento global na frequência e na intensidade de eventos climáticos extremos, fenômeno que, aliado à urbanização acelerada e à exploração de áreas ecologicamente sensíveis, intensifica as injustiças socioambientais. Tais processos resultam em riscos significativos para comunidades locais, já prejudicadas por problemas como o desmatamento, a destruição de nascentes e a poluição.

A segregação socioambiental crescente revela a urgência de soluções inovadoras e eficazes, visto que as práticas convencionais têm se mostrado insuficientes para promover maior resiliência nas áreas urbanas (Anguetska; Carmin, 2015). Nesse sentido, a Ciência contemporânea desempenha papel central ao fomentar a inovação e o desenvolvimento de tecnologias orientadas para os desafios da emergência climática. Ressalta-se, contudo, que tais respostas de-

vem ser pautadas por princípios de governança participativa, transparência e gestão social, promovendo uma Ciência colaborativa e transdisciplinar.

A construção de cidades resilientes e ambientalmente integradas exige um modelo que privilegie a participação social e o intercâmbio de saberes, estabelecendo um diálogo harmonioso entre Ciência, tecnologia e práticas ancestrais. Essa abordagem implica reconhecer e valorizar os conhecimentos das comunidades tradicionais que, ao longo dos séculos, desenvolveram soluções tecnológicas eficazes e adaptadas às condições locais, como sistemas de irrigação, manejo do solo e captação de água, além de métodos construtivos e de saneamento sustentável (Anderson, 1996).

Este artigo propõe debater respostas urbanas fundamentadas em diálogos interdisciplinares e interculturais, priorizando novas estratégias para a adaptação das cidades e das populações mais vulneráveis às mudanças climáticas. Nesse sentido, as SBN são apresentadas como uma forma de tecnologia híbrida, integrando conhecimentos científicos contemporâneos às funções naturais dos ecossistemas e às práticas tradicionais. Tal abordagem oferece um caminho promissor para o enfrentamento dos desafios climáticos urbanos, promovendo cidades mais justas e resilientes.

Dessa forma, valorizar a inteligência da natureza e dos povos tradicionais representa não apenas uma estratégia de inovação, mas também uma forma de garantir que as soluções implementadas sejam culturalmente adequadas, ambientalmente eficazes e socialmente equitativas. A integração entre Ciência, saberes ancestrais e tecnologias naturais é fundamental para a construção de cidades preparadas para os desafios climáticos do presente e do futuro.

## **1. A importância de promover uma visão de ciência pós-normal em diálogo com saberes tradicionais**

A Ciência pós-normal constitui uma transformação paradigmática no campo científico, emergindo como resposta à complexidade e incertezas que caracterizam os desafios globais contemporâneos, especialmente aqueles associados às mudanças climáticas. Diferentemente da Ciência tradicional, cuja ênfase recai na busca por respostas objetivas e definitivas, a pós-normal reconhece que, em contextos de alta incerteza e elevado risco, como no cenário do Antropoceno, as soluções devem ser cocriadas por meio da colaboração entre diferentes atores sociais (Funtowicz; Ravetz, 1993). Essa abordagem sublinha a importância de substituir práticas baseadas na desconexão entre os pesquisadores e os territórios estudados por uma interação efetiva entre Ciência, sociedade

e políticas públicas, contribuindo para o desenvolvimento de soluções inovadoras e adaptativas para os desafios urbanos e ambientais (Jacobi *et al.*, 2019).

Esse paradigma rompe com a ideia de neutralidade científica, propondo uma abordagem participativa e inclusiva, na qual múltiplas epistemologias, como os saberes tradicionais e ancestrais, são incorporadas e valorizadas. Comunidades locais, particularmente as populações tradicionais, possuem um repertório de conhecimentos práticos, acumulados ao longo de gerações, em harmonia com os ecossistemas naturais. Esses saberes têm potencial para contribuir significativamente no desenvolvimento de tecnologias e práticas que promovam a sustentabilidade e a adaptação das cidades e da sociedade de forma ampla (Escobar, 2018).

De acordo com Escobar (2018), o conceito de “universo”, baseado em uma única perspectiva epistemológica dominante, frequentemente de caráter ocidental, contrasta com a ideia de “pluriverso”,<sup>1</sup> que reconhece a coexistência de múltiplas formas de vida, culturas e conhecimentos. Para o autor, o reconhecimento dessa pluralidade é crucial para enfrentar crises globais como as mudanças climáticas e as desigualdades sociais. Escobar argumenta que o modelo de desenvolvimento moderno, frequentemente imposto de maneira vertical, negligência outras formas de existência e sabedoria, propondo, em contrapartida, que cada cultura e comunidade definam seus próprios caminhos de evolução, em harmonia com suas tradições e seus ambientes naturais.

## **2. A necessidade de inovar nos processos urbanos considerando a natureza**

Eventos como enchentes e inundações, fenômenos naturais intrínsecos às bacias hidrográficas, ilustram a dinâmica dos fluxos hídricos, que se adaptam continuamente às condições climáticas e geomorfológicas. No entanto, o impacto dessas ocorrências é exacerbado por intervenções humanas desarmoniosas, como a impermeabilização do solo e a ocupação desordenada de áreas ribeirinhas. A convivência sustentável com os ciclos naturais – que integra soluções baseadas na preservação de áreas verdes e na adaptação ao ciclo hídrico – é essencial para mitigar os impactos climáticos nas cidades. Planos de ação emergencial e políticas públicas, tanto nacionais quanto locais, devem incorporar o conhecimento de comunidades tradicionais, cujas práticas re-

---

1. O conceito de “pluriverso” é amplamente associado à obra do filósofo colombiano Arturo Escobar, embora tenha raízes em debates decoloniais mais amplos e em diálogos com cosmologias indígenas, afrodescendentes e outros saberes não ocidentais.

fletem uma convivência histórica e sustentável com os limites impostos pelas condições do meio (Santos *et al.*, 2020).

Exemplos notáveis incluem o manejo sustentável de recursos, como técnicas indígenas de irrigação, captação de água da chuva e cultivo adaptativo de solos, que frequentemente permanecem subvalorizados pela Ciência convencional. Estudos conduzidos por Posey (1985) demonstram a relevância do conhecimento indígena para a conservação de biomas, destacando práticas que respeitam a fauna e a flora locais, além de promoverem uma convivência harmoniosa entre as populações e seus territórios. Esse saber ancestral, expressado por meio de rituais e práticas cotidianas, oferece subsídios valiosos para a formulação de estratégias sustentáveis adaptadas às particularidades regionais (Posey, 1985).

No contexto da Ciência pós-normal, a integração entre saberes modernos e ancestrais destaca um caminho estratégico para enfrentar os desafios climáticos e promover a conservação de ecossistemas em escala global. Além disso, as comunidades desempenham papel crucial no cumprimento de metas ambientais internacionais, como a ampliação de áreas protegidas e a restauração de florestas e biomas naturais (Santos *et al.*, 2020).

### **3. Hibridização de saberes: uma abordagem colaborativa**

A hibridização de saberes, caracterizada pela integração de conhecimentos acadêmicos e tradicionais, não apenas enriquece a produção científica, mas também fortalece a participação de comunidades historicamente marginalizadas nos processos decisórios. Isso cria realidades socioculturais mais resilientes e inclusivas, promovendo respostas inovadoras às crises emergentes, como mudanças climáticas e pandemias. A troca de métodos e práticas entre cientistas e comunidades locais fomenta um ambiente de aprendizado mútuo, contribuindo para o empoderamento social e para o desenvolvimento de soluções adaptativas e equitativas (Jacobi, 2020).

Na Ciência pós-normal, a prática científica é reconceituada como um processo social colaborativo, orientado pela inclusão de diferentes perspectivas e pela busca de soluções que equilibrem as demandas ecológicas, sociais e econômicas. Nesse contexto, as tecnologias ancestrais assumem um papel central como instrumentos para a sustentabilidade contemporânea, evidenciando que o resgate desses saberes pode oferecer respostas inovadoras para os desafios da resiliência urbana (Reconecte-se..., 2024).

Ao adotar uma abordagem colaborativa, que integra diferentes formas de conhecimento, a Ciência pós-normal avança para além da produção científica

tradicional, criando soluções mais abrangentes e culturalmente contextualizadas. Essa transformação é indispensável para a construção de sociedades mais equitativas, resilientes e preparadas para enfrentar os desafios globais do século XXI.

#### **4. Soluções Baseadas na Natureza (SBN): resiliência urbana a partir da integração de saberes tradicionais e contemporâneos**

A crescente busca por soluções que promovam a resiliência urbana e restituam os benefícios da natureza aos espaços urbanos exige, de maneira essencial, uma abordagem que contemple a participação ativa da sociedade e a troca de saberes de maneira efetiva. Essa proposta pressupõe a valorização de interações colaborativas e processos de hibridização de conhecimentos, com destaque para a comunicação eficiente e o desenvolvimento interdisciplinar e transdisciplinar (Jacobi, 2016). Nesse contexto, metodologias científicas inovadoras e práticas de pesquisa aplicadas emergem como alternativas promissoras, desde que reconheçam as valiosas contribuições oriundas dos conhecimentos tradicionais, os quais desempenham um papel central na elaboração de tecnologias ainda amplamente utilizadas, como técnicas de irrigação, manejo do solo, captação de água, sistemas construtivos e práticas de saneamento sustentável.

As SBN destacam-se como estratégias que utilizam elementos e processos naturais para mitigar desafios ambientais e climáticos derivados da intervenção antrópica, gerando benefícios tanto para os ecossistemas quanto para as populações humanas (Cohen-Shacham *et al.*, 2016). Exemplos incluem a restauração de biomas degradados, a implementação de infraestruturas verdes, como telhados verdes, redes de parques urbanos e a preservação de áreas naturais em ambientes urbanos. Essas iniciativas têm se mostrado eficazes no enfrentamento de impactos decorrentes das mudanças climáticas, como elevações de temperatura e maior frequência de eventos climáticos extremos, incluindo secas e inundações.

Diversas cidades ao redor do mundo têm integrado práticas como corredores verdes, plantio de árvores em áreas urbanas e a restauração de cursos d'água degradados em sistemas de drenagem, contribuindo para a redução de enchentes, mitigação de ilhas de calor e melhoria da qualidade do ar (Neshöver *et al.*, 2017). Tais práticas exemplificam o potencial das SBN como “tecnologias híbridas”, ao combinar o conhecimento científico contemporâneo com saberes ancestrais. Em muitos contextos, populações tradicionais têm desenvolvido práticas de manejo sustentável que respeitam os limites ecológicos, como agroflorestas indígenas, as quais integram árvores, culturas agrícolas

e criação de animais em sistemas que promovem a biodiversidade enquanto aumentam a produtividade (Anderson, 1996).

Além de seus impactos ambientais positivos, as SBN apresentam benefícios sociais e econômicos. Ao incorporar elementos naturais nas cidades, é possível criar ambientes mais saudáveis e agradáveis, promovendo o bem-estar físico e mental da população urbana. Ademais, essas soluções baseadas na natureza costumam ser mais econômicas e sustentáveis no longo prazo, quando comparadas a alternativas exclusivamente tecnológicas, que frequentemente possuem custos elevados e causam impactos ambientais consideráveis (Maes; Jacobs, 2017).

Contudo, no Brasil, apesar de amplamente discutidas em esferas acadêmicas e políticas, as SBN carecem de normatizações e diretrizes técnicas específicas, o que dificulta sua aplicação sistemática e contextualizada. As definições frequentemente derivam de instituições internacionais, como a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e a União Europeia, que concebem as SBN como soluções inspiradas por processos naturais para mitigar e adaptar os impactos das mudanças climáticas (Cohen-Shacham *et al.*, 2016). No entanto, tais definições, quando aplicadas ao contexto brasileiro, apresentam limitações ao desconsiderarem as especificidades sociais, culturais e ecológicas locais.

É necessário, portanto, contextualizar o conceito à realidade brasileira, considerando sua rica diversidade sociocultural e ecológica. Além disso, é imperativo que as práticas de SBN no país integrem saberes de povos e comunidades tradicionais, cuja contribuição histórica para a sustentabilidade e manejo dos recursos naturais constitui um dos pilares dessas soluções (Santos *et al.*, 2020).

Embora promissoras, as SBN não devem ser reduzidas a práticas simplistas ou meramente mercantilizadas, sob o risco de se desconsiderar a complexidade intrínseca dos sistemas naturais e sociais que buscam restaurar (Nesshöver *et al.*, 2017). Tais simplificações podem resultar em abordagens fragmentadas que negligenciam o potencial transformador das SBN, perpetuando modelos de exploração econômica que desrespeitam os princípios de sustentabilidade e justiça socioambiental.

## **5. Aspectos conceituais da hibridização de soluções e os serviços ecossistêmicos**

As mudanças climáticas apresentam desafios significativos para a biodiversidade, os sistemas econômicos e a qualidade de vida humana, demandando respostas que integrem mitigação dos efeitos climáticos e adaptação social a novas condições. Entre as estratégias propostas, destaca-se a restauração de

ecossistemas naturais, o que funciona como sumidouros de carbono, contribuindo para a regulação climática e o equilíbrio das emissões (IPCC, 2022).

Contudo, soluções tecnológicas isoladas são insuficientes. A hibridização de saberes – a integração de práticas tradicionais com a Ciência moderna – emerge como uma alternativa essencial. Essa abordagem reconhece que métodos convencionais muitas vezes falham em capturar a complexidade dos problemas urbanos e ambientais contemporâneos. A educação ambiental, nesse sentido, deve ir além da mera transmissão de conhecimento técnico, sendo concebida como um espaço de transformação crítica e reflexiva, onde diferentes saberes se encontram para promover ações mais justas e sustentáveis (Jacobi, 1997, 2000).

No campo da Ciência Ambiental, o conceito de serviços ecossistêmicos (SE) atua como uma ponte entre diferentes disciplinas e perspectivas, referindo-se aos benefícios obtidos pelos seres humanos a partir dos ecossistemas, como água limpa, ar puro e regulação climática (Schröter *et al.*, 2017). No entanto, autores como Barton e Gjertsen (2017) destacam que a monetização dos serviços ecossistêmicos pode obscurecer suas dimensões culturais, sociais e éticas, marginalizando comunidades que dependem diretamente dos recursos naturais (Barton; Gjertsen, 2017).

Para superar tais limitações, é importante uma abordagem transdisciplinar, que integre Ecologia, Ciências Sociais e Humanidades, considerando percepções locais e dinâmicas sociais na gestão ambiental. A adoção de práticas participativas no desenvolvimento de políticas públicas é essencial para assegurar que as soluções reflitam as necessidades e valores das populações locais (Schröter *et al.*, 2017)

Essa troca de conhecimentos não apenas enriquece o campo científico, mas também promove soluções mais equitativas e sustentáveis. Tecnologias híbridas oriundas dessa colaboração oferecem benefícios sociais e ambientais, fortalecendo as comunidades e respeitando suas práticas culturais.

## **6. Exemplos práticos da hibridização**

Exemplos concretos da hibridização de saberes podem ser observados em iniciativas de agroecologia, nas quais técnicas de cultivo tradicionais são associadas a avanços científicos para melhorar a produtividade e a resiliência das áreas agrícolas frente às mudanças climáticas. Tais práticas combinam o uso de consórcios de culturas, manejo sustentável de solos e conhecimentos de comunidades locais com tecnologias modernas, como o monitoramento de dados climáticos e sistemas automatizados de irrigação. Essa integração, além

de aumentar a eficiência produtiva, contribui para a preservação ambiental e a segurança alimentar (Anderson, 1996).

No contexto urbano, as Soluções Baseadas na Natureza têm se mostrado altamente eficazes ao serem combinadas com métodos convencionais de manejo de águas pluviais. Por exemplo, a reabilitação de bacias hidrográficas urbanas utilizando práticas indígenas de captação e infiltração de água, junto à engenharia contemporânea de infraestrutura, tem mitigado os impactos das inundações, além de melhorar a qualidade do ar e aumentar os espaços de convivência para as comunidades locais (Nesshöver *et al.*, 2017).

Para ilustrar, apresentamos a seguir um exemplo de projeto adotado pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Obras (Siurb), da Prefeitura Municipal de São Paulo, como alternativa para o Caderno de Bacias. Trata-se de um projeto que aposta no hibridismo de soluções para mitigar os impactos dos processos de inundação vividos no bairro Jardim Pantanal, no extremo leste da cidade. Tal projeto busca a construção de um sistema de polder (engenharia convencional) a partir de SBN e da integração com o território, centralizando as soluções em torno de maiores benefícios ecossistêmicos e sociais. Trata-se de um sistema composto por um dique de contenção, um reservatório de retenção e um canal de circunvalação. No caso do Jardim Pantanal, essa solução foi transformada em uma solução híbrida a partir da mudança de materiais e métodos aplicados, onde o dique de contenção passa a ser construído com pedras e terra, mantendo a fundação em concreto, mas permitindo que suas encostas sejam vegetadas, e recebendo uma via compartilhada entre pedestres e ciclistas em seu topo. Além disso, o canal de circunvalação é substituído por uma grande biovaleta conectada a uma lagoa de retenção que substitui, por sua vez, o reservatório de concreto convencional. O sistema é desenhado para ser operado sem bombas, apenas conectado por biovaletas e extravasores convencionais, que enviam a vazão excedente diretamente para o Rio Tietê.



**Figura 1. Vista aérea do Projeto Polder Vegetado, para o Jardim Pantanal, em São Paulo (SP)**

Fonte: Guajava, 2022.



**Figura 2. Vista da lagoa de retenção do Projeto Polder Vegetado, para o Jardim Pantanal, em São Paulo (SP)**

Fonte: Guajava, 2022.

Esse processo de hibridização reflete a contracultura científica promovida pela Ciência pós-normal, que vai além da simples aplicação de novos métodos de pesquisa. Trata-se de uma atitude de abertura ao diálogo, na qual cientistas assumem o papel de aprendizes ao interagir com saberes ancestrais e tradicionais. Esse movimento contribui para a descolonização da Ciência, desafiando hierarquias epistêmicas tradicionais e criando perspectivas para inovação e sustentabilidade (Jacobi, 2016).

A percepção do ambiente não é um ato de observação passiva, mas um processo de interação dinâmica entre seres humanos e o mundo natural (Ingold, 2000). Essa percepção ecológica está intrinsecamente relacionada às práticas cotidianas, como trabalho e subsistência, que moldam e aprofundam o entendimento sobre os ecossistemas. Nesse sentido, a colaboração entre diferentes epistemologias representa uma oportunidade única para fortalecer a resiliência urbana e integrar soluções mais abrangentes e inclusivas.

O futuro das cidades depende, assim, da capacidade de integrar múltiplos saberes em uma estrutura unificada de pensamento e ação. Essa abordagem, denominada “ecologia de saberes” por Santos (2007), promove uma valorização justa e equitativa da diversidade epistêmica (Santos *et al.*, 2010). Tal perspectiva é crucial para enfrentar crises contemporâneas, como as mudanças climáticas e as injustiças sociais, que demandam a integração de diferentes perspectivas para o desenvolvimento de soluções inovadoras (Santos, 2010).

## **7. Soluções Baseadas na Natureza: um caminho para políticas públicas sustentáveis**

Discutir o futuro das cidades implica necessariamente abordar a importância das políticas públicas no planejamento e na gestão urbana. A resiliência e a sustentabilidade só poderão ser atingidos mediante ações estratégicas e audaciosas, capazes de superar as limitações das abordagens convencionais que priorizam a exploração econômica em detrimento da preservação ambiental e da justiça social.

As Soluções Baseadas na Natureza emergem como uma abordagem inovadora para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, degradação ambiental e desigualdades socioeconômicas. Inspiradas nos processos e dinâmicas dos ecossistemas naturais, elas propõem alternativas que equilibram benefícios ecológicos, sociais e econômicos. Exemplos incluem a restauração de ecossistemas urbanos, como rios e áreas verdes, e a implementação de infraestruturas verdes para a mitigação de inundações e ilhas de calor. Essas práticas, ao promoverem o reaproveitamento sustentável de recursos naturais,

também fortalecem as comunidades, incentivando a participação cidadã nos processos de planejamento urbano (Cohen-Shacham *et al.*, 2016).

O conceito de SBN tem sido amplamente promovido por organizações como a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e a União Europeia, que apontam seu potencial transformador para redefinir práticas de planejamento urbano e políticas ambientais. No entanto, para que essas soluções sejam eficazes no contexto brasileiro, é imprescindível considerar as particularidades socioculturais e ecológicas do país. Isso inclui a integração de saberes de povos tradicionais e comunidades locais, cuja contribuição histórica para o manejo sustentável de recursos naturais é indispensável para o desenvolvimento de estratégias adaptadas às necessidades locais (Santos *et al.*, 2020).

Sua efetiva aplicação no planejamento urbano pode, além de mitigar riscos ambientais, estimular o desenvolvimento socioeconômico. A incorporação de elementos naturais nos espaços urbanos, como parques conectados por corredores verdes e telhados vegetados, aumenta a qualidade de vida e o bem-estar da população, ao mesmo tempo em que reduz custos associados a soluções puramente tecnológicas. Além disso, a articulação entre políticas públicas, práticas sustentáveis e participação cidadã potencializa a conscientização social e atrai investimentos voltados para infraestruturas mais verdes e resilientes (Maes; Jacobs, 2017).

Por fim, é importante ressaltar que elas não devem ser encaradas apenas como um modelo replicável de práticas urbanas, mas como uma abordagem adaptativa e contextualizada. Ignorar as contribuições dos saberes tradicionais ou reduzir as SBN a simples estratégias de mercantilização da natureza pode limitar sua efetividade e comprometer os avanços em sustentabilidade e equidade ambiental. A valorização de uma ecologia de saberes e a inclusão de múltiplas epistemologias no desenvolvimento e implementação das SBN são, portanto, fundamentais para construir um futuro urbano mais resiliente, inclusivo e sustentável.

## **8. Benefícios e desafios das SBN**

As SBN contribuem para a conservação da biodiversidade, regulação hídrica, mitigação de ilhas de calor urbanas e fortalecimento da segurança alimentar a partir de exemplos como a implantação de corredores ecológicos, que promovem a migração de espécies e telhados verdes, que melhoram o microclima urbano (Silva; Martins; Costa, 2021). No entanto, esses benefícios só serão plenamente alcançados com a inclusão de processos participativos e governança multiatores, como apontado por Jacobi (2016).

Essas soluções devem valorizar os biomas e a biodiversidade como únicas, adaptando-as para preservar e fortalecer os ecossistemas, incorporando práticas tradicionais de uso sustentável dos recursos naturais (Silva; Martins; Costa, 2021). Conectar e respeitar as territorialidades e as comunidades no planejamento e execução das SBN também é essencial para criar vínculos de pertencimento para promover a manutenção e eficiência.

Apesar do grande potencial, a implementação das SBN enfrenta desafios, como o risco de “gentrificação verde”, fenômeno que ocorre quando a valorização ambiental de uma área resulta na desconexão da população local e no aumento dos custos imobiliários, deslocando os moradores de baixa renda para as periferias. Wolch, Byrne e Newell (2014) destacam a necessidade de políticas inclusivas e “suficientemente verdes”, que assegurem a acessibilidade aos benefícios ambientais por todas as classes sociais, priorizando a distribuição equitativa de benefícios e serviços ecossistêmicos oferecidos, especialmente em contextos urbanos marcados pela desigualdade (Gómez-Baggethun; Barton, 2013). A adaptação das SBN ao contexto local permite que as intervenções realmente atinjam as comunidades mais impactadas pela crise ambiental, e que sejam mais eficientes e resilientes ao longo do tempo.

## **9. Integração com conhecimentos ancestrais**

Um aspecto frequentemente negligenciado é a valorização dos saberes tradicionais. Essas práticas, utilizadas por comunidades originárias para a gestão de recursos naturais, oferecem soluções sustentáveis que podem enriquecer as SBN. Conforme Silva *et al.* (2022), o reconhecimento e a integração desses saberes são fundamentais para adaptar as SBN às particularidades dos biomas brasileiros: Pampa, Mata Atlântica, Cerrado, Caatinga, Pantanal e Amazônia.

Para Krenak (2019), o alinhamento das SBN aos fluxos naturais do território e às práticas culturais das comunidades locais é essencial para garantir sua eficácia e justiça socioambiental. Afinal, vivemos hoje as consequências da expropriação e colonização de territórios e comunidades, e é tempo de repensar nossas cidades e modos de interação com o meio para desenvolver soluções através da reconexão com saberes ancestrais, que se baseiam no conceito de inseparabilidade entre seres humanos e a natureza. Krenak argumenta que as cidades deveriam ser planejadas de modo a respeitar as forças naturais e os fluxos do território, integrando práticas que valorizem a preservação ambiental e as comunidades locais (Krenak, 2019).

Portanto, é importante associar as SBN às sabedorias ancestrais, trazendo os conhecimentos de populações tradicionais como base para o seu desenvol-

vimento, garantindo a integração social e territorial a esse inovador conceito que busca respostas às mudanças climáticas.

Um exemplo dessa integração de saberes é o que vêm fazendo os Guarani da comunidade Tekoa Itakupé, na Terra Indígena Jaraguá, no noroeste da cidade de São Paulo. Apesar da precariedade que enfrentam, eles atuam para preservar os últimos remanescentes de Mata Atlântica da Região Metropolitana de São Paulo, junto ao Parque Estadual do Jaraguá (São Paulo, 2010). Nas margens do Córrego Manguinho, que é o único curso d'água existente no território, há uma área de cerca de 70 ha com grande concentração de eucaliptos, o que quase causou a extinção das nascentes, resultando no ressecamento do lençol freático e redução da água disponível para consumo. Assim, aplicando técnicas ancestrais de manejo do solo e da água, executam um trabalho de plantio e recuperação hídrica, criando lagos, recuperando as nascentes e a vazão natural do córrego. O conhecimento sobre a terra, as plantas e os ciclos naturais são os princípios que guiam este trabalho, mas também a observação das alterações causadas pelas ações de não indígenas. Esses povos buscam conhecimento também das tecnologias convencionais de engenharia para lidar com o processo de adaptação dos recursos naturais à crise climática e aos processos de urbanização que influenciam diretamente no território.



**Figura 3. Indígenas guarani criando lagos na terra indígena Jaraguá, Tekoa Itakupé, em projeto promovido por Adriano Sampaio**

Fonte: Existe Água em SP, 2018.

## 10. SBN e políticas públicas no Brasil

No âmbito do planejamento urbano e na política ambiental o termo serviços ecossistêmicos (SE) vem fundamentando a implementação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) e Infraestruturas Verdes (IV) como forma de integrar seus benefícios ambientais, sociais e econômicos de maneira sustentável (Teeb, 2010). Os SE são apresentados como benefícios que os ecossistemas oferecem ao bem-estar humano, desempenhando funções essenciais para a preservação da vida e o suporte às atividades socioeconômicas.

No contexto brasileiro, caracterizado por rica biodiversidade e complexas desigualdades sociais, as SBN oferecem um caminho promissor para promover a resiliência climática e a inclusão social através dos serviços ecossistêmicos que fornecem. Portanto, políticas públicas, como o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), vêm trazendo as SBN como parte de suas estratégias, enfatizando, por exemplo, a restauração e preservação dos ecossistemas como uma forma de garantir a resiliência urbana. Entretanto, há uma lacuna significativa na integração de saberes ancestrais e na adaptação das soluções ao contexto local, especialmente em áreas vulneráveis. Restrita à definição europeia, a designação do termo fica muito distante do cenário brasileiro, tão socialmente diverso e desigual, e, apesar de ser um termo recorrentemente abordado na área acadêmica e política, ainda carecemos de uma normativa que determine diretrizes, parâmetros e premissas para integrar as SBN nas políticas públicas nacionais.

Há que se considerar subjetividades quando falamos de sociedades e suas relações com o meio vivenciado, principalmente em termos de sentidos e compreensões distintas da realidade de cada um (Boulton, 2024), ou seja, a territorialização de termos e soluções é essencial para a manutenção de uma conexão saudável e necessária à eficiência de qualquer proposta.

Para Simpson (2017), a relação entre território e população não se limita a um simples uso dos recursos, mas envolve um vínculo espiritual e cultural com a terra. Ela sugere que a integração desse entendimento nos espaços urbanos poderia fomentar uma abordagem de planejamento mais cuidadosa e inclusiva, que respeite as práticas culturais e os conhecimentos tradicionais, criando cidades que reflitam a diversidade e que promovam justiça social e ambiental (Simpson, 2017).

Segundo Haase, Larondelle e Andersen (2017), um planejamento inclusivo e adaptado ao contexto local é essencial para vencer desafios como a inte-

gração de políticas e o financiamento adequado para a implementação dessas soluções em larga escala, principalmente em áreas urbanas vulneráveis.

Um exemplo da adoção de SBN como soluções para adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas é a criação de uma iniciativa do Governo Federal através da Secretaria Nacional de Periferias, Ministério das Cidades, no âmbito do programa Periferia Viva. Em novembro de 2024, foi lançado o Programa SBN nas Periferias: Avanços na Regulamentação de uma Nova Política Pública, que visa validar e incentivar a implantação de SBN em territórios periféricos e favelas do Brasil, apostando nos benefícios que agregam, como a melhoria da qualidade de vida e o fortalecimento da relação entre as cidades e natureza (Brasil, 2024).



**Figura 4. Capa do documento SBN nas Periferias: avanços na regulamentação de uma nova política pública**

Fonte: Brasil, 2024.

## 11. Reflexão sobre fortalecimento da resiliência urbana

As mudanças climáticas, intensificadas pela urbanização desorganizada e excludente têm colocado em risco a infraestrutura urbana, as condições de

saúde pública e a segurança alimentar. Inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor e a degradação da qualidade do ar são apenas alguns dos problemas que cidades ao redor do mundo enfrentam com mais frequência. Além disso, as populações mais vulnerabilizadas, como as comunidades tradicionais e as periferias, são as mais afetadas por esses fenômenos, aumentando a injustiça socioambiental.

Diante desse cenário, o conceito de resiliência urbana surge como uma resposta crucial à capacidade de prevenir, resistir e se recuperar dos impactos das mudanças climáticas e de outros choques ambientais. Como vimos, a construção de municípios resilientes exige mais do que soluções tecnológicas convencionais, é necessário um enfoque multidisciplinar, que integre o conhecimento científico, a participação social e os saberes tradicionais.

Ao passo que a Ciência pós-normal destaca a importância de processos colaborativos e participativos para a criação de soluções eficazes, a resiliência urbana deve ser construída a partir de uma governança inclusiva, que leve em consideração as vozes das populações locais e suas experiências diretas com os ecossistemas, garantindo maior efetividade e segurança para as governanças públicas (Jacobi; Sinisgalli, 2012). Assim, a adaptação às mudanças climáticas não deve ser pensada apenas como um conjunto de infraestruturas físicas, mas como um processo social de aprendizagem e integração de conhecimentos diversos.

Além disso, essa resiliência requer um novo olhar para o planejamento urbano. É essencial que se promova uma maior integração entre áreas verdes e a infraestrutura urbana, restabelecendo uma conexão entre o meio ambiente e a vida urbana. Corredores ecológicos, jardins verticais, telhados verdes e sistemas de drenagem natural são algumas das Soluções Baseadas na Natureza que, além de melhorar a qualidade de vida, ajudam a mitigar os efeitos do aquecimento global.

Portanto, para construir cidades resilientes, é fundamental repensar os processos de desenvolvimento urbano, valorizando o conhecimento tradicional, promovendo a participação comunitária e adotando soluções híbridas que conectem o saber científico com a sabedoria da natureza. Somente por meio dessa abordagem integrada será possível criar ambientes mais justos, sustentáveis e preparados para os desafios climáticos que estão por vir. Reurbanizar sem repetir os erros da urbanização colonialista demanda resgatar o respeito pelos biomas e ecossistemas locais e colocar a natureza no centro novamente, como fazem os povos originários. Não podemos seguir explorando territórios inconsequentemente, seja pelo agronegócio ou pela especulação imobiliária.

Não podemos repensar o território sem uma intensa mudança de pensamento comunitário de relações pessoais e com nosso meio. Precisamos

aprender a viver e conviver com as mudanças climáticas impostas por nossas próprias atitudes e vivências passadas. São gerações e gerações imersas em uma cultura de competição, exploração e lucratividade máxima, e não será de pronto, mesmo encarando tragédias, que iremos transformar a sociedade e o planeta. É preciso haver um intenso trabalho de frentes diversas e bem orquestradas com o intuito de promover cidades resilientes a partir de soluções inovadoras desde a concepção.

As SBN representam um caminho viável para enfrentar os desafios contemporâneos, mas requerem uma abordagem integrada e inclusiva. A combinação de conhecimentos científicos e tradicionais, aliada a políticas públicas bem estruturadas, é fundamental para que cumpram seu potencial transformador.

## Referências

A ECONOMIA DOS ECOSISTEMAS E DA BIODIVERSIDADE (TEEB). **The economics of ecosystems and biodiversity**: mainstreaming the economics of nature. Londres: Earthscan, 2010.

ANGUELSKA, Antonia; CARMIN, Joann. Something borrowed, everything new: innovation and institutionalization in urban climate governance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 13, p. 17–24, 2015. DOI: 10.1016/j.coesust.2014.12.005.

ANDERSON, Eugene N. **Ecologies of the heart**: emotion, belief, and the environment. Oxford: Oxford University Press, 1996.

ALMEIDA, Alfredo Wagner Berno de. **Terras de quilombos, terras indígenas, “baçauais livres”, “castanhais do povo”, faxinais e fundos de pasto**: terras tradicionalmente ocupadas. Manaus: PGSCA-UFAM, 2008.

BARTON, David Neil; GJERTSEN, Kristin. Valuation of ecosystem services: perspectives, approaches and decision-making frameworks. **Ecosystem Services**, Londres, v. 6, p. 51-56, 2017.

BOULTON, Jean. **The dao of complexity**: making sense and making waves in turbulent times. Berlim: De Gruyter, 2024.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Periferias. **SBN nas periferias**: avanços na regulamentação de uma nova política pública. Brasília, 2024. Disponível em: <https://bit.ly/3QZ3umm>. Acesso em: 20 dez. 2024.

COHEN-SHACHAM, Emmanuelle *et al.* **Nature-based solutions to address global societal challenges**. Gland: International Union for Conservation of Nature (IUCN), 2016.

ESCOBAR, Arturo. **Designs for the pluriverse: radical interdependence, autonomy, and the making of worlds.** Durham: Duke University Press, 2018.

EXISTE ÁGUA EM SP. Indígenas Guarani criando lagos na Terra Indígena Jaraguá, Tekoa Itakupé, em projeto promovido por Adriano Sampaio. Fotografia, 2018.

FUNTOWICZ, Silvio O.; RAVETZ, Jerome R. Science for the post-normal age. **Futures**, Londres, v. 25, n. 7, p. 739-755, 1993.

GÓMEZ-BAGGETHUN, Erik; BARTON, David N. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. **Ecological Economics**, [S.l.], v. 86, p. 235–245, 2013. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2012.08.019.

GÓMEZ-BAGGETHUN, Erik; RUIZ-PÉREZ, Manuel. Economic valuation and the commodification of ecosystem services. **Progress in Physical Geography**, London, v. 35, n. 5, p. 613–628, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1177/0309133311421708>.

HAASE, Dagmar, *et al.* Greening cities—to be socially inclusive? About the alleged paradox of society and ecology in cities. **Habitat International**, v. 64, p. 41–48, 2017. DOI: 10.1016/j.habitatint.2017.04.005.

INGOLD, Tim. **The perception of the environment: essays on livelihood, dwelling and skill.** Londres: Routledge, 2000.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change.** Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3h9CVMA>. Acesso em: 09 dez. 2024.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **CADERNOS DE PESQUISA**, São Paulo, n. 100, p. 189-205, 1997.

JACOBI, Pedro Roberto. A gestão das águas e a construção de sociedades sustentáveis. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 40-56, 2000.

JACOBI, Pedro Roberto. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade.** 4. ed. São Paulo: Annablume, 2016.

JACOBI, Pedro Roberto. Reflexões sobre sustentabilidade e o papel da educação ambiental crítica. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 37, p. 74-92, 2020.

JACOBI, Pedro Roberto *et al.* **Ciência pós-normal: ampliando o diálogo com a sociedade diante das crises ambientais contemporâneas.** São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2019.

JACOBI, Pedro Roberto; SINISGALLI, Paulo Antonio de A. Governança ambiental e economia verde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1469-1478, 2012.

KRENAK, Ailton. **Ideias para adiar o fim do mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

MAES, Joachim; JACOBS, Sander. Nature-based solutions for Europe's sustainable development. **Conservation Letters**, v. 10, n. 1, p. 121-124, 2017.

NESSHÖVER, Carsten *et al.* The science, policy and practice of nature-based solutions: an interdisciplinary perspective. **Science of the Total Environment**, Londres, v. 579, p. 1215-1227, 2017.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Sixth Assessment Report**. Genebra: IPCC, 2021.

POSEY, Darrell Addison. Indigenous management of tropical forest ecosystems: the case of the Kayapo indians of the Brazilian Amazon – questioning the nature-culture dichotomy. **Agroforestry Systems**, Berlim, v. 3, p. 139-158, jun. 1985. Disponível em: <https://bit.ly/4iVXeZ4>. Acesso em: 20 set. 2024.

RECONNECTE-SE: técnicas ancestrais são as tecnologias culturais do presente. **Conafer**, 10 jan. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/42pnwNe>. Acesso em: 12 set. 2024.

SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula (orgs.). **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010. Disponível em: <https://bit.ly/3T1IGvo>. Acesso em: 12 dez 2024.

SANTOS, Boaventura de Sousa. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. *In*: SANTOS, Boaventura de Sousa; MENESES, Maria Paula G. (org.). **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2007. Disponível em: <https://bit.ly/3ZEIQOd>. Acesso em: 9 jun. 2025.

SANTOS, Nathali Germano dos. **A contribuição dos povos indígenas para o fortalecimento da recuperação da vegetação nativa no Brasil**. 2020. 38f. Monografia (Especialização em Gestão de Políticas Ambientais) – Escola Nacional de Administração Pública, Brasília.

SCHRÖTER, M., *et al.* Ecosystem services as a boundary concept: arguments from social ecology. **Ecological Economics**, v. 136, p. 475-483, 2017.

SILVA, Ana Lúcia; MARTINS, João Pedro; COSTA, Vanessa. Saberes tradicionais e soluções baseadas na natureza: contribuições para a sustentabilidade. **Revista Brasileira de Ecologia**, Rio Claro, v. 25, n. 2, p. 123-140, 2022.

SIMPSON, Leanne Betasamosake. **As we have always done**: indigenous freedom through radical resistance. Mineápolis: University of Minnesota Press, 2017.

WOLCH, Jennifer R.; BYRNE, Jason; NEWELL, Joshua P. Green gentrification and urban sustainability. **Urban Studies**, Berkeley, v. 51, n. 2, p. 437-457, 2014.



# CAPÍTULO 12. CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS E PLUVIAIS DO ALTO CURSO DO RIO PARAÍBA E DA SUB- BACIA DO RIO TAPEROÁ

*Cláudia Fernanda Costa Estevam  
Hermes Alves de Almeida*

## **Introdução**

A história do desenvolvimento da civilização poderia ser escrita em termos de preocupação épica do homem para com a água. Os problemas relativos a sua disponibilidade sempre mereceram atenção e preocupação criativa do homem mediante obras de engenharia, projetos de recursos hídricos, poços, barragens, dentre outros (Marinho, 2011).

A escassez de água no mundo agrava-se em virtude da desigualdade social e da falta de manejo e usos sustentáveis dos recursos naturais. O aumento das atividades econômicas faz crescer a demanda por água. A Organização das Nações Unidas (ONU) prevê que, se forem mantidas as atuais práticas de consumo, o planeta terá em breve, escassez total de água em algumas regiões do mundo.

Neste contexto, a recuperação e preservação dos recursos devem ser realizadas de forma integrada a partir de uma perspectiva de gerenciamento ambiental. A bacia hidrográfica é, portanto, a unidade geográfica ideal para a programação do manejo, sendo definida como a área que drena as águas de chuvas, por rivas e tributários, para um curso principal, desaguando no mar ou num lago.

Na bacia hidrográfica, a gestão dos recursos hídricos vem se sedimentando como um elemento unificador, pois as ações a serem desencadeadas neste processo não ficam mais atreladas às unidades administrativas.

A bacia do Rio Paraíba tem uma área de mais de 20 mil km<sup>2</sup>, sendo caracterizada por três regiões hidrográficas (alto, médio e baixo paraíba) e a sub-bacia do Rio Taperoá, sendo a segunda maior do estado.

O alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e a sub-bacia do Rio Taperoá drenam água para o segundo maior reservatório do estado, o açude Epitácio Pessoa, responsável pelo abastecimento de água de quase um milhão de habitan-

tes de Campina Grande e de vinte outras cidades da sua região metropolitana, tendo um papel fundamental para o desenvolvimento local (Aesa, 2024).

O principal objetivo deste artigo é estabelecer as principais características morfométricas do alto curso do Rio Paraíba, incluindo o regime hídrico e a relevância do açude Epitácio Pessoa para o estado paraibano.

## 1. A água e sua relevância

As demandas de água no mundo aumentam diariamente em função do crescimento populacional, das mudanças nos processos de produção, hábitos de higiene, conforto e exigências de qualidade ambiental e de vida. Por isto, os maiores objetivos do século XXI são a busca pela maior oferta de água, por menor custo e a otimização do seu uso, ou seja, produzir cada vez mais, utilizando-se de um volume menor de água (Rebouças, 2002).

Estudos divulgados pelo Atlas de Água do Nordeste mostram que mais de 70% das cidades com população acima de 5 mil habitantes do semiárido nordestino enfrentarão crise no abastecimento de água, para consumo humano, até 2025, mesmo com a integração da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. Cerca de 41 milhões de pessoas terão problemas com o abastecimento de água em cerca de 1.300 municípios, dos nove estados do nordeste e do norte de Minas Gerais. Caso não sejam feitos os investimentos recomendados por este estudo, milhões de pessoas não terão oferta de água para consumo (ANA, 2011).

A análise morfométrica de bacias hidrográficas inicia-se pelo estabelecimento da hierarquização fluvial, para então determinar-se a análise dos aspectos lineares, areais e hipsométricos (Christofolletti, 1980).

Barlow e Clarke (2003) mostram que das 261 bacias hidrográficas internacionais de 145 nações, um terço (87) são compartilhadas por mais de 2 países e 19, por 5 ou mais. O México, por exemplo, que retira água dos rios Colorado e Grande tem que devolver água tratada a seu vizinho ao norte. Há prognósticos que indicam a falta de água nos EUA nas próximas décadas, muito embora a escassez já ocorra em alguns estados, tais como Califórnia, Novo México, Texas e Flórida.

Dados estatísticos mostram que a água existente no planeta é de cerca de 1,4 trilhões de km<sup>3</sup>, dos quais 1,3 trilhões são águas salinas (97,5%) e 2,5% doce. Mesmo países com o recurso em abundância, como é o caso do Brasil, não estão livres da escassez de água potável. O acesso depende de um sistema eficiente de coleta, tratamento e distribuição (Bezerra, 2002).

A disponibilidade dos recursos hídricos no Brasil, tanto em relação à região (superfície) quanto à população, é muito irregular. As regiões Norte e

Centro Oeste, por exemplo, são as que detêm maior disponibilidade dos recursos hídricos e uma menor população. A região Nordeste é a segunda mais populosa do país (+ de 30%) e a de menor disponibilidade hídrica, que é insuficiente, em especial na zona rural, até para consumo humano.

Para Nunes (2003), a distribuição é irregular já que a maior parte da água se concentra na região Norte (a menos povoada), enquanto o Nordeste, com a segunda maior população, enfrenta graves problemas. E mesmo cidades como Manaus (AM), e Belém (PA), que estão numa localização privilegiada na BH do Rio Amazonas, sofrem com constantes racionamentos de água.

Outro problema que ocorre com frequência é a concentração da água nas mãos de particulares que impedem aos habitantes vizinhos às suas propriedades de tirarem água nos seus reservatórios. Como afirma Minc (1997), no Nordeste, a elite da região usa a seca como estratégia de atração de recursos e de imposição secular.

A chamada “indústria da seca” permite que usineiros e latifundiários, captem recursos federais e os utilizem em obras duvidosas, como açudes localizados em suas propriedades e irrigação de terras de fazendeiros aliados. Por isso, o problema da falta de água nesses territórios parece ser mais político e econômico do que necessariamente climático.

Para mitigar a escassez, há necessidade de se recorrer a soluções que favoreçam a formação de reservatórios subterrâneos e a manutenção dos superficiais. Tais soluções dependem do manejo ambiental adequado nas áreas das bacias de drenagens dos cursos de água, mantendo a cobertura vegetal nativa, a fim de não alterar a capacidade de infiltração da água no solo, evitando a deterioração dos reservatórios existentes (controle da poluição e da erosão).

Assim, a Lei n. 9.433/97, conhecida como Lei das Águas, se configura como um avanço para direcionar a gestão dos recursos hídricos no Brasil, já que institui a política nacional dos recursos hídricos. Seu primeiro princípio estabelece adoção da bacia hidrográfica, como unidade de planejamento, a fim de determinar o perímetro das áreas de forma que proporcionem o confronto entre a disponibilidade e a demanda, essenciais na determinação do balanço hídrico.

## **2. Caracterização da área de estudo**

A bacia hidrográfica do Rio Paraíba é a segunda maior do estado da Paraíba, abrange 38% da área territorial e é composta pelas regiões hidrográficas do alto, médio e baixo curso, além da sub-bacia do Rio Taperoá (Figura 1).



**Figura 1. Croqui do mapa do estado da Paraíba, com destaque para o alto curso do Rio Paraíba**

Fonte: Marinho; Almeida, 2013.

Nasce na Serra de Jabitacá, no município de Monteiro, a uma altitude superior a 1000 metros, drena uma área de 20.071,83 km<sup>2</sup>, compreendida entre as latitudes 6°51' e 8°26' S e as longitudes 34°48' e 37°2' W.

O trecho denominado de alto curso recebe o principal afluente, a sub-bacia do Rio Taperoá, cujas águas são barradas no açude Eptácio Pessoa, em Boqueirão, o responsável pelo abastecimento de água de quase um milhão de pessoas.

A sua área de drenagem é de 12.389,14 km<sup>2</sup> e está compreendida entre as latitudes de 7°20'48" e 8°18'12" S e longitude 36°07'44" e 37°21'22" W. O relevo do alto curso do Rio Paraíba é de ondulado a fortemente ondulado, com variações hipsométricas que atingem a cotas acima de mil metros

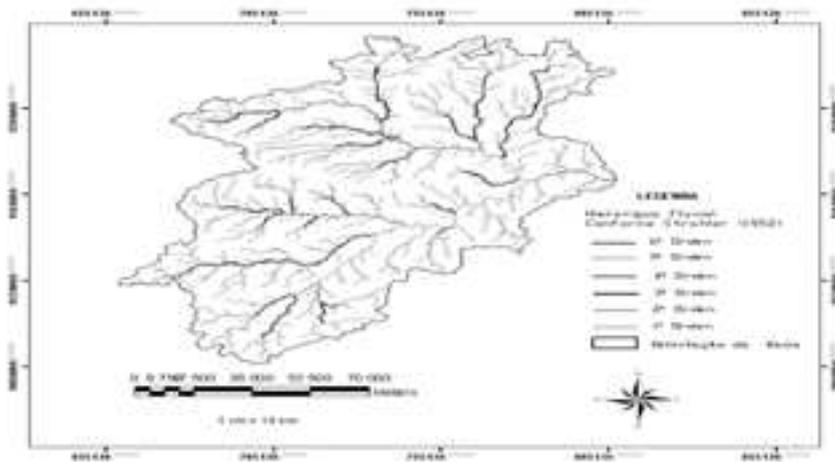
De acordo com a classificação climática de Köppen, a região hidrográfica possui clima do tipo BSw<sup>h</sup>, ou seja, semiárido quente, com precipitação pluviométrica média anual variando de 400 a 600 mm e estação seca de 8 a 10 meses.

Para realização deste trabalho, foram utilizadas áreas parciais dos territórios de 19 municípios que compõem o alto curso do Rio Paraíba e de 22 da sub-bacia do Rio Taperoá que deságuam nos referidos trechos. Procedimentos detalhados encontram-se no trabalho de Marinho (2011).

## 2. Características morfométricas do alto curso do Rio Paraíba

A caracterização morfométrica de uma bacia hidrográfica é um dos procedimentos mais comuns nas análises hidrológicas ou ambientais. No que se refere à análise areal, o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e a sub-bacia do Rio Taperoá apresentam área de 12.365 km<sup>2</sup> e perímetro de 818 quilômetros. O padrão de drenagem, ou rede de drenagem, representa o formato ou o aspecto traçado pelo conjunto dos talwegues de uma bacia hidrográfica.

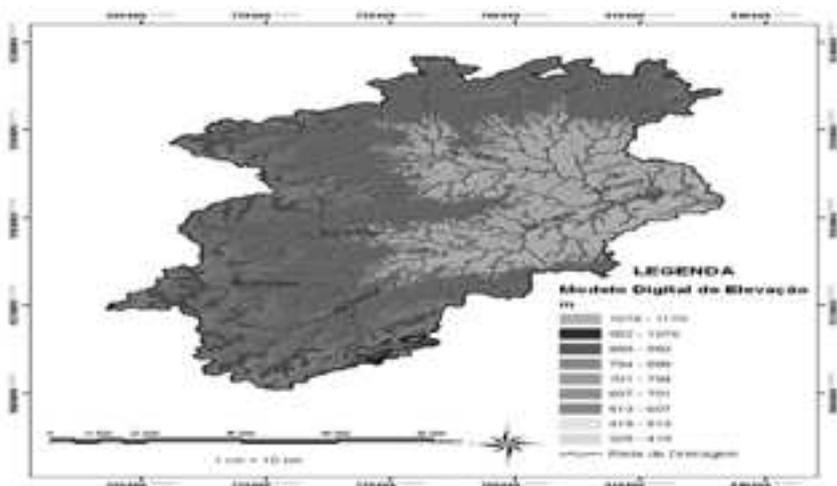
A hierarquia de uma bacia estabelece e classifica a rede de drenagem do manancial (ou da área drenada). A Figura 2 apresenta a classificação hierarquia do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba.



**Figura 2. Hierarquia fluvial do alto curso da bacia hidrográfica Rio Paraíba**

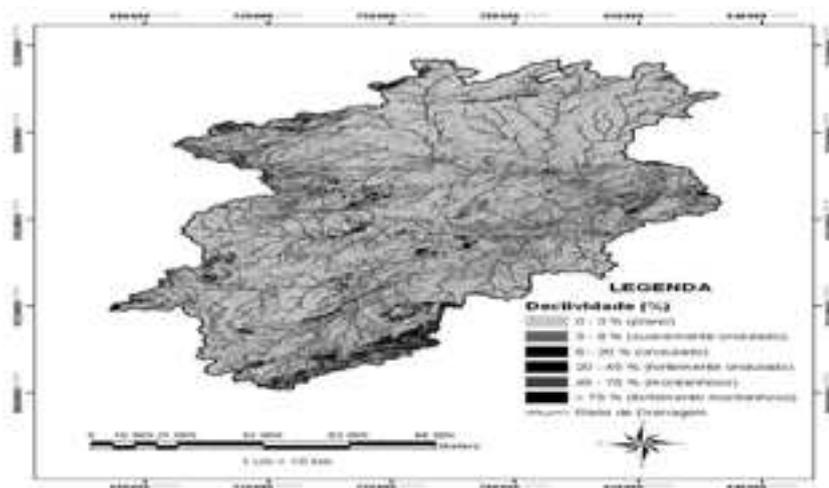
Fonte: Marinho; Almeida, 2013.

Essa hierarquização mostra que a organização do referido manancial se enquadra como sendo de 6<sup>a</sup> ordem e o sistema de drenagem tem uma boa ramificação, contendo um número expressivo de tributários de 1<sup>a</sup> ordem, cujo modelo digital de elevação (MDE) para o alto curso da bacia hidrográfica Rio Paraíba e da sub-bacia do Rio Taperoá é apresentado através do modelo digital de elevação (Figura 3) e de declividades (Figura 4).



**Figura 3. Modelo digital de elevação o alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá**

Fonte: Marinho; Almeida, 2013.



**Figura 4. Mapa digital das declividades médias do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá**

Fonte: Marinho; Almeida, 2013.

Constata-se a partir do MDE (Figura 3) que o alto curso da bacia hidrográfica Rio Paraíba e sub-bacia do Rio Taperoá possuem as menores altitudes, 325 metros, no município de Boqueirão, onde localiza-se o açu-

de Epitácio Pessoa, com destaque para as serras de Caturité e de Carnoió que ultrapassam os 700 metros.

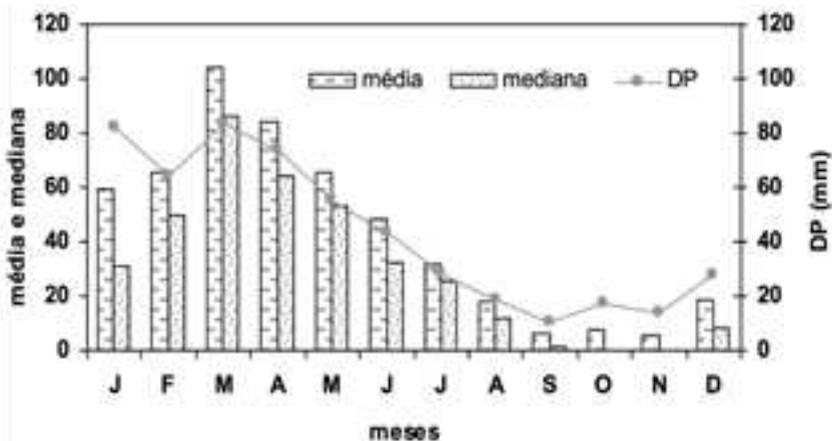
É importante destacar que as altitudes aumentam gradualmente tanto no sentido leste/oeste quanto sul, cuja região hidrográfica mais elevada da bacia tem altitude de 1.170 metros e localiza-se na Serra da Serraria, em São João do Tigre, fazendo divisa com Pernambuco.

De modo geral, a bacia apresenta baixas declividades (Figura 4), em que predominam os relevos planos e planos ondulados, cujas declividades estão entre 0 e 8% (figuras 4 e 5), observam-se áreas pontuais que apresentam relevo ondulado por toda bacia, com maiores declividades nas extremidades da porção sul, variando, em média, de 8 a 20%, mas em alguns recortes geográficos, atinge 45%.

### 3. Principais características do regime pluvial no alto curso do Rio Paraíba

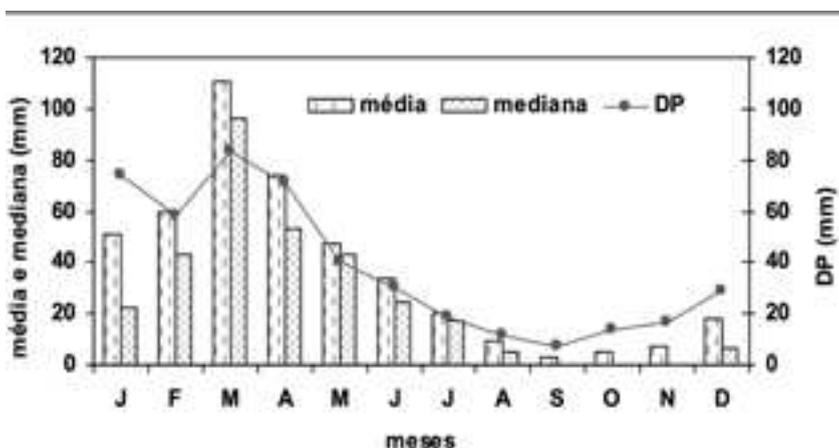
A caracterização do regime de distribuição de chuvas foi estabelecida estatisticamente utilizando-se distribuições de frequência e de medidas de tendências central e dispersão.

Diante da importância da captação da água da chuva, drena volumes de água proporcional a área territorial dos municípios, localizados a direita (norte) e a esquerda (sul) do alto curso do Rio Paraíba, como mostram as figuras 5 e 6.



**Figura 5. Médias mensais da média, mediana e desvio padrão da precipitação pluvial, para os locais situados à margem esquerda (Norte) do alto curso do Rio Paraíba**

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Aesa.



**Figura 6. Médias mensais da média, mediana e desvio padrão da precipitação pluvial, para os locais situados à margem direita (Sul) do alto curso do Rio Paraíba**

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Aesa.

Os modelos mensais de distribuição de chuvas em ambas as margens do alto do curso são assimétricos e irregulares, ou seja, sempre associados a uma elevada dispersão (desvio padrão).

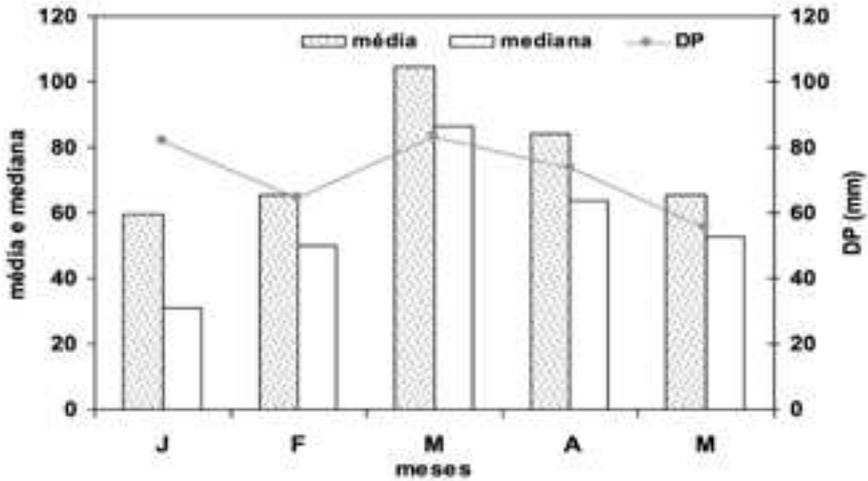
Observa-se que às médias aritméticas mensais das referidas figuras estão sempre associadas a uma elevada dispersão (desvio padrão). Nota-se, entretanto, que os desvios padrão da média (DPs), em pelo menos 50% dos meses, para as localidades da margem norte ou da sul, ultrapassam os valores esperados.

As razões entre as médias e o DPs, para ambas as margens, resultam numa dispersão de 1,31 e 1,42 mm, respectivamente, ou seja, a variabilidade é da ordem de 31 e 42% maior que a própria média esperada.

Outras características importantes do regime pluvial da margem norte (Figura 5), quando comparada com a sul (Figura 6), são as diferenças nas respectivas distribuições mensais e/ou nos totais anuais. Verifica-se que a mediana anual da chuva na margem norte, por exemplo, é 17% (70 mm) maior que a sul, além de ser 11% menos dispersa.

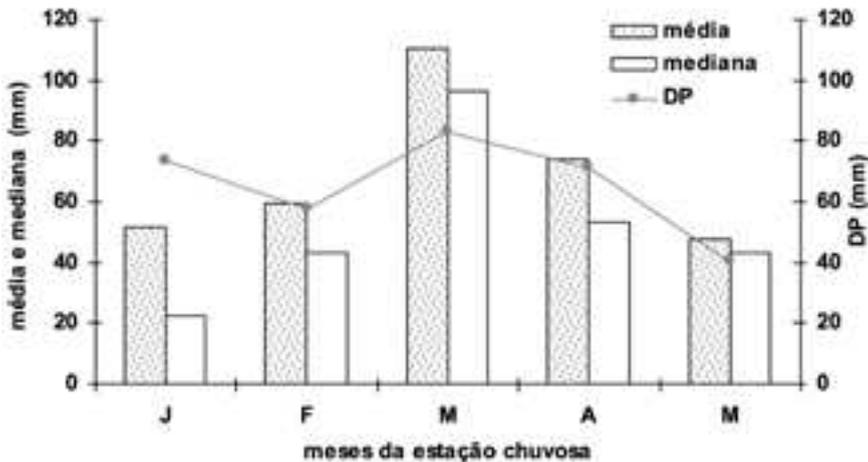
Como os regimes pluviais mensais e sazonais são extremamente variáveis no tempo (meses e ano) e no espaço (municípios), opte-se por destacar o referido regime nos meses que compõem a estação chuvosa.

As figuras 7 e 8 mostram, respectivamente, a estação chuvosa das margens esquerda (norte) e direita (Sul) do alto curso do Rio Paraíba, representada pelas médias mensais das médias aritméticas, medianas e desvio padrão da precipitação.



**Figura 7. Médias mensais da média, mediana e desvio padrão da precipitação pluvial, para a estação chuvosa, na margem esquerda (Norte) do alto curso do Rio Paraíba**

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Aesa.



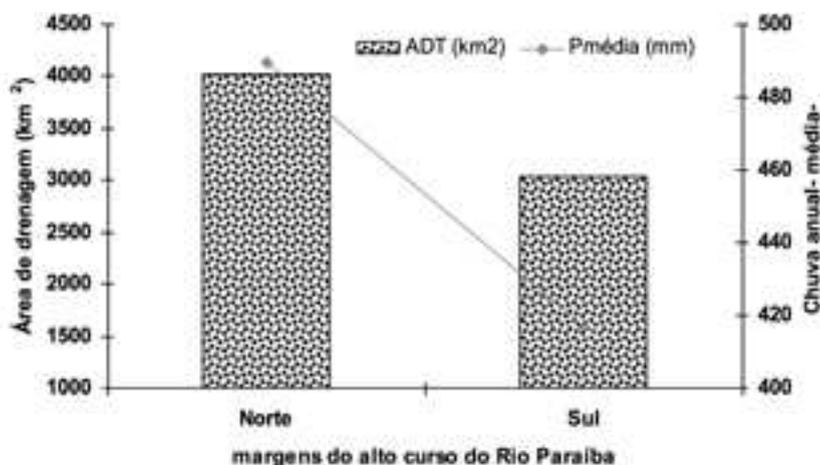
**Figura 8. Médias mensais da média, mediana e desvio padrão da precipitação pluvial, para a estação chuvosa, na margem direita (Sul) do alto curso do Rio Paraíba**

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Aesa.

Como as médias aritméticas mensais diferem das respectivas medianas, os referidos “modelos” de distribuição de chuva são assimétricos. Condições essas que fazem Almeida e Farias (2015), Almeida e Ramos (2020) e Almeida e Galvani (2021) recomendar o uso da mediana, por ser um valor mais provável de ocorrer.

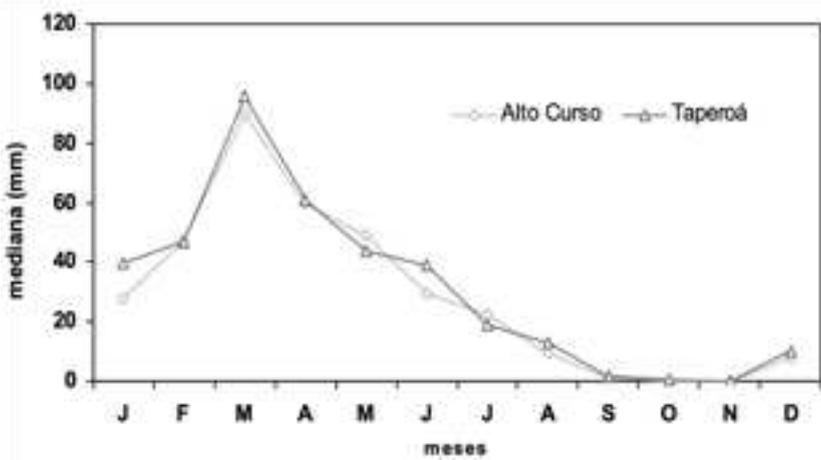
Contabilizando-se a contribuição da mediana dos cinco meses, em relação ao acumulado anualmente, esse curto período chuvoso contribui, em média, a 58% na margem esquerda e de 62,1% na margem direita. Destaca-se, ainda, que março é o mês mais chuvoso, precipitando o equivalente a 34% da estação e 20% do ano.

Com relação as áreas de drenagens das margens norte e sul, a Figura 9 mostra a relação entre a área de drenagem superficial total (ADT) e as médias anuais de chuvas e a Figura 10, uma análise comparativa entre as medianas mensais da precipitação pluvial do alto curso do Rio Paraíba e as da sub-bacia do Rio Taperoá.



**Figura 9. Relação entre a área de drenagem superficial total (ADT) e a precipitação pluvial-média anual, para os locais às margens Norte e Sul do alto curso do Rio Paraíba**

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Aesa.



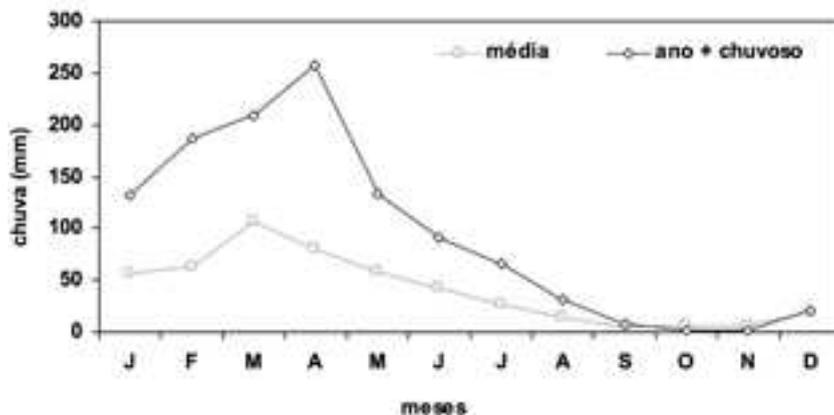
**Figura 10. Comparação das medianas da chuva do alto curso do Rio Paraíba com as da sub-bacia do Rio Taperoá**

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Aesa.

Observa-se que a área total disponível para o escoamento superficial (drenagem) na margem norte do alto curso do Rio Paraíba, além de ser 32,4% maior que a do Sul, recebe 17,44% a mais de chuva. Em termos médios, cada mm de chuva na margem sul equivale a 1,2 mm na norte.

Com relação a análise comparativa do regime pluvial do alto curso do Rio Paraíba e a bacia do Rio Taperoá, verifica-se que, em 75% dos meses, essa medida de tendência central é maior na sub-bacia do Taperoá e, em 8,1%, do total anual, o equivalente a 40 mm, ou seja, 40 litros por m<sup>2</sup>.

Em virtude da irregularidade do modelo de chuva anual no alto curso do Rio Paraíba, tanto na margem norte quanto na sul, a Figura 11 mostra a relação das médias mensais esperadas com os totais de ano mais chuvoso, dos recortes geográficos que drenam para a referida bacia hidrográfica.



**Figura 11. Relação entre as médias mensais esperadas de chuva no alto curso do Rio Paraíba e a observada no ano mais chuvoso**

Fonte: Elaborado pelo autor com base nos dados da Aesa.

Ao comparar essas situações distintas, observa-se que os totais observados no ano mais chuvosos foram sempre maiores que as respectivas médias esperadas (da série climatológica pluvial).

Nota-se, entretanto, que o mês de abril, por exemplo, choveu 321,9% a mais do que a média esperada. Nos cinco meses mais chuvosos (janeiro, fevereiro, março, abril e maio) choveu 80,7% do total anual.

## Considerações finais

Os regimes pluviais da bacia hidrográfica do alto curso do Rio Paraíba e da sub-bacia do Rio Taperoá são assimétricos e irregulares e a curta estação chuvosa contribui, em média, com 60% de toda vazão superficial.

Os recortes geográficos dos municípios de Coxixola (margem norte) e Congo (margem sul) têm as menores áreas de contribuição para o escoamento superficial no alto curso do Rio Paraíba.

A área drenante da margem norte é 32,4% maior que a do sul e chove 17,4% a mais.

A implantação de um sistema de manejo adequado requer o estabelecimento das principais características morfométricas locais.

As condições frequentes de aridez proporcionam a fragilidade do alto curso do Rio Paraíba, que requer práticas ambientais corretas, uma vez que as ações antrópicas contribuem para acelerar o processo de degradação ambiental.

Há a necessidade de se manter a cobertura vegetal nativa e evitar o despejo de resíduos lixiviado e sólido na extensão de escoamento dos afluentes do alto curso do Rio Paraíba.

## Referências

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA (AES/A). **Geoportal**: Acervo de mapas, 2024. Disponível em: <https://bit.ly/3ieRjOP>. Acesso em: 20 nov. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Água: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: ANA, 2011. Disponível em: <https://bit.ly/4lcZixe>. Acesso em: 21 mar. 2021.

ALMEIDA, Hermes Alves de; RAMOS, Daniela Brito. Alternative of living in the geographical outline of Cariri Paraibano, Brazil. **International Journal of Development Research**, [s.l.], v. 10, n. 5, p. 35820-35824, 2020.

ALMEIDA, Hermes Alves de; FARIAS, Maysa Porto. Potential for rainwater catchment's as an alternative for human consumption in drier micro-region of the state of Paraíba, Brazil. **International Journal of Research in Geography (IJRG)**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 32-37, 2015.

ALMEIDA, Hermes Alves de; GALVANI, Emerson. Climatologia do regime de chuvas em Campina Grande/PB: modelos e variabilidade. **Revista Entre-Lugar**, Dourados, v. 13, n. 24, p. 147-169, 2021.

BARLOW, Maude; CLARKE, Tony. **Ouro azul**: como as grandes corporações estão se apoderando da água doce do nosso planeta. São Paulo: M. Books, 2003, p. 15-34.

BEZERRA, Nizomar Falcão. Água no semi-árido nordestino experiências e desafios. In: HOFMEISTER, Wilhelm et al. Água e desenvolvimento sustentável no semi-árido. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2002. (Série Debates, n. 24.).

BRASIL. **Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Conjunto de normas legais: recursos hídricos. 7. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, 1997. 640p. Disponível em: <https://bit.ly/3E2JH2q>. Acesso em: 15 nov. 2024.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980, p. 3-50.

MARINHO, Cláudia Fernanda Costa E. **Caracterização hídrica e morfométrica do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba**. 2011. 67f. Monografia (Especialização em Geoambiência e Recursos Hídricos do Semiárido) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

MARINHO, Cláudia Fernanda Costa E.; ALMEIDA, Hermes Alves de. Principais características morfométricas do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba. **Revista de Geografia**, Recife, v. 30, n. 2, p. 95-112, 2013.

MINC, Carlos. **Ecologia e cidadania**. São Paulo: Moderna, 1997.

NUNES, E. F. C. **A influência da escassez de água na qualidade de vida e saúde da população do município de Teixeira (PB)**. Campina Grande: UEPB, 2003.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. A política nacional de recursos hídricos e as águas subterrâneas. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, n. 16. p. 1-13, 2002.

# **PARTICIPAÇÃO**



# CAPÍTULO 13.

## SEGURANÇA HÍDRICA E OS PLANOS DE BAIRRO NO JARDIM PANTANAL

*Bruno César Nascimento Portes*  
*Isabela Minelli D'Andréa*  
*Laís Cristina Malaquias Avelino*  
*Leila Maria Vendrametto*  
*Pedro Roberto Jacobi*

### **Introdução**

A segurança hídrica nas regiões periféricas de São Paulo, exemplificada pelo Jardim Pantanal, na zona leste da cidade, ilustra as intrincadas interações entre urbanização, gestão das unidades de conservação e práticas socioespaciais. Localizado no distrito do Jardim Helena, sob a jurisdição da Subprefeitura de São Miguel Paulista, o Jardim Pantanal é caracterizado por ocupações irregulares que se iniciaram na década de 1980. Esse território possui, entretanto, um histórico de interações com o Rio Tietê, cuja navegabilidade e potencial como via de transporte foram explorados desde os anos de 1920 para a movimentação de materiais como pedras, areia e madeira (Silva, 2016).

A relação histórica entre a ocupação urbana e a utilização das águas do Tietê teve início com a instalação da fábrica da Companhia Nitro Química Brasileira, em 1935, que atraiu vários migrantes, em especial do Nordeste, e fomentou o crescimento da região de São Miguel Paulista (Reis; Galvani, 2017). Essa expansão ocorreu em um contexto de urbanização desigual, no qual as áreas periféricas se tornaram predominantemente bairros-dormitório, afastados dos serviços essenciais e frequentemente expostos a problemas ambientais e de infraestrutura.

No caso da cidade de São Paulo, a falta de integração das políticas públicas relacionadas à urbanização de fundos de vale, com foco na implantação de parques lineares e de infraestrutura de saneamento e na urbanização de favelas, mostra como a evolução nas práticas de cada um dos órgãos envolvidos ainda não é suficiente para dar respostas adequadas às questões socioambientais ensejadas pelo tratamento dessas áreas, principalmente por sua falta de coordenação intersetorial e territorial (Travassos; Schult, 2013, p. 289).

A precarização da segurança hídrica nessas localidades reflete uma dimensão crítica da desigualdade socioambiental, onde as populações vulneráveis, em sua maioria de baixa renda e negra, são as mais afetadas pelos déficits em serviços básicos e pela ausência de políticas públicas efetivas. Esse quadro revela não apenas a injustiça social, mas também a intersecção de fatores que perpetuam a exclusão dessas comunidades, especialmente sua vulnerabilidade em face da emergência climática (Silva *et al.*, 2024).

## 1. Características do Jardim Pantanal e vulnerabilidade hídrica

A localização do Jardim Pantanal às margens do Rio Tietê confere características específicas à dinâmica hídrica e aos riscos enfrentados pela população. O local apresenta trechos de várzea que historicamente sofrem com enchentes, em especial nos períodos de chuvas intensas. A baixa declividade do leito do Tietê e a ocupação irregular de suas margens contribuem para o acúmulo de sedimentos, que reduz a capacidade de escoamento das águas e aumenta o risco de inundações, impactando diretamente a segurança hídrica e a saúde dos moradores.

A ocupação das várzeas no Jardim Pantanal reflete um processo histórico de desenvolvimento desigual da metrópole, caracterizado pela segregação socioespacial. Ao longo do tempo, as áreas de várzea, frequentemente vistas como regiões de menor valor econômico, foram ocupadas por populações de baixa renda que buscaram abrigo e oportunidades em meio à urbanização acelerada (Scifoni, 2013).

A Bacia Hidrográfica dos Ribeirões Água Vermelha e Lajeado, que abriga o Jardim Pantanal, desempenha um papel crítico na gestão dos recursos hídricos e na sustentabilidade da região. Limitada pelos córregos Água Vermelha e Ribeirão Lajeado, que fluem em direção ao Rio Tietê, essa bacia compreende áreas como Itaim Paulista, Vila Curuçá e Jardim Nazaré. Situada em uma área com baixa infraestrutura urbana, enfrenta desafios intensos de segurança hídrica e riscos de inundações (Carlos, 2015; Travassos; Pentead; Fortunato, 2017).

A infraestrutura urbana no Jardim Pantanal e em São Miguel Paulista, em geral, revela um mosaico de realidades socioespaciais. No núcleo central de São Miguel, há melhor oferta de serviços públicos, incluindo abastecimento de água, tratamento de esgoto e equipamentos de saúde e educação. Em contrapartida, nas áreas periféricas, onde estão bairros como o Jardim Pantanal, observa-se uma ausência significativa de infraestrutura básica, o que aumenta a vulnerabilidade da população e compromete a segurança hídrica (Reis; Galvani, 2017).

Segundo dados do Censo de 2010, o distrito de São Miguel Paulista é composto de três áreas principais: São Miguel, Jardim Helena e Vila Jacuí,

que, juntas, abrigam quase 370 mil moradores, com densidade de 15 a 20 habitantes por quilômetro quadrado (IBGE, 2010). A concentração populacional e a infraestrutura precária pressionam os recursos hídricos e intensificam a disputa pelo uso do solo urbano, especialmente nas margens do Tietê, onde residem predominantemente trabalhadores de baixa renda.

## **2. A transformação das práticas socioespaciais**

As transformações no Jardim Pantanal refletem a passagem de uma experiência de vida baseada na produção material para uma dinâmica de consumo. Isto impacta a identidade socioespacial da área, configurando uma nova relação dos habitantes com o território. Para Scifoni (2013), os “lugares da memória operária” constituem-se a partir dessas mudanças, revelando a passagem de uma prática socioespacial produtiva para uma experiência urbana de consumo. No Jardim Pantanal, isso se manifesta no distanciamento dos serviços e oportunidades econômicas e na dependência de transporte público para acessar o centro, caracterizando o bairro como “dormitório”.

A segurança hídrica no Jardim Pantanal, portanto, deve ser analisada à luz dessas dinâmicas históricas e sociais, reconhecendo-se que a sua exclusão nas políticas públicas de infraestrutura e de uso sustentável das águas aumenta a vulnerabilidade das populações locais e perpetua a desigualdade urbana.

Nas regiões onde o Tietê é ladeado por vias e edificações, a população de baixa renda enfrenta condições precárias em comparação com os bairros de classe média e alta, onde a infraestrutura e os equipamentos públicos são mais abundantes. A produção do espaço urbano periférico, áreas historicamente usadas para cultivo e agricultura, foi remodelada por interesses econômicos, fragmentando e mercantilizando essas terras (Carlos, 2015). Como resultado, as práticas e os significados socioespaciais do Jardim Pantanal passaram a ser moldados por ciclos de desvalorização de suas áreas (Rolnik *et al.*, 2015).

## **3. Desafios ambientais e justiça climática**

A justiça climática emerge como um conceito fundamental para entender e intervir nas condições de vulnerabilidade enfrentadas pelo Jardim Pantanal, onde desigualdades sociais e raciais acentuam os impactos das mudanças ambientais. A localização e a ocupação do Jardim Pantanal também revelam uma dimensão de racismo ambiental. O histórico de ocupações irregulares e a falta de investimentos em infraestrutura se relacionam com práticas discriminatórias que relegam comunidades racializadas a áreas vulneráveis. Para Ferdinand

(2022), uma perspectiva decolonial possibilita reconhecer essas populações, tradicionalmente alijadas do desenvolvimento sustentável, como atores centrais nas ações climáticas. Montipó e Del Vecchio-Lima (2024) reforçam que os impactos climáticos afetam desproporcionalmente os mais vulneráveis, expondo a urgência de intervenções específicas nessas áreas periféricas.

No Jardim Pantanal, o racismo ambiental amplifica a desigualdade social, evidenciada pela precariedade de infraestrutura hídrica e pela exclusão nas políticas urbanas. Como apontam Torres, Jacobi e Leonel (2020), a ausência de serviços básicos intensifica a fragilidade das populações de baixa renda, predominantemente negras, que residem em áreas de risco. “O racismo ambiental trata sobre a injustiça ambiental e climática em um contexto racializado, diz respeito a como a mesma chuva atinge diferentes povos, classes e raças de forma desigual” (Silva *et al.*, 2024, p. 1).

A luta pela segurança hídrica nessa região, portanto, integra demandas de justiça climática e combate ao racismo ambiental, propondo a redistribuição equitativa dos recursos e a participação comunitária ativa nas decisões de planejamento urbano.

#### **4. Planos de intervenção e desafios do planejamento urbano**

A implementação de planos de bairro, que integram a comunidade na formulação de demandas urbanas, oferece uma plataforma para a construção de uma gestão participativa e democrática.

A experiência do Instituto Alana, no fomento ao Plano de Bairro do Jardim Pantanal, começou pelo “Plano Emergencial e Propostas Iniciais para o Plano de Bairro do Jardim Pantanal”, publicado em 2020, com diretrizes para enfrentar a pandemia e mitigar os impactos da emergência climática (IAB-SP *et al.*, 2022).

As fases I e II do Plano de Bairro envolveram diálogos com a comunidade e resultaram, entre outras iniciativas, em propostas para mobilidade e meio ambiente. Esse planejamento participativo sinaliza um avanço na integração da justiça socioambiental e do direito à cidade, reforçando a importância de políticas de saneamento e habitação no combate às desigualdades socioespaciais, particularmente em áreas como o Jardim Pantanal, onde os efeitos do planejamento urbano desigual e a vulnerabilidade hídrica são evidentes.

O Plano de Bairro representa a possibilidade concreta de incorporar as demandas da comunidade pela voz dos seus moradores. Enquanto instrumento de planejamento urbano, tem papel relevante de estimular o engajamento e a articulação comunitária da população na formulação de ações e propostas para a melhoria dos bairros visando fortalecer o diálogo com a gestão pública. O maior

desafio é articular as diversas melhorias que precisam ser implementadas no território para apresentá-las aos órgãos públicos. Bairros como o Jardim Pantanal têm a oportunidade de melhorar a infraestrutura de microdrenagem, iluminação pública e oferta de equipamentos urbanos e sociais, assim como efetuar melhorias no sistema viário e nas ações de manutenção, limpeza e arborização.

## **5. Histórico das águas no bairro do Jardim Pantanal**

### ***5.1 Jardim Pantanal: território de luta***

A ocupação do bairro foi se consolidando ao longo dos anos de 1980 e, de lá para cá, os moradores já passaram por grandes enchentes, algumas que perduraram por até três meses, deixando famílias e suas casas debaixo d'água, desalojadas e sem bens, móveis, roupas, documentos e comida (Egute, 2016). Além disso, a população enfrenta diariamente a ausência do Estado com a falta serviços públicos básicos.

O Jardim Pantanal é um território de luta e de vulnerabilidades. O bairro, no entanto, também é um território de muitas histórias, sonhos, suor, trabalho, potências e conquistas. É lugar de resistência, de união e de individualidades. São muitas vidas que se entrelaçam para compor o bairro que é lar de mais de 10 mil famílias.

As lutas e a união do povo contribuem para a efervescência da vontade de participar dos processos, como a construção do Plano de Bairro, que une o olhar técnico e a participação comunitária.

Todas as mobilizações e movimentos sociais são formas de participação popular que existem desde as primeiras resistências indígenas (Carvalho, 1998). A participação política tem crescido no Brasil, ainda que a passos curtos, e traz consigo a cidadania, reforçando o sentimento de pertencimento (Gomes; Steinberger, 2016).

Para Carvalho (1998, p. 7), a participação cria espaços com maior ou menor amplitude e efetividade, “como os conselhos e a realização de ações governamentais em parceria com a sociedade”. Além disso, encontra seu poder de transformação e sua capacidade de fortalecer a democracia ao integrar e envolver atores historicamente excluídos das decisões políticas, contribuindo para a representatividade pluralizada. Por isso, é necessário criar espaços para argumentação e aprendizagem das diversas partes envolvidas (PCS, 2022).

## **5.2 Decreto n. 42.837, de 3 de fevereiro de 1998**

O Jardim Pantanal é um dos únicos bairros do município de São Paulo onde o Rio Tietê ainda é meandrado, ou seja, segue seu curso natural, preservando, de certa maneira, suas curvas e formação inicial. Toda a várzea que está dentro do estado de São Paulo é protegida por meio do Decreto n. 42.837, de 3 de fevereiro de 1998, que estabelece a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) da Várzea do Rio Tietê. O objetivo do decreto é proteger e conservar as áreas de várzea, promovendo a recuperação de ecossistemas naturais e a preservação de recursos hídricos. A APA foi criada para conciliar o uso sustentável dos recursos naturais com a proteção ambiental, garantindo a biodiversidade e a qualidade de vida da população local.

## **5.3 Plano de Manejo da APA Várzea do Rio Tietê e sua judicialização**

Outro instrumento fundamental para a organização da área é o Plano de Manejo da APA Várzea do Rio Tietê, documento técnico que orienta a gestão e o uso sustentável da área. Ele define zonas de manejo com diferentes níveis de restrição, além de diretrizes para atividades permitidas, como agricultura, turismo e pesquisa científica. O plano também propõe ações para recuperação de áreas degradadas, proteção de espécies nativas e controle de poluição. Sua implementação visa garantir a conservação dos ecossistemas da várzea, melhorar a qualidade da água do Rio Tietê e promover o desenvolvimento sustentável na região.

No entanto, o plano foi judicializado devido a mudanças nos mapas de zoneamento da área, em 2013, promovidas durante a gestão da Secretaria do Meio Ambiente de São Paulo, entre 2016 e 2017, que causaram controvérsia e resultaram em ações judiciais, já que as mudanças favoreceram setores imobiliários e industriais, permitindo maior flexibilização no uso de áreas anteriormente protegidas (Rodrigues, 2018). As mudanças foram questionadas por órgãos ambientais, Organizações Não Governamentais (ONGs) e pelo Ministério Público, que consideraram que as modificações no zoneamento representavam uma ameaça à integridade ambiental da APA e violavam a legislação ambiental. Apesar das tentativas de revisão e adequação do plano, ele ainda não foi aprovado e segue sendo alvo de investigações.

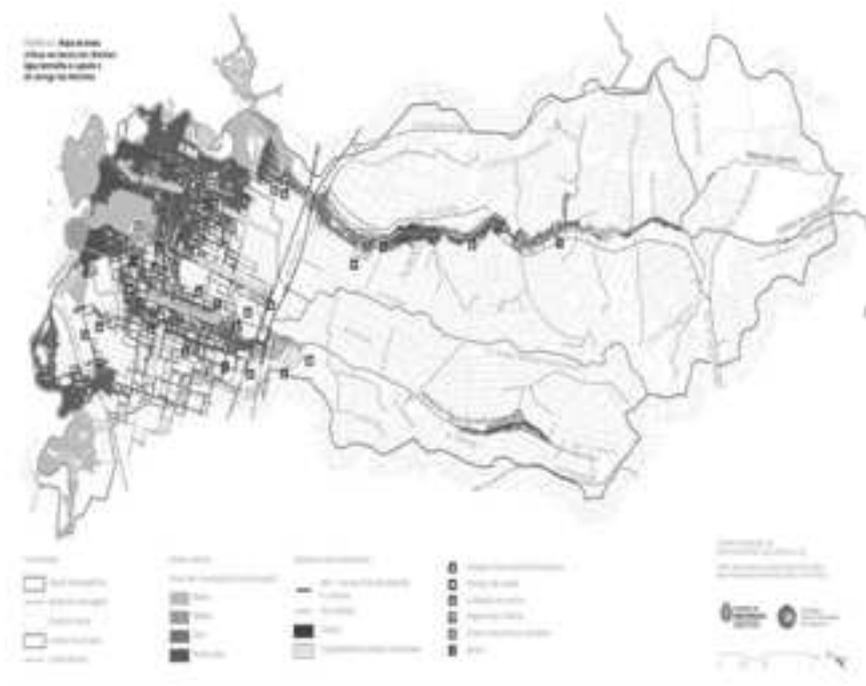
### **5.4 Inundações e ACP Defensoria Pública**

O Jardim Pantanal, como muitas outras áreas na várzea do Tietê, é vulnerável a inundações devido à proximidade com o rio e à ocupação irregular desses espaços de risco. Além disso, a falta de infraestrutura adequada, como drenagem e serviços públicos, contribui para o agravamento das condições de vida no bairro.

Em 2009, a Defensoria Pública de São Paulo ajuizou uma Ação Civil Pública (ACP) em resposta às inundações recorrentes no Jardim Pantanal. A ação foi motivada pela inação das autoridades públicas frente às enchentes, que causavam grandes prejuízos e riscos à saúde e à segurança dos moradores. Na ACP, a Defensoria Pública argumentava que a omissão do poder público em implementar medidas eficazes de prevenção e contenção das enchentes violava direitos fundamentais dos cidadãos, como o direito à moradia digna e à saúde, e pedia medidas imediatas para resolver o problema das enchentes, como a construção de obras de drenagem, desassoreamento do rio, realocação das famílias em áreas de menor risco e criação de políticas públicas adequadas para a região. O caso teve grande repercussão, destacando a fragilidade das populações mais pobres em áreas de risco e a necessidade de políticas públicas voltadas para prevenção de desastres ambientais e proteção dos direitos humanos.

## **6. Cadernos de Bacias Hidrográficas de São Paulo e novas propostas de Soluções Baseadas na Natureza (SbN)**

Os Cadernos de Bacias Hidrográficas da cidade de São Paulo são instrumentos essenciais de planejamento urbano que focam soluções de drenagem com base na delimitação das bacias hidrográficas como unidades de planejamento. Os estudos identificam bacias com características e problemas semelhantes, muitas vezes marcadas por históricos recorrentes de enchentes e alagamentos, e analisam índices de vulnerabilidade, considerando os riscos de perda de bens materiais e ameaça à vida. Os cadernos oferecem uma análise abrangente de cada bacia, com diagnósticos territoriais detalhados, que incluem a avaliação dos problemas existentes, além de estudos e propostas de intervenções voltadas para cenários futuros de eventos climáticos extremos, visando mitigar os impactos das grandes precipitações e adaptar a cidade às mudanças climáticas (São Paulo, 2024).



**Figura 1. Mapa de áreas críticas nas bacias dos ribeirões Água Vermelha e Lajeado e do Córrego São Martinho**

Fonte: Caderno de Bacias Hidrográficas dos Ribeirões Água Vermelha e Lajeado e do Córrego São Martinho (2024, p. 144-145).

De acordo com o Plano de Bairro do Jardim Pantanal – Fase II, o bairro está inserido na bacia hidrográfica do Córrego São Martinho, detalhada no Caderno de Bacias Hidrográficas dos Ribeirões Água Vermelha e Lajeado e do Córrego São Martinho, lançado em 2024. Essa região é a área mais baixa da bacia e recebe o fluxo de água das áreas mais elevadas, sendo um ponto de contribuição direta para o Rio Tietê. O caderno, que inclui o Jardim Pantanal, propõe diversas intervenções para mitigar os efeitos das chuvas intensas. Dentre as propostas, destaca-se a construção de reservatórios distribuídos estrategicamente ao longo da bacia hidrográfica, com o objetivo de retardar a chegada das águas na várzea, evitando alagamentos na região ocupada.

Uma inovação apresentada pelo caderno é o uso de **Soluções Baseadas na Natureza (SBN)**, que integram o projeto à paisagem e ao ecossistema natural da várzea do Rio Tietê, promovendo a restauração e preservação do território de forma sustentável. Além de funcionar como reservatório para controle de

enchentes, o projeto propõe a ativação desses espaços para recreação e lazer, incluindo a construção de uma ciclovia integrada ao Parque Jardim Helena.

Historicamente, a várzea do Rio Tietê enfrenta problemas de enchentes e alagamentos há décadas. Ao longo dos anos, diversas obras foram implementadas, como a canalização de córregos, construção de pôlderes e piscinões nas áreas vizinhas ao Jardim Pantanal, a montante do Rio Tietê. Embora essas infraestruturas cinzas tenham ajudado a mitigar os impactos das chuvas, apresentam limitações por não se integrarem ao tecido urbano e por não oferecerem usos adicionais fora dos períodos chuvosos, além de demandarem altos custos de manutenção.



**Figura 2. Pôlder vegetado**

Fonte: Caderno de Bacias Hidrográficas dos Ribeirões Água Vermelha e Lajeado e do Córrego São Martinho (2024, p. 222-223).

Considerando os resultados das infraestruturas já existentes e o atual contexto de mudanças climáticas, é fundamental aprender com as experiências passadas e investir em soluções mais resilientes e sustentáveis. As SBN se mostram alternativas eficazes para garantir a preservação do meio ambiente, proteger os ecossistemas locais e promover a adaptação urbana às novas realidades climáticas.

## 7. Projeto Observando o Tietê 2024 – Fundação SOS Mata Atlântica

### 7.1 O retrato da qualidade da água e a evolução dos indicadores de impacto do Projeto Tietê

O projeto Observando o Tietê é uma iniciativa da Fundação SOS Mata Atlântica, que, em parceria com grupos de voluntários da sociedade civil, vem coletando e analisando a qualidade das águas do Alto e Médio Tietê, bem como de cidades como Jundiaí, Piracicaba, entre outras. O projeto, que atua em 28 municípios, monitora pontos ao longo do Rio Tietê e em seus afluentes e subafluentes e visa ter um diagnóstico real da qualidade das águas e da mancha de poluição do rio (SOS Mata Atlântica, 2024).

A avaliação utiliza 16 parâmetros de Índice de Qualidade das Águas (IQA): temperatura da água, temperatura do ambiente, turbidez, espumas, resíduos sólidos flutuantes, odor, material sedimentável, peixes, larvas e vermes vermelhos, larvas e vermes escuros e transparentes, coliformes totais e fecais (termotolerantes), oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), potencial hidrogeniônico (pH), fosfato ( $PO_4$ ) e nitrato ( $NO_3$ ). Os resultados são enquadrados em categorias definidas como qualidade da água: ótima, boa, regular, ruim e péssima (SOS Mata Atlântica, 2024).

De	Índice	Total	%
40,1	Ótima	0	0,0%
35,1	Boa	7	11,5%
26,1	Regular	38	62,3%
30,1	Ruim	10	16,4%
14,0	Péssima	6	9,8%
	TOTAL	61	100%

**Tabela 1. Índice de Qualidade das Águas (IQA)**

Fonte: Projeto Observando o Tietê, da Fundação SOS Mata Atlântica (2024, p. 4).

O último relatório, que saiu em setembro de 2024, traz uma análise detalhada dos indicadores das águas com base no monitoramento mensal do rio e seus afluentes e apresenta um quadro comparativo com os dados levantados no ano anterior, que seguiu os mesmos parâmetros de análise (SOS Mata Atlântica, 2024).

MUNICÍPIO	GRUPO	PONTO DE MONITORAMENTO	IQA MÉDIO 2023	IQA MÉDIO 2024
Amparo	Voluntários Ypê 1	Rio Camanducaia	Regular	Regular
Anhembi	Equipe Água Anhembi	Rio Tietê	Regular	Regular
Atibaia	Seu Onofre	Ribeirão do Onofre	Ruim	Ruim
Barra Bonita	Sesi Barra Bonita	Rio Tietê	Regular	Regular
Biritiba-Mirim	Equipe Observando os Rios – Biritiba	Rio Tietê	Boa	Boa
Botucatu	Equipe Água Botucatu	Rio Tietê	Boa	Boa
Cabreúva	Projeto Observando o Ribeirão Cabreúva	Ribeirão Cabreúva	Regular	Regular
Campinas	Emef Padre José Vieira Narciso Ehrenberg	Ribeirão Quilombo	Regular	Regular
Campinas	Voluntários Ypê – Campinas 1	Rio Anhumas	Regular	Regular
Guarulhos	Observando o Tietê – Guarulhos	Tietê	Regular	Regular
Itapecerica da Serra	Bipi – Biblioteca Popular e Itaquaciara Dona Nélide	Rio Itaquaciara	Regular	Regular
Itaquaquetuba	Equipe Observando os Rios – Itaquaquetuba	Tietê	Ruim	Péssima
Itu	Equipe Água	Rio Caiacatinga	Boa	Regular
Itu	Voluntários da Estrada Parque Itu	Rio Tietê	Regular	Regular
Jundiaí	Rio Jundiaí	Rio Jundiaí	Ruim	Ruim
Laranjal Paulista	Equipe Água Laranjal	Rio Tietê	Regular	Regular
Lindóia	Observando o Rio do Peixe	Rio do Peixe	Regular	Regular
Mauá	Em Cora Coralina	Nascente do Rio Tamanduaté	Regular	Regular

**Quadro 2. Observando o Tietê – rios das bacias do Alto e Médio Tietê (2023-2024)**

Fonte: Projeto Observando o Tietê, da SOS Mata Atlântica (2024, p. 33).

Analisando os dados obtidos no intervalo de um ano, é possível notar que, numa análise geral, houve uma piora na qualidade da água em certos pontos do Rio Tietê e de alguns de seus afluentes. Isso tem se apresentado em trechos próximos à cabeceira dos afluentes, o que é bem preocupante.

É importante destacar a piora da qualidade da água na cidade de Itaquaquecetuba, onde, tendo como referência o bairro do Jardim Pantanal, fica a montante do rio, impactando diretamente essa comunidade. A qualidade da água, que em 2023 foi considerada ruim, em 2024 é apresentada como péssima, atingindo o pior nível dentro dos indicadores de análise.

Esse monitoramento é extremamente importante, pois a qualidade da água está intimamente ligada à preservação e à regeneração do ecossistema, além de servir também para indicar se as ações para a despoluição do rio estão sendo efetivas.

## **8. Programa Água Legal – Sabesp: regularização de água e esgoto no Jardim Pantanal**

O Programa Água Legal, da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), tem como objetivo implementar obras de regularização do abastecimento de água em territórios vulnerabilizados, promovendo acesso à água potável de forma regular e possibilitando, assim, a inclusão social e a garantia desse direito básico.

Em 2023, o Jardim Pantanal foi contemplado pelo programa, beneficiando uma área onde muitas residências dependiam de sistemas improvisados, frequentemente expostos à contaminação. Além de realizar a regularização do abastecimento de água, o projeto também incluiu a instalação de redes de esgoto sanitário, que anteriormente era despejado diretamente nos córregos e no Rio Tietê, e hoje é coletado e tratado em uma estação apropriada, reduzindo significativamente os impactos ambientais e sanitários.

Segundo a Sabesp (2020), as novas redes de água e esgoto beneficiaram aproximadamente 56 mil pessoas. Esses avanços não apenas garantem o acesso a serviços essenciais, como também contribuem para a redução de riscos de doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose, especialmente em uma região frequentemente sujeita a alagamentos. O programa representa um passo fundamental para a melhoria das condições de vida e da saúde pública no Jardim Pantanal.

## **9. Escutas e compartilhamento de conhecimentos em oficinas com moradores do Jardim Pantanal**

Como parte das atividades do Projeto Fapesp-Fapesq SegHid (processo n. 2022/08396-0), foram realizadas duas oficinas de coprodução e compartilhamento de conhecimento com a comunidade do Jardim Pantanal, em colaboração com os articuladores comunitários do projeto Urbanizar, do Instituto Alana. As oficinas, intituladas “Como nos relacionamos com a água?”, tiveram como objetivo escutar e reunir experiências dos moradores do bairro com a água, a fim de entender e explorar, de forma coletiva e participativa, aspectos relacionados aos impactos do excesso e da falta de água na vida das pessoas.

Nessas oficinas, foram aplicadas técnicas de cartografia social e afetiva, bem como a atividade lúdica “Ligue os pontos”, com o objetivo de que os moradores do bairro reconhecessem os diversos atores envolvidos na governança dos recursos hídricos e da segurança hídrica. Por meio dessas técnicas, foram exploradas questões como: quais são as memórias que as pessoas têm sobre a água? O que elas sentem sobre a água? De onde vem a água? Quem faz a gestão dela? Quais os impactos que essas relações geram na comunidade? Quais as possíveis ações que poderiam melhorar isso?

Por meio dessas perguntas, os moradores compartilharam suas memórias dos processos de obtenção de água no passado da comunidade, antes de haver abastecimento público. Em um primeiro momento, o acesso se dava pela busca ativa com baldes nos poços existentes, depois os moradores passaram a adquirir água através de um sistema de mangueiras que conectavam as casas às fontes mais próximas. Tal resgate foi compartilhado pelos moradores e enriquecido com o mapeamento dos locais onde ficavam os poços e as minas d’água que abasteciam a comunidade.

As lembranças foram trazidas para a discussão sobre os períodos atuais em que há racionamento na região. Os habitantes compartilharam suas estratégias de adaptação nos momentos de racionamento, citando as diferenças entre as casas que possuem caixa-d’água e as que não têm. Nesse debate, foram ressaltadas suas relações com a Sabesp, os sentimentos de indignação frente ao racionamento recorrente e a falta de informação.

Também foram compartilhadas as memórias, percepções e anseios a respeito do excesso de água, tanto em relação às inundações do Rio Tietê quanto aos alagamentos que ocorrem no bairro. Os moradores ressaltaram que as frequentes cheias fazem parte da rotina da comunidade, para as quais desenvolveram estratégias de adaptação. A perda de bens materiais, a sensação de insegurança e o medo associado ao risco à vida foram ressaltados nessa discussão.

Foram mencionados ainda os agravantes das inundações associados à insalubridade, tanto pelo esgoto que é trazido para dentro das casas com as águas das inundações quanto pelo prolongamento da umidade nas residências e nos móveis, e as estratégias desenvolvidas para reduzir a incidência de doenças. Em decorrência dos impactos dos alagamentos, os participantes compartilharam histórias de parentes e vizinhos que saíram da comunidade por temerem o risco à vida e doenças. Porém, foram salientados os motivos pelos quais eles não querem sair: o sentimento de pertencimento e os vínculos com a comunidade, amigos e vizinhos foram citados como determinantes para o desejo de se organizarem para lutar pela melhoria das condições de vida no Jardim Pantanal, sobretudo em relação ao direito à água e à moradia.

Como resultado das atividades, foi elaborado um painel gráfico das experiências compartilhadas, desenhado no mesmo momento da realização da atividade, assim como material audiovisual (vídeos) e fotografia como registros das atividades realizadas. Também foi elaborada uma cartilha com informação sobre os atores envolvidos na governança dos recursos hídricos e cartilhas informativas sobre a água em contexto de mudanças climáticas.

As oficinas se desenvolveram usando um vocabulário que permitisse o diálogo aberto e a construção de memórias coletivas, não só em relação às experiências (positivas e negativas) com a água, mas também aos sentimentos que isso desperta nas pessoas, como tristeza, frustração e indignação frente às situações que afetam a qualidade de vida e as colocam em situação de precariedade. As oficinas também fomentaram um exercício reflexivo coletivo que permitiu explorar entre os participantes as possibilidades de resposta e resiliência acerca desses contextos adversos de ameaças climáticas.

## **Conclusão**

A conclusão de um tema tão complexo e abrangente deve destacar a importância de um planejamento urbano que seja sensível às dinâmicas socioespaciais e às emergências climáticas. Ao abordar a problemática da segurança hídrica na escala do bairro, como é o caso do Jardim Pantanal e de muitos outros na cidade de São Paulo, coloca-se a necessidade da governança da água numa perspectiva preventiva e adaptativa. A redução do risco de insegurança hídrica exige ações consistentes e inovadoras que se adequem às dinâmicas territoriais do bairro e às incertezas crescentes associadas à variabilidade climática. Isto demanda uma cultura de antecipação e constante aprendizagem para mitigar o risco de insegurança em situações de escassez prolongada ou de procurar minimizar as suas consequências.

No caso do Jardim Pantanal, reconhecido como um território de resistência e luta, adotar intervenções que não apenas reduzam os impactos ambientais, mas que também promovam a equidade no acesso aos recursos hídricos é essencial. Integrar a justiça climática às práticas urbanas significa priorizar a participação comunitária, a garantia de direitos e a construção de soluções que considerem as vulnerabilidades específicas do território. Para tanto, é fundamental ampliar e assegurar a participação da sociedade, incorporando a segurança hídrica como um componente estratégico da justiça territorial. Dessa forma, é fundamental estimular o processo de sensibilização e influência na esfera política e pública, promovendo a fiscalização e o cumprimento das normas e a inclusão no acesso e distribuição da água de forma efetivamente participativa, garantindo, assim, que as demandas da população sejam ouvidas, reconhecidas e legitimadas.

## Referências

CARLOS, Ana Fani Alessandri. A reprodução do espaço urbano como momento da acumulação capitalista. *In*: CARLOS, Ana Fani Alessandri. **Crise urbana**. São Paulo: Contexto, 2015.

CARVALHO, Maria do Carmo. **Participação social no Brasil hoje**. São Paulo: Instituto Polis, 1998. Disponível em: <https://bit.ly/42rF6jC>. Acesso em: 23 out. 2024.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). **Relatório de avaliação socioambiental das obras de abastecimento de água e esgotamento sanitário em áreas de informalidade urbana de São Miguel Paulista – Jardim Pantanal, Vila Romano e Rua Olga Artacho**. São Paulo: Sabesp, dez. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/4298V7l>. Acesso em: 21 nov. 2024.

EGUTE, Nayara dos Santos. **Quando a água sobe**: análise da capacidade adaptativa de moradores do Jardim Pantanal expostos às enchentes. 2016. 209f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://bit.ly/41U1gLi>. Acesso em: 23 out. 2024.

FERDINAND, Malcom. **Uma ecologia decolonial**: pensar a partir do mundo caribenho. São Paulo: Ubu Editora, 2022.

GOMES, Ana Maria Isar dos Santos; STEINBERGER, Marília. Democracia participativa na regularização fundiária urbana: o projeto Lomba do Pinheiro, Porto Alegre. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 18, n. 41, p. 292-319, jan./abr. 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3FPRUru>. Acesso em: 23 out. 2024.

IAB-SP INSTITUTO DE ARQUITETOS DO BRASIL. Departamento de São Paulo; INSTITUTO ALANA. **Plano de bairro**: Jardim Pantanal: fase I. São Paulo: Instituto Alana, 2022.

MONTIPÓ, Criselli Maria; DEL VECCHIO-LIMA, Myrian. Jovens Ativistas e Justiça Climática: Uma Análise das Articulações de Txai Suruí e Amanda Costa. **Revista Lusófona de Estudos Culturais**, v. 11, n. 1, e024004, 2024. Disponível em: <https://bit.ly/4jtgGvG>. Acesso em: 15 nov. 2024.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS (PCS) (coord.). **Guia de introdução à participação cidadã**. São Paulo: PCS, 2022. Disponível em: <https://bit.ly/3Y7AMDK>. Acesso em: 23 out. 2024.

REIS, Fernando Rocha; GALVANI, Emerson. Impactos socioespaciais no distrito de São Miguel Paulista. **Anuário do Município de São Paulo**, 2017.

RODRIGUES, Sabrina. Ricardo Salles foi condenado por fraude em plano de manejo. **O Eco**, 20 dez. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/3E432jV>. Acesso em: 17 jan. 2025.

ROLNIK, Raquel *et al.* O Programa Minha Casa Minha Vida nas regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas: aspectos socioespaciais e segregação. **Cadernos Metrôpole**, São Paulo, v. 17, n. 33, p. 127-154, maio 2015.

SÃO PAULO. **Caderno de bacia hidrográfica**: bacias dos ribeirões Água Vermelha e Lajeado e do Córrego São Martinho. São Paulo: FCTH; Siurb, 2024.

SCIFONI, Simone. Identidade socioespacial e memória operária. **Revista Brasileira de Geografia**, Brasília, 2013.

SILVA, Amanda Sousa da. **Jardim Pantanal**: atores e interesses, desalento e esperança. 2016. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

SILVA, Edcleide da Rocha *et al.* Crise climática e racismo ambiental têm cor, gênero e endereço. **Brasil de Fato**, Porto Alegre, 24 jan. 2024. Disponível em: <https://bit.ly/3Rrig5w>. Acesso em: 17 jan. 2025.

SOS MATA ATLÂNTICA. **Observando o Tietê 2024**: o retrato da qualidade da água e a evolução dos indicadores de impacto do Projeto Tietê. São Paulo: SOS Mata Atlântica, 2024. 57p.

TORRES, Pedro Henrique C.; JACOBI, Pedro Roberto; LEONEL, Ana Lia. Nem leigos nem peritos: o semeador e as mudanças climáticas no Brasil. **Política & Sociedade**, Florianópolis, v. 19, n. 44, p. 17-38, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/4cdp3Jx>. Acesso em: 17 jan. 2025.

TRAVASSOS, Luciana R. F. C.; SCHULT, S. I. M. Recuperação socioambiental de fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo, entre transformações e permanências. **Cadernos Metrôpole**, v. 15, n. 29, p. 289-312, 2013).

TRAVASSOS, Luciana R. F. C.; PENTEADO, Claudio Luis de C.; FORTUNATO, Ivan. Urbanização desigual: rios, mídia e modernização ecológica. **Espacio Abierto**, Maracaibo, v. 26, n. 2, p. 61-81, 2017.

# CAPÍTULO 14.

## (IN)SEGURANÇA HÍDRICA NAS ÁREAS VULNERÁVEIS METROPOLITANAS: O CASO DA COMUNIDADE DO TORRESMO, NO BAIRRO DE LAJEADO - SÃO PAULO<sup>1</sup>

*Ana Paula Koury*

*Jessica Fernandes*

*Luciano Abbamonte da Silva*

*Pedro Roberto Jacobi*

*Zenaida Lauda-Rodriguez*

### **1. Do paradigma da segurança hídrica à segurança hídrica relacional**

Ao longo das últimas décadas, no âmbito dos estudos sobre a governança e gestão dos recursos hídricos, o termo segurança hídrica foi ganhando espaço principalmente no âmbito acadêmico e político. Embora hoje seja amplamente aceito e usado, principalmente para se referir à garantia de acesso à água, tanto em qualidade como em quantidade, ainda é algo vagamente definido. Para Jepson *et al.* (2017), isso é corroborado pela ampla variedade de setores nos quais a segurança hídrica é analisada. Setores como a agricultura, água potável, saneamento, serviços ecossistêmicos etc. já a incluem nas suas análises e documentos de gestão. O mesmo acontece em relação à escala, sendo utilizado tanto no âmbito domiciliar, regional, dos países, bacia hidrográfica etc. A segurança hídrica também é usada ao se falar em respostas-chave para a adequada gestão da água, como por exemplo na infraestrutura para armazenamento, tecnologias de abastecimento e políticas para sua gestão. Além disso, a segurança hídrica também tem sido relacionada com outras dimensões da segurança humana como os conflitos armados, as mudanças climáticas e o crescimento econômico (Jepson *et al.*, 2017; Adger; Pulhin, 2014).

Embora essas análises permitam uma ampla interpretação da segurança hídrica, a maioria destas abordagens convergem na definição pautada em abundância ou escassez e condições relacionadas ao estado da água que devem ser atingidas

---

1. O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp – Processo n. 2023/10455-7) e com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil, Processo n. 151281/2023-8).

para que a segurança hídrica seja alcançada (Jepson *et al.*, 2017; Empinotti *et al.*, 2021). Outros autores, como Grey e Sadoff (2005), além do acesso à quantidade de água, incluem aspectos como os níveis aceitáveis de risco. Outra definição amplamente adotada e adaptada por organizações internacionais e governos em seus relatórios e instrumentos é a das Nações Unidas, que a define como a

capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável para sustentar meios de subsistência, bem-estar humano e desenvolvimento socioeconômico, para garantir proteção contra poluição transmitida pela água e desastres relacionados à água, e para preservar ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política.<sup>2</sup>

A gestão da água deve ser feita de forma sustentável ao longo do ciclo, por meio de uma abordagem interdisciplinar, abarcando aspectos que contribuam para o desenvolvimento socioeconômico e reforce a resiliência social aos impactos ambientais e doenças transmitidas pela água sem comprometer a saúde das populações e ecossistemas presentes e futuros (UNU-INWE; Unescap, 2013).

Embora essas definições de segurança hídrica abrangem teoricamente aspectos fundamentais para a manutenção dos sistemas hidrológicos e o consumo sustentável, elas podem ser descritas como convencionais, porque se concentram na água como objeto de análise, apelando a uma variedade de medidas políticas e métricas para abordar principalmente os déficits e deficiências no fornecimento a longo prazo (Jepson *et al.*, 2017). Exemplo disso são os diversos informes e relatórios relacionados à avaliação de deficiências hídricas entre populações de baixa renda ao redor do mundo, que estão sendo cada vez mais reformuladas, passando da ideia de gestão integrada de recursos hídricos (GIRH) para a segurança hídrica (Gerlak; Mukhtarov, 2015; Staddon; James, 2014).

Entretanto, de forma crítica a estas abordagens, autores como Jepson *et al.*, (2017) têm proposto a reformulação do entendimento convencional de segurança hídrica para um baseado no reconhecimento e consideração explícita da importância das relações sociais e políticas mais amplas que permitem benefícios vinculados aos serviços relacionados à água (como o consumo, uso para lazer, usos produtivos, práticas culturais etc.), em vez de focar na materialidade do acesso (ou não) em si. Jepson *et al.* (2017) propõe uma conceituação de segurança hídrica relacional que se concentra no bem-estar, no desenvolvimento humano e na justiça, com base na “abordagem de capacidades”, de Amartya Sen e Martha

---

2. Esta definição de segurança hídrica é baseada no Plano Estratégico da Oitava Fase do Programa Hidrológico Internacional (IHP), da Unesco (Unesco-IHP, 2012), aprovado na 20ª Sessão do Conselho Intergovernamental Unesco-IHP: Resolução XX-5.

Nussbaum,<sup>3</sup> que se fundamenta nas análises críticas de Linton e Budds (2014), reconhecendo o ciclo da água como um processo hidrossocial, em vez de um objeto estático de análise ou um objetivo a ser alcançado para a sustentabilidade (Jepson *et al.*, 2017). O ciclo hidrossocial descreve “o processo pelo qual alterações ou manipulações dos fluxos e da qualidade da água afetam as relações e as estruturas sociais, que, por sua vez, afetam alterações posteriores da água”, como seu fluxo, processos e movimentos (Linton; Budds, 2014; Jepson *et al.*, 2017).

Desta forma, por meio desta abordagem relacional, se reconhece e fica explícita a coprodução das relações entre a água e a sociedade, que acontecem em diferentes escalas, contextos e relações de poder. Os significados da água e as práticas culturais associadas a ela também estão sujeitos a transformações à medida que os fluxos físicos e os processos hidrológicos mudam. Nessa perspectiva, a segurança hídrica é entendida em seu sentido mais amplo, como forma de garantir a capacidade de se envolver e se beneficiar dos processos hidrossociais sustentáveis, que dão suporte aos fluxos de água, à qualidade e aos serviços que sustentam as capacidades e o bem-estar humano. Além disso, considera também as estruturas, processos políticos e relações de poder por meio dos quais a água é garantida, enfatizando nas relações sociais de acesso (ou não), em oposição à simples análise das políticas em torno do suprimento de água. Também considera as dimensões culturais, como os significados da água e práticas costumeiras que não são facilmente capturadas por métricas padronizadas (Jepson *et al.*, 2017). Isto demanda uma compreensão mais adequada na qual se incorporem as relações que incluem acesso à água, exposição a riscos e os significados culturais da água, configurando o que tem sido definido como fluxos relacionais, que estão intrinsecamente associados a infraestrutura, governança, direitos e a ação coletiva, sendo estratégicos para a segurança hídrica urbana (Jepson *et al.*, 2017).

Sob esta perspectiva, a segurança hídrica relacional não se limita às políticas e medidas adotadas para o abastecimento, à manutenção dos sistemas hídricos e aos impactos sobre os sistemas humanos. Abrange também as diferentes relações sociais, culturais, políticas e econômicas que acontecem ao redor da gestão da água, que viabilizam o acesso (ou não) a ela, assim como sua gestão, e que variam dependendo da escala e o contexto do território onde acontecem essas relações. Isto lança maior luz sobre como as experiências individuais e coletivas

---

3. Amartya Sen e Martha Nussbaum centraram suas análises nas formas como a distribuição afeta o bem-estar e as “capacidades” dos indivíduos. Para estes autores, as capacidades são entendidas como oportunidades de fazer e ser o que as pessoas escolhem no contexto de uma determinada sociedade; isto é, a possibilidade de se realizar. Esta análise se centra em não focar na quantidade de bens que recebemos, mas em examinar o que nos fazemos por nós. A característica central do bem-estar é a capacidade de obter o seu pleno e valioso funcionamento, de se ter o que é necessário para uma vida plena, de acordo com as nossas próprias escolhas (Lauda-Rodriguez, 2018).

de (in)segurança da água são refratadas através de uma configuração complexa de práticas urbanas e micropolíticas, moldadas pela intersecção de gênero, classe e experiências raciais. O foco nas experiências cotidianas de insegurança hídrica urbana oferece uma maneira de examinar criticamente a noção de acesso “universal”, bem como entender como isto é moldado por relações de poder mais amplas dentro da cidade. Em conjunto, há um impulso para construir uma compreensão de uma abordagem relacional da segurança da água urbana que esteja atenta ao papel do poder na formação de como a água flui através dos corpos humanos, práticas, infraestrutura e instituições, dentro e através dos distintos centros urbanos em todo o mundo (Jacobi; Silva, 2023).

No contexto das cidades, seguindo o paradigma convencional, o tema da segurança hídrica costuma ser atrelada aos riscos de abastecimento associados à escassez e à qualidade (Allan; Kenway; Head, 2018; Empinotti *et al.*, 2021). Essas perspectivas se sustentam na ideia de que à medida que o crescimento urbano aumenta e as cidades se expandem, as autoridades da gestão e concessionárias reconfiguram suas estratégias de investimento e planejamento de acordo com o paradigma do fornecimento contínuo para um desenvolvimento econômico robusto (Jensen; Wu, 2018). Nesse contexto, a água é vista como um objeto a ser captado, controlado, distribuído e drenado para minimizar o risco e maximizar os benefícios para os atores econômicos. A água continua a ser conceptualizada como um recurso material a ser entregue e gerido nos centros urbanos, em vez de uma relação socioambiental (Empinotti *et al.*, 2021) complexa e mediada por diversos fatores.

Por outro lado, o enfoque na ampliação da infraestrutura para a cobertura de água em áreas urbanas, mais do que nas rurais do Sul Global, opaca as deficiências na gestão tanto nas áreas urbanas mais pobres quanto em assentamentos menores, assim como a necessidade das populações concentradas em áreas urbanas que precisam de uma infraestrutura articulada para abastecimento, descarte de resíduos e proteção contra inundações e alagamentos (Empinotti *et al.*, 2021).

Neste contexto, o foco no fornecimento de água termina enfatizando os papéis dos fatores externos no aumento dos riscos hídricos, negligenciando as desigualdades que os geram, minimizando suas causas raízes, e deixando de lado a natureza das relações (de poder) água-sociedade nesses contextos (Jepson *et al.*, 2017; Empinotti *et al.*, 2021). Ao entender estas relações, é possível visibilizar as inseguranças hídricas que são produzidas por meio de processos (seletivos) de desenvolvimento, assim como disputas de poder e governança, evidenciando o processo de transformação do relacionamento entre a sociedade (moradores urbanos) e a água por meio da gestão da água para aumentar a equidade social, a resiliência e a sustentabilidade.

Nesse sentido, é necessário um maior protagonismo cidadão para promover mudanças no paradigma sobre o valor e os usos da água, estimulando a corresponsabilidade. Isso significa que a governança deve incorporar cada vez mais uma perspectiva preventiva, pois a redução do risco de insegurança hídrica exige ações consistentes e inovadoras. Para tanto, se coloca a necessidade de promover uma cultura de antecipação e evitar a ocorrência de situações de elevada escassez ou de procurar minimizar as suas consequências. Isto demanda ampliar e garantir a participação da sociedade na gestão das ações para garantir a segurança hídrica. Portanto, torna-se fundamental acelerar o processo de sensibilização e influência na esfera política e pública, fiscalizar o cumprimento das normas e a inclusão no acesso e distribuição da água.

## **2. Os vínculos entre a (in)segurança hídrica e o planejamento urbano em contextos vulneráveis**

Para identificar os vínculos entre a segurança hídrica e o planejamento urbano em contextos vulneráveis, primeiramente é preciso definir um enquadramento territorial, assim como situar historicamente a reflexão. O Brasil elaborou o primeiro marco legal que desenvolve os preceitos jurídicos sobre o tema, trata-se do Código de Águas de 1934 – Decreto Federal n. 24.643, promulgado por Getúlio Vargas, cuja execução competiria ao Ministério da Agricultura. Nas primeiras décadas do século XX, o desenvolvimento de um incipiente parque industrial somou-se à já consolidada produção agrária, o que implicou no aumento da demanda por fontes energéticas. Destacam-se aí os sistemas de geração de energia hidrelétrica, cujas primeiras usinas foram instaladas no final do século XIX em Minas Gerais, e que, na década de 1930, já contava com exemplos mais robustos, o sistema Serra-Lajes, instalado entre os estados de São Paulo e Rio de Janeiro. Gerenciado pela Companhia Light, este sistema propiciou um aumento da disponibilidade energética na região, pois só em São Paulo, em pouco menos de três décadas, entre 1920 e 1950, o crescimento econômico aumentou em oitenta vezes a capacidade de produção (Ackerman, 1953, p. 101), evidenciando o alcance do processo de industrialização e o aumento da demanda de energia. Segundo o Ministério das Minas e Energia, em 2024, os sistemas hidroelétricos seguem como principal fonte renovável para a geração de energia elétrica, com 55% da capacidade instalada do Sistema Interligado Nacional (SIN).<sup>4</sup>

O Código de Águas de 1934 definiu a dominialidade das águas, o direito de uso em diferentes atividades econômicas, a preferência de uso para o abastecimento das populações, bem como atribuiu responsabilidades pela preservação dos recursos hídricos e regulamentou a utilização da energia hidráulica. O

---

4. Disponível em: <https://bit.ly/42qKFPq>. Acesso em: 12 de dez. de 2025.

código respondeu a necessidade de regular e preservar o fator de produção da matriz energética que responderia ao desenvolvimento econômico e industrial planejado para o país. Na década seguinte, a instalação da Companhia Siderúrgica Nacional marcou a produção nacional de minérios e a sua industrialização, completando os fatores básicos da industrialização e urbanização do país. Portanto, trata-se de um período de expansão das grandes infraestruturas em todo o território brasileiro, com destaque para as usinas hidrelétricas e para as barragens de mineração.<sup>5</sup> Em 2010, instituiu-se a Política Nacional de Segurança de Barragens, através da Lei Federal n. 12.334. O objetivo aqui é prevenir acidentes socioambientais causados por estas grandes infraestruturas. A lei abrange diferentes tipos de barragens, produção de energia, abastecimento de água, mineração e rejeitos industriais. Percebe-se, nesse processo, uma estruturação regional de exploração do território a partir dos recursos minerais e hídricos, em que pese o risco de colapso desses sistemas, como se observou em 2015, com o rompimento da barragem de Fundão, situada no Complexo Industrial de Germano, em Mariana, e em Brumadinho, na barragem da Mina Córrego do Feijão, controlada pela Vale S.A., em 2019, ambos municípios de Minas Gerais.

O ano de 1934 também foi emblemático para o tema da preservação dos recursos hídricos no Brasil pois foi promulgado o primeiro Código Florestal Brasileiro – Decreto Federal n. 23.793, cuja legislação foi atualizada em 1965 e 2012 – respectivamente Leis Federais n. 4.771 e n. 12.651. Dentre outras características, essa legislação define as Áreas de Preservação Permanente (APPs), que são perímetros delimitados a partir dos cursos d'água, cujas distâncias devem ser proporcionais às magnitudes dos rios. Cria-se aí um vínculo ambiental que considera como indissociáveis os corpos hídricos e as massas de vegetação, pois constituem um único lócus conjugado de biodiversidade de fauna e flora. No entanto, apesar desse importante arranjo, em pouco menos de um século, o que se observa nessas atualizações de legislação é a diminuição progressiva das APPs, sendo permitido que a vegetação seja suprimida em determinadas situações. A Lei Federal n. 14.285, de 2021, por exemplo, permite a redução da APPs de margens de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas, evidenciando uma paradoxal incompatibilidade entre a produção econômica da cidade e a integração de sistemas ecológicos ao modelo de urbanização.

O Código de Águas foi o primeiro regime jurídico das águas no Brasil. Isto introduz uma mudança de conceitos relativos ao uso e à propriedade das águas, motivada pelo planejamento do desenvolvimento econômico industrial que promoveu uma política nacional de gestão das águas.

---

5. As barragens são estruturas de retenção utilizadas para diversos fins, como a produção de energia e a mineração. No caso dessa última, as barragens contêm e acumulam rejeitos do processo de beneficiamento de minérios, como rochas, lama, solo e produtos químicos.

Em 1997, o arcabouço da gestão nacional da água se amplia e toma forma, através da Lei Federal n. 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Dentre os fundamentos dessa política, destaca-se o inciso VI, do artigo 1º, que determina que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. Não obstante, na prática, ainda persiste a centralização do regimento da gestão da água, em parte devido à prevalência de uma lógica organizacional burocrática e centralizada pouco aderente ao formato de participação estabelecido pela política nacional.

No ano 2000, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), através da Lei Federal n. 9.984, tornando-se a instituição responsável pelo acompanhamento da situação dos recursos hídricos do Brasil. A ANA coordena a Rede Hidrometeorológica Nacional, um sistema de monitoramento que capta, com o apoio dos estados e outros parceiros, informações como nível, vazão e sedimentos dos rios ou quantidade de chuvas.

No mesmo ano, diante da intensificação de riscos ou perigos hidrológicos, seja pela escassez no sistema de abastecimento de água, ou pelo excesso dela, quando da ocorrência de chuvas extremas, em função da mudança climática, é promulgada a Lei Federal n. 12.340, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil – Sindec. A lei evidencia o vínculo entre a segurança hídrica e a gestão de riscos de desastres, dispondo sobre as transferências de recursos da União aos órgãos e entidades dos estados, Distrito Federal e municípios para a execução de ações de prevenção em áreas de risco de desastres e de resposta na recuperação de áreas atingidas por desastres promovida com recursos do Fundo Nacional para Calamidades Públicas e ações centradas na Proteção e Defesa Civil. Embora este arranjo signifique um esforço em termos de gestão dos impactos da falta ou excesso de água, é preciso ressaltar que o risco hidrológico se constitui pela possibilidade de desastres naturais<sup>6</sup> e por um processo político que conduz a uma construção social do risco. Isto representa uma forma de produção territorial segregada e mediada por relações econômicas assimétricas e desequilíbrios no acesso às infraestruturas que ofereçam segurança em situações recorrentes. Populações historicamente preteridas pela desigualdade social, como as que habitam as favelas brasileiras, estão mais expostas aos riscos hidrológicos, sejam de escassez, sejam de excesso, em situações recorrentes que não afetam as classes de renda mais alta.

---

6. Cabe ressaltar que os desastres não são naturais, já que as consequências de eventos extremos variam de acordo com a localização geográfica e população afetada. Eles ocorrem não apenas em função das características das ameaças, mas sobretudo em razão da vulnerabilidade preexistente e da exposição física das áreas e comunidades atingidas. Desta forma, desastres são percebidos como eventos previsíveis e, em grande medida, passíveis de prevenção por meio da redução da vulnerabilidade e exposição, do fortalecimento da capacidade de resposta e adaptação (Serraglio *et al.*, 2024).

Desta forma, não se trata apenas de desastres, mas de uma determinação histórica e de processos de exclusão que podem ser entendidos desde a perspectiva da construção social do risco, uma vez que populações historicamente excluídas e marginalizadas, que habitam áreas ambientalmente frágeis, são as mais afetadas por eventos extremos. Ocorre que os que habitam as áreas próximas aos cursos d'água se encontram não só em situação de vulnerabilidade social – possuindo escolaridade mais baixa, menor taxa de emprego formal e renda e maior concentração de crianças e jovens – mas também o são ambientalmente – pois estão mais próximos aos riscos físicos, como vetores de doenças de veiculação hídrica (amebíase, cólera, leptospirose, disenteria bacteriana, hepatite A, esquistossomose, febre tifoide, ascaridíase, dengue, rotavírus, toxoplasmose, entre outras). Cabe enfatizar que são também as populações que concentram altos contingentes de grupos étnicos pardos e negros, marcando assim uma presença miscigenada, sobretudo afrodescendente, que está amalgamada a um processo de diáspora socioeconômica que condicionou a formação do território paulista.

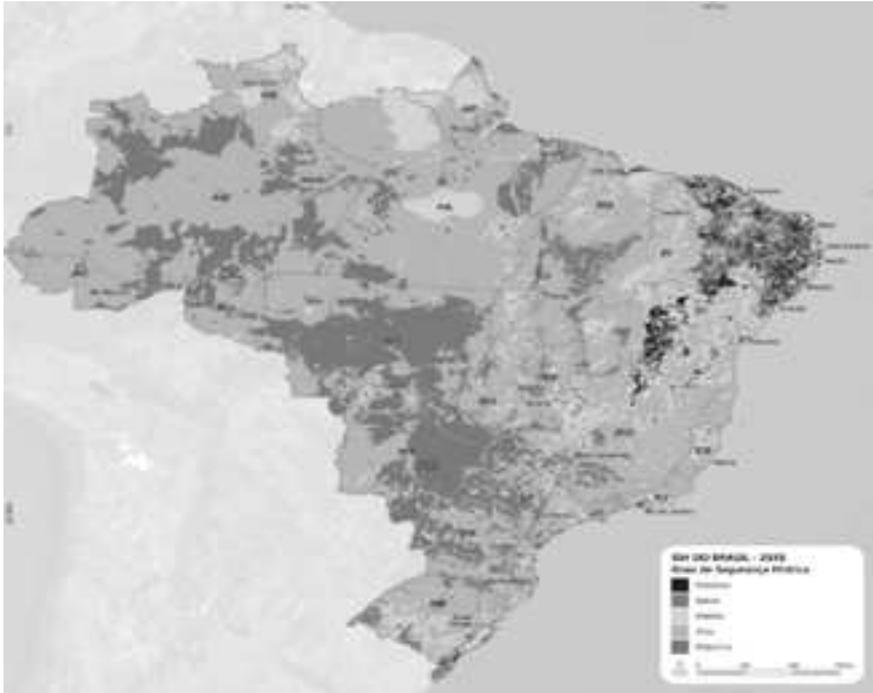
Em 2019, foi lançado o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH), direcionado aos grandes problemas de não atendimento a demandas efetivas, tanto as existentes quanto às projetadas. Em uma escala regional, trata-se de um plano de natureza estratégica e foco em soluções integradas, devendo ser incorporado, em uma escala local, aos planos estaduais e municipais que costumam ser de natureza específica e soluções isoladas. Dentre as soluções de abrangência regional previstas no plano, destacam-se duas tipologias para abastecimento humano ou usos múltiplos: barragens e infraestruturas de condução e derivação de água, sendo essas duas de inserção regional as responsáveis pelo abastecimento dos grandes centros urbanos. Isto evidencia a imbricação entre as escalas regional e local, em termos de disponibilidade e demanda hídrica.

O PNSH apresenta também a composição de um Índice de Segurança Hídrica (ISH)<sup>7</sup> para os 5.565 municípios brasileiros (Figura 1), estruturado em quatro dimensões – humana, econômica, ecossistêmica, de resiliência – bem como em indicadores, variáveis ou atributos que derivaram, em sua maioria, da base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e de estudos anteriores da ANA. Com base no ISH e um horizonte para o ano de 2035, os investimentos estratégicos recomendados pelo PNSH para minimizar os riscos associados à escassez de água e ao controle de cheias foram reunidos em um Programa de Segurança Hídrica (PSH), o qual totalizou o valor de R\$ 27,58 bilhões em intervenções recomendadas

---

7. O ISH demonstra que a maior parte da população urbana vive com segurança hídrica média (42%) ou baixa (26%) no abastecimento de água por fragilidades na produção ou na distribuição de água (ou em ambas), sendo que 27% dos brasileiros encontram-se em segurança hídrica alta e, nos extremos, 4% na máxima e 1% na mínima.

(obras, projetos e estudos) e em média R\$ 1,2 bilhão por ano em operação e manutenção (O&M). Seguindo o ensejo do PNSH, em 2021, a ANA lançou o Atlas Águas,<sup>8</sup> com informações dos prestadores de serviço de abastecimento de água e parceiros institucionais, para atualizar e aprimorar o Atlas Brasil: abastecimento urbano de água, lançado em 2011. O Atlas 2021 incorporou conceitos e ferramentas do PNSH, avançando no conceito de segurança hídrica para a dimensão específica do abastecimento de água nas cidades brasileiras.



**Figura 1. Índice de Segurança Hídrica no Brasil, horizonte de 2035**

Fonte: ANA, 2019, p. 38.

8. O planejamento consolidado pelo Atlas Águas aponta que são necessários R\$ 109,4 bilhões para garantir a segurança hídrica das sedes urbanas do país até 2035, nos aspectos de produção (R\$ 62,4 bilhões ou 57%) e de distribuição de água (R\$ 47,0 bilhões ou 43%). Para a produção de água, identificou-se 755 intervenções para 1.279 municípios onde vivem 62% da população urbana (114 milhões de habitantes), dos quais 668 foram classificados como Infraestrutura Recomendada e 87 como Infraestrutura Potencial com Estudo Complementar. Para 2.060 municípios (61 milhões de habitantes) foram propostos 1.849 Estudos de Alternativas com estimativas de investimentos em infraestrutura. Em termos de investimentos absolutos, é possível perceber como houve um aumento significativo no montante discriminado no PNSH e no Atlas Águas de aproximadamente quatro vezes, demonstrando como o processo de detalhamento orçamentário implica em uma robustez maior do que aquela prevista no planejamento estratégico prévio.

Em 2021, pela primeira vez, a ANA utilizou o instrumento de Declaração de Escassez Hídrica, por meio da Resolução ANA n. 77, na Região Hidrográfica do Paraná, que vinha acumulando déficits consecutivos de chuva, impactando negativamente os volumes armazenados nos reservatórios e colocando em risco o atendimento aos usos múltiplos da água, especialmente a geração hidroelétrica, o que poderia comprometer todo o Sistema Interligado Nacional (SIN), bem como a navegação. Em 2024, outras situações críticas de escassez quantitativa em bacias hidrográficas foram declaradas pela ANA: no Rio Madeira; no trecho baixo do Rio Tapajós; no Rio Xingu; no Rio Purus; e na Região Hidrográfica do Paraguai. Com estas declarações, a agência vem convocando à organização de grupos de trabalho para o enfrentamento dessa problemática estrutural, que pode levar ao colapso ambiental de regiões inteiras, incluídos aí os centros urbanos.

Assim, percebe-se como o tema da segurança hídrica, sob a ótica do planejamento regional e urbano, fortalece a articulação de diferentes campos de atuação das políticas reguladoras do Estado brasileiro. Muitas destas lidam com aspectos estratégicos, não apenas para assegurar o fornecimento da água, mas para a manutenção dos sistemas hídricos e a sustentabilidade dos sistemas humanos. Entre elas destacamos a importância de políticas: (i) de abastecimento de água para consumo humano, notadamente em grandes aglomerados, não só urbanos mas também metropolitanos, bem como para a indústria e para a agricultura; (ii) de intervenção e modificação do ciclo hidrológico dos cursos d'água, com a construção de barragens, seja para a geração de energia hidrelétrica, seja para a disposição de resíduos de mineração e (iii) de prevenção e enfrentamento a eventos extremos relacionados à escassez e excesso hidrológico, por meio de uma gestão que pode ser mais ou menos preventiva ou remediadora.

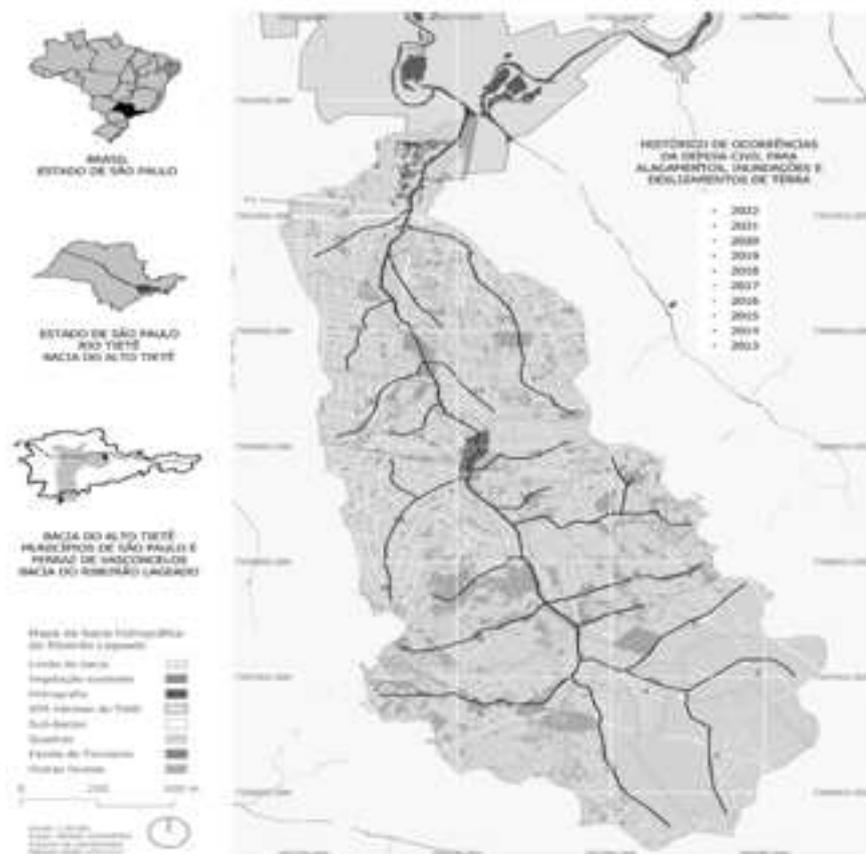
Desta forma, e de uma maneira mais abrangente, a segurança hídrica é indissociável de um risco potencial resultante no conjunto desses arranjos, ao mesmo tempo, técnicos e políticos, que poderão ocasionar um ou mais lapsos, desarranjos ou desequilíbrios nesses mesmos sistemas técnicos. Isto evidencia a necessidade de reconhecer e levar em consideração o componente relacional da segurança hídrica, pois o conjunto de políticas que influenciam na governança da água não se limitam à questão do abastecimento, regulação ou manutenção desta. Estas políticas também são influenciadas pela capilaridade dos manejos praticados nos territórios e que estão sujeitos a inúmeras derivações conjunturais determinadas pela economia política local.

Buscou-se delinear sucintamente um quadro normativo, mas também apresentar uma abordagem crítica do processo de governança dos recursos

hídricos que coloca em evidência a produção social do risco que afeta em maior grau as populações localizadas em favelas, cujo acesso restrito às infraestruturas de saneamento e drenagem e aos serviços públicos de coleta, aumenta a exposição ao risco em relação aos outros setores das cidades brasileiras. Essas populações com menos recursos, invisibilizadas pelo Estado, estão mais expostas ao risco social produzido pelos arranjos locais da gestão das obras de infraestrutura e de serviços públicos.

### **3. O caso da comunidade do Torresmo, na bacia hidrográfica do Lageado (SP)**

A Favela do Torresmo é uma comunidade ribeirinha localizada no centro da bacia hidrográfica do Ribeirão Lageado, na região da Subprefeitura Itaim Paulista – Vila Curuçá, na zona leste do município de São Paulo. A bacia ocupa uma área de aproximadamente 11 quilômetros quadrados, sendo que 81% dela se localiza em São Paulo e 19% em Ferraz de Vasconcelos – na parte leste de suas cabeceiras (Figura 2). No território paulistano, a bacia faz a intersecção de três subprefeituras: São Miguel, Itaim Paulista e Guaianazes. Abriga cerca de 153 mil habitantes, com mais de 50% da população negra e parda em sua composição, com taxas de emprego que correspondem a cerca de 12% daquelas encontradas nos bairros ricos da cidade e com uma expectativa de vida cerca de quinze anos inferior a eles (Koury *et al.*, 2021).



**Figura 2. Inserção territorial transescalar da problemática empírica da bacia do Ribeirão Lageado**

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

De maneira abrangente, pode-se afirmar que a Favela do Torresmo constitui um ponto crítico no quadro de vulnerabilidade socioambiental (Blaikie *et al.*, 2004; Alves, 2006; Canil; Lampis; Santos, 2020), uma vez que a ocorrência de inundações, alagamentos e deslizamentos de terra tornou-se recorrente ao longo dos anos, conforme relatado pela própria população local. Inversamente, a divisão da bacia do Lageado em setores administrativos distintos, seja no nível municipal ou distrital. Isto constitui um desafio de governança frente à conjuntura climática e ao enfrentamento das desigualdades socioeconômicas, uma vez que as políticas para a bacia têm sido realizadas de maneira setorial e desconexa.

O perímetro da Favela do Torresmo está delimitado pela Rua Areias e pela Rua da Flores, à leste, pela Rua João Batista de Malio, ao sul, e à oeste, a

Estrada Dom João Nery. Os relatos das primeiras ocupações datam de 1963, com a consolidação por volta do ano de 1980. Segundo Silva (2024), a favela está dividida em quatro setores, caracterizados pelo ano de ocupação: o setor A, com 87 habitações e ocupação por volta de 1980; o setor B, com 78 habitações e ocupação a partir de 1990, o setor C, com 64 habitações, ocupado a partir de 2017; e o setor D, com 20 habitações, a partir de 2019 (Figura 3).



**Figura 3. Setores da Favela do Torresmo**

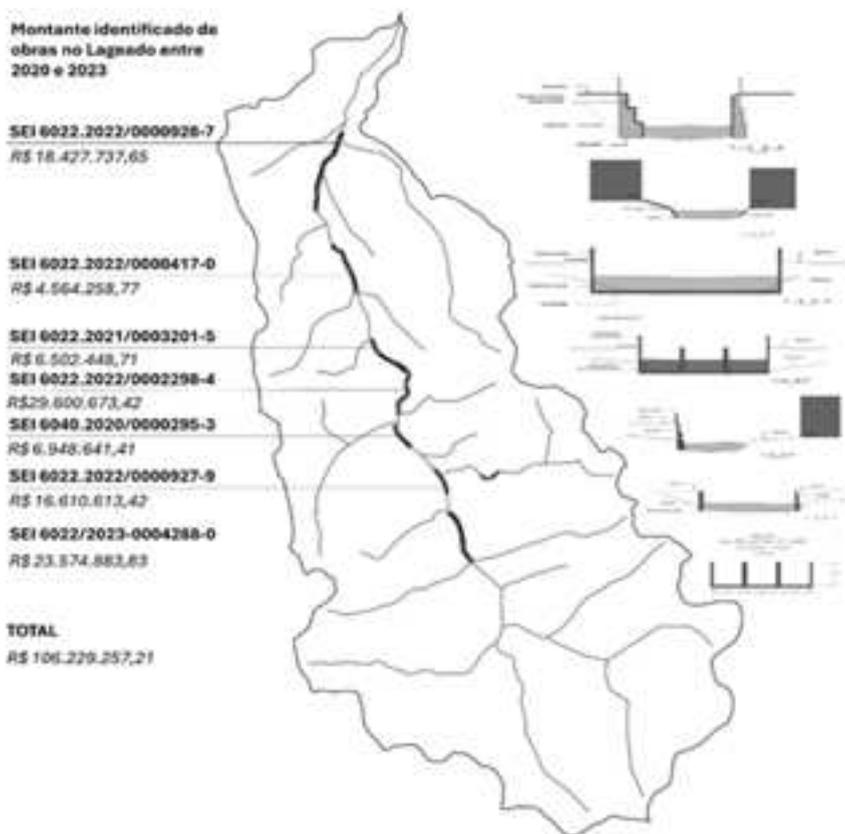
Fonte: Adaptado de Silva (2024, p. 11).

Desde o início da ocupação do setor C, os relatos de inundações tornaram-se frequentes, especialmente em época de fortes chuvas, durante a primavera e o verão. Em uma observação empírica posterior, comparando as datas desses relatos com os índices pluviométricos, constatou-se o nível de alerta para a elevação do nível d'água do Lageado com registro de chuva de 40 milímetros por hora.

Por conta dessa condição agravada, em 2023, a Subprefeitura do Itaim Paulista iniciou um processo de negociação com a população local, intermediado diretamente pela Secretaria de Habitação Municipal (Sehab). A contrapartida para que a população deixasse o local foi o auxílio-aluguel oferecido, no valor de R\$ 600 por um período de dois anos, bem como a inclusão do cadastro das famílias na lista de espera de provisão habitacional pública. De maneira geral, a população aceitou a proposta e o terreno foi desocupado em 14 de julho de 2023.

Depois da desocupação, uma série de problemas passaram a ocorrer no setor C, com a presença de indivíduos utilizando substâncias ilícitas e principalmente o descarte irregular de resíduos sólidos. Devido a isso, recentemente a subprefeitura construiu um muro, fechando o acesso público ao terreno, e intermediou a instalação de iluminação pública nos pontos críticos de entrada.

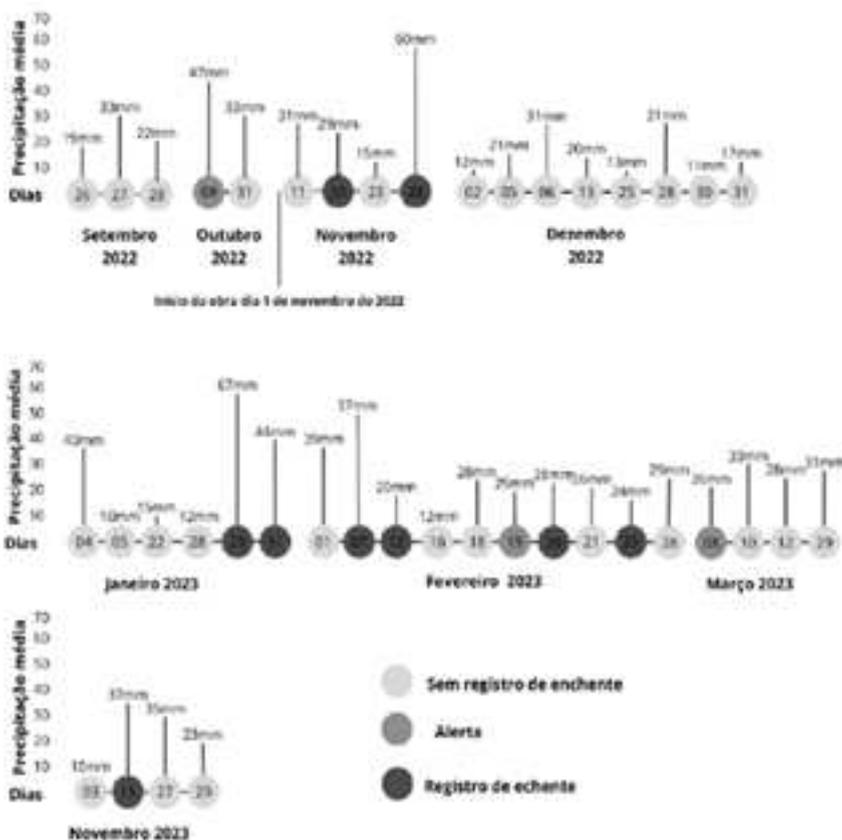
O Ribeirão do Lageado foi objeto de uma série de intervenções, a partir de 2020, que foram classificadas como sendo obras emergenciais, justificadas pelas ocorrências de inundações, alagamentos e deslizamentos de terra. Estas obras foram priorizadas pela Secretaria de Infraestrutura Urbana e Obras municipal (Siurb), e caracterizam-se exclusivamente por tipologias variadas de canalização do córrego e contenção de taludes, demonstrando a ênfase no uso de infraestruturas cinzas em detrimento de qualquer tratamento paisagístico. Entre os anos de 2020 e 2023, foram identificadas sete obras com essas características, com um aporte de investimentos públicos no montante de pouco mais de 106 milhões de reais (Figura 6). Em que pese o alto custo de tais obras, estas não apresentam um plano de ação conjugado entre si, tampouco projetos detalhados para a escala de intervenção.



**Figura 4. Montante identificado de obras no Lagedo entre 2020 e 2023**

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No caso da obra que impactou diretamente a Favela do Torresmo, de número SEI 6022.2022/0002298-4, esta respondeu ao problema emergencial de contenção das encostas. Entretanto, devido à falta de integração entre as secretarias de governo, a obra emergencial acentuou os alagamentos causados pelo subdimensionamento da rede de microdrenagem local. As ocorrências de precipitação, ainda que tenham sido pouco expressivas após a finalização das obras, causaram diversas ocorrências de alagamentos graves que invadiram as casas dos moradores, principalmente no setor B, provocando a desaprovação deles. Segundo relatos de moradores, mesmo as chuvas com índice pluviométrico da ordem de 20 milímetros, causaram alagamentos nos setores A e B, tanto na Rua das Flores, no lado leste da favela, quanto no final da Rua Aurora, no lado oeste (Figura 5).



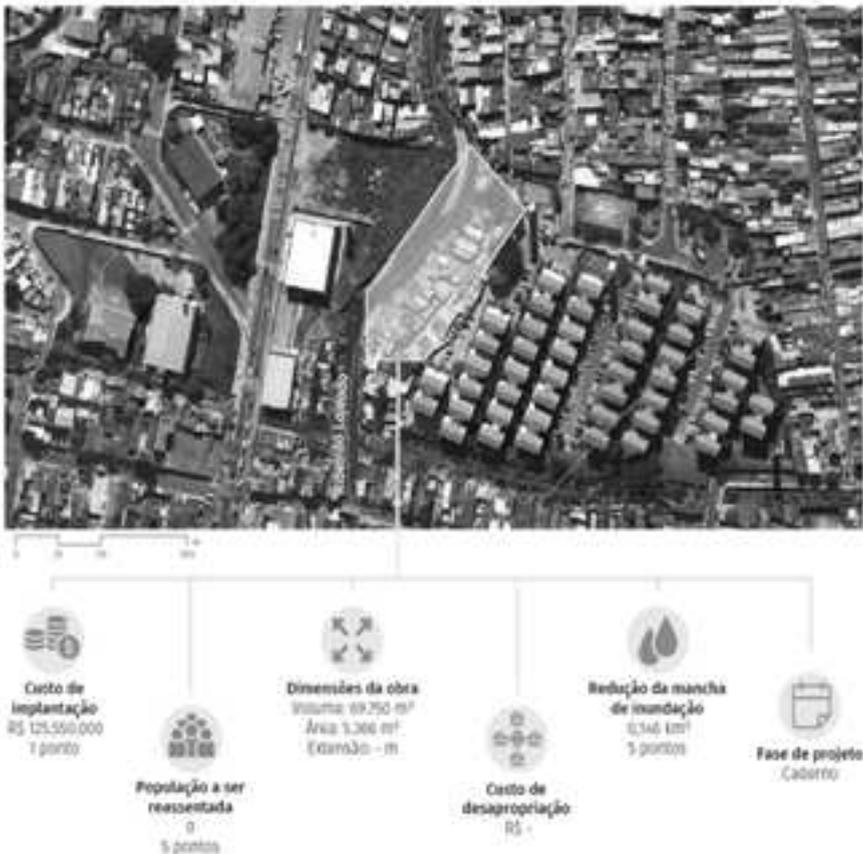
**Figura 5. Mapeamento do índice pluviométrico na Favela do Torresmo**

Fonte: Silva, 2024, p. 87.

É importante destacar um relatório técnico publicado em 1 de agosto de 2024, pela Prefeitura de São Paulo, organizado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH) e pela Siurb, o Caderno de Bacia Hidrográfica dos Ribeirões Água Vermelha e Lajeado e do Córrego São Martinho. Trata-se de um documento previsto no Plano Diretor de Drenagem do Município (PDD), que tem, como principal finalidade, subsidiar tecnicamente a escolha de obras de engenharia prioritárias, em termos de custo-benefício, e, nesse caso, propõe a implantação de um reservatório de águas pluviais, justamente, na área da favela que foi desafetada, a orla leste – setor C.

Esse reservatório colocou a Favela do Torresmo no mapa oficial do município de São Paulo, como é possível observar no Plano de Ações do PDD,

documento que classificou essa obra em primeiro lugar na hierarquia prioritária de obras, com um custo de implantação estimado em R\$ 125.550.000. Observa-se urgência, por parte das autoridades competentes, para a etapa do lançamento do edital de licitação da obra sem o desenvolvimento de um anteprojeto ou consulta sobre a obra. Torna-se fundamental a realização de um anteprojeto de arquitetura e urbanismo, e um Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (EIA/Rima), bem como a participação da comunidade local no processo de decisão (Figura 6).



**Figura 6. Projeto da área do reservatório RLJ-4, proposto na Favela do Torresmo**

Fonte: São Paulo, 2024b, p. 67.

A utilização do expediente das obras emergenciais, que somam 4,3 bilhões de reais no município de São Paulo, entre 2020 e 2023, deve priorizar protoco-

los mínimos de qualidade técnica e controle social. E os planos de ação climática local associados aos planos de bairro podem facilitar a integração das obras públicas, emergenciais ou não, às ações de mitigação e adaptação ambiental, conforme os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, estabelecidos pela Organização das Nações Unidas, para 2030. O que se observa no bairro do Torresmo evidencia um cenário antagônico de narrativas, onde a insegurança hídrica e o risco hidrológico – ocasionados tanto pela drenagem ineficiente quanto pela poluição do curso d'água com resíduos sólidos e esgotos – continuam sendo parte do cotidiano da população local apesar dos investimentos públicos realizados em pró do desenvolvimento sustentável.

## **Conclusões**

O tema da segurança hídrica assume feições bem diversas, conforme a escala em que se observa, e demanda uma análise considerando os diversos interesses e relações de poder que se estabelecem entre os atores que fazem e são afetados pelas políticas de gestão da água. Desde uma escala macro, de organização do território brasileiro, predomina o paradigma de infraestrutura cinza, notadamente a construção de barragens e de sistemas condutores – canais, tubulações, estações elevatórias etc. – que possibilitem o abastecimento de água tanto dos centros urbanos quanto das plantas industriais, parques de mineração e regiões de produção agrícola. Numa escala regional, focando no estado de São Paulo, percebe-se como as infraestruturas de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e drenagem urbana são objeto de sucessivas investidas jurídicas, que constituem, em última análise, não só as decisões políticas em si, mas, sobretudo, como as relações de poder vão se estabelecendo continuamente, determinando, a cada momento, quem controla os investimentos, os orçamentos, e detêm, enfim, a propriedade e mando de todo o sistema.

Inversamente, de uma escala local, observando a Favela do Torresmo, a segurança hídrica relacional determina outras variáveis, na medida em que não é tanto o abastecimento de água que se apresenta como um problema. Em um sistema que opera por pressão hidráulica, o abastecimento estará garantido desde que a demanda regional esteja regularizada e, em caso contrário, será mais um fator de escala macro do que uma questão específica a essa localidade, ainda que eventualmente esse seja o caso. Na escala local, ao contrário, o principal processo que foi observado foram as ações emergenciais frente aos eventos de chuvas extremas, em um primeiro momento, com o posterior aporte então de infraestruturas cinzas de canalização e contenção. Entretanto, estas intervenções têm sido realizadas sem que garantam a melhoria da

segurança hídrica da comunidade afetada, causando impactos significativos na saúde expressos pelos altos índices de doenças causadas por veiculação hídrica verificados na localidade. O que evidencia a forma como as alterações ou manipulação dos fluxos e qualidade da água afetam as relações sociais, mas escondem a estrutura espoliativa de produção da cidade associada a determinadas cadeias produtivas de infraestruturas cinzas. A discussão sobre esse tema demanda que a sociedade fortaleça a pressão das comunidades mais afetadas em direção à uma real redução das desigualdades socioeconômicas e vulnerabilidades socioambientais.

## Referências

- ACKERMAN, Adolph J. **Billings and water power in Brazil**. Madison: [s.n.], 1953.
- ADGER, W. Neil; PULHIN, Juan M. Human security. *In*: PAINEL INTER-GOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Climate Change 2014: impacts, adaptation and vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects – Contribution of Working Group II**. Cambridge: Cambridge University Press, 2014, p. 755-791.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019. ISBN: 978-85-8210-059-2.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: ANA, 2021. ISBN: 978-65-88101-19-3.
- ALLAN, Julie V., KENWAY, Steven J., HEAD, Brian W. Urban water security: what does it mean? **Urban Water Journal**, v. 15, n. 9, p. 899-910, 2018. DOI: <https://bit.ly/3Fy3CHp>.
- ALVES, Humberto Prates da Fonseca. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 43-59, jan./jun. 2006.
- BLAIKIE, Piers *et al.* **At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters**. Abingdon: Psychology Press, 2004.
- CANIL, Kátia; LAMPIS, Andrea; SANTOS, Kauê Lopes dos. Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na macrometrópole paulista. **Cadernos Metrôpole**, São Paulo, v. 22, n. 48, p. 397-416, maio/ago. 2020.
- EMPINOTTI, Vanessa Lucena *et al.* Advancing urban water security: The urbanization of water–society relations and entry–points for political engagement, **Water International**, Abingdon, v. 46, n. 6, p. 956-968, 2021. DOI: 10.1080/02508060.2021.1937901.

GERLAK, Andrea K.; MUKHTAROV, Farhad. “Ways of knowing” water: Integrated water resources management and water security as complementary discourses. **International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics**, Berlim, v. 15, n. 3, p. 1-16, set. 2015.

GREY, David; SADOFF, Claudia. Water resources, growth and development. **Panel of Finance Ministers: The UN Commission for Sustainable Development**, Nova York, 18 abr. 2005.

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ÁGUA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE (UNU-INWEH); COMISSÃO ECONÔMICA E SOCIAL DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ÁSIA E O PACÍFICO (UNESCAP). **Water security & the global water agenda: a UN-water analytical brief**. Hamilton: United Nations University, 2013.

JACOBI, Pedro Roberto; SILVA, José Irivaldo A. O. Insegurança hídrica urbana e periurbana: desafios e caminhos de reflexão e ação. **O Nexo: Políticas Públicas**, 16 ago. 2023.

JENSEN, Olivia; WU, Huijuan. Urban water security indicators: development and pilot. **Environmental Science & Policy**, Amsterdã, v. 83, p. 33-45, maio 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.02.003>.

JEPSON, Wendy *et al.* Advancing human capabilities for water security: a relational approach. **Water Security**, Amsterdã, v. 1, p. 46-52, 2017. DOI: <https://bit.ly/445dRg5>. Acesso em: 12 de outubro de 2024.

KOURY, Ana Paula *et al.* Os desafios urbanos e ambientais da Microbacia do Lajeado no Itaim Paulista. **Journal of Urban Technology and Sustainability**, São Paulo, v. 4, n. 1, e30, 2021. DOI: <https://doi.org/10.47842/juts.v4i1.34>.

LAUDA-RODRIGUEZ, Zenaida Luisa. **O princípio de precaução em conflitos socioambientais por recursos hídricos e mineração**: estudo comparativo entre o Brasil e o Peru. 2018. 326f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

LINTON, Jamie; BUDDS, Jessica. The hydrosocial cycle: defining and mobilizing a relational dialectical approach to water. **Geoforum**, Londres, v. 57, 2014, p. 170-180.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO-IHP). Final Report: 20th Session of the Intergovernmental Council. *In*: INTERGOVERNMENTAL COUNCIL OF THE INTERNATIONAL HYDROLOGICAL PROGRAMME (IHP), 2012, Paris. **Anais [...]**. Paris: Unesco, 2012.

SÃO PAULO. **Caderno de bacia hidrográfica**: bacias dos ribeirões Água Vermelha e Lajeado e do córrego São Martinho. São Paulo: FCTH; Siurb, 2024a. ISBN: 978-65-89429-17-3.

SÃO PAULO. **Plano diretor de drenagem (PDD)**: plano de ações. São Paulo: FCTH; Siurb, 2024b. ISBN: 978-65-89429-18-0.

SERRAGLIO, Diogo Andreolla *et al.* **O Rio Grande do Sul submerso**: considerações sobre deslocamentos por desastres – Nota Técnica. Porto Alegre: Resama, 2024. Disponível em: <https://bit.ly/4jgSwoy>. Acesso em: 12 nov. 2024.

SILVA, Bruna Almeida. **As dinâmicas do risco em comunidades urbanas ribeirinhas**: o caso do Torresmo, São Paulo/SP. 2024. 196f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo.

STADDON, Chad; JAMES, Nicholas. Water security: a genealogy of emerging discourses. **Globalized Water** Bonn, p. 261-276, 2014.



# CAPÍTULO 15.

## MODELO PARA APOIAR A GESTÃO INTEGRATIVA DE RECURSOS HÍDRICOS

*Alexandre de Araújo Gomes Júnior  
Fernando Schramm  
Vanessa Batista Schramm*

### **Introdução**

A gestão e o planejamento de recursos hídricos é uma atividade complexa: as decisões podem ter consequências econômicas, sociais e/ou ambientais, de alcance local, regional ou nacional, impactando atores de vários setores, os quais podem ter interesses diferentes e conflitantes em relação a essas decisões. Nesse contexto, especialistas em água recomendam uma coordenação multidisciplinar, multi-institucional e multissetorial (Biswas, 2008).

Muitos países adotam uma estratégia integrativa de gestão de recursos hídricos para lidar com problemas relacionados à água. Mesmo quando isso não acontece, a implementação de ações para lidar com essas situações costumam adotar uma abordagem integrativa e participativa para lidar com incertezas, complexidades e coordenação de múltiplos interesses. Um exemplo disso é o sistema de governança, adotado pelo governo chinês, para grandes projetos de alocação de recursos hídricos (Zhai *et al.*, 2022).

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997) estabeleceu a criação de comitês de bacias hidrográficas (COBH), responsáveis pela gestão de bacias hidrográficas, que têm como atribuições: promover debates sobre questões relacionadas à gestão de bacias hidrográficas, arbitrar conflitos, aprovar e monitorar a execução de um plano de gestão para a bacia hidrográfica, estabelecer mecanismos de cobrança por recursos hídricos, determinar critérios e promover a repartição dos custos de construção na bacia hidrográfica. Cada COBH é composto por 40% de usuários de recursos hídricos (industriais, agroindustriais etc.), 40% de representantes do governo e 20% da sociedade civil.

Um COBH é um grupo de indivíduos, com diferentes valores, poderes, pontos de vista e objetivos, que devem deliberar sobre questões ambientais, cujas consequências podem ter impactos sociais, ambientais e econômicos sobre os envolvidos e sobre terceiros. É muito comum que conflitos surjam quando dois ou mais indivíduos estão em situações em que seus interesses,

valores, poderes, percepções e objetivos são opostos (Dao *et al.*, 2019). Em relação aos COBH, Medeiros, Urtiga e Morais (2017) e Schramm e Schramm (2018) observaram que conflitos (declarados ou não) são frequentes nesses comitês, prejudicando debates, decisões e deliberação sobre questões importantes e urgentes. Esses conflitos não podem ser evitados, mas devem ser tratados e resolvidos adequadamente para garantir que os COBH executem suas funções adequadamente.

Segundo Perkins (2011), o sucesso dos processos de tomada de decisão integrativa depende de como esses processos são realizados (incluindo como os conflitos são tratados). É difícil, ou mesmo impossível, modelar esse tipo de situação matematicamente e resolvê-la usando métodos clássicos de Pesquisa Operacional. Alternativamente, uma classe de abordagens de modelagem interativas e participativas, denominadas Métodos de Estruturação de Problemas (PSMs, acrônimo para o termo em inglês, *Problem Structuring Method*), pode ser aplicada. O foco dos PSMs é atender às demandas políticas e analíticas da tomada de decisão em grupo com o objetivo de gerar acordos que poderiam ou seriam implementados em situações em que não há acordos evidentes sobre o problema e sua solução (Ackermann 2012). Os PSMs decorrem da necessidade de entender uma ampla gama de questões onde não há consenso (Rosenhead, 2006). Estes vêm sendo aplicados com sucesso no contexto de sistemas socioecológicos: gestão de bacias hidrográficas ou águas subterrâneas (Watkin *et al.*, 2012; Hosseini; Rezae, 2013; Unalan, 2013; Hart; Paucar-Caceres, 2014; Gomes; Hermans; Thissen, 2018; Schramm; Schramm, 2018; Zare *et al.*, 2018; López *et al.*, 2019; Sani; Prasojo; Atmoko, 2019; Pereira; Morais, 2020); gestão de ecossistemas marinhos ou costeiros (Gregory *et al.*, 2013; Potts *et al.*, 2015; Alexander *et al.*, 2015; Baldwin *et al.*, 2016); gestão de inundações (Suriya; Mudgal, 2013; Giordano *et al.*, 2017; Santoro *et al.*, 2019); gestão de lagos ou lagoas (Slotte; Hämäläinen, 2015; Dolbeth *et al.*, 2016); restauração ecológica de animais (Nguyen; Scognamillo; Comer, 2019) e gestão florestal (Santos *et al.*, 2019).

Em uma revisão de literatura sobre PSMs, por Gomes Júnior e Schramm (2021), a *Soft Systems Methodology* (SSM) é a mais frequentemente aplicada: 87% dos estudos que aplicaram PSMs no contexto do setor de saúde usaram o SSM; para gestão empresarial, 66% dos casos são baseados em SSM e para gestão ambiental, em 41% dos casos. Em relação aos estudos citados acima, cerca de metade são baseados em SSM. A SSM (Checkland, 2001) é um sistema de aprendizagem que usa modelos para estruturar debates, nos quais objetivos, interesses e valores dos atores envolvidos podem ser extraídos e discutidos. A SSM consiste em um processo de sete estágios: explorar uma situação proble-

mática do mundo real e expressá-la (estágios 1 e 2); construir modelos sistêmicos, de acordo com múltiplas perspectivas (estágios 3 e 4); comparar esses modelos com a situação real existente (estágio 5); identificar mudanças que sejam culturalmente viáveis e sistemicamente desejáveis (estágio 6) e tomar ações para melhorar a situação problemática (estágio 7).

Estes são alguns dos benefícios da aplicação da SSM no contexto da gestão ambiental integrativa, segundo estudos científicos: é capaz de lidar com problemas socioecológicos (Watkin *et al.*, 2012; Suriya; Mudgal, 2013; Alexander *et al.*, 2015; Potts *et al.*, 2015; López *et al.*, 2019; Nguyen; Scognamillo; Comer, 2019; Sani; Prasojo; Atmoko, 2019); melhorou o aprendizado sobre o problema (Hosseini; Rezaei, 2013; Suriya; Mudgal, 2013; Unalan, 2013; Hart; Paucar-Caceres, 2014; Alexander *et al.*, 2015; Potts *et al.*, 2015; López *et al.*, 2019; Nguyen; Scognamillo; Comer, 2019); promoveu o engajamento dos atores (Suriya; Mudgal, 2013; Unalan, 2013; López *et al.*, 2019; Hart; Paucar-Caceres, 2014) e melhorou a transparência (Potts *et al.*, 2015). As limitações citadas nos estudos são: tempo necessário para facilitação (Suriya; Mudgal, 2013; López *et al.*, 2019); falta de análise quantitativa (Watkin *et al.*, 2012; Hart; Paucar-Caceres, 2014); não fica claro quando se deve passar da discussão para as ações (Hart; Paucar-Caceres, 2014); ausência de partes interessadas (Suriya; Mudgal, 2013; López *et al.*, 2019) e alto nível de incertezas nos resultados (Nguyen; Scognamillo; Comer, 2019).

Neste capítulo, os fundamentos da SSM foram integrados ao modelo brasileiro de gestão de recursos hídricos na construção de algo que apoie a gestão integrativa de recursos hídricos, realizada pelos COBH.

## 1. Modelo proposto

O modelo proposto tem como objetivo apoiar a gestão integrativa de recursos hídricos para alcançar acordos sobre conflitos (questões complexas), promovendo o engajamento de atores para construir um entendimento comum e holístico sobre a situação problemática por meio de um processo participativo, claro e transparente. O modelo proposto atende à suposição necessária para modelos de facilitação, conforme apontado por Franco e Montibeller (2010): (1) problemas são construções sociais; (2) a subjetividade é inescapável; (3) atores querem soluções satisfatórias em vez de ótimas; (4) o envolvimento dos atores aumenta o comprometimento com a implementação.

O modelo deve ser aplicado quando o grupo estiver abordando uma situação problemática complexa, que deve ter as seguintes características: pontos de vista divergentes e interesses conflitantes entre o grupo, ausência de alterna-

tivas para mitigar o problema e/ou alto nível de incertezas em relação a essas alternativas. Antes de apresentar o processo de facilitação, devemos apresentar os atores envolvidos e seus respectivos papéis no processo de facilitação.

### ***1.1 Atores e papéis***

Os membros do comitê de gestão devem ser classificados em dois grupos: (i) grupo de facilitação, que é responsável por conduzir a logística e a operação do processo de facilitação, e (ii) grupo de trabalho, que é responsável pela análise da situação problemática complexa antes de sua submissão à sessão plenária.

O grupo de facilitação é permanente, composto pelo facilitador e pelo registrador, ambos responsáveis por conduzir o processo. Algumas características desejáveis para o facilitador são: sabe buscar informações, orienta e esclarece, é consolidador de opiniões e um pacificador, é motivado e presta consultoria técnica com relação aos aspectos técnicos do modelo (Tako; Kotiadis 2015). Franco e Montibeller (2010) acrescentam escuta ativa, elaboração de gráficos, gerenciamento de dinâmicas de grupo e mudanças de poder para encerrar as discussões. Além disso, deve ser alguém o mais imparcial possível, ou seja, ele/ela não deve ser representante de nenhum setor e deve ter disponibilidade para desempenhar seu papel. O registrador auxiliará o facilitador, observando a situação e fazendo anotações.

O grupo de trabalho é um grupo temporário e deve ser extinto após deliberação do comitê. É formado por voluntários que discutirão o problema e fornecerão informações necessárias para construir um entendimento holístico sobre o caso, suas causas raízes e consequências e possíveis ações para mitigá-lo, considerando a perspectiva de diferentes setores, direta ou indiretamente impactados. Este grupo deve ser composto por indivíduos que tenham conhecimento sobre o problema em diferentes perspectivas, que são organizados em três equipes: (i) governo; (ii) usuários de recursos hídricos e (iii) sociedade civil. Recomendamos a mesma composição adotada pela Política Nacional de Recursos Hídricos do Brasil: 40% de representantes do governo; 40% de representantes de usuários de recursos hídricos (indústrias, empresas de abastecimento de água etc.) e 20% de representantes da sociedade civil. A eficácia da facilitação diminui quando o tamanho do grupo aumenta (Papamichail *et al.*, 2007), assim, o modelo seguirá a recomendação apresentada no estudo de Phillips e Phillips (1993) que sugerem grupos de 7 a 15 pessoas. Cada equipe deve nomear um líder que guiará os indivíduos durante a análise do problema e os ajudará a resolver conflitos internos. As seguintes características são desejadas

para um líder: escuta ativa, consolidador de opiniões e solucionador de conflitos. No Quadro 1, são apresentados os atores e papéis do modelo de facilitação.

Grupo	Tipo	Membros	Papel	Quantidade
Grupo de facilitação	Permanente	Equipe	Facilitador	1
			Registrador	1
Grupo de trabalho	Temporário	Voluntários	Grupo de discussão	4 a 12
			Líder	3

**Quadro 1. Atores e papéis**

Fonte: De autoria própria.

## ***1.2 O Processo de facilitação***

O processo de facilitação é dividido em duas fases: (i) preparação da logística e (ii) reunião de trabalho. A primeira fase começa quando uma situação problemática complexa (conflito) emerge. O facilitador deve preparar a logística necessária para prosseguir com a apreciação do problema, incluindo a seleção de voluntários que irão compor o grupo de trabalho. A segunda tem como objetivo aplicar abordagens de modelagem interativa e participativa que seguem uma lógica de sistemas.

### ***1.2.1 1ª Fase – Preparação da Logística***

Quando uma situação problemática complexa for identificada, o facilitador deve preparar a logística necessária para prosseguir com a apreciação do problema, incluindo a seleção dos voluntários que irão compor o grupo de trabalho. Para esta tarefa, uma série de questões práticas devem ser respondidas pelo facilitador, como “quem participará?” e “quantos membros devem participar?”. Recomendamos criar uma lista de voluntários com três vezes o tamanho do grupo, para o caso de alguns deles recusarem o convite. Com uma lista de nomes confirmados, o facilitador entrará em contato com cada um para convidá-lo a participar do processo e verificar sua disponibilidade. Em segundo lugar, o facilitador determinará a data e o local onde a reunião deve ocorrer e prosseguirá com um convite formal a todos os voluntários que aceitarem participar do processo. Em seguida, o grupo de facilitação preparará a logística necessária para a reunião visando criar um ambiente favorável para discussão. Além disso, o facilitador deve se preparar para a reunião, reunindo informações que serão compartilhadas com o grupo durante as discussões.

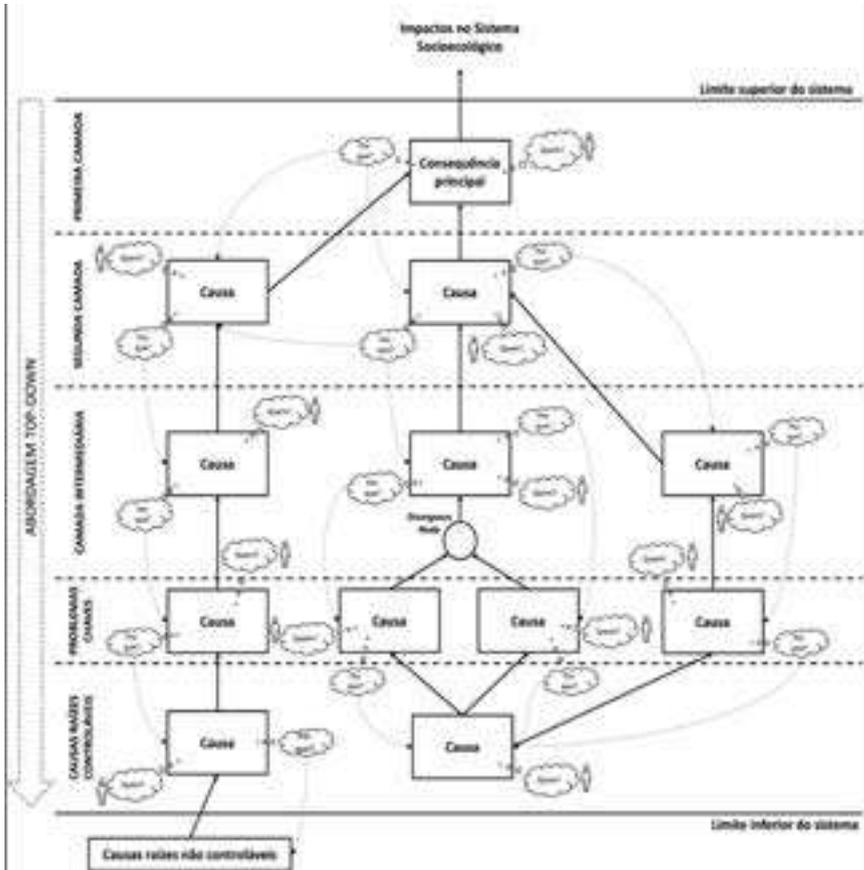
### 1.2.2 2ª Fase – Reunião de Trabalho

Para conduzir a reunião de trabalho, a facilitação seguirá um processo baseado na SSM com cinco etapas: Etapa 1 – Expressar a situação problemática; Etapa 2 – Construir uma representação multissetorial; Etapa 3 – Examinar a representação multissetorial; Etapa 4 – Construir um modelo conceitual e Etapa 5 – Explorar ações. Durante as observações iniciais, o facilitador deve fazer uma breve apresentação sobre o processo.

- 1ª Etapa – Expressando a situação problemática

O sistema será representado por meio de um diagrama de causa-consequência composto por nós e setas, que representam problemas e seus relacionamentos, respectivamente. Os dados de entrada para construir o diagrama são os conhecimentos do grupo de trabalho sobre o problema. Assim, partindo da situação (abordagem de cima para baixo), o facilitador pedirá a cada líder para discutir com sua respectiva equipe sobre possíveis causas (por quê?), quem são os responsáveis por essas causas (atores) e outras consequências além da principal. Cada causa/consequência é representada por um nó e as setas são aplicadas para representar dependências lógicas entre eles.

A análise deve ser organizada em uma estrutura de camadas. A primeira conterà a consequência principal que geralmente é a situação problemática; a segunda conterà as causas que estão diretamente conectadas com a consequência principal; a última conterà as causas raiz controláveis. As camadas intermediárias abarcarão um conjunto de questões organizadas em uma hierarquia de causa-consequência. A primeira camada estabelece o limite superior do sistema acima do qual as consequências impactam o sistema socioecológico de uma maneira mais ampla. A última estabelece o limite inferior do sistema abaixo do qual teremos as causas raiz incontroláveis, ou seja, causas que não podem ser controladas pelo sistema. A Figura 1 apresenta a estrutura de camadas nas quais o diagrama de causa-consequência deve ser construído.



**Figura 1. Diagrama de causa-consequência**

Fonte: De autoria própria.

A(s) consequência(s) principal(ais), ou seja, a situação problemática, deve ser identificada como segue. O nó associado a ele tem a seguinte característica: ele deve receber várias flechas vindas de diferentes causas e as flechas que saem deste nó não devem ser vinculadas a outros nós dentro do limite do sistema. A consequência principal é a situação problemática para a qual os esforços devem ser aplicados para mitigar o conflito. Normalmente, a consequência principal coincide com a situação problemática identificada no início do processo. Quando isso não acontece, a situação problemática deve ser revisada.

Na sequência, as causas raiz (controláveis e incontroláveis) são identificadas. As causas raiz não recebem nenhuma seta. As que ficam dentro do limite do sistema são controláveis, ou seja, você pode lidar com essas causas, enquanto as fora do limite são incontroláveis. As alternativas, que serão propostas na

Etapa 5, atuarão sobre as causas raiz controláveis. Então, os problemas-chaves devem ser identificados, estes são nós que estão diretamente conectados às causas-raiz controláveis. São uma fonte importante de informações sobre quais ações devem ser propostas no modelo conceitual. Finalmente, os nós de divergência devem ser identificados. Quando há divergência de opiniões sobre qual causa ou qual ator é responsável por uma determinada consequência, o nó correspondente é chamado de “nó de divergência”.

Cada equipe deve construir seu próprio diagrama de causa-consequência, considerando a diversidade de opiniões que seus membros têm sobre o problema e os interesses do setor que eles representam (governo, usuários de recursos hídricos e sociedade civil) devem prevalecer. Assumimos que as equipes são internamente monolíticas, ou seja, todos os membros concordam com a representação diagramática do problema que a equipe construiu, assim, o líder deve ser capaz de resolver conflitos internos.

- 2ª Etapa – Construindo uma representação multissetorial

A entrada para esta etapa são os diagramas de causa-consequência que foram construídos por cada setor. O facilitador deve mesclar esses diagramas para construir uma representação do problema de acordo com a perspectiva de todos os setores. Para isso, primeiramente observará o diagrama que tem o maior número de camadas para determinar a granularidade do diagrama agregado. Em segundo lugar, deve ler os diagramas individuais das causas raiz até a maior consequência (abordagem *bottom-up*). Todos os problemas dos diagramas individuais devem ser incluídos no mesclado, observando aqueles que, apesar de terem nomes diferentes se referem ao mesmo problema. Em relação à camada em que os problemas serão colocados, o facilitador observará o diagrama que for mais particionado. Após inserir todos os problemas nas camadas, o ele os conectará usando setas, de baixo para cima, observando as dependências lógicas descritas nos diagramas individuais. Se alguma inconsistência for observada nas relações de causa-consequência, o facilitador pode mover problemas de uma camada para outra para garantir as dependências lógicas. Finalmente, os atores responsáveis por cada causa devem ser adicionados no diagrama mesclado.

- 3ª Etapa – Examinando a representação multissetorial

Os líderes são convidados a examinar a representação multissetorial do problema. O facilitador deve explicar a eles que não há representação correta do problema porque todos veem a situação de diferentes perspectivas e cons-

troem sua própria percepção. Se todos os líderes concordarem, eles podem sugerir pequenas mudanças na imagem para alcançar uma representação mais realista; no entanto, se grandes mudanças forem sugeridas, o facilitador recomendará uma nova discussão com o grupo de trabalho para atualizar cada representação individual, retornando à Etapa 1. A representação multissetorial acordada dá aos indivíduos a oportunidade de ver o problema de diferentes perspectivas, fazendo-os aprender mais sobre a situação, quer concordem ou não com a perspectiva um do outro. Então, os líderes são encorajados a examinar o diagrama mesclado para identificar os seguintes elementos: limite do sistema (limites superior e inferior), principais consequências, causas raiz, principais problemas e nós de divergência. Atenção especial deve ser dada aos nós de divergência porque eles são uma fonte importante de conflito. Assim, antes de prosseguir para a próxima etapa, os líderes são incentivados a discutir sobre os nós de divergência, visando eliminá-los.

- 4ª Etapa – Construindo um modelo conceitual

Os líderes apresentarão a representação do problema ao grupo de trabalho. A representação multissetorial é o que o sistema é. O modelo conceitual é o que o grupo gostaria que o sistema fosse. A diversidade do grupo contribui para a inovação e criatividade na análise do problema (Grinyer, 2000), portanto, a equipe é convidada a construir o modelo conceitual usando a mesma estrutura hierárquica da representação multissetorial. Ambos os modelos são relacionados entre si, da maneira apresentada no Quadro 2.

<b>Representação multissetorial</b>	<b>Modelo Conceitual</b>
Limite superior do sistema	Limite superior do sistema
Limite inferior do sistema	Limite inferior do sistema
Consequência(s) principal(is)	Objetivo principal
Problemas/situações das camadas intermediárias	Objetivos específicos
Problemas chaves	Ações
Causas raízes	Ação principal

**Quadro 2. Relação entre representação multissetorial e modelo conceitual**

Fonte: De autoria própria .

Na próxima etapa, o grupo deve avaliar o que é possível fazer para melhorar a situação, visando atingir a condição desejável.

- 5ª Etapa – Explorando ações

O grupo deve explorar as ações de mitigação sugeridas no modelo conceitual para verificar quais são efetivas, desejáveis e viáveis de serem implementadas. Para cada ação, o grupo deve listar as principais questões da representação multissetorial que podem ser mitigadas com a implementação da ação. Ações que não estão diretamente relacionadas com uma questão-chave são consideradas ações de prioridade secundária e devem ser descartadas da análise. Além disso, devemos observar os principais problemas que estão relacionadas com mais de uma ação e avaliar se é necessário manter todas elas ou se é possível eliminar algumas, ou mesmo combinar uma ou mais ações. Em seguida, o grupo tentará identificar quais setores (dentro ou fora do comitê) podem ser impactados pela ação. Por fim, o grupo deve responder às seguintes perguntas:

- A ação é eficaz para mitigar o problema?
- Os setores impactados concordam com a mudança que a ação provocará?
- A ação é viável, considerando critérios econômicos, políticos e técnicos?

Uma ação deve ser sugerida somente se ela visa mitigar pelo menos um problema-chave. Entre essas ações, o grupo deve sugerir aquelas que são efetivas, desejáveis, e viáveis, simultaneamente. Na Figura 2, é apresentado o fluxograma do modelo.



**Figura 2. Fluxograma do modelo**

Fonte: De autoria própria.

## 2. Aplicação

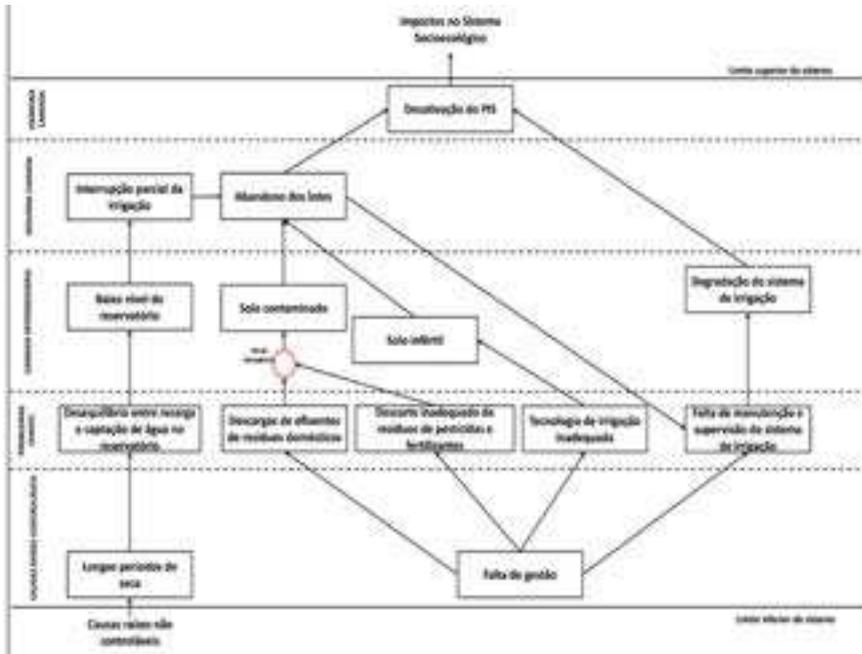
Para ilustrar a aplicação do modelo, as etapas da fase 2 foram aplicadas para estruturar uma situação problemática real e complexa, que existe em uma área da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Norte. Para construir uma representação multissetorial do problema, foram consideradas as perspectivas de diferentes atores envolvidos no problema. Essas perspectivas foram obtidas de um estudo anterior de Pessoa (2019), que o descreveu a partir de fontes bibliográficas, visitas *in loco* e entrevistas com esses atores. A situação é apresentada a seguir.

### 2.1 Situação problemática

O foco da situação problemática em análise é o Perímetro Irrigado do Sumé (PIS), que se estende ao longo do Rio Sucuru por 12 quilômetros a jusante da comporta do reservatório público do Sumé, na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Norte. Na década de 1970, foi projetada uma área de aproximadamente 300 ha para ser irrigada, composta por 51 lotes agrícolas, dos quais 47 eram ocupados por agricultores locais. Sempre que o reservatório atinge níveis baixos, o sistema de irrigação é interrompido para garantir o fornecimento de água para uso prioritário. Durante episódios de estiagem prolongada, a irrigação é interrompida por um longo período, causando o abandono de alguns lotes e a degradação da estrutura de irrigação correspondente devido à falta de manutenção. Além disso, o modelo de irrigação por inundação adotado na área provocou a infertilidade do solo em alguns lotes. Em outros, o solo está contaminado; segundo os agricultores, isso se deve ao descarte de água do tratamento de esgoto da cidade, mas a empresa responsável pelo tratamento e abastecimento de água alega que a contaminação do solo se deve ao descarte de resíduos de pesticidas e fertilizantes usados nas práticas agrícolas. Além disso, as margens estão poluídas e as matas ciliares, degradadas. Atualmente, de um total de 51 lotes agrícolas, apenas 17 (33%) conseguiram manter a produção agrícola, o que corresponde a uma área cultivada que varia de 8 a 43 ha, segundo Tsuyuguchi *et al.* (2020). A capacidade foi significativamente reduzida com impactos econômicos, sociais e ambientais sobre os atores diretamente envolvidos, bem como sobre a região, uma vez que o PIS é um importante mecanismo para promover o desenvolvimento sustentável local.

## 2.2 Processo de facilitação

A entrada para a construção de uma representação multissetorial foi a descrição do problema fornecida por Pessoa (2019), que tentou reunir as perspectivas dos principais atores: (i) os agricultores, que querem reativar o PIS, mas sem fornecer os recursos financeiros necessários nem um plano de gestão de longo prazo para isso; (ii) o Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOCS), que tem os recursos técnicos para reativar o perímetro irrigado, mas não tem os recursos financeiros para implementá-lo; (iii) a Agência Nacional de Águas (ANA), que é responsável pela gestão dos recursos hídricos no Brasil, incluindo o controle do nível dos reservatórios e (iv) a empresa local de água e esgoto, que é responsável pelo abastecimento de água e estação de tratamento de esgoto da cidade. A representação multissetorial e seus elementos são apresentados na Figura 3.

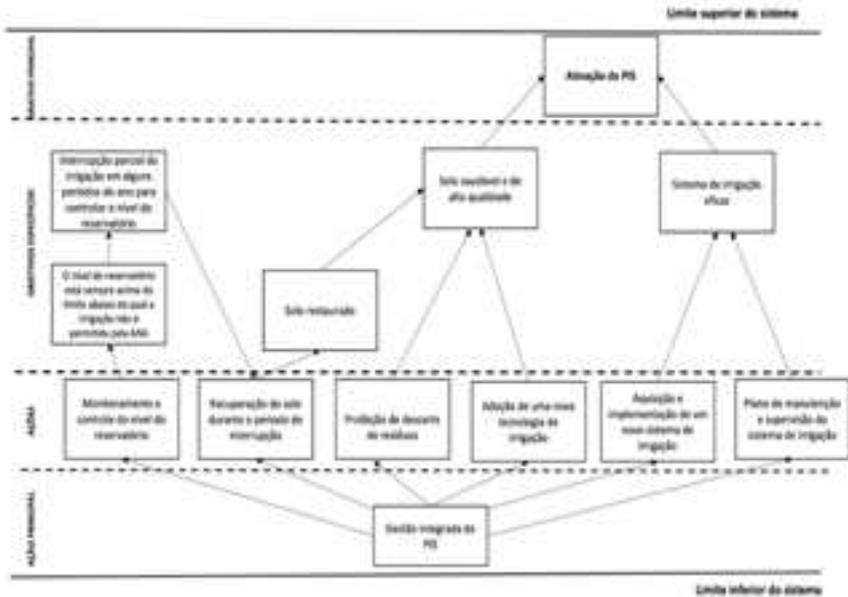


**Figura 3. Representação multissetorial**

Fonte: De autoria própria.

Há um nó de divergência quanto à causa da contaminação do solo. Para eliminá-lo, foi assumido que a principal causa da contaminação é o descarte inadequado de resíduos de pesticidas e fertilizantes usados em práticas agrícolas. Assim, o nó “Descargas de efluentes de resíduos domésticos” foi removido.

Com base na compreensão holística que obtemos sobre o problema, foi proposto o modelo conceitual apresentado na Figura 4.



**Figura 4. Modelo conceitual**

Fonte: De autoria própria

As partes interessadas devem explorar as ações para verificar quais são eficazes, desejáveis e viáveis de serem implementadas (Quadro 3).

ID	Ação	Problemas que podem ser mitigados	Stakeholders que podem ser impactados pela ação	É eficaz?	Os setores impactados concordam?	É viável?
A1	Monitoramento e controle do nível do reservatório	Desequilíbrio entre recarga e captação de água no reservatório	ANA e produtores rurais	Sim	Sim	Sim
A2	Recuperação do solo durante o período de interrupção	—	—	—	—	—

A3	Proibição do descarte de resíduos	Descarte inadequado de resíduos de pesticidas e fertilizantes usados em práticas agrícolas	Produtores rurais	Sim	Sim	Sim
A4	Adoção de uma nova tecnologia de irrigação	Tecnologia de irrigação inadequada	DNOCS e produtores rurais	Sim	Sim	Sim
A5	Aquisição e implementação de um novo sistema de irrigação	Falta de manutenção e supervisão do sistema de irrigação. Tecnologia de irrigação inadequada	DNOCS e produtores rurais	Sim	Sim	Sim
A6	Plano de manutenção e supervisão do sistema de irrigação	Falta de manutenção e supervisão do sistema de irrigação	Produtores rurais	Sim	Sim	Sim

### Quadro 3. Conjunto de ações

Fonte: De autoria própria.

Não há nenhum problema-chave diretamente relacionada com a ação A2, portanto, ela não foi considerada na análise. Além disso, identificou-se que A4 está incluída em A5, sendo apenas A5 considerada. No final, quatro ações que visam mitigar todos os cinco problemas chaves, A1, A3, A5 e A6, foram incluídas. No entanto, aA5 é considerada inviável porque depende de recursos financeiros que não estão disponíveis no curto e médio prazo. Portanto, o modelo recomenda que A1, A3 e A6 sejam implementadas no curto prazo.

### 3. Implicações do uso do modelo

Na literatura, vários modelos foram propostos para dar suporte a diferentes etapas e/ou tarefas do processo de gestão de recursos hídricos, a maioria deles baseada em técnicas analíticas e/ou numéricas, que fornecem excelentes resultados, para os quais um conjunto de suposições tem que ser assumido. No entanto, na prática, a situação é muito complexa, tornando impossível ser

modelada de uma forma que possa ser tratada por métodos e técnicas tradicionais. A gestão integrativa envolve juntar voluntários para dedicar longas horas de seu dia de trabalho para discutir sobre questões ambientais, indivíduos com diferentes *backgrounds* (de executivos corporativos a pequenos produtores rurais) e interesses, discutindo sobre problemas complexos não estruturados, para os quais eles têm apenas uma visão parcial e tendenciosa o que dificulta encontrar uma solução; além disso, essa condição é muito favorável a conflitos que prejudicam o trabalho do grupo.

Todas essas variáveis devem ser consideradas no modelo. Além disso, este deve ser o mais simples possível para ser compreendido por todos, deve garantir uma efetiva participação de todos os participantes e deve ser projetado para evitar e/ou lidar com divergências ao longo do processo. Acredita-se que o modelo proposto atende a todos esses aspectos: fornece um processo com cinco etapas simples que orientam os indivíduos a estruturar um problema complexo, construindo uma compreensão holística sobre ele, com base nas perspectivas de diferentes setores. Ao longo do processo de facilitação, o modelo tenta lidar com potenciais pequenas divergências que podem surgir em cada etapa, visando que o grupo concorde com uma representação multissetorial do problema, que não seja a representação correta, mas uma que considere a visão múltipla. Quando o grupo atinge um entendimento comum, o risco de se ter um conflito é significativamente reduzido. Claro, não é possível garantir que não existirão, mas o modelo aplica muito esforço para evitar essas questões.

É necessário testar o modelo de uma forma dinâmica, observando como as partes interessadas da vida real se comportam ao longo do processo de facilitação, o que ainda não foi possível. No entanto, a aplicação realizada permitiu testar o modelo de forma estática com base nos relatórios das partes interessadas, foi construída e examinada uma representação multissetorial de um problema da vida real, um modelo conceitual e, com base na comparação de modelos reais e conceituais, foi recomendado um conjunto de ações para mitigar o problema. A saída do modelo é a estruturação de um problema complexo em termos de um conjunto de ações viáveis.

## Conclusões

Este capítulo apresenta um modelo de facilitação para apoiar a gestão integrativa de recursos hídricos. O modelo compreende a definição de atores e seus respectivos papéis e o processo de facilitação, que é dividido em preparação da logística e reunião de trabalho, baseada no processo SSM.

O modelo é uma ferramenta poderosa para apoiar a gestão integrativa, fornece um processo estruturado que realiza a análise de problemas complexos não estruturados, garante a integração de vários setores (multissetoriais) que têm seus interesses considerados na análise. Além de ser uma ferramenta de apoio para problemas complexos, é instrumento de gerenciamento de conflitos, simples de ser aplicado, não necessitando de treinamento específico, nem maiores investimentos financeiros para utilizá-lo. O resultado é um conjunto de ações acordadas para mitigar o problema, que pode apoiar o desenvolvimento de políticas públicas.

Para ilustrar o uso do modelo, a fase SSM foi aplicada para estruturar um conflito ambiental sobre compartilhamento de água e terra, no Nordeste do Brasil. Concluimos que esta é uma ferramenta poderosa para a análise de problemas complexos para os quais não há consenso sobre alternativas para resolvê-lo/mitigá-lo e/ou há um alto nível de incertezas envolvidas no processo de tomada de decisão.

## Referências

ACKERMANN, Fran. Problem structuring methods “in the Dock”: Arguing the case for Soft OR. **European Journal of Operational Research**, Amsterdã, v. 219, n. 3, p. 652-658, 2012.

ALEXANDER, Karen A. *et al.* Challenges of achieving good environmental status in the Northeast Atlantic. **Ecology and Society**, Wolfville, v. 20, n. 1, mar. 2015.

BALDWIN, Claudia *et al.* Using the DPSIR framework for transdisciplinary training and knowledge elicitation in the Gulf of Thailand. **Ocean & Coast Management**, Amsterdã, v. 134, p. 163-172, 2016.

BISWAS, Asit K. Integrated water resources management: is it working? **International Journal of Water Resource Development**, Londres, v. 24, n. 1, p. 5-22, 2008.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997, Seção 1, p. 470. Disponível em: <https://bit.ly/3E2JH2q>. Acesso em: 10 out. 2023.

CHECKLAND, Peter. Soft Systems Methodology. *In*: ROSENHEAD, Jonathan; MINGERS, John (ed.). **Rational analysis for a problematic world revisited: problem structuring methods for complexity, uncertainty and conflict**. Nova York: Wiley Publisher, 2001..

DAO, Manh Tien *et al.* A hybrid approach using fuzzy AHP-Topsis assessing environmental conflicts in the titan mining industry along Central Coast Vietnam. **Applied Sciences**, Basileia, v. 9, n. 14, p. 2930, 2019.

DOLBETH, Marina *et al.* An integrated Pan-European perspective on coastal Lagoons management through a mosaic-DPSIR approach. **Scientific Reports**, Berlim, v. 6, p. 1-12, jan. 2016.

FRANCO, L. Alberto; MONTIBELLER, Gilberto. Facilitated modelling in operational research. **European Journal of Operational Research**, Amsterdã, v. 205, n. 3, p. 489-500, 2010.

GIORDANO, Raffaele *et al.* Modelling the complexity of the network of interactions in flood emergency management: the Lorca flash flood case. **Environmental Modelling & Software**, Londres, v. 95, p. 180-195, 2017.

GOMES, Sharlene L.; HERMANS, Leon M.; THISSEN, Will A. H. Extending community operational research to address institutional aspects of societal problems: Experiences from peri-urban Bangladesh. **European Journal of Operational Research**, Amsterdã, v. 268, n. 3, p. 904-917, 2018.

GOMES JÚNIOR, Alexandre de A.; SCHRAMM, Vanessa B. Problem structuring methods: a review of advances over the last decade. **Systemic Practice Action Research**, Berlim, v. 35, n. 1, p. 55-88, fev. 2021.

GREGORY, Amanda J. *et al.* A problem structuring method for ecosystem-based management: the DPSIR modelling process. **European Journal of Operational Research**, Amsterdã, v. 227, n. 3, p. 558-569, 2013.

GRINYER, Peter H. A cognitive approach to group strategic decision taking: a discussion of evolved practice in the light of received research results. **Journal of the Operational Research Society**, Londres, v. 51, n. 1, p. 21-35, jan. 2000.

HART, Diane; PAUCAR-CACERES, Alberto. Using critical systems heuristics to guide second-order critique of systemic practice: exploring the environmental impact of mining operations in Southern Peru. **Systems Research and Behavioral Science**, Hoboken, v. 31, n. 2, p. 197-214, 2014.

HOSSEINI, Seyed Mahmood; REZAEI, Abdolmotaleb. Developing an information system for sustainable natural resource management in Alborz Watershed, Northern Iran. **Systemic Practice and Action Research**, Nova York, v. 26, n. 2, p.131-152, 2013.

LÓPEZ, Andreas E. A. *et al.* Participatory Design and Technologies for Sustainable Development: an Approach from Action Research. **Systemic Practice and Action Research**, Nova York, v. 32, n. 2, p. 167-191, 2019.

MEDEIROS, Daysan F. K. Leal; URTIGA, Marcella Maia; MORAIS, Danielle C. Integrative negotiation model to support water resources management. **Journal of Cleaner Production**, Nova York, v. 150, n. 9, p. 148-163, mar. 2017.

NGUYEN, Tanh T. N.; SCOGNAMILLO, Daniel G.; COMER, Christopher E. Revealing Community Perceptions for Ecological Restoration Using a Soft System

Methodology. **Systemic Practice and Action Research**, Nova York, v. 32, n. 4, p. 429-442, 2019.

PAPAMICHAIL, K. Nadia *et al.* Facilitation practices in decision workshops. **Journal of the Operational Research Society**, Londres, v. 58, n. 5, p. 614-632, 2007.

PEREIRA, Leydiana de Sousa, MORAIS, Danielle C. Multicriteria decision model to establish maintenance priorities for wells in a groundwater system. **Water Resources Management**, Amsterdã, v. 34, n. 1, p. 377-392, 2020.

PERKINS, Patricia Ellie. Public participation in watershed management: international practices for inclusiveness. **Physics and Chemistry of Earth, Parts A/B/C**, Londres, v. 36, n. 5-6, p. 204-212, 2011.

PESSOA, Maria Elvira B. T. **Análise do conflito de uso da água no perímetro irrigado de Sumé (PB) utilizando o modelo GMCR**. 2019. 46f. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

PHILLIPS, Lawrence D.; PHILLIPS, Maryann C. Facilitated work groups: theory and practice. **Journal of the Operational Research Society**, Londres, v. 44, n. 6, p. 533-549, 1993.

POTTS, Tavis *et al.* Detecting critical choke points for achieving good environmental status in European seas. **Ecology and Society**, Odense, v. 20, n. 1, p. 29, 2015.

ROSENHEAD, Jonathan. Past, present and future of problem structuring methods. **Journal of the Operational Research Society**, Londres, v. 57, n. 7, p. 759-765, 2006.

SANI, Rasio Ridho; PRASOJO, Eko; ATMOKO, Andreo Wahyudi. A model of multi-layered collaborative governance for the management and restoration of the ciliwung watershed ecosystems. **Pertanika: Social Sciences and Humanities**, Serdang, v. 27, n. 1, p. 217-239, 2019.

SANTORO, Stefania *et al.* Assessing stakeholders' risk perception to promote Nature Based Solutions as flood protection strategies: the case of the Glinščica River (Slovenia). **Science of the Total Environment**, Londres, v. 655, p. 188-201, 2019.

SANTOS, L D. *et al.* Structuring contrasting forest stakeholders' views with the Strategic Options Development and Analysis (Soda) approach. **International Forestry Review**, Craven Arms, v. 21, n. 4, p. 501-515, dez. 2019.

SCHRAMM, Vanessa B.; SCHRAMM, Fernando. An approach for supporting problem structuring in water resources management and planning. **Water Resources Management**, Amsterdã, v. 32, n. 9, p. 2955-2968, 2018.

SLOTTE, Sebastian; HÄMÄLÄINEN, Raimo P. Decision structuring dialogue. **Euro Journal on Decision Processes**, Londres, v. 3, n. 1-2, p. 141-159, 2015.

SURIYA, Saravanan; MUDGAL, Basavaraj V. Soft systems methodology and integrated flood management: a study of the Adayar Watershed, Chennai, India. **Water Environment Journal**, Hoboken, v. 27, n. 4, p. 462-473, 2013.

TAKO, Antuela A.; KOTIADIS, Kathy. PartiSim, a multi-methodology framework to support facilitated simulation modelling in healthcare. **European Journal of Operational Research**, v. 244, n. 2, p. 555-564, 2015.

TSUYUGUCHI, Bárbara B. *et al.* Governance of alluvial aquifers and community participation, a social-ecological systems analysis of the Brazilian semi-arid region. **Hydrogeology Journal**, v. 28, n. 5, p. 1539-1552, 2020.

ZHAI, Wujuan *et al.* Performance and participants' decisions analysis in major water resources allocation project based on network governance. **Water Resources Management**, v. 36, p. 2455-2470, 2022.



# CAPÍTULO 16.

## ANÁLISE DA ATUAÇÃO DO COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO LITORAL NORTE DO ESTADO DA PARAÍBA EM PERÍODOS DE ESCASSEZ HÍDRICA: O ESTUDO DE CASO DA BACIA DO RIO MAMANGUAPE (PB)

*Antônio Carlos Leão Silva  
Hugo Morais de Alcântara  
Léia Lobo de Souza Carvalho  
Paulo da Costa Medeiros*

### **Introdução**

O crescimento populacional e o desenvolvimento não planejado das cidades intensificaram os processos de poluição e aumentam os impactos ambientais negativos sobre o meio ambiente, o que afeta diretamente a qualidade e a quantidade da água disponível para os usos múltiplos. Além deste fato, a escassez hídrica tem sido observada em todas as regiões do Brasil, ocorrendo em períodos distintos, mas com efeitos severos para a manutenção das atividades produtivas, do abastecimento para o consumo humano e a dessedentação animal, com baixos níveis de segurança hídrica. Esta tem sido definida de forma heterogênea, apresentando enquadramentos e sendo moldada de acordo com perspectivas de indivíduos e comunidades (Lemos *et al.*, 2020).

No Brasil, a insegurança hídrica tem sido recorrente, em especial nas regiões Nordeste, Norte e Sudeste, afetando ecossistemas e a população. Entre as áreas mais afetadas, o Nordeste destaca-se por possuir clima seco semiárido, com ocorrência de precipitações com grande irregularidade espacial e temporal, o que limita a disponibilidade da água superficial. No Sudeste, a gestão inadequada, o alto índice de urbanização e industrialização geram sérios problemas associados a qualidade da água, disponibilidade reduzida e demandas crescentes. No Sul, também existe demanda crescente do volume de água para a irrigação de cultivos de arroz, milho e soja (Mattiuzi, 2018). No período de 2013 a 2016, 48 milhões de pessoas foram atingidas por estiagens e secas, com registro de 4.824 eventos de secas, mas no ano de 2016, os impactos

da seca sobre a população foram os mais críticos, com elevado risco de desabastecimento por ausência de água para atender as necessidades humanas e a dessedentação animal (Fayer, 2018).

A capacidade adaptativa da população tem sido frequentemente relacionada aos impactos das mudanças climáticas, incluindo a intensificação e severidade das secas, mas é preciso considerar interrelações amplas de gestão e governança, com fortalecimento da participação social junto aos comitês de bacias e conselhos de recursos hídricos. As decisões e atividades desenvolvidas pelos comitês têm impactos significativos sobre a gestão dos recursos naturais disponíveis na bacia hidrográfica, bem como sobre as comunidades que dependem deles para obtenção de renda e desenvolvimento de atividades produtivas.

Objetivou-se avaliar a atuação do comitê das bacias hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN), no estado da Paraíba, no período de 2018 a 2022, vinculada às decisões e ações desenvolvidas na bacia hidrográfica do Rio Mangape, para minimizar os impactos ambientais negativos, em períodos de escassez hídrica, considerando o uso dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, como o enquadramento dos corpos de água, a outorga do direito do uso, o plano de recursos hídricos e o sistema de informações, para subsidiar as decisões e aplicação dos recursos oriundos da cobrança pelo uso da água bruta.

## **1. A gestão de recursos hídricos**

A água é um bem comum, dotado de valor econômico necessário para a manutenção da vida terrestre, sendo essencial monitorar sua qualidade e quantidade. A gestão dos recursos hídricos é fundamental para o desenvolvimento territorial e econômico da sociedade. É necessário fomentar a gestão compartilhada dos recursos, considerando aspectos de demanda e disponibilidade da água, regular os usos múltiplos em períodos de insegurança, considerando os eventos climáticos extremos, por meio do uso de indicadores de aproveitamento sustentável da água (Carneiro *et al.*, 2022).

Os recursos hídricos superficiais e subterrâneos podem ser acessados para usos múltiplos em uma região ou bacia hidrográfica, mas devem respeitar os regramentos impostos pelos órgãos gestores e agências reguladoras. O Brasil adotou a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), com gestão descentralizada e participativa, considerando os instrumentos de gestão, apoiados pela cobrança de uso da água bruta (Morais; Fadul; Cerqueira, 2018).

A gestão de uma bacia hidrográfica deve ser realizada por meio dos comitês de bacia, de maneira descentralizada e não imposta por instituições governamen-

tais estaduais ou federais. É um processo participativo, conforme determinado por lei, realizado de forma coletiva que inclui a participação de órgãos públicos, usuários e organizações da sociedade civil (Morais; Fadul; Cerqueira, 2018).

Com a instituição da Política de Recursos Hídricos na França, no ano de 1964, um marco na gestão de recursos hídricos mundial, foram introduzidos diversos princípios fundamentais, como a consideração da bacia hidrográfica como unidade territorial para administração de águas, a cobrança pelo uso da água bruta e a gestão com envolvimento dos usuários nos comitês. Esse modelo francês ganhou repercussão global, alcançando inclusive o Brasil, onde acadêmicos e especialistas iniciaram discussões para obter consenso sobre uma proposta de modernização da política das águas nopaís. Este tópico ganhou notoriedade nos simpósios da Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), com a elaboração da Carta de Foz de Iguaçu, redigida em 1989, com a propositura dos princípios e diretrizes que refletiam a visão dos pesquisadores e técnicos brasileiros sobre a reforma da Política Brasileira de Recursos Hídricos (Campos, 2013).

Historicamente, a gestão da água tem se transformado em resposta às mudanças sociais, econômicas e ambientais. Antes do século XX, o foco principal era o desenvolvimento de infraestruturas para abastecimento de água e irrigação. No entanto, o crescente reconhecimento da água como um recurso limitado favoreceu a mudança para uma gestão integrada e sustentável, conforme delineado nos princípios estabelecidos na Conferência Mundial da Água e Ambiente, em Dublin, na Irlanda, realizada no ano de 1992. Esses princípios destacaram a necessidade de uma abordagem participativa, a gestão por bacias hidrográficas e o reconhecimento da água como um bem econômico. Estas diretrizes têm orientado as políticas e práticas de gestão de recursos hídricos em vários países, incluindo o Brasil.

No entanto, existem muitos desafios na implementação eficaz da gestão de recursos hídricos. O aumento populacional, o crescimento desordenado das cidades, a crescente demanda por água, a poluição e as mudanças climáticas ameaçam sua disponibilidade e qualidade, ao mesmo tempo que os problemas de governança, como a falta de capacidade institucional e a participação pública limitada, muitas vezes dificultam uma administração eficaz.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela promulgação da Lei n. 9.433/97, estabeleceu princípios para a garantia do uso sustentável e da gestão participativa das águas. O uso de tecnologias de informação e comunicação, como a ampliação dos sistemas de monitoramento compartilhado da quantidade e qualidade da água, tem facilitado a coleta de dados de dados de forma automatizada, onde as informações são distribuídas por meio de aplicativos com interface acessível aos usuários, considerando os sistemas

de informações geográficas (GIS), o que facilita o gerenciamento e a análise de dados sobre os recursos hídricos disponíveis (Tundisi, 2006).

A gestão de recursos hídricos é um campo dinâmico, com novas abordagens e ferramentas surgindo constantemente. Com o aumento da frequência dos eventos extremos de secas severas e precipitações intensas que geram inundações rápidas, associadas as mudanças climáticas, há necessidade de gestão eficiente e eficaz dos recursos hídricos, que possa envolver atores sociais capacitados, ampliar a colaboração entre os órgãos gestores, agências reguladoras, instituições de ensino, pesquisa e ampliação da integração dos sistemas de alerta de desastres naturais.

## **2. Instrumentos de gestão de recursos hídricos**

Desde a instituição da Política Nacional e adequações das Políticas Estaduais de Recursos Hídricos estabelecidas antes de 1997, a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos tem ocorrido com criação de planos de recursos hídricos estaduais e nacional, o cadastro de usuários e a concessão de outorga de direito de uso da água, a cobrança pelo uso da água bruta, estruturação e ampliação dos sistemas de informações e o enquadramento dos corpos hídricos em classes, conforme os usos predominantes (Malheiros; Prota; Rincón, 2013).

De acordo com a PNRH (Brasil, 1997), os Planos de Recursos Hídricos são projetos de longo prazo elaborados de forma individual para cada bacia hidrográfica, para o estado e o país, devendo abordar questões essenciais, conforme determinado pela legislação, destacando as necessidades específicas de cada região, para proporcionar uma gestão mais eficaz e sustentável.

A outorga de direito de uso da água é um instrumento de gestão que visa garantir o uso da água de forma responsável e justa. A informação sobre a disponibilidade em nível local é essencial para a concessão da outorga, pois procura-se assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água, para evitar o uso excessivo e o esgotamento de determinado manancial, auxiliando o uso sustentável e responsável, além de garantir o efetivo exercício do direito fundamental de acesso à água. A intenção é que todos possam ter acesso a quantidade adequada, de boa qualidade, de acordo com as demandas, independentemente de suas circunstâncias pessoais ou econômicas. É um instrumento que auxilia a promover a igualdade e a justiça.

Deve-se compreender que a água não é um recurso natural infinito, deve-se reconhecer seu valor como um bem econômico e fornecer a indicação de seu real valor, sendo respeitado para garantir a gestão das águas de forma eficiente, justa e sustentável. Esse instrumento de gestão também visa incentivar a racio-

nalização do uso, pois espera-se que os usuários sejam cautelosos e ponderados, o que pode ajudar a reduzir o desperdício e garantir que o recurso seja distribuído de maneira mais equitativa. A obtenção de recursos financeiros por meio da cobrança pelo uso da água bruta tem como objetivo financiar programas e intervenções previstas nos planos de recursos hídricos. Os fundos arrecadados por meio da cobrança podem ser reinvestidos na gestão e proteção, ajudando a financiar ações importantes, como a recomposição da vegetação em Áreas de Preservação Permanentes, na prevenção da poluição para conservação da qualidade da água e no desenvolvimento de infraestruturas relacionadas à água, conforme previsto no art. 19, da Lei n. 9.433/97 (Brasil, 1997).

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema que permite coletar, tratar, armazenar e recuperar informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes sobre a gestão. Deve fomentar a descentralização da obtenção, produção de conteúdos, com coordenação unificada, para facilitar o acesso aos dados e informações disponibilizadas para toda a sociedade. Recomenda-se que a coleta de dados não deve ser centralizada em uma única entidade ou instituição, mas deve existir um órgão ou entidade que coordene o funcionamento do sistema, onde as informações armazenadas devem ser disponíveis para qualquer pessoa ou organização interessada.

O enquadramento dos corpos de água deve ser realizado de acordo com os usos predominantes, para assegurar que a qualidade seja compatível com determinado uso pretendido, desde os mais aos menos exigentes. É um dos instrumentos de gestão mais relevantes, pois favorece a classificação de uso de acordo com aspectos de qualidade, com objetivo de minimizar os custos de combate ou remediação da poluição, por meio de ações preventivas contínuas, reconhecendo que é mais eficiente e econômico evitar a poluição da água antes que ela ocorra. As classes de usos são estabelecidas por legislação ambiental específica, por meio de órgãos do governo encarregados de criar e implementar a legislação ambiental, com critérios definidos para determinar em que categoria cada corpo de água deve ser enquadrado, com base em seu uso predominante e na necessidade de manter a qualidade. O Conselho Nacional do Meio Ambiente estabeleceu critérios de usos da água em classes para as águas superficial e subterrânea, mas pode delegar aos estados, na esfera de suas competências e nas áreas de sua jurisdição, a elaboração de normas supletivas e complementares e padrões relacionados com o meio ambiente (Brasil, 1981).

### **3. Comitês de bacias hidrográficas**

Os comitês de bacias hidrográficas são entes do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos, denominado comumente de “Parlamento das Águas”, constituem um fórum com representantes dos usuários da água, da sociedade civil organizada e do governo federal, estadual, distrital e/ou municipal, cujos territórios ocupam, total ou parcialmente, suas áreas de atuação, que devem discutir e negociar democraticamente os diferentes interesse sobre os usos da água na bacia, de forma justa e transparente, sendo imprescindível que todos se envolvam nos diálogos e determinações coletivas (Malheiros; Prota; Rincón, 2013).

Do ponto de vista da PNRH, a competência mais relevante do comitê é a aprovação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica, instrumento que orienta os usos da água na bacia e acompanhar a sua implantação para assegurar que as propostas estabelecidas e a realização de programas sejam priorizadas. Possui outras atribuições deliberativas para estabelecer mecanismos de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, com definição dos critérios e valores de arrecadação sobre o uso da água, bem como da destinação dos recursos arrecadados por meio da cobrança e arbitrar em primeira instância administrativa os conflitos (Carvalho 2021; Malheiros; Prota; Rincón, 2013).

Os usuários são representados por setores que promovem a captação para abastecimento urbano, indústria, serviços, diluição de efluentes industriais e urbanos, irrigação e uso agropecuário, hidroeletricidade, transporte hidroviário, pesca, turismo, lazer e outros usos não consultivos (Morais; Fadul; Cerqueira, 2018).

Ao longo de 24 anos, desde a promulgação da PNRH, diversos planos de recursos foram desenvolvidos e implementados em nível nacional, estadual e de bacia hidrográfica. No que se refere aos planos de bacias hidrográficas, até o final de 2019, 151 planos estaduais haviam sido elaborados em 16 unidades da federação, 52 planos estavam em fase de criação, em 13 unidades, e 7 já haviam sido revisados (Costa; Fonseca, 2022).

### **4. Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte**

Na Paraíba, os planos de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu, da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame foram desenvolvidos. No entanto, as bacias que compõem o Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (Mamanguape, Miriri e Camaratuba) ainda não conseguiram desenvolver seus planos. A contratação de uma empresa especializada para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Litorâneas do Estado da Paraíba foi licitada no ano de 2022. Mes-

mo sem um plano elaborado para as bacias hidrográficas do litoral norte, que inclui a área de atuação do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN), alguns programas e planos específicos estão em vigor, contendo atividades e metas estabelecidas, com o objetivo de auxiliar o funcionamento do comitê e a aplicação dos recursos obtidos pela cobrança, nas áreas das bacias hidrográficas onde foram coletados (Costa; Fonseca, 2022).

A Política Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba, implementada pela Lei Estadual n. 6.938, de 1996, adequou as atribuições dos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) de acordo com a Lei n. 9.433/1997, para a aprovação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia, resolução de disputas em primeira instância, discussão sobre questões relacionadas aos recursos hídricos, coordenação das atividades das entidades envolvidas, proposta de mecanismos de cobrança e sugestão de valores pelo uso dos recursos hídricos (Carvalho, 2021).

A área de influência dos Comitês de Bacias Hidrográficas Estaduais da Paraíba foi determinada pela Resolução n. 3/2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH-PB). O CBH-LN foi estabelecido pelo Decreto Estadual n. 27.561/2006, teve sua primeira composição em 2007, com a previsão de quatro reuniões ordinárias anuais (Carvalho, 2021).

De acordo com o seu regulamento interno, o comitê deve ser composto por 26 membros titulares e seus respectivos suplentes, possui responsabilidades e competências para a ação em prol da descentralização e integração das políticas públicas, para fomentar a gestão descentralizada, participativa e integrada dos recursos hídricos, incentivar a participação popular e propor a proteção dos recursos hídricos e do meio ambiente, sugerir a realização de acordos entre entidades integrantes das bacias hidrográficas do litoral norte e entidades públicas e privadas.

A composição do CBHL-N possui 30,8% de representação da sociedade civil e 30,8% de membros do Poder Público, o que atende aos quantitativos determinados pela Resolução CNRH n. 05/2000, 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, já que há áreas indígenas em sua área de atuação, sendo aumentado o número total de participantes de 25 para 26, quando da formação do CBH-LN. Destaca-se que o regimento interno entende por usuário o indivíduo, grupos, entidades públicas e privadas e coletividades que utilizam recursos hídricos e que possam comprovar por meio da outorga (Carvalho, 2021).

## 5. Metodologia

A metodologia deste trabalho baseou-se em pesquisa e análise qualitativa dos registros documentais do CBH-LN, especificamente do conteúdo das atas aprovadas nas reuniões realizadas no período de 2018 a 2022. As atas foram coletadas diretamente do acervo da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa-PB) e serviram como fonte primária de informações sobre as decisões, ações e discussões ocorridas durante as reuniões do comitê.

Após a análise documental, foram extraídas as informações relevantes de acordo com os objetivos propostos neste trabalho, o que envolveu a identificação e avaliação das menções sobre a implementação e eficácia dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, das ações e decisões do comitê quando as bacias foram sujeitas a eventos críticos de escassez e as estratégias implementadas para melhorar a resiliência e sustentabilidade dos recursos. A análise da frequência das menções nas atas das reuniões subsidiou a identificação dos usos dos instrumentos de gestão de recursos hídricos no período avaliado e como o CBH-LN gerenciou os conflitos, de acordo com os eventos críticos, conforme a identificação das ações, medidas discutidas e implementadas.

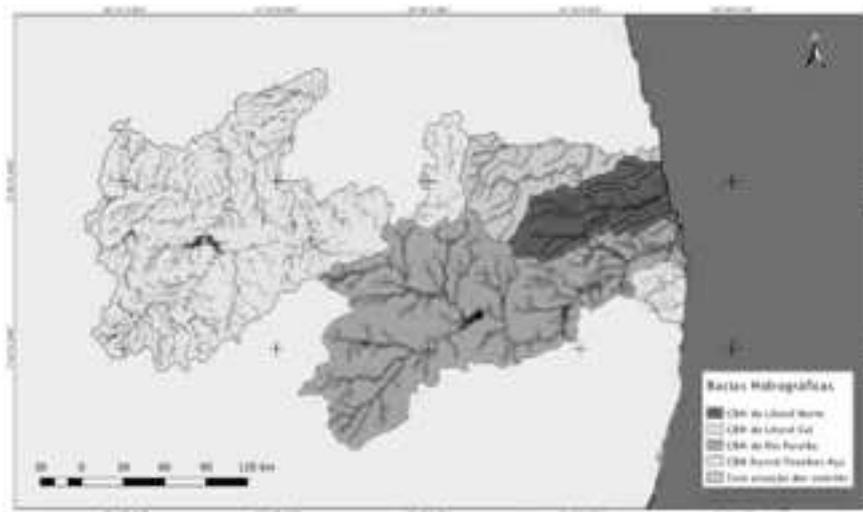
Os documentos foram obtidos por meio do site da Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba,<sup>1</sup> sendo 2 atas disponibilizadas para o ano de 2012, 3 para os anos de 2013, 2014, 2015 e 2016 e 4 para o período de 2017 a 2022, além de uma ata de reunião extraordinária, no ano de 2014, e outra em 2020 (Aesa, 2024).

## 6. Caracterização da área de estudo

A região de competência do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte (CBH-LN) é composta pelas áreas geográficas das bacias dos rios Mangape, Camaratuba e Miriri, com 4.597,1 km<sup>2</sup> (Figura 1), que representa apenas 8,1% da extensão territorial do estado, mas possui 489.068 habitantes, cerca de 14% da população total da Paraíba (Aesa, 2004).

---

1. Disponível em: <https://bit.ly/3YarKpu>.



**Figura 1. Áreas de atuação dos comitês de bacias hidrográficas do estado da Paraíba**

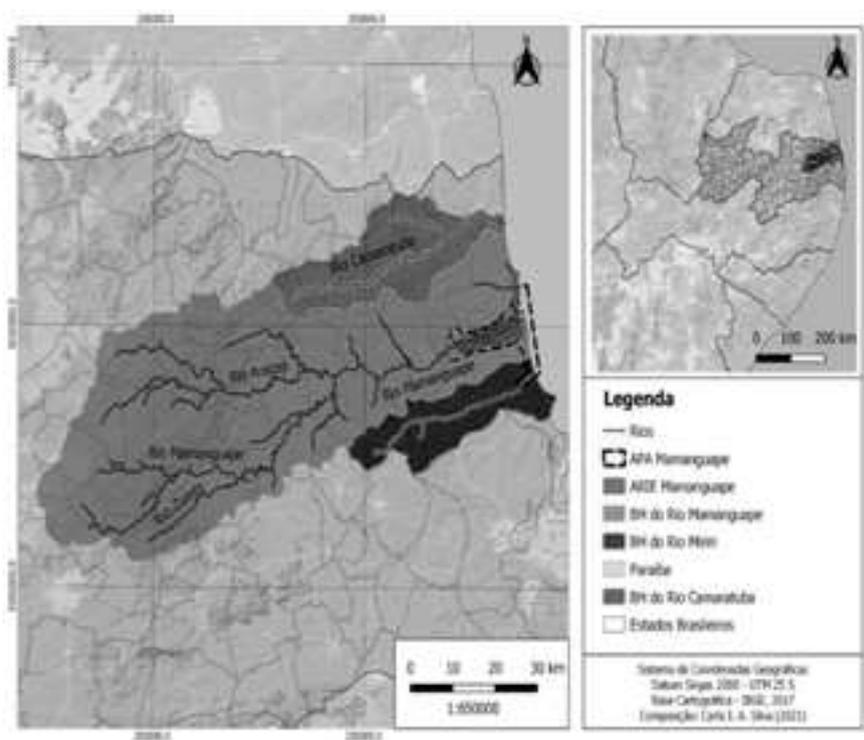
Fonte: Adaptado de Aesa-PB, 2004.

As principais correntes fluviais que nomeiam essas bacias são os rios Mamanguape, Miriri e Camaratuba. Estas bacias hidrográficas são notáveis por vários conflitos associados à degradação ambiental, incluindo a eliminação de florestas ribeirinhas, assoreamento de rios principais, monocultura de cana de açúcar e a existência de olarias nas margens dos rios, entre outros desafios (Aesa, 2004).

Entre as bacias que compõem a região, a do Rio Mamanguape localiza-se no extremo oriental do estado paraibano, entre as latitudes  $6^{\circ}41'57''$  e  $7^{\circ}15'58''$  Sul e longitudes  $34^{\circ}54'37''$  e  $36^{\circ}$  Oeste de Greenwich. Faz fronteira ao norte com a bacia do Rio Curimataú, a oeste com as do Rio Curimataú e do Rio Paraíba, ao sul com a bacia do Rio Paraíba e a leste com o Oceano Atlântico. O seu principal curso d'água é o Mamanguape, que apresenta um regime intermitente, originando-se na microrregião do Agreste da Borborema e desaguando no Oceano Atlântico, no município de Rio Tinto. A bacia recebe contribuições de outros cursos d'água, como os rios Guariba, Guandu, Araçagi, Saquaiaba e o Riacho Bloqueio.

A bacia hidrográfica do Rio Mamanguape possui área de  $3.525,00 \text{ km}^2$  (Figura 2), possui clima quente e úmido ( $Aw'i$ ), com chuvas no outono e inverno, segundo a classificação de Köppen-Geiger, o período seco na região próxima ao Oceano Atlântico dura apenas dois meses, podendo chegar a quatro, à medida que a bacia se estende para o interior do estado. A média anual da precipitação varia  $700 \text{ mm}$  a  $1.600 \text{ mm}$ , sendo maio o mês mais chuvoso e outubro o mais

seco. A média anual de evapotranspiração varia de 1.100 mm a 1.600 mm. A umidade relativa do ar varia de 80% a 85%. A insolação anual apresenta variação de 7 a 8 horas diárias, de janeiro a julho e, de 8 a 9 horas diárias, de agosto a dezembro. A velocidade média do vento varia de 2,5 m/s a 3,5 m/s (Aesa, 2004).



**Figura 2. Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Mamanguape**

Fonte: Carvalho, 2021.

A vegetação nativa predominante é composta por florestas Caducifólia, Subcaducifólia e Subperenifólia, isto é, Floresta Atlântica e ecossistemas associados, como restingas, cerrados e manguezais. As altitudes não excedem 200 metros, pois se localiza na Depressão Sublitorânea, uma região de baixa altitude, com uma superfície de colinas e um relevo classificado como suavemente ondulado e ondulado, drenado por rios intermitentes e perenes, com vales abertos e não muito profundos (Aesa, 2004).

Os solos na área da bacia são compostos pelos tipos podzólico vermelho amarelo equivalente rutrófico, luvisolo crômico eutrófico, litólico eutrófico, planossolo solódico, terra roxa estruturada eutrófica e afloramentos rochosos. A litologia

exibe uma predominância de terrenos sedimentares, de areias que pertencem ao grupo das barreiras, além de mangues e terrenos afetados pelas marés. Também se observam ocorrências de arenitos e calcários do grupo Paraíba (Aesa, 2004).

Na área da bacia, encontram-se totalmente ou parcialmente os municípios (Figura 3): Alagoa Grande, Alagoa Nova, Alagoinha, Algodão de Jandaíra, Araçagi, Arara, Areia, Areial, Baía da Traição, Bananeiras, Belém, Capim, Casserengue, Cuité de Mamanguape, Cuitegi, Curral de Cima, Duas Estradas, Esperança, Guarabira, Itapororoca, Juarez Távora, Lagoa de Dentro, Lagoa Seca, Mamanguape, Marcação, Mari, Massaranduba, Montadas, Mulungu, Pilões, Pilõezinhos, Pirpirituba, Puxinanã, Remígio, Rio Tinto, São Sebastião de Lagoa de Roça, Serraria, Serra da Raiz, Serra Redonda, Sertãozinho e Solânea (Aesa, 2004).



**Figura 3. Municípios que contribuem para a formação da bacia do Rio Mamanguape**

Fonte: Aesa, 2004.

## 7. Resultados e discussão

No Quadro, após realização de leitura e análise detalhada dos conteúdos descritos nas atas produzidas, por meio das reuniões ordinárias e extraordinárias do CBH-LN, ocorridas no período de 2018 a 2022, pode-se observar os principais temas discutidos, tendo como referência a bacia do Rio Mamanguape e a implementação de ações com potencial para aumentar a eficácia dos

instrumentos de gestão de recursos hídricos implementados, mas que necessitam de ajustes e ampliação de aplicação aos usuários.

<b>Ano</b>	<b>Outorga</b>	<b>Cobrança</b>	<b>Sistemas de informações</b>	<b>Enquadramento</b>	<b>Direcionamentos e ações em relação aos eventos extremos de escassez hídrica</b>
<b>2018</b>	Discussão com foco na cobrança	Discussão com destaque para os desafios na operação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos e casos de omissão no cadastro ambiental rural	Discussão com destaque para a necessidade de coleta de informações e implementação do sistema de informações geográficas (SIG)	Não mencionado explicitamente	Planejamento de uso e conservação da água, restauração das APPS, educação ambiental, realização de levantamento e caracterização das matas ciliares e nascentes
<b>2019</b>	Não mencionado explicitamente	Implementada na bacia, com fundo utilizado em várias ações, como a produção de vídeo sobre o uso racional da água e a confecção de um kit “Comitês nas Escolas”	Não mencionado explicitamente	Não mencionado explicitamente	Necessidade de implementação de um sistema de cadastro de carros-pipa e promoção do reflorestamento das matas ciliares
<b>2020</b>	Abordada com discussão sobre a necessidade de regularização de poços para o município de Bananeiras	Revisão e deliberação para intervenção sobre a aplicação dos recursos arrecadados por meio da cobrança no ano de 2020	Discussão para aplicação de recursos da cobrança para atualização de informações no portal do CBH-LN e inserção de documentação no sistema DOC-Procomitês	Não mencionado explicitamente	Implementação de ações de educação ambiental e novas formas de comunicação para aumento da consciência sobre o uso racional dos recursos hídricos. Elaboração de planos de bacias e a formação de um conselho gestor para a área de proteção ambiental do Roncador

2021	Abordada com solicitação de necessidade de ampliação da fiscalização das outorgas de uso da água	Discussão para aplicação dos recursos oriundos da cobrança e revisão dos valores praticados no ano de 2021	Necessidade de desenvolvimento do plano de comunicação do CBH-LN e ampliação do monitoramento de qualidade da água e hidroclimático, bem como para elaboração de um plano estadual de macromedição da água	Discussão sobre a necessidade de monitoramento da qualidade da água	Criação do Projeto “Comitês nas Escolas”. Monitoramento do abastecimento de água para as cidades de Bananeiras e Solânea
2022	Abordada para tratar da necessidade de regularização de usuários e da implementação do programa de segurança de barragens	Discussão para aplicação dos valores arrecadados no sistema de monitoramento dos recursos hídricos na bacia	Identificação da necessidade de melhoria da disponibilidade de informações sobre as bacias que compõem o CBH-LN	Abordado durante a discussão do Programa 4 – Atualização do enquadramento dos corpos hídricos no estado da Paraíba	Ações de recuperação de áreas degradadas, na voçoroca em Rio Tinto, monitoramento da qualidade da água nas bacias do CBH-LN e reservatórios, fiscalização de segurança de barragens e a melhoria da comunicação das ações de gestão de recursos hídricos realizadas

**Quadro 1. Temas registrados em atas após reuniões do CBH-LN, no período de 2018 a 2022**

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos registros das atas do CBH-LN.

Cada discussão transcrita favoreceu a obtenção de uma visão geral de como a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos foi analisada pelos membros do CBH-LN e quais foram as respostas aos eventos críticos. Essas observações permitiram avaliar as estratégias de resiliência e sustentabilidade adotadas para a conservação dos recursos hídricos na bacia do Rio Mamanguape.

Destaca-se que as omissões observadas nas atas analisadas não necessariamente indicam que o tópico em questão não foi abordado, mas sim que foi discutido de maneira indireta durante a reunião, registrados na Quadro 1, como “não mencionado explicitamente”.

A análise do registro das atas de quatro reuniões do CBH-LN, de 2018, permitiu identificar uma série de discussões e ações estratégicas, em torno da outorga e cobrança pelo uso da água bruta, que favoreciam a gestão dos recursos hídricos. Houve um registro da dificuldade enfrentada para a operação do

Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH), com a necessidade de que os recursos arrecadados fossem reinvestidos em ações a favor das bacias. A ausência de apresentação da documentação do Cadastro Ambiental Rural (CAR), por alguns proprietários de terras e produtores rurais, dificultam a implementação da outorga do uso da água pela Agência Executiva de Gestão de Recursos Hídricos, mas continuaram usando água de nascentes e reservatórios superficiais. Não houve menção explícita ao enquadramento dos corpos de água no ano de 2018.

Referente ao Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos, foi possível identificar a necessidade de coleta informações sobre as nascentes e Áreas de Preservação Permanente (APPs), com discussão sobre a necessidade de desenvolvimento de um sistema de informações geográficas (SIG) que favoreça a elaboração dos Planos de Recursos Hídricos para as bacias hidrográficas que compõem o CBH-LN.

Diversas estratégias para a resiliência e sustentabilidade foram mencionadas, como a necessidade de planejar medidas de conservação e de gestão da água, para aumentar a resiliência aos eventos extremos de escassez hídrica, a restauração APPs, implementação de um plano de aplicação dos recursos da cobrança pelo uso da água, desenvolvimento de ações de educação ambiental e o levantamento e caracterização de matas ciliares e nascentes (atas das 1ª, 2ª e 3ª reuniões). Apesar das discussões realizadas reconhecerem essas fragilidades por três reuniões consecutivas, a implementação das ações não foi completamente definida.

Embora o comitê tenha discutido e implementado algumas estratégias de gestão, ainda existem desafios na operacionalização e implementação das ações, como a cobrança pelo uso de água bruta e a outorga de direito de uso de recursos hídricos.

As atas das reuniões ocorridas no ano de 2019 permitiram identificar ações consistentes do CBH-LN, principalmente em relação à implementação e eficácia de dois instrumentos de gestão dos recursos hídricos, a cobrança pelo uso de água bruta foi de fato implementada aos usuários outorgados e os fundos arrecadados foram utilizados para algumas iniciativas de sensibilização da população em geral, como a elaboração de um vídeo sobre o uso racional da água e a criação do kit “Comitês nas Escolas”.

No entanto, a ausência de menções explícitas sobre a necessidade de mecanismos de controle para a gestão dos eventos críticos de escassez hídrica e de enquadramento dos corpos d'água em classes de uso, na área da bacia do Rio Mamanguape, sugere que há urgência na implementação do enquadramento dos corpos hídricos por meio do CBH-LN. Além disso, um sistema para cadastramento e regularização dos empreendimentos é essencial para o fortalecimento da gestão dos recursos hídricos no estado da Paraíba. Sem a adoção

adequada destas ações, as outorgas concedidas pela agência executiva que apoia o CBH-LN podem não representar de fato o volume total retirado de água para usos múltiplos, pois diversos usuários continuam operando de forma irregular, mesmo podendo ser considerados como de uso insignificante (Ata 3ª Reunião).

A resposta aos conflitos de uso de água no município de Bananeiras, como o caso da Lagoa do Matias, indica que o comitê tem capacidade de responder aos eventos críticos de insegurança hídrica. No entanto, as atas não fazem menção a estratégias proativas de gestão de crises, o que deve ser considerado em outros momentos.

As estratégias implementadas para melhorar a resiliência e sustentabilidade dos recursos são amplas e variadas, indo desde a implementação de um sistema de cadastramento para carros-pipa, até a promoção do reflorestamento e recuperação das matas ciliares (Ata 1ª Reunião). O planejamento estratégico aprovado pelo comitê também indicou a disposição de melhorar a gestão de recursos hídricos em longo prazo (Ata 4ª Reunião).

Embora o comitê esteja fazendo esforços significativos para implementar instrumentos de gestão de recursos hídricos e estratégias de resiliência, ainda há como melhorar a sua atuação por meio de um plano de ação para minimizar os eventos extremos de seca, com a implementação do enquadramento dos corpos d'água em classes para o benefício dos usuários de água da bacia do Rio Mamanguape e das demais que compõem o CBH-LN.

Com base na análise das atas das reuniões do CBH-LN realizadas em 2020, foi possível identificar que as discussões e deliberações abordaram questões relativas aos instrumentos de gestão dos recursos hídricos, apesar de não necessariamente atenderem a todos os temas necessários para a efetiva implementação dos instrumentos de gestão.

A cobrança pelo uso de água bruta foi abordada durante a 1ª Reunião de 2020, onde se mencionou uma revisão da deliberação sobre a cobrança pelo uso da água no Plano de Trabalho de 2020. Posteriormente, esse assunto voltou a pauta durante a 2ª Reunião, com a intervenção da sra. Maria Betânia Santos, Gerente de Cobrança da Aesa-PB, que atua como agência executiva auxiliando dos comitês, para tentativa de nova deliberação sobre a aplicação dos recursos arrecadados por meio da cobrança de uso da água, previsto no plano de trabalho de 2020.

O caso de Bananeiras voltou a ser discutido nesta reunião, mas agora sobre a necessidade de regularização dos poços perfurados não regularizados, com retirada de água para usos múltiplos continuando a ocorrer. Foi sugerido a realização de ações de capacitação dos secretários de agricultura e do meio ambiente dos municípios que possuem área territorial, parcial ou total na bacia hidrográ-

fica do Rio Mamanguape, para que possam auxiliar na instrução dos usuários de como podem solicitar a outorga de uso da água por meio do site da Aesa-PB.

O enquadramento dos corpos d'água, entretanto, não foi discutido explicitamente em nenhuma das reuniões de 2020. O sistema de informações sobre recursos hídricos foi mencionado em todos os encontros, de forma direta ou indireta, com avaliação dos membros do CBH-LN sobre a necessidade de atualização de informações no portal do comitê e na inserção da documentação no sistema DOC-Procomitês.

Relativamente às ações e respostas do CBH-LN durante crises hídricas e estratégias para melhorar a resiliência e sustentabilidade dos recursos hídricos, não foram explicitamente detalhadas nas atas das reuniões ocorridas no ano de 2020. Em algumas reuniões, foi discutida a importância da educação ambiental e da comunicação para aumentar a consciência sobre a necessidade do uso racional dos recursos. Também se discutiu a implementação de planos de bacias e a formação de um Conselho Gestor para a Área de Proteção Ambiental (APA) do Roncador.

Apesar dos temas serem de grande relevância, as ações para que ocorram uma mudança para o fortalecimento do sistema de gestão de recursos hídricos não foram detalhadas e deliberadas pelos membros do CBH-LN, principalmente nos momentos críticos de ocorrência de eventos extremos que potencializam a insegurança hídrica e a sustentabilidade.

Durante a primeira reunião do CBH-LN no ano de 2021, foi evidenciado, por meio do membros da sociedade civil organizada, o projeto denominado "Comitês das Escolas" que teve como objetivo a sensibilização dos membros de comunidades escolares sobre questões associadas a sua criação e composição, o que faz e como contribui para a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, bem como a necessidade de maior monitoramento e fiscalização do abastecimento para os municípios de Bananeiras e Solânea, além da necessidade de realização de avaliação das matas ciliares e nascentes, com possível ação de recomposição da vegetação nestas áreas.

A questão da cobrança pelo uso da água bruta voltou a ser abordada durante a 2ª Reunião do CBH-LN, em 2021, com nova discussão sobre a aplicação dos recursos provenientes deste instrumento de gestão, conforme pode ser conferido nas linhas 33-38 da ata, evidenciando a necessidade de um novo encontro com a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (Aesa-PB), para que se apresente o montante arrecadado entre 2020 e 2021, com definição do planejamento da aplicação desses recursos ainda no ano de 2021. Também foi mencionado a necessidade de criação do Plano de Comunicação do CBH-LN, que deve incluir a divulgação de informações atualizadas sobre os recursos hídricos disponíveis nas bacias que integram o CBH-LN.

Observa-se que há necessidade de maior transparência dos valores arrecadados e disponíveis no Fundo Estadual de Recursos Hídricos para aplicação nas bacias.

Durante a 3ª Reunião do CBH-LN em 2021, o tema foi debatido com a apresentação e discussão sobre a revisão da cobrança pelo uso da água bruta (item 5 da pauta), além da menção ao Programa n. 6, que trata do Sistema de Fiscalização do Uso da Água, cujas metas incluem a fiscalização das irregularidades do uso da água bruta na Paraíba, para que os usuários não outorgados possam ser inseridos no sistema atual de gestão. Nesta reunião, houve a deliberação para a implantação do Sistema de Monitoramento Hidroclimático e da Qualidade da Água, bem como a elaboração do Plano Estadual de Macro-medição de Água Bruta, o que implicou na necessidade provimento de um sistema de informações eficiente a ser disponibilizado por meio da Aesa-PB, mas com necessidade de investimentos para esse fim.

No que diz respeito ao enquadramento dos corpos d'água e outorga de direito de uso dos recursos hídricos, embora não tenham sido explicitamente mencionados nas atas, verificou-se que ocorreram inferências durante as discussões. Ações como monitoramento da qualidade da água foram mencionadas em diferentes momentos, pois são etapas fundamentais para o enquadramento dos corpos d'água em classes, conforme seus usos preponderantes.

Durante a 4ª Reunião do CBH-LN, no ano de 2021, o sr. Guttemberg Silvino propôs várias ações, incluindo o monitoramento efetivo da qualidade e quantidade da água nos mananciais e açudes da bacia, como a necessidade de atualização da relação cota x área x volume dos principais açudes, por meio de batimetrias, para avaliar o assoreamento dos reservatórios superficiais e favorecer a realização de estudos de disponibilidade hídrica, com apresentações dos resultados por meio de oficinas ou reuniões contemplando a participação da comunidade local. Essas propostas foram bem recebidas pelo plenário, pois são ações que visam aprimorar a resiliência dos recursos hídricos frente a possíveis situações de insegurança hídrica.

As atas de 2021 evidenciam uma série de estratégias e ações voltadas para a melhoria da resiliência e sustentabilidade dos recursos hídricos. Destacaram-se o desenvolvimento do Plano de Comunicação do CBH-LN, a efetivação das Câmaras Técnicas, a elaboração e/ou atualização de planos de bacias hidrográficas e o acompanhamento da aplicação dos recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH).

Foi possível identificar maior engajamento e envolvimento nas discussões e direcionamentos de ações para uma gestão mais eficiente, sendo possível perceber maior preocupação com a melhoria contínua da gestão dos recursos

hídricos, especialmente em termos de resiliência aos eventos extremos e sustentabilidade do uso da água na bacia do Rio Mamanguape.

Na 1ª Reunião de 2022, o monitoramento dos recursos oriundos da cobrança pelo uso da água bruta foi um dos temas debatidos, evidenciando a importância deste instrumento de gestão para o desenvolvimento de ações em prol das bacias hidrográficas que compõem o CBH-LN. Embora a outorga de direito de uso dos recursos hídricos não tenha sido especificamente discutida nessa reunião, houve menção do durante a 2ª Reunião, com ênfase sobre a necessidade de regularização de usuários que utilizam os recursos hídricos sem as devidas licenças e outorgas.

O enquadramento dos corpos hídricos em classes foi citado apenas durante a 3ª Reunião do CBH-LN, quando se comentou sobre a necessidade de informações no Programa 4, que trata da atualização do enquadramento dos corpos hídricos no estado e no Programa 7, quando se discutiu a importância do monitoramento associado a segurança de barragens durante os períodos de estiagem prolongadas.

Durante as demais reuniões do CBH-LN, em 2022, o enquadramento dos corpos hídricos em classes continuou sem discussão pela plenária, parecendo não haver disponibilidade da Aesa-PB em implementar de fato esse instrumento de gestão.

Embora não tenha sido explicitamente mencionado a necessidade de criação de um novo Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos no estado da Paraíba, ocorreram discussões sobre a melhoria da disponibilidade das informações para o público em geral e membros do CBH-LN, por meio de uma “aba” ou “link” no site da Aesa-PB.

Não ocorreram referências diretas aos eventos extremos climáticos, como secas e inundações, que possam gerar a insegurança hídrica, mas algumas ações e estratégias foram abordadas as reuniões de 2022, que visavam melhorar a resiliência e sustentabilidade dos recursos hídricos. Foram mencionadas ações de recuperação de áreas degradadas, como na voçoroca em Rio Tinto, o monitoramento da qualidade da água em trechos de bacias hidrográficas e em reservatórios, a fiscalização da segurança das barragens e a promoção de boa comunicação sobre os instrumentos de gestão dos recursos hídricos que estão sendo acompanhados pelo CBH-LN.

As discussões destacam a importância da cobrança pelo uso de água bruta, do uso dos recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos em benefício das bacias, da ampliação da implementação outorga de direito de uso, dos sistemas de informação eficientes e do enquadramento adequado dos corpos d'água em classes de uso.

De acordo com Carvalho (2021), no período de 2014 a 2018, ocorreram avanços na composição do CBH-LN e desenvolvimento de ações que favoreceram a tomada de decisão pelos membros do comitê, mas as bacias não possuem Plano de Bacia, instrumento de planejamento que deve ser aprovado pelo comitê, que deve também acompanhar as ações de implementação.

No conjunto das Dimensões das Capacidades Estatais buscou-se informação quanto a capacidade operacional do órgão envolvido na gestão dos recursos hídricos. Apesar da presença de uma entidade executora, a Aesa, nas atas da 2ª Reunião do ano de 2017 e 1ª e 4ª reuniões de 2018, foi relatada a carência no número de profissionais da Aesa para atendimento das demandas.

Em atenção à Dimensão das Relações Intergovernamentais foi averiguada a participação e integração entre CBH-LN e setores das políticas públicas afins à gestão dos recursos hídricos (Carvalho, 2021).

A Aesa faz parte do Singreh e possui como uma de suas finalidades a execução da Política Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba. No período de 2015 a 2018, esteve presente como membro titular do CBH-LN.

Como não há agências de bacias, a Aesa-PB atua como secretaria executiva e sua presença é importante para interação direta entre o CBH-LN e sua secretaria, bem como no assessoramento técnico, possibilitando a cobrança de demandas sob sua responsabilidade, por vezes evidenciadas nas atas das reuniões.

O ICMBio, órgão gestor da APA e Arie ocupou assento titular em uma das vagas para o Poder Público Federal e o Departamento Nacional de Obras Contra Secas (DNOCS), era seu suplente no Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte. Por tratar-se de área com presença indígena, a Funai estava presente na composição e possuía assento como titular de forma permanente, como previsto na legislação. Em se tratando da presença de municípios, dos 51 que fazem parte geograficamente das bacias, estavam presentes no comitê: Marcação, Mataraca, Serraria e Solânea, como titulares, e Santa Rita, como suplente.

Dentre outras instâncias de participação em que o CBH-LN atuava, estava o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERHPB), a Comissão Interinstitucional de Educação Ambiental da Paraíba e o Conselho Gestor da APA e Arie do Rio Mamanguape e a sua Câmara Técnica de Recursos Hídricos, criada em 2015.

Na Interação Estado-Sociedade foram identificadas ações e projetos voltados para a gestão da água, promovidos por ONGs, pela academia e pelos usuários. As ações de maior relevância foram:

1. Grupo de Apoio Técnico ao CBH-LN, criado em 2014, por meio de projeto de extensão do IFPB, que apoiou o comitê em ações de preparação e execução de reuniões (Costa; Souza; Saraiva, 2019);
2. Projeto de consultoria jurídica realizado pela UFPB, citado em ata da 2ª Reunião do Comitê, em 2016;
3. Projeto Observando Rios da ONG SOS Mata Atlântica, registrado em ata da 2ª Reunião do Comitê, no ano de 2017;
4. Projeto de mapeamento das situações dos Planos de Saneamento Básico dos Municípios Localizados nas Bacias Hidrográficas do Litoral Norte do Estado da Paraíba, idealizado pela representante da Associação Brasileira de Recursos Hídricos, que também é professora da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB);
5. Projeto de monitoramento da qualidade da água do estuário da barra do Rio Mamanguape, envolvendo o ICMBio e o Conselho Gestor da APA e Arie do Rio Mamanguape, IFPB e UFPB.

Foi possível identificar que a maioria dos projetos citados constavam nas atas do CBH-LN, porém sem identificação de planejamento para monitorar os resultados dessas atividades e projetos.

A participação dos diversos atores nos colegiados é essencial para a sua existência e a capacitação para qualificação de seus membros deve ser considerada fundamental para uma boa atuação durante seus mandatos. Em 2016, o CBH-LN aprovou um planejamento estratégico de ações com a previsão da criação de uma câmara técnica para fomentar a capacitação dos seus membros.

No período entre 2015 e 2018, foi possível identificar a realização de uma capacitação. Em 2017, o CBH-LN juntamente com o CBH do Litoral Sul e CBH do Rio Paraíba aderiram ao Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (Procomitês), da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 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 deve ser utilizada para beneficiar o aprimoramento dos CBHs em um período de cinco anos (ANA, 2017).

Os comitês existentes e em funcionamento na Paraíba foram classificados como nível 5 pelo Procomitês, pois estão em patamar mais avançado de gestão, uma vez que possuem cobrança pelo uso da água, aprovada e implementada. Por meio da Resolução n. 23/2019, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba comprovou o cumprimento das metas estabelecidas no Contrato n. 67/2017/Anaprocomitês, no primeiro ano de certificação, que ocorreu apenas em 2019.

A participação no Colegiado dos Comitês é realizada por meio de eleições e os membros são convocados por edital, sendo acessível pelos endereços da Aesa e do Portal dos Comitês de Bacias Hidrográficas da Paraíba. A plenária do comitê vota em sua diretoria, escolhendo aqueles que ocuparão os respectivos cargos. A decisão quanto à representação em outros fóruns e atividades foram resolvidas através de decisão da plenária, evidenciadas em pelo menos duas situações, registradas em ata, uma para participação no Encontro Nacional de Comitê de Bacias (Encob) e outra para eleger o representante para atuar no Conselho Gestor da APA e da Arie do Rio Mamanguape.

Dessa forma, o CBH-LN fez cumprir seu direito legal de participar do Conselho Gestor das Unidades de Conservação Federais em sua área de atuação.

Pode-se então considerar a existência de um formato democrático de eleição no âmbito do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte.

## **Considerações finais**

De acordo com os resultados obtidos por meio das análises das atas das reuniões do CBH-LN, no período de 2018 a 2022, foi possível observar a evolução das discussões nas plenárias deste comitê, com maior participação e envolvimento dos diversos atores sociais, que cobraram da Aesa-PB mais transparência no uso dos recursos arrecadados pela cobrança de uso da água bruta, destinados ao Fundo Estadual de Recursos Hídricos, maior aplicação dos recursos para o monitoramento quantitativo e qualitativo da água bruta e no desenvolvimento de um sistema de informações sobre os recursos hídricos do estado da Paraíba mais robusto e acessível aos usuários de água.

Ao longo dos anos, percebeu-se que, embora o comitê tenha implementado várias estratégias para a gestão de recursos hídricos, ainda existem desafios para a implementação efetiva de alguns dos instrumentos de gestão, como a outorga do direito de uso da água bruta e o enquadramento em classes de usos preponderantes.

Foi possível identificar a atenção dispendida pelos membros do CBH-LH para a implementação de estratégias de ação vinculadas a educação ambiental e ao planejamento de medidas de conservação, para a segurança de barragens e quantificação dos volumes disponíveis em reservatórios superficiais devido ao assoreamento.

Deve-se fornecer maior atenção aos eventos extremos climáticos que favorecem a insegurança hídrica, com necessidade de elaboração de um plano de ação emergencial em situações de escassez hídrica para todas as bacias que integram o CBH-LN, haja vista que foram tomadas apenas providências pon-

tuais de problemas ocorridos em dois municípios, Bananeiras e Rio Tinto, que compõem a bacia hidrográfica do Rio Mananguape.

Há a necessidade de fortalecer a capacitação dos membros do CBH-LN, pois assim poderão contribuir significativamente por meio da representação dos usuários da água, da sociedade civil organizada e dos governos federal, estadual e municipal.

## Referências

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DA PARAÍBA (AES). **Proposta de Instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas do Litoral Norte, conforme Resolução n. 1, de 31 de agosto de 2003, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba.** João Pessoa: Aesa, dez. 2004. Disponível em: <https://bit.ly/423NI01>. Acesso em: 2 ago. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura Recursos Hídricos no Brasil 2017:** Relatório Pleno. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/41X1HVm>. Acesso em: 31 mar. 2021.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981. Disponível em: <https://bit.ly/45kYjLJ>. Acesso em: 12 jul. 2024.

BRASIL. **Lei n. 9.433, de 8 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 n. 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei n. 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. Disponível em: <https://bit.ly/4i0ajzc>. Acesso em: 12 jul. 2024.

CAMPOS, José Nilson Bezerra. A gestão integrada dos recursos hídricos: uma perspectiva histórica. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Salvador, v. 1, n. 1, p. 111-121, 2013.

CARNEIRO, Alex Pires *et al.* A importância do uso de indicadores de sustentabilidade de gestão de recursos hídricos para abastecimento público. *In*: MENDES, Maria Paula *et al.* (eds.). **Livro de resumos do 13º Seminário sobre Águas Subterrâneas: “O papel das águas subterrâneas das cidades do século XXI”.** Lisboa: Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, 2022, p. 53-58. ISBN: 978-989-8509.

CARVALHO, Leila Lobo de Souza. **A gestão participativa como elemento de governança de recursos hídricos:** o estudo de caso da gestão do CBH e UCS do Litoral Norte da Paraíba. 2021. 92f. (Dissertação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Campina Grande, Sumé.

COSTA, Mirella Leôncio Motta e; FONSÊCA, Renata Xavier da. Análise da efetividade de planos relacionados aos comitês das bacias hidrográficas do Litoral Norte da Paraíba. **Revista Práxis: Saberes da Extensão**, João Pessoa, v. 10, n. 20, p. 55-65, 2022.

COSTA, Mirella Leôncio Mota; SOUZA, Débora Rayane Gomes; SARAIVA, Gabriela Leite Alves. Contribuindo com a gestão de recursos hídricos através da reestruturação do grupo de apoio técnico vinculado ao Comitê das Bacias do Litoral Norte. **Revista Práxis: saberes da extensão**, João Pessoa, v. 7, n. 15, pp. 45-52, maio-set, 2019. DOI: <https://doi.org/10.18265/2318-23692019v7n15p45-52>.

FAYER, Geane Cristina *et al.* Crise hídrica: evolução dos decretos estaduais sobre escassez hídrica em Minas Gerais. *In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL*, 2018, Juiz de Fora. **Anais [...]**. Juiz de Fora, 2018, v. 3, p. 1-10.

LEMOS, Maria Carmen *et al.* Building on adaptative capacity to extreme events in Brazil: water reform, participation, and climate information across four river basins. **Regional Environmental Change**, Berlim, v. 20, n. 53, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01636-3>.

MALHEIROS, Tadeu Fabrício; PROTA, Mariza Guimarães; RINCÓN, Mario Alejandro Perez. Participação comunitária e implementação dos instrumentos de gestão da água em bacias hidrográficas. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 1. p. 98-118, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.970>.

MATTIUZI, Camilla Dalla Porta. **Gestão integrada dos recursos hídricos: alocação otimizada com uso conjunto de água superficial e subterrânea para redução da escassez hídrica na bacia do Rio Santa Maria, RS.** 2018. 93f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

MORAIS, Jose Luciano Mendonca; FADUL, Élvia; CERQUEIRA, Lucas Santos. Limites e desafios na gestão de recursos hídricos por comitês de bacias hidrográficas: um estudo nos estados do Nordeste do Brasil. **REAd: Revista Eletrônica de Administração**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-2311.187.67528>.

TUNDISI, José Galizia. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, São Paulo, n. 70, p. 24-35, 2006.



# SOBRE OS AUTORES

## Organizadores

**José Irivaldo Alves Oliveira Silva:** Professor associado da Universidade Federal de Campina Grande. Foi professor visitante na Universidad de Alicante, na Espanha. Pós-doutor em Direito, pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pós-doutor em Gestão de Águas, pela Universidad de Alicante. Pós-doutor em Desenvolvimento Regional, pela Universidade Estadual da Paraíba. Pós-doutorando do Instituto René Rachou, da Fiocruz Minas Gerais, no grupo de pesquisa Privaqua. Doutor em Ciências Sociais. Doutor em Direito e Desenvolvimento. Pesquisador Produtividade do CNPq, nível 1D. Mestre em Sociologia. Editor adjunto da *Revista Ambiente e Sociedade*. Especialista em Gestão das Organizações Públicas. Especialista em Direito Empresarial. Graduado em Ciências Jurídicas. Professor colaborador do mestrado em Administração Pública, permanente no mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, ambos da UFCG, permanente no mestrado em Desenvolvimento Regional, da UEPB, e no Programa de Pós-Graduação em Ciências Jurídicas, da UFPB, mestrado e doutorado. Membro da rede de pesquisa Waterlat. Pesquisador da Rede JUST-Side (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología). Membro da Sociedade Brasileira do Design Inteligente.

**Pedro Roberto Jacobi:** Possui graduação em Ciências Sociais (1973) e em Economia (1972), pela Universidade de São Paulo. Mestrado em Planejamento Urbano e Regional pela Graduate School of Design – Harvard University (1976), doutorado em Sociologia pela Universidade de São Paulo (1986). Livre docente em Educação – USP. Foi professor da Faculdade de Educação da USP (1988-2018). É professor titular sênior do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (Procam/IEE/USP), da Universidade de São Paulo. Membro da Divisão Científica de Gestão, Ciência e Tecnologia Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente/USP. Presidente da Comissão de Pós-Graduação e coordenador do Procam/USP (1998-2000 e 2010-2012). Coordenador do Grupo de Acompanhamento e Estudos de Governança Ambiental – GovAmb/IEE. Membro do conselho e pesquisador do Núcleo de Pesquisa Incline (INterdisciplinary CLimate INvestigation Center), da USP. Membro da Integrated Assessment Society – Tias – desde 2021. Coordenador do Grupo de Estudos de Meio Ambiente e Sociedade do Instituto de Estudos Avançados da USP. Membro do Conselho Estratégico e pesquisador colaborador do IEA/USP junto ao Programa USP Cidades Globais. Coordenador do Projeto Diretrizes e Planos para a Governança e Segurança Hídrica Adaptativa: dimensões técnica, participativa e sustentabilidade, num contexto de mudanças climáticas, nas bacias hidrográficas do Alto Tietê e do Paraíba (Fapesp, 2022-2024). Coordenador do Projeto Temático (Fapesp-2017-2023). Coor-

denador conjunto de Projeto GovernÁgua Argentina, Brasil, Uruguai (2019-2022), coordenado pelo Instituto Saras com apoio do IAI. Coordenador do Projeto Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face às Mudanças Climáticas. Pesquisador do projeto Res Nexus – Água, Energia e Alimentação (Fapesp/NWO, 2016-2019). Coordenador da equipe brasileira do Projeto Bluegrass – Fapesp/ANR (2014-2018). Foi coordenador de Projeto Alfa da Comunidade Europeia sobre Governança da Água na América Latina e Europa (2005-2009). Membro do Board Internacional do Instituto Saras (South American Institute for Resilience and Sustainability Studies/Uruguai). Membro da Coordenação da Rede Regional Cambio Climático y Toma de de Decisiones. Membro do Board do Instituto Saras desde 2019. Membro do Comitê de Direção da Rede Latinoamericana do Programa sobre Mudança do Ecossistema e Sociedade (Lapecs) desde 2021. Membro da Rede Waterlat. Presidente do Conselho do Iclei-América do Sul desde 2011. Foi membro do Conselho Diretor de Greenpeace Brasil (2002-2004e 2016-2020). Editor da *Revista Ambiente e Sociedade* (Anppas) desde 1997. Membro do Conselho Editorial das revistas *Eure* (Santiago) (0250-7161), *Environmental Sociology*, *International Journal of Urban Sustainable Development*, *Organizações e Sociedade* e *Pesquisa em Educação Ambiental*. Foi presidente da Anppas (2000-2004). Foi membro do Conselho do Comitê de Meio Ambiente e Sociedade da International Sociological Association-ISA (2010-2014). Membro da Diretoria Anppas (2019-2022), como diretor de publicações.

## **Autores**

**Alana de Sousa Pinheiro:** Engenheira Ambiental em formação pela Universidade Federal de Campina Grande – *Campus Pombal* (UFCG/CCTA). Atualmente participante do projeto CNPQ “Estratégias de Operação e Mitigação de Riscos na Alocação Negociada das Águas de Reservatórios com Múltiplos Usos”, foi bolsista do Programa de Bolsas de Extensão (Probex) no projeto “Uso racional da água” (2022). Atualmente monitora a disciplina de Química Orgânica, já monitorou Cartografia e Tratamento de Águas Residuárias. Foi membro da Assessoria de Sustentabilidade do CCTA (2022-2024). Atuou no Centro Acadêmico de Engenharia Ambiental – CAEAmb como assessor de esporte e lazer (2022-2023) e como presidente geral (2023-2024). É membro da Federação Nacional das Associações de Engenharia Ambiental e Sanitária – FNEAS, na função de assessora de comunicação. Possui experiência de estágio em uma estação de tratamento de esgoto (ETE), onde a função era realizar o acompanhamento dos procedimentos do sistema de gestão ambiental (ISO 14001). Hoje é estagiária da empresa Projecte Engenharia. E-mail: [alana.sousa@estudante.ufcg.edu.br](mailto:alana.sousa@estudante.ufcg.edu.br).

**Alexandre de Araújo Gomes Júnior:** Doutorando em Administração de Empresas, na linha de Gestão de Operações e Sustentabilidade, na Escola de Administração de Empresas de São Paulo – Fundação Getulio Vargas (FGV/Eaespp), com período san-

duíche na University of Sussex. Mestre em Administração pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal de Campina Grande – PPGA/UFCG (2021) e bacharel em Administração, pela Universidade Federal de Campina Grande (2018). Temas e interesses de pesquisa: gestão sustentável de cadeias de suprimentos, desenvolvimento sustentável, tensões de sustentabilidade.

**Amauri Pollachi:** Mestre em Planejamento e Gestão do Território, pela Universidade Federal do ABC (2019), e graduado em Engenharia Mecânica (1979) e em História (1984), pela Universidade de São Paulo. Exerceu diversos cargos na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo e na Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos de São Paulo, de 1986 a 2017. Está como coordenador do Conselho de Orientação do Observatório Nacional dos Direitos à Água e ao Saneamento, pesquisador da Universidade Federal do ABC, diretor da Associação dos Profissionais Universitários da Sabesp, conselheiro da Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, da Universidade Federal de São Paulo e da Engenharia pela Democracia. Foi pesquisador do Projeto Fapesp Macroamb, presidente e vice-presidente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e coordenador do Fórum Paulista de Comitês de Bacia Hidrográficas. Possui experiência nas áreas de Saneamento, Recursos Hídricos e Meio Ambiente, com ênfase em Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos, atuando principalmente nos seguintes temas: governança das águas, saneamento básico, saneamento, direito à água, legislação da política de saneamento, infraestrutura verde e escassez hídrica.

**Ana Carolina Lima de Souza Onias:** Técnica em Enfermagem no Instituto Tecnológico da Paraíba (Itec). Graduada do curso de Engenharia Civil, pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. É membro do grupo de pesquisa Núcleo de Águas e Meio Ambiente (Nama), desempenhando projetos de pesquisa na área de recursos hídricos. Bolsista cota Fapesq-PB (2022-2023) no projeto “Simulação estocástica de vazões mensais via Floresta Aleatória e Método dos Fragmentos”. Bolsista cota CNPq (2023-2024) no projeto “Alocação negociada de água: análise de regras operacionais usadas em reservatórios isolados”. E-mail: carollsouza034@gmail.com.

**Ana Paula Koury:** Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e do Programa de Pós-Graduação da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Pós-doutora pelo Instituto de Estudos Brasileiros da Universidade de São Paulo (2018). Bolsista 2C do CNPq. Arquiteta e urbanista pela Escola de Engenharia de São Carlos – USP (1991), mestre pela mesma instituição (1999) e doutora pela FAU-USP (2005). Visiting Scholar no Research Training Group Urban Future-Making (German Research Foundation DFG, 2024). Fulbright Visiting Professor Cátedra Cuny Global Cities (Bernard and Anne Spitzer Scholl of Architecture, Fall – 2016) Membro do Grupo Assessor Especial da Diretoria de Relações Internacionais da Capes (2016-2019). Atua como parecerista *ad hoc* das agências de Fomento Fulbright, Fapesp e Capes. Consultora do Urban Institute para a elaboração do documento preparado para a

conferência da ONU para a habitação e desenvolvimento urbano sustentável (Habitat III-2016) Participa do Comitê Gestor do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia INCT Klimapolis. Coordena o Laboratório Itaim Paulista. Conselheira Suplente do CAU-SP. Atua em projeto de extensão que envolve a universidade e o poder público local. Faz parte do Corpo Editorial Internacional do *The Journal of Architecture* (Riba). Autora dos livros *Grupo Arquitetura Nova* (2003) e *Arquitetura moderna brasileira: uma crise em desenvolvimento*. Co-autora da coleção *Pioneiros da Habitação Social no Brasil* (2014) e do livro *Street matters: a critical history of twentieth-century urban policy in Brazil* (2022).

**Andréa Ferreira Leite:** Mestra pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade Estadual da Paraíba. Especialista em Gestão Pública Municipal, pela Universidade Estadual da Paraíba. Possui graduação em Administração, pela Universidade Federal de Campina Grande, e licenciatura plena em Geografia, pela Universidade Estadual da Paraíba. Técnica-administrativa da Universidade Estadual da Paraíba. Tem experiência na área de Administração, com ênfase em gestão pública, recursos humanos e suporte administrativo em coordenação de iniciação científica.

**Ângela Maria Cavalcanti Ramalho:** Graduada em Ciências Econômicas, pela Universidade Federal da Paraíba (1984). Mestre em Sociologia Rural, pela Universidade Federal da Paraíba (1997). Doutora em Recursos Naturais, pela Universidade Federal de Campina Grande (2011). Professora efetiva da Universidade Estadual da Paraíba, lotada no Departamento de Ciências Sociais, com experiência na área de Metodologia Científica, Metodologia da Pesquisa, Introdução à Sociologia e Sociologia Ambiental. Professora permanente do mestrado em Desenvolvimento Regional (UEPB). Coordenadora adjunta do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional – UEPB. Professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão de Recursos Naturais (UFCG). Pós-doutorado no Instituto de Energia e Ambiente – Universidade São Paulo. Professora pesquisadora do grupo de pesquisa Trabalho, Políticas e Desenvolvimento Regional (CNPq-UEPB). Coordenadora do Centro de Pesquisa em Regional, Big Data e Geoprocessamento (Fapesq/UEPB). Avaliadora de artigos da *Revista Sociedade e Natureza*, da Universidade Federal de Uberlândia. Revisora de texto da *Revista Eletrônica da Academia Brasileira de Direito Constitucional*. Desenvolve pesquisa, orienta monografias, dissertações e teses nas áreas: arenas e conflitos sociais pelo acesso à água, desenvolvimento local sustentável, mudanças climáticas, segurança hídrica, desenvolvimento regional.

**Antônio Carlos Leão Silva:** Possui graduação em Ciências Biológicas, pela Universidade de Guarulhos (2012), com título de bacharel e licenciado.

**Belinda Pereira da Cunha:** Professora titular da UFPB. Pós-doutora PPGD/UFSC. Estágio pós-doutoral Capes junto ao Instituto de Investigaciones Sociales da Unam.

Coordenadora do Grupo de Pesquisa CNPq “Saberes Ambientais Sustentabilidade, Impacto, Gestão e Direitos”. Cooperação técnica UFPB/UFSC. Doutorado sanduíche Capes na Università La Sapienza di Roma, Itália. Palestrante, parecerista, autora e organizadora de livros e artigos científicos.

**Bruno César Nascimento Portes:** Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo, pela Universidade de São Paulo (2015), com período sanduíche em graduação em Cultural Sciences – Leuphana Universität Lüneburg (2013), mestrado em Planejamento e Gestão do Território, pela Universidade Federal do ABC (2019), e doutorado em Ciência Ambiental, pela Universidade de São Paulo (2024). Atualmente realiza pesquisa em serviços ecossistêmicos com uma abordagem interdisciplinar da sua dimensão espacial. Seus tópicos de interesse incluem dinâmicas territoriais rurais, fluxos espaciais de serviços ecossistêmicos, sistemas socioecológicos e telecoupling.

**Bruno Conicelli:** é professor doutor do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (IGc-USP) e pesquisador do Cepasusp (Centro de Pesquisas de Água Subterrânea). Foi Senior Research Associate do Morwick G360 Groundwater Research Institute, da University of Guelph, ex-professor na Universidad Regional Amazónica (Ikiam), no Equador, e doutor em Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia), pela Universidade de São Paulo. Parte do seu doutorado foi realizado no Department of Environment and Resources Studies, Faculty of Environment, na University of Waterloo (Canadá). Fez pós-doutorado em Geociências (Recursos Minerais e Hidrogeologia), na Universidade de São Paulo. Tem atuado principalmente nos seguintes temas: águas subterrâneas, hidrogeologia, gestão dos recursos hídricos e geoprocessamento. Recebeu a menção honrosa no 13º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP, concedida pelo trabalho “Gestão do Sistema Aquífero Guarani no Brasil”, o Prêmio Aldo da Cunha Rebouças, pela co-orientação do aluno Fabio Luiz Lineu Pileggi (IGc-USP), e o reconhecimento de Investigador Emergente de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Agua de la Universidad Regional Amazónica Ikiam.

**Bruno Puga:** Professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional (Plur) da Universidade do Vale do Paraíba (Univap). Pesquisador pós-doutorado no Instituto Rene Rachou/Fiocruz. Possui graduação em Ciências Econômicas, pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2010), mestrado em Desenvolvimento Econômico, pela Universidade Estadual de Campinas (2014), e doutorado em Desenvolvimento Econômico, pela Universidade Estadual de Campinas (2018). Foi bolsista de pós-doutorado da Universidade Federal do Paraná e pesquisador visitante na University of Michigan (EUA). Coordenador do Projeto Fapesp CoProJuçara (2024-2026) e membro de diversos projetos de pesquisa Fapesp e CNPq, além do INCT Segurança Hídrica. Atualmente é resoureiro e diretor regional Sudeste da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Membro do Grupo de Estudos de Meio Ambiente e Sociedade, do Instituto de Estudos Avançados da USP,

e do Conselho Científico da *Revista Ambiente e Sociedade*. Tem experiência na área de Economia do Meio Ambiente e Economia Ecológica. Áreas de interesse: governança ambiental, política ambiental, água, saneamento, serviços ecossistêmicos, mudanças climáticas e eventos climáticos extremos.

**Camilo Allyson Simões de Farias:** É doutor em Engenharia, pela Universidade de Ehime (Japão, 2009), tendo sido pesquisador-bolsista do Ministério da Educação, Cultura, Esporte, Ciência e Tecnologia do Japão. Tem mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais (2006) e graduação em Engenharia Civil (2004), ambos pela Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Durante a graduação, foi monitor de Cálculo Diferencial e Integral I, bolsista PIBIC/CNPq, estudante de intercâmbio no Japão e estagiário da Associação Técnico Científica Ernesto Luiz de Oliveira Junior – Atecel. Foi bolsista recém-doutor na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – Funceme – e realizou pós-doutorado (PDJ/CNPq) na Universidade Federal da Paraíba – UFPB. Atualmente é professor associado IV da UFCG, atuando na graduação e na pós-graduação, com foco nas áreas de saneamento (tratamento e abastecimento de água, coleta e tratamento de esgotos, drenagem urbana e manejo de resíduos sólidos) e recursos hídricos. É membro permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental – PPGECA – e do Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – Profágua. É associado à International Association of Hydrological Sciences – IAHS – e um dos líderes do grupo de pesquisa Núcleo de Águas e Meio Ambiente – Nama. Tem conduzido diversos projetos de pesquisa e extensão, orientando discentes em níveis de graduação e pós-graduação e publicando em periódicos e eventos nacionais e internacionais. Possui experiência na gestão acadêmica e administrativa, tendo sido coordenador de laboratório (Resíduos Sólidos), coordenador administrativo da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, coordenador do curso de Engenharia Ambiental, vice-diretor do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – CCTA e vice-coordenador do Profágua, polo UFCG. Também exerceu os cargos de Vice-reitor e de secretário de Planejamento e Orçamento da UFCG, ocasião em que foi coordenador da Regional Nordeste do Fórum Nacional de Pró-Reitores de Planejamento e Administração – Forplad. E-mail: camilo.allyson@professor.ufcg.edu.br.

**Cidival Morais de Sousa:** É bacharel em Comunicação Social, pela Universidade Estadual da Paraíba (1995), estudou Ciências Sociais (1986-1990), fez especialização em Sociologia na Universidade Federal da Paraíba (1997) e doutorou-se em Geociências no Instituto de Geociências da Unicamp (2005). Fez estudos de pós-doutoramento na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), em Sociologia da Ciência e da Tecnologia (Enfoque CTS). É professor efetivo da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) e do quadro permanente dos Programas de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (PPGDR) e Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM), na mesma instituição, e colaborador do PPGCTS da UFSCar. Estuda,

investiga, publica e orienta monografias, dissertações e teses com ênfase nos seguintes temas: educação, ciência e sociedade; ciência, tecnologia, inovação e desenvolvimento regional; políticas públicas de água e saúde; economia solidária; cidades de pequeno e médio porte. É organizador, coordenador de projetos editoriais temáticos e autor de mais de vinte livros, capítulos e artigos de periódicos nacionais e estrangeiros. Coordena e participa de projetos e redes de pesquisas interdisciplinares, interinstitucionais e internacionais envolvendo questões como o acesso à água, injustiças socioambientais e saúde coletiva. Tem experiência em comunicação midiática (jornal, rádio, revista, televisão, redes sociais), gestão de editoras acadêmicas e edição de periódicos.

**Clariana Monteiro de S. Peixoto:** Graduanda em Gestão Ambiental, pela Universidade de São Paulo, e técnica em Química.

**Cláudia Fernanda Costa Estevam:** Possui graduação em Geografia, pela Universidade Estadual da Paraíba (2009), especialização em GeAmbiência e Recursos Hídricos do Semiárido, pela UEPB (2011), mestrado em Desenvolvimento Regional, pela UEPB (2014). Possui experiência em pesquisa e extensão. É professora efetiva da rede de ensino estadual e municipal há 13 anos. É membro do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba/CBH-PB e da sua atual diretoria.

E-mail: [nandaestevam1981@icloud.com](mailto:nandaestevam1981@icloud.com).

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6676462125623578>.

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-5126-1534>.

**Estela Macedo Alves:** Pesquisadora bolsista (TT4-a) no projeto Fapesp-2024/05455-0, “Desenvolvimento de metodologia de avaliação de intervenções em APP com base no Programa Córrego Limpo utilizando o referencial normativo dos Direitos Humanos a Água e ao Saneamento – DHAS” (2024). Pesquisadora associada no projeto Fapesp-2022/08396-0, “Proposta de Diretrizes e Planos para a Governança e Segurança Hídrica Adaptativa: dimensões técnica, participativa e sustentabilidade, num contexto de mudanças climáticas, nas bacias hidrográficas do Alto Tietê e do Paraíba” (2022-2024). Pós-doutora pelo Instituto René Rachou, da Fiocruz Minas Gerais, no grupo de pesquisa Privaqua (2023) e pelo Instituto de Estudos Avançados da USP (USP Cidades Globais, 2023) e pelo IEE-USP (2021). Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (Procam-IEE-USP, 2018), mestra em Arquitetura e Urbanismo, na área de Planejamento Urbano e Regional, pela FAU-USP (2009), e graduada em Arquitetura e Urbanismo (2003), também pela FAU-USP. Experiência de pesquisa sobre os temas: saneamento; meio ambiente e água; planejamento urbano e regional. Realizou estágio doutoral no Instituto HydroQuébec – Meio Ambiente, Desenvolvimento e Sociedade, na Universidade Laval, Québec, Canadá, em 2015. Foi docente nas Instituições: Universidade Nove de Julho (Uninove), no curso de Engenharia Civil, disciplinas de Hidráulica e Saneamento, e nas Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU), nos cursos de Planejamento Urbano e de Planejamento

Ambiental. Participação em entidades da sociedade civil: representante do IAB no Conselho Municipal de Meio Ambiente (2021-2023 e 2023-2025) e pesquisadora voluntária do Ondas Brasil (atual). Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2095-1818>.

**Fernando Schramm:** Atualmente é professor associado da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), com atuação no curso de graduação em Engenharia de Produção e no Programa de Pós-Graduação em Administração (PPGA/UFCG). É o atual coordenador institucional dos programas de Iniciação Científica e Desenvolvimento Tecnológico e Inovação da UFCG, junto ao CNPq e a Fapesq-PB. É fundador e líder do grupo de pesquisa e do laboratório Desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisões Sustentáveis (DeSiDeS/UFCG), que está associado ao INCT-Insid; doutor e mestre em Engenharia de Produção, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE); especialista em Gestão da Produção pelo Departamento de Engenharia de Produção da UFPE; graduado em Administração de Empresas pela Universidade Tiradentes (Unit). Atua na linha de pesquisa de organizações, desenvolvimento sustentável e indicadores de sustentabilidade com ênfase nos temas de estruturação de problemas complexos, apoio a decisão multicritério, apoio a decisão em grupo e negociação e resolução de conflitos. Como revisor, colabora com os seguintes periódicos científicos: *Journal of Cleaner Production* (desde 2019); *Revista Pesquisa Operacional* (desde 2019); *Mathematical Problems in Engineering* (desde 2020); *Computational and Applied Mathematics* (desde 2020); *Artificial Intelligence Review* (desde 2022) e *BAR: Brazilian Administration Review* (desde 2022).

**Hermes Alves de Almeida:** Pós-doutorado em Geografia Física (Universidade de São Paulo, USP, SP). Doutor em Agronomia, área de concentração Agrometeorologia/Irrigação e Drenagem, pela Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), Botucatu, SP. Mestre em Agronomia, área de concentração Agrometeorologia, Universidade de São Paulo (USP)/Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq), Piracicaba, SP. Graduado em Meteorologia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campina Grande. Pesquisador científico nas áreas de Ciências Agrárias e Ambientais, Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec/Ceplac), Órgão da Administração Direta do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (1979/2002), onde exerceu vários cargos de coordenação de pesquisa (chefe de divisão, líder de programas de pesquisa, autor/coordenador de projetos de pesquisa, dentre outras). Professor efetivo de Irrigação e Drenagem, do Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA (1997-2002). Professor Associado da Universidade Estadual da Paraíba (desde 2002), do *Campus* de Campina Grande, no Departamento de Geografia, e docente dos programas de pós-graduação em Desenvolvimento Regional (PPGDR/UEPB) e em Ciências Agrárias (PPGCA/UEPB). Pesquisador de agrometeorologia, climatologia aplicada, climatologia geográfica e em áreas afins. Chefe dos departamentos de História e Geografia (2008-2010), de Geografia (2010-2012) e

coordenador adjunto do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional (2017-2021). Proponente e coordenador adjunto do curso *lato sensu* GeoAmbiência e Recursos Hídricos do Semiárido (2010-2014). Líder de grupo de pesquisa GeoAmbiência CNPq/UEPB e membro interno do Comitê Pibic/CNPQ/UEPB. Editor assistente da *Revista Agriambi* e revisor *ad hoc* de diversos periódicos científicos. Bolsista de Produtividade de Pesquisa do CNPq – Nível 2 (2018-2021) e de pós-doutorado sênior CNPq (2021-2022).

**Hugo Morais de Alcântara:** Possui graduação em Engenharia Civil, pela Universidade Federal da Paraíba (1996), mestrado em Engenharia Civil e Ambiental (2007) e doutorado em Recursos Naturais (2013), pela Universidade Federal de Campina Grande. Atualmente é professor associado I, no *campus* de Sumé, da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil. Atua nos cursos de Engenharia de Biosistemas, Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos, Engenharia de Produção, Superior de Tecnologia em Agroecologia, Interdisciplinar em Educação do Campo e nos programas de pós-graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (ProfÁgua) e de Engenharia e Gestão de Recursos Naturais (PPGEGRN). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em hidrologia, hidráulica e hidrossedimentologia, atuando principalmente nos seguintes temas: erosão e produção de sedimentos, gestão de recursos hídricos, hidrologia do semiárido, hidráulica de canais aluviais, uso e conservação de solos, ciências ambientais e em recuperação de áreas degradadas.

**Isabela Minelli D’Andréa:** Advogada graduada pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, especialista em Ciência Política. Formada agente socioambiental urbano pelo programa Carta da Terra, da Universidade Aberta do Meio Ambiente e da Cultura de Paz (Umapaz), da Secretaria do Verde e Meio Ambiente de São Paulo. Conselheira do Conselho Consultivo da Área de Proteção Ambiental da Várzea do Rio Tietê. Membro da Comissão de Defesa dos Direitos da Criança e do Adolescente da OAB-SP e conselheira do Conselho Regional de Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Cultura de Paz do Aricanduva, Vila Formosa e Vila Carrão. Atualmente atua na área de advocacy e direitos humanos do Instituto Alana, integrando a equipe de um projeto que visa o desenvolvimento local e a integração e efetivação das temáticas do direito à cidade em uma região do extremo leste de São Paulo.

**Jessica Fernandes:** Graduada (2017), e mestranda em Arquitetura e Urbanismo, pela Universidade São Judas Tadeu, com linha de pesquisa em Gestão do Espaço Urbano e Sustentabilidade. Integra, como pesquisadora, o Laboratório Itaim Paulista (Real World Lab), um projeto de extensão da Universidade São Judas Tadeu com objetivo de estudar, compreender e colaborar com as dinâmicas da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Lageado, no Itaim Paulista em São Paulo. Integrante do projeto Cidade, Infraestrutura e Adaptação às Mudanças do Clima – Ciam Clima, (Processo 221074). Participa do projeto Sprint sobre micromobilidade e sustentabilidade, TU Delt/USJT. Integra

como diretora, de forma voluntária, a ARQCOOP+, primeira cooperativa multidisciplinar no Brasil, fundada em 2018, com foco em projetos arquitetônicos sociais. Possui experiência em pesquisa de iniciação científica no campo de Políticas Públicas e Urbanismo Social e elaboração de projetos residenciais, comerciais e corporativos.

**Laís Cristina Malaquias Avelino:** Arquiteta e urbanista formada pela Universidade São Judas Tadeu (2021), com especialização em Urbanismo Social, Gestão Urbana e Políticas Públicas pelo Insper (2023). Atua como articuladora comunitária no Instituto Alana, com foco no desenvolvimento urbano sustentável e inclusivo no Jardim Pantanal, São Paulo. Conselheira do Conselho Participativo Municipal de São Paulo (2022-2024), integra a equipe técnica de elaboração do Plano de Bairro e do Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do Jardim Pantanal. Atualmente cursa a pós-graduação Cidades em Disputa: Pesquisa, Histórias e Processos Sociais na Escola da Cidade.

**Léia Lobo de Souza Carvalho:** Possui graduação em Medicina Veterinária, pela Universidade Estadual de Santa Cruz (2006). Em 2006, ingressou no Ibama como analista ambiental, trabalhando no estado do Pará. Desde 2009, está no Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, na gestão de unidade conservação, em exercício atualmente na Floresta Nacional da Restinga de Cabelado, na Paraíba.

**Leila Maria Vendrametto:** Doutoranda em Ciência Ambiental no Instituto Energia e Ambiente, da Universidade de São Paulo, possui graduação em Comunicação em Múltiplos Meios (2007), licenciatura e bacharelado em Geografia (2015), pela PUC de São Paulo, e especialização *lato sensu* em Ecologia, Arte e Sustentabilidade (2012), pela Unesp. Pesquisadora do projeto de emergência climática vinculado ao Incline IAG/USP e do “Proposta de Diretrizes e Planos para a Governança e Segurança Hídrica Adaptativa: dimensões técnica, participativa e sustentabilidade, num contexto de mudanças climáticas, nas bacias hidrográficas do Alto Tietê e do Paraíba”, projeto Fapesp 2022-08396-0 e 2023/10455-7, em parceria com UFCG/UPB/IFPB/UEPB, apoiado pela Fapesq/PB. Também é coordenadora do Urbanizar e líder de Natureza no Instituto Alana. Atualmente representa a sociedade civil organizada, como conselheira no Conselho Consultivo da APA da Várzea do Rio Tietê (CCAPAVRT/biênios 2018-2020; 2020-2022 e 2022-2024), e é coordenadora da Câmara Técnica de Educação Ambiental do CCAPAVRT.

**Luciano Abbamonte da Silva:** Arquiteto e urbanista e artista plástico de formação, com ênfase em produção literária e musical. Atualmente desenvolve pesquisa de pós-doutorado intitulada “Criando Instrumentais para a Resiliência Urbana: o caso da Bacia do Lageado”, em colaboração com o Laboratório Itaim Paulista, da Universidade São Judas Tadeu. Trata-se de uma temática multidisciplinar que une arranjos de governança, modelagem hidrológica e soluções baseadas na natureza, que busca responder aos desafios impostos pela mudança climática em curso.

**Maria de Lourdes Saturnino Gomes:** Técnica em Recursos Naturais pelo antigo Cefet-PB, com enfoque na área de meio ambiente e sustentabilidade. Graduada em Tecnologia em Agroecologia pelo IFPB, *Campus* Picuí, atuando na área de pesquisa em Projeto de Assentamento e Comunidades Rurais do Município de Picuí e, como bolsista (CNPq) de Auxílio Iniciação ao Extensionismo (IEX) pelo NEA – Núcleo de Estudos em Agroecologia, IFPB – *Campus* Picuí, desenvolvendo pesquisa e extensão. Ainda pelo NEA, atuou como extensionista, desenvolvendo a função de coordenadora de atividades dos bolsistas e voluntários, com bolsa EXP-C. Durante o mestrado em Ciências Agrárias (Agroecologia), na UFPB, *Campus* III – Bananeiras, na área de Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, atuou como extensionista e pesquisadora em política territorial e políticas públicas para o desenvolvimento rural. Atuou na área de Educação Profissional e Tecnológica, como prestadora de serviço da Secretaria de Estado da Educação e da Ciência e Tecnologia da Paraíba, ocupando a cargo de coordenadora e professora da Base Técnica do Curso Técnico Integrado em Agroecologia. Atualmente é doutoranda do Programa de Pós-Graduação de Engenharia e Gestão de Recursos Naturais, UFCG – *Campus* I.

**Osmar Faustino de Oliveira:** Doutor em Desenvolvimento Regional e Agronegócio, pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), mestre em Desenvolvimento Urbano, pela Universidade Federal de Pernambuco (2019). Especialista em Gestão Escolar e Coordenação Pedagógica – Faculdade Intervale (2023). Especialista em Metodologia do Ensino da História e da Geografia – Faculdade Famart (2023). Especialista em Educação Ambiental e Geografia do Semiárido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN (2022). Especialista em Psicopedagogia Institucional, Clínica e Educação Especial pela Faculdade Venda Nova do Imigrante – Faveni (2021). Especialista em Gestão em Finanças Empresariais – Fael (2020). Especialista em Projetos Sociais e Políticas Públicas, pela Faculdade de Ciências Humanas Esuda – FCHE (2018). Especialista em Mercado de Capitais, pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2017). Bacharel em Ciências Econômicas, pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (2015). Licenciatura Plena em Pedagogia, pela Faculdade Intervale (2023). Licenciado em Geografia Etep (2024). Atualmente faz pós-doutorado no Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional, na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), sob a supervisão do professor Dr. José Irivaldo Alves de Oliveira Silva.

**Oswaldo Aly Júnior:** Possui graduação em Agronomia, pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (Esalq) – USP (1985), mestrado em Ciência Ambiental pelo Procam-USP (2000), e doutorado em Geociências e Meio Ambiente pelo IGc-USP, com pesquisa sobre o consumo de água subterrânea na agropecuária e segurança hídrica no meio rural no Brasil. Tem experiência em pesquisa, desenvolvimento e avaliação de políticas públicas na área de desenvolvimento rural, segurança alimentar,

comercialização e gestão de recursos hídricos no espaço rural. Atua como profissional e pesquisador e consultor em estudos relacionados com os recursos hídricos e meio ambiente em sua interface com o desenvolvimento. Atua em projetos de compensação socioeconômica e ambiental. É pesquisador do Núcleo de Pesquisas, Estudos e Documentação no Meio Rural (Nupedor), junto ao curso de pós-graduação em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente da Uniara. É pesquisador convidado do Centro de Estudos em Águas Subterrâneas – Cepas-USP e do GovAmb (IEE-USP).

**Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli:** Professor associado 3 da Universidade de São Paulo. Mestre em Ciência Ambiental pela Universidade de São Paulo (1997), doutorado em Economia Aplicada ao Meio Ambiente, na Unicamp (2005), pós-doutorado em Gestão Recursos Hídricos na Univ. Wageningen e livre docência pela Universidade de São Paulo (2018). Possui pós-graduação em Environmental Management pela TU Dresden. É coordenador do Procarn – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – (Nota 7 no Capes) e credenciado no programa de Modelagem de Sistemas Complexos (SCX/EACH/USP). Atua nas áreas de economia ecológica e gestão de recursos hídricos e mudanças climáticas.

**Paulo da Costa Medeiros:** Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba – *Campus II* (1995), mestrado em Engenharia Civil, pela Universidade Federal da Paraíba – *Campus II* (1997) e doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Federal de Campina Grande (2011). Atualmente é associado III da Universidade Federal de Campina Grande. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Engenharia Hidráulica. Atua principalmente nos seguintes temas: transformada de Wavelet Contínua, hidrograma e gestão de recursos hídricos.

**Ricardo Hirata:** Professor titular do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (USP), ex-diretor do Cepas-USP (Centro de Pesquisas de Água Subterrânea) e vice-presidente da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (Abas). É membro da Coordenação de Área em Geociências da Fapesp e do IWA-Groundwater Management Team. É professor visitante da Chang'an University (China). É geólogo pela Unesp. Desenvolveu o seu doutorado e mestrado na USP e o pós-doutorado na Universidade de Waterloo (Canadá). Foi consultor da Unesco, da International Atomic Energy Agency (Iaea) e da Organização Pan Americana da Saúde (Opas/OMS), membro assessor em Águas Subterrâneas do Banco Mundial (GW-Mate) e professor visitante na University of Calgary (Canadá) e na Universidad de Costa Rica (Programa Cara Canadá-Costa Rica). Foi hidrogeólogo sênior do Instituto Geológico (São Paulo), hidrogeólogo residente do Cepis-Organização Mundial da Saúde (Peru) e hidrogeoquímico chefe do Departamento de Águas e Energia Elétrica (São Paulo). Com quarenta anos de experiência, tem trabalhado intensivamente com recursos hídricos e águas subterrâneas no Brasil e em mais de trinta países, auxiliando empresas, universidades e governos no trato dos recursos hídricos, inclusive ministrando cursos profissionais. Foi nominado

Cidadão Honorário de Sucre (Bolívia) e de Santo Domingo (República Dominicana), Hidrogeólogo Distinguido da América Latina (Alshud) e recebeu reconhecimento pelos serviços prestados à hidrogeologia brasileira (Abas). Tem registrada uma patente no Brasil (Eucalyremediation). Teve sob sua orientação mais de 114 estudantes, incluindo 23 mestrados, 17 doutorados, 5 pós-doutorados. Desde 1984, tem vários trabalhos publicados em hidrogeologia, incluindo manuais de referências e livros para a Opas/OMS, Banco Mundial e Unesco, traduzidos em inglês, espanhol e português, que são usados para embasar legislações de gerenciamento dos recursos hídricos em vários países. Desde 2011, é Editor associado do *Bulletin of Water Resources and Development* e do *Groundwater Resources and Management*. É pesquisador 1B do CNPq.

**Riciane Pombo:** Arquiteta Urbanista pela Universidade Mackenzie (2008). Disciplinas de pós-graduação ministradas: Justiça Climática, Cidades e Desigualdades Ambientais, Instituto de Energia e Ambiente IEE/USP, São Paulo, Brasil (2024); Mudanças Climáticas e Redução de Emissões, Instituto de Energia e Ambiente IEE/USP, São Paulo, Brasil (2024); Amazônia Indígena, Ribeirinha, Urbana, FAU/USP, São Paulo, Brasil (2024); Desenho Ambiental, FAU/USP, São Paulo, Brasil (2015) e Projeto de Arquitetura de Infraestruturas Urbanas Fluviais, FAU/USP, São Paulo, Brasil (2018). Especialista em Recursos Paisagísticos, pela Escola Municipal de Jardinagem da SVMA (2013). Cursos técnicos: Drenagem Urbana Sustentável e Soluções Baseadas na Natureza Reino Unido, Índia e Brasil, Ciam Clima Cidades, Infraestrutura e Mudança do Clima, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, Brasil (2023); Gerenciamento de Recursos Hídricos no Estado de São Paulo. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, Cetesb (2021), Gerenciamento de Áreas Contaminadas – Aspectos Legais e Metodológicos, Centro de Estudos Jurídicos Lúcia Maria Moraes Ribeiro de Mendonça, da Procuradoria-Geral do Município de São Paulo, Brasil (2021), Gestão Ambiental, Gestão da Sustentabilidade, Gestão de Projetos, Empreendedorismo e Gestão de Escritórios de Arquitetura. É cocriadora do Movimento Fórum Verde Permanente (2019), foi diretora de meio ambiente na organização AVM – Associação de Moradores de Vila Mariana (2020-2022) e membro do Conselho Gestor do Parque Casa Modernista (2019-2021). Foi membro do Conselho Gestor do Parque Ibirapuera (2015-2017), atuando na criação e implantação de ações e projetos para a melhoria e conservação de espaços do parque, sendo coautora do Projeto Recuperação da Qualidade de Água dos Lagos do Parque Ibirapuera (2015) e Proposta de Elaboração do Plano Diretor do Parque durante o processo de concessão. Tem vasta experiência em elaboração e desenvolvimento de projetos de arquitetura e paisagens, como parques, praças e projetos de recuperação de cursos de água, além de sistemas de drenagem e captação de águas pluviais para loteamentos, edifícios e subdivisões, aplicando princípios de infraestrutura verde e SbN. Atualmente é diretora da Guajava Arquitetura da Paisagem e Urbanismo, sendo a arquiteta urbanista responsável pelos projetos de paisagismo de dezesseis Cadernos de Bacias Hidrográficas da Prefeitura de São Paulo, realizados pela

Fundação Tecnológica do Centro de Hidráulica (FCTH), em parceria com a Guajava Arquitetura da Paisagem e Urbanismo. De outubro de 2020 a dezembro de 2023, foi assessora e coordenadora na Coordenação de Povos Indígenas (Copind), da Secretaria Municipal de Direitos Humanos e Cidadania (SMDHC).

**Vanessa Batista Schramm:** Atualmente é professora associada da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), da área de Pesquisa Operacional, atua no curso de graduação em Engenharia de Produção e no Programa de Pós-Graduação em Administração da UFCG. É fundadora e coordenadora do DeSiDeS (Desenvolvimento de Sistemas de Apoio à Decisões Sustentáveis), laboratório associado ao INCT-Insid. Além das atividades acadêmicas, é membro do Comitê Executivo do IEEE R9 (América Latina e Caribe) e chair do IEEE Women in Engineering Seção Nordeste Brasil. Doutora em Engenharia de Produção pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco (PPGEP/UFPE); mestra em Engenharia de Produção pelo PPGEP/UFPE; possui especialização em Engenharia de Software pelo Centro de Informática da UFPE (CIn/UFPE); graduação em Engenharia Elétrica com ênfase em Controle e Automação pela UFCG. Como revisora, colabora com os seguintes periódicos científicos: *Journal of Environmental Management* (desde 2011); *Revista Produção* (desde 2013); *Mathematical Problems in Engineering* (desde 2016); *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* (desde 2017) e *Systemic Practice and Action Research* (desde 2021). Atua na linha de pesquisa operacional com ênfase nos temas: decisão em grupo, negociação e apoio a decisão multicritério. É IEEE Senior Member. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9276-5251>.  
Researcher ID: <http://www.researcherid.com/rid/I-9083-2012>.  
Scopus: <https://bit.ly/4mFzpa2>.

**Vanessa Empinotti:** Desenvolve pesquisa em governança socioambiental, com foco em insegurança hídrica, relações entre o rural e o urbano e planejamento territorial a partir da perspectiva da Ecologia Política. Atualmente é professora adjunta de Planejamento e Política Rural na Universidade Federal do ABC, onde é vinculada ao Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, ao Bacharelado em Planejamento Territorial e ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território. Colabora como pesquisadora associada no Laboratório de Justiça Territorial – LabJuta – da UFABC, onde coordena o grupo de pesquisa eco.t – Ecologia Política, Planejamento e Território. Sua pesquisa utiliza a perspectiva da Ecologia Política para analisar arranjos institucionais, governança ambiental e relações de poder. Atualmente, seu foco é no estudo das estratégias de acesso à segurança hídrica desenvolvidas por populações não servidas pelo sistema de abastecimento de água; territórios hidrossociais e o planejamento territorial; a gentrificação rural e o acesso aos recursos naturais. Possui publicações em diversas revistas e livros nacionais e internacionais, além de participar de projetos e redes internacionais como Xingu: Integrando o planejamento do uso da terra e a gover-

nança da água na Amazônia: em busca da melhoria da segurança hídrica na fronteira agrícola do Mato Grosso 2013-2017 (Belmont Forum), Securing water for megacities: an analysis of water governance and scarcity in São Paulo Metropolitan Region 2015-2017 (British Academy), Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista 2017-2022 (Temático Fapesp) e da rede Household Water Insecurity experiences – HWIE (National Science Foundation). É também editora adjunta da *Revista Ambiente e Sociedade*, além de parecerista em outros periódicos e agências de fomento. Vanessa é doutora em Geografia, com especialização em Desenvolvimento Sustentável, pela Universidade do Colorado, em Boulder, EUA, mestre em Ciência dos Solos, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), e graduada em Agronomia, pela Universidade Federal do Paraná (UFPR).

**Zenaida Lauda-Rodriguez:** Pós-doutora no Programa USP Cidade Globais, do Instituto de Estudos Avançados (IEA), da Universidade de São Paulo. Doutora em Ciência Ambiental, pela Universidade de São Paulo (Procam-USP). Possui graduação em Direito, pela Universidade Nacional do Altiplano (UNA)-Puno-Peru (Revalidado pela Faculdade de Direito da USP). Com experiência e atuação nas áreas de Direitos Humanos, Direito Ambiental, Ciência Ambiental e Migração. Integra a rede de pesquisadores Resama – Rede Sul Americana para as Migrações Ambientais e a rede Waterlat Gobacit. Membro do grupo de extensão ProMigra (Projeto de Promoção dos Direitos de Migrantes), da Faculdade de Direito da USP. Membro da Secretaria Executiva Editorial da *Revista Ambiente e Sociedade*, desde 2017. Ganhadora do Prêmio Anppas Tese 2019, concedido pela Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Tem interesse nos seguintes temas: ciência ambiental, mudança climática, direito ambiental, direitos humanos, migração ambiental, riscos, princípio da precaução, conflitos socioambientais, ecologia política, justiça ambiental e decolonialidade. E-mails: zeni.lauda.rodriguez@gmail.com/zeni18@hotmail.com.

**ACESSE O SITE DO PROJETO:**



<b>Título</b>	Segurança hídrica: governança, ação e participação
<b>Organizadores</b>	José Irivaldo Alves Oliveira Silva Pedro Roberto Jacobi
<b>Assistência Editorial</b>	Andressa Marques Juliana Oliveira
<b>Capa</b>	Thiago Panegassi
<b>Projeto Gráfico</b>	Vanessa Menegatti Fonseca
<b>Preparação</b>	Andressa Marques
<b>Revisão</b>	Marcia Santos
<b>Formato</b>	16x23
<b>Número de Páginas</b>	312
<b>Tipografia</b>	Adobe Garamond Pro
<b>Papel</b>	Alta Alvura Alcalino 75g/m <sup>2</sup>
<b>1ª Edição</b>	Julho de 2025

---

Caro Leitor,  
Esperamos que esta obra tenha  
correspondido às suas expectativas.

Compartilhe conosco suas dúvidas e sugestões:

sac@editorialpaco.com.br

 11 98599-3876

---

## Publique sua obra pela Paco Editorial

EDIÇÃO DE QUALIDADE, DIVULGAÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO NACIONAL



### Teses e dissertações

Trabalhos relevantes que representam contribuições significativas para suas áreas temáticas.



### Grupos de estudo

Resultados de estudos e discussões de grupos de pesquisas de todas as áreas temáticas.



### Capítulo de livro

Livros organizados pela editora dos quais o pesquisador participa com a publicação de capítulos.



### Técnicos e Profissionais

Livros para dar suporte à atuação de profissionais das mais diversas áreas.

Envie seu conteúdo para avaliação:

[livros@pacoeditorial.com.br](mailto:livros@pacoeditorial.com.br)

11 4521-6315  
 11 95394-0872

[www.editorialpaco.com.br/publique-na-paco/](http://www.editorialpaco.com.br/publique-na-paco/)

**Todo mês novas chamadas são abertas:**

[www.editorialpaco.com.br/capitulo-de-livros/](http://www.editorialpaco.com.br/capitulo-de-livros/)

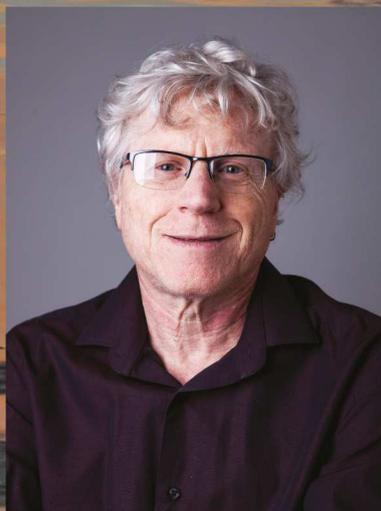
---

Conheça outros títulos em  
[www.pacolivros.com.br](http://www.pacolivros.com.br)

---

PACO  EDITORIAL

Av. Carlos Salles Block, 658  
Ed. Altos do Anhangabaú – 2º Andar, Sala 21  
Anhangabaú - Jundiaí-SP - 13208-100



### **Pedro Roberto Jacobi**

Possui graduação em Ciências Sociais (1973) e em Economia (1972) pela Universidade de São Paulo. Mestrado em Planejamento Urbano e Regional pela Graduate School of Design - Harvard University (1976). Doutorado em Sociologia pela Universidade de São Paulo (1986). Livre docente em Educação-USP. Foi professor da Faculdade de Educação da USP (1988-2018). É professor titular sênior do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (Procam/IEE/USP) da Universidade de São Paulo. Membro da Divisão Científica de Gestão, Ciência e Tecnologia Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente/USP. Presidente da Comissão de Pós-Graduação e Coordenador do Procam/USP (1998-2000 e 2010-2012). Coordenador do Grupo de Acompanhamento e Estudos de Governança Ambiental - GovAmb/IEE. Membro do conselho e pesquisador do Núcleo de Pesquisa Incline (INterdisciplinary CLimate INvestigation Center) da USP. Coordenador de diversos projetos com instituições nacionais e internacionais.



### **José Irivaldo Alves Oliveira Silva**

Professor associado da Universidade Federal de Campina Grande. Foi professor visitante na Universidade de Alicante. Pós-doutor em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pós-doutor em Gestão de Águas pela Universidad de Alicante, Espanha. Pós-doutor em Desenvolvimento Regional pela Universidade Estadual da Paraíba. Pós-doutorando do Instituto René Rachou, Fiocruz Minas Gerais, no Grupo de Pesquisa Privaqua. Doutor em Ciências Sociais. Doutor em Direito e Desenvolvimento. Pesquisador Produtividade do CNPq, nível 1D. Mestre em Sociologia. Editor Adjunto da *Ambiente Sociedade*. Especialista em Gestão das Organizações Públicas. Especialista em Direito Empresarial. Graduado em Ciências Jurídicas. Professor colaborador do mestrado em Administração Pública, permanente no mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, ambos da UFCG, permanente no Mestrado em Desenvolvimento Regional, da UEPB e no Programa de Pós-Graduação em Ciências Jurídicas da UFPB, mestrado e doutorado. Coordena projetos nacionais e internacionais.



O projeto que deu origem ao presente livro teve por base a contextualização das realidades hídricas de duas regiões, Bacia do Rio Paraíba e Bacia do Alto Tietê, situadas nos estados, respectivamente, da Paraíba e de São Paulo, cada vez mais afetadas pela escassez hídrica, com suas especificidades associadas à segurança hídrica. Partimos do pressuposto de uma governança adaptativa e da sustentabilidade para priorizar o desenvolvimento e a aplicação de tecnologias sociais. Estas promovem empoderamento e diálogo com diferentes segmentos da sociedade face às mudanças climáticas em contextos urbanos e periurbanos. Tivemos como objetivo central, de um lado, investigar e analisar práticas e planos, e, de outro, desenvolver e propor diretrizes e planos de ação de segurança hídrica adaptativa, que incluía as dimensões técnica, participativa e de sustentabilidade como pilares na formulação de uma dinâmica de governança hídrica, em contexto de mudanças climáticas, discutindo diretrizes para a atuação dos múltiplos atores nas bacias hidrográficas escolhidas. Portanto, os capítulos aqui apresentados tem relação direta e indireta com a discussão acerca da segurança hídrica nesses territórios.

### Realização



### Apoio



### Parceria



**UEPB**  
Universidade  
Estadual da Paraíba



**Univap**  
Universidade do Vale do Paraíba



**INSTITUTO  
FEDERAL**  
Paraíba

ISBN 978-85-462-2977-2



9 788546 229772

 /PacoEditorial

 @PacoEditorial

 @Paco\_Editorial