



## POLÍTICAS PÚBLICAS PARA GESTÃO ADAPTATIVA DE RECURSOS HÍDRICOS NA BACIA HIDROGRÁFICA TIETÊ-JACARÉ

Katia Sakihama Ventura, UFSCar/PPGEU e Diretoria CBH-TJ, [katiasv@ufscar.br](mailto:katiasv@ufscar.br)

Laura de Oliveira Battistini Pestana UFSCar/PPGEU, [laura.pestana2201@gmail.com](mailto:laura.pestana2201@gmail.com)

Érica Rodrigues Tognetti, Diretoria CBH-TJ, [comitetj@yahoo.com.br](mailto:comitetj@yahoo.com.br)

Jozrael Henriques Rezende, Fatec-Jahu/ CEETEPS, [jozrael.rezende@fatec.sp.gov.br](mailto:jozrael.rezende@fatec.sp.gov.br)

Paulo Vaz Filho, Faculdades Integradas Araraquara/UNASP, [paulo@villeengenharia.com.br](mailto:paulo@villeengenharia.com.br)

Ricardo Salaro Neto, Diretoria CBH-TJ, [gabinete@saomanuel.sp.gov.br](mailto:gabinete@saomanuel.sp.gov.br)

### Resumo

A escassez hídrica, o uso crescente pelos recursos hídricos, a poluição ambiental e a vulnerabilidade socioeconômica são alguns dos fatores que impactam a segurança da água. O principal objetivo foi formular diretrizes para políticas públicas à gestão das águas na bacia hidrográfica Tietê-Jacaré. Para isso, foram consultados dados primários e secundários, a partir da análise exploratória e estudo de caso. Ao longo de 25 anos (1998-2023), os principais recursos do FEHIDRO foram destinados a Esgotamento Sanitário (22,7%), Manejo de Águas Pluviais (16,8%), Perdas de Água na Rede de Distribuição (12,1%) e outros. O valor médio investido pelos municípios com recursos FEHIDRO foi de R\$97 por habitante. A maioria dos municípios (94,1%) do comitê Tietê-Jacaré foi o principal tomador desse recurso. Das 20 diretrizes propostas para gestão adaptativa, destaca-se o desafio “Governança da água para resiliência climática, sistemas de informações e conectividade com a população da bacia” que visa a elaboração de indicadores para gestão adaptativa e sistema de monitoramento da resiliência climática na bacia, além da capacitação de corpo técnico local e de desenvolvimento de plataforma de informação digital.

**Palavras-chave:** recursos hídricos, bacia hidrográfica, indicadores, mudanças climáticas, resiliência urbana.

### 1. Introdução

No âmbito dos recursos hídricos, a gestão adaptativa possui abordagem holística, a partir de aspectos interdisciplinares e da participação popular e de organizações com múltiplos pontos de vista. Diferentemente da abordagem convencional, a gestão adaptativa reconhece as incertezas presentes na gestão das águas e não se limita às soluções de infraestrutura de abastecimento, mas às relações existentes na natureza (ALLAN; XIA; PAHL-WOSTL, 2013; ROSSI; PERES, 2023).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Desta forma, para o desenvolvimento da gestão adaptativa, os modelos de gestão convencionais não são suficientes e podem trazer um conceito mais complexo que é a abordagem Nexus WEF (Water, Energy, Food) para lidar com os recursos hídricos, pois ao passo que se investe em melhorias em um eixo, pode-se desencadear reações negativas em outros setores, diretamente conectados com o uso da água. Por exemplo, uma área ocupada por comunidade tradicional que adota uso sustentável para subsistência ser totalmente destinada ao plantio de espécies arbóreas para conversação de rios e demais cursos d'água. Neste caso, cabe uma análise integrada, com abordagem Nexus, sobre a possibilidade de ambas as demandas (plantio e uso sustentável da terra) serem adotadas como factíveis ao invés da retirada da população tradicional, que pode implicar em desarranjo sociocultural.

É preciso integrar o conhecimento científico existente com o gerenciamento dos recursos hídricos. Processos de aprendizagem social permitem a construção de consensos gradativos entre os atores da bacia envolvidos, fortalecendo os processos de tomada de decisão e de governança da água. Neste sentido, os comitês de bacia possuem papel relevante no planejamento integrado, pois apesar das dificuldades operacionais, eles contribuem de forma significativa para que sejam atingidos os objetivos das políticas estaduais e nacional de recursos hídricos, permitindo o atendimento das demandas dos usuários da bacia de forma equânime, sem comprometer a disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos (MESQUITA, 2018).

Os comitês paulistas promovem uma certa organização pela demanda do uso da água para diversos usuários, por meio do Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) do estado de São Paulo. O DAEE gerencia os recursos e os aplica nos municípios da própria bacia pelas Deliberações de cada Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), único instrumento legal para isso. Desta forma, essa forma de gerenciamento torna-se mecanismo efetivo de planejamento integrado e participativo com sociedade civil e prefeituras, além do estado paulista nos comitês.

Neste contexto, o CBH Tietê-Jacaré torna-se foco do estudo por sua posição significativa na esfera estadual, pela diversidade de uso da bacia (industrial, agrícola, urbano, rural e outros) e pela reflexão preliminar sobre os desafios à resiliência climática, pouco explorado na esfera nacional.

A hipótese central da pesquisa consistiu no entendimento de que a gestão dos recursos hídricos se torna efetiva pelos CBHs quando há instrumentos de avaliação de projetos e ações beneficiados ao mesmo tempo, quando há o conhecimento dessas informações pelos municípios pleiteados aos participantes do referido CBH e sociedade em geral, bem como a formulação de políticas públicas possa contribuir para o planejamento adaptativo a longo prazo. Neste contexto, as questões-chave que conduziram o estudo foram:

- a) Quais os segmentos por municípios que foram beneficiados ao longo de 25 anos de recursos do FEHIDRO?
- b) quais as principais áreas que receberam investimentos neste período?
- c) qual o valor médio investido por habitante em cada município (R\$/hab.)?



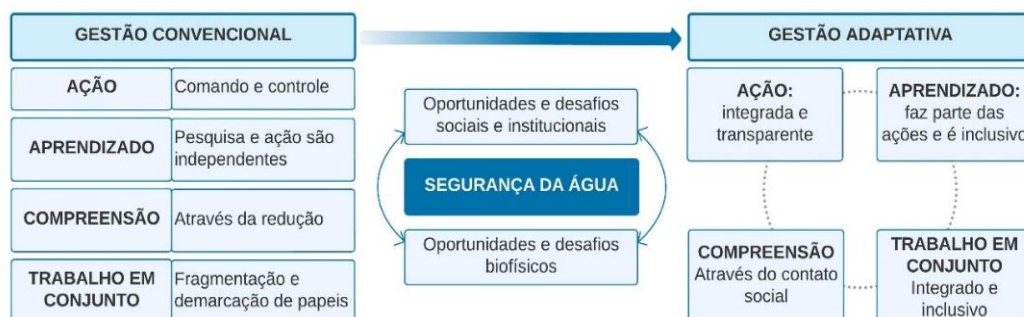
O objetivo geral foi formular diretrizes para políticas públicas à gestão das águas na bacia hidrográfica Tietê-Jacaré. A principal contribuição deste artigo foi inserir o conceito de gestão adaptativa para resiliência climática, considerando os principais desafios do CBH-TJ e investimentos viabilizados pelo FEHIDRO no período de 1998 a 2023, bem como os pontos frágeis da bacia, contidos no Relatório de Situação CBH-TJ 2023 e discutidos neste artigo.

## 2. Gestão adaptativa como avanço à forma de planejamento dos recursos hídricos

Frente aos desafios relacionados à gestão da água e à complexidade dos sistemas hídricos, uma das principais estratégias para o fortalecimento da resiliência desse setor é a gestão adaptativa (FERNANDES; STUDART, 2022). O conceito tem origem nas proposições do ecologista C.S. Holling para o desenvolvimento de estudos que contemplam as relações entre o estresse e a resiliência ecológica. Para ele, os ecossistemas são complexos, interconectados e dinâmicos, tornando-se necessários métodos de gestão para monitoramento e adaptação às incertezas oriundas das mudanças enfrentadas (HOLLING, 1978).

A gestão adaptativa (Figura 1) considera os avanços tecnológicos, inovações digitais, a participação pública no processo de tomada de decisão, condições climáticas, ambientais e socioeconômicas. Também faz parte do processo, a consideração das conexões entre os setores de água, energia e alimento (também conhecida como abordagem Nexus-AEA) de forma a articular as estratégias de desenvolvimento de cada campo (ROSSI; PERES, 2023).

Figura 1 – Gestão convencional e gestão adaptativa com foco nos sistemas de recursos hídricos



Fonte: Adaptado de Allan, Xia e Pahl-Wostl (2013).

Observa-se que os aspectos (Ação, Aprendizado, Trabalho integrado e Compreensão) estão conectados na visão da gestão adaptativa e, assim, pode-se atingir a segurança hídrica tanto de quantidade quanto de qualidade, exigida pelos padrões de potabilidade (Figura 1). Nesse contexto,



essa abordagem tem se apresentado como um importante mecanismo para o alcance do desenvolvimento sustentável na escala global, regional e local (AKAMANI, 2020). Entre as vantagens, destaca-se a capacidade proativa do sistema antecipar sua resposta às mudanças ao invés de lidar com os impactos após a sua ocorrência, como é o caso da escassez hídrica nos períodos de seca e, as enchentes e inundações nos períodos de chuva intensa (ROSSI; PERES, 2023; YANG *et al.*, 2020).

Sendo assim, a gestão adaptativa apresenta um papel significativo na análise dos sistemas de hídricos e resolução de problemas de segurança hídrica em cenários de transformações. No contexto das bacias hidrográficas, sua adoção pode resultar em redução da vulnerabilidade e risco dos recursos hídricos, bem como aumentar sua resiliência (YANG *et al.*, 2023).

No campo da gestão adaptativa para segurança hídrica e formas de conectar a relação do uso da água com outros setores de análise integrada para resiliência climática e sustentabilidade no meio urbano, destacam-se os estudos de Hoff (2011), Pahl-Wostl (2011), Hostetler *et al.* (2011), Glaser (2012), Rasul; Sharma (2015), Tanner *et al.* (2015); Pandit *et al.* (2017), Pahl-Wostl (2017), Zhang *et al.* (2019) e WRC-Water Research Commission (2020).

Foram propostos métodos e indicadores em escala nacional e estadual. Entretanto, até o presente momento, não foram identificados estudos científicos e recomendações com a abordagem Nexus para gestão de recursos hídricos em escala municipal e regional como meio de monitoramento do avanço das ações do comitê em outros setores de conexão WEF à resiliência climática. Neste caso, a gestão sustentável abarca a relevância ambiental e social, além dos aspectos econômicos da bacia hidrográfica.

### 3. Gestão sustentável dos recursos hídricos em comitês de bacia hidrográfica

A gestão sustentável dos recursos hídricos visa regular as interações hidrológicas e ecossistêmicas com a sociedade, mantendo o equilíbrio, as funções e a resiliência dos ecossistemas fluviais, ao mesmo tempo que protege as pessoas e os bens contra alagamentos e inundações, sob a ótica da visão integrada e sistêmica (ZALEWSKI, 2010). Isso implica na adoção do manejo adaptativo dos recursos naturais, isto é, metodologia que reconhece as mudanças e a dinâmica dos recursos naturais a serem manejados, e exige dos gestores ajustes contínuos conforme a alteração do meio, a partir do aprendizado e a interação entre o sistema social e natural.

A gestão de bacias hidrográficas por meio de comitês é fundamental para a mediação entre a oferta e a demanda qualitativa e quantitativa de água para os usos urbanos, industriais, agrícolas, de lazer, entre outros. A gestão exitosa pelos comitês, entretanto, depende da identificação e compreensão das características naturais, socioeconômicas e demográficas da bacia e da capacitação dos representantes para formatar adequadamente as práticas adotadas pelos comitês. Avaliações relacionadas aos resultados evidenciam que a sua existência de comitês de



bacias correlaciona-se com o crescimento econômico, com a diminuição da quantidade de conflitos pelos múltiplos usos, com a ampliação e melhoria da coleta e tratamento de esgotos, com a diminuição dos índices de perdas dos sistemas de abastecimento e com a atenuação do nível de degradação da qualidade ambiental (FEIL; STRASBUR; SPILKI; 2017).

A gestão das águas por meio dos comitês de bacia foi idealizada para funcionar de forma autônoma. Para tanto dois requisitos são fundamentais: cobrança pelo uso da água e processo participativo. São os recursos oriundos da cobrança pelo uso da água que dão condições para que os comitês desenvolvam sem depender diretamente dos governos dos estados. O processo participativo é fundamental para a legitimidade das escolhas públicas, democráticas e melhorar as condições de governabilidade e governança (MORAIS; FADUL; CERQUEIRA, 2018).

### 3. Metodologia

Este artigo baseou-se em análise exploratória e estudo de caso. A análise exploratória destina-se à avaliação de uma dada circunstância desconhecida, em um certo local, visando aspectos de interesse (LAKATOS; MARCONI, 2003), enquanto o estudo de caso é caracterizado pelo detalhamento e abordagem ampla do estudo em questão (GIL, 2008). Para isso, o estudo concentrou-se na área de abrangência do Comitê de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré (CBH-TJ), delimitada por 34 municípios e população, aproximadamente, de 1,5 milhões de habitantes (PORTAL SIGRH, 2023).

Primeiramente, o estudo iniciou com o levantamento de dados primários e secundários pertinentes ao CBH-TJ para analisar os recursos financeiros provenientes do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO), conforme Deliberações CBH-TJ anuais de indicações de empreendimentos aos municípios do referido CBH-TJ que representam os instrumentos legais para solicitação de recursos financeiros provenientes do FEHIDRO (Etapa 1). O período de levantamento de dados para 34 municípios do referido comitê foi de 1998 a 2023, cujos registros foram cedidos, em caráter colaborativo a esta pesquisa, pela Diretoria do CBH-TJ.

Em seguida, analisaram-se os resultados por meio de representações gráficas com o intuito de ilustrar as melhores oportunidades por município quanto aos investimentos públicos no período analisado (Etapa 2) e, por fim, formulou-se um conjunto de diretrizes para subsidiar a elaboração de políticas públicas para a gestão de recursos hídricos nesta bacia (Etapa 3). Desta forma, pode-se reforçar eixos de planejamento e garantir a participação da sociedade civil e poderes públicos estadual e municipais.

### 4. Resultados

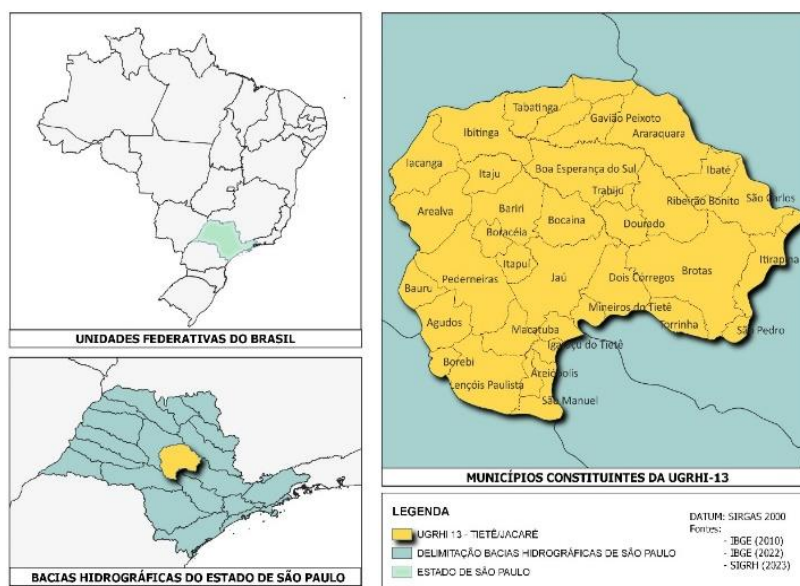
#### 4.1 Caracterização da área de estudo



O Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré - CBH-TJ foi instalado em novembro de 1995, para realizar a gestão das águas no território da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos nº. 13 - UGRHI 13 (Figura 2), uma das seis UGRHIs da Bacia Hidrográfica do Rio Tietê.

As UGRHIs foram criadas pela Lei Estadual nº. 9.034 de 1994, que estabeleceu a base territorial para o sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, dividindo o território do estado de São Paulo em 22 sub-bacias hidrográficas (SÃO PAULO, 1994). A UGRHI 13, localizada na região central do Estado de São Paulo, possui área total de 11.794,17 km<sup>2</sup>, abrange 37 municípios, dos quais 34 compõem o Comitê de Bacia, sendo os mais populosos Bauru, São Carlos, Araraquara e Jaú (PORTAL SIGRH, 2023).

Figura 2 – Delimitação dos municípios da UGRHI 13



Fonte: Autoria própria, 2023.

A UGRHI 13 é formada pelas bacias hidrográficas dos rios Jacaré-Guaçu, Jacaré-Pepira e Jaú, afluentes da margem direita do rio Tietê e Lençóis, Bauru e Claro afluentes da margem esquerda, além de outros cursos d'água menores e áreas que drenam para o rio Tietê no trecho situado a jusante da Usina Hidrelétrica de Barra Bonita e a montante da Usina Hidrelétrica de Ibitinga nos reservatórios de Bariri e Ibitinga e suas respectivas áreas de drenagem (REZENDE *et al.*, 2022).

A referida bacia possui significativo potencial turístico relacionado aos recursos hídricos, que incluem Brotas, capital do turismo de aventura do estado devido às corredeiras e cachoeiras dos cursos d'água limpos e conservados da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré-Pepira; Barra



Bonita, conhecida pela navegação turística no Rio Tietê; além de outros atrativos como as áreas alagadas na foz dos rios Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira denominadas pela população local como Varjão" (várzea do Rio Jacaré-Guaçu) e "Pantaninho" (várzea do Rio Jacaré-Pepira), que formam um ecossistema com características semelhantes às do Pantanal Mato-grossense (REZENDE, 2010).

#### 4.2. Investimentos financeiros implementados no CBH-TJ de 1998 a 2023

Desde 2018, o CBH-TJ seleciona projetos para a aplicação dos recursos financeiros provenientes do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) e, a partir de 2016, da Cobrança pelo Uso da Água de forma participativa, democrática e transparente; utilizando critérios técnicos e científicos e considerando as necessidades apontadas inicialmente no Relatório Zero e nas prioridades estabelecidas nos Planos de Bacia.

Nos últimos 25 anos, em 100% dos municípios da Bacia tiveram as prefeituras como os principais tomadores do recurso do FEHIDRO (Figura 3). Cabe observar que os recursos utilizados pelos municípios Adamantina, Analândia e São Paulo foram aplicados na Bacia em estudo, mesmo estes não pertencendo à UGRHI 13. Neste período, foram investidos R\$ 84.433.364,13 e 0,83% desses recursos foram provenientes dos municípios acima mencionados e, os demais foram oriundos dos próprios municípios do CBH-TJ (CBH-TJ, 2023a).

Considerando o valor investido e a população do Censo Demográfico 2022, a Figura 4 ilustra o valor pleiteado e financiado pelo FEHIDRO por habitante em cada município, ao longo desse período. Isto é, o valor financiado contempla todos os tipos de segmentos como tomador de recursos, incluindo sociedade civil, município/autarquia e estado de São Paulo.

Observa-se que os valores variaram, aproximadamente, de R\$2,0 a R\$380,0 e os municípios que mais investiram recursos foram, nesta ordem, Dois Córregos (R\$ 380,10), Brotas (R\$320,90) e Trabiçu (R\$267,90), segundo Figura 4.

Esses municípios possuem população entorno de 24 mil habitantes e abaixo de 2 mil habitantes. Além disso, o valor do recurso financiado foi similar aos recursos solicitados por municípios de maior porte, como Araraquara (R\$51,10), Bauru (R\$4,70) e São Carlos (R\$1,80), como se observa pela Figura 4. Assim, os municípios com menor porte com a mesma proporção de valores recebidos, projetam maiores investimentos na cidade por habitante.

Ao longo dos 25 anos, foram atendidas 410 solicitações financeiras pelo tomador, cujas áreas beneficiadas com recursos do FEHIDRO encontram-se na Figura 5. Essas áreas incluem projetos, ações para e com a comunidade, sistema de prevenção, instrumentos de planejamento e, serviços e obras para reflorestamento, erosão e saneamento (CBH-TJ, 2023a).

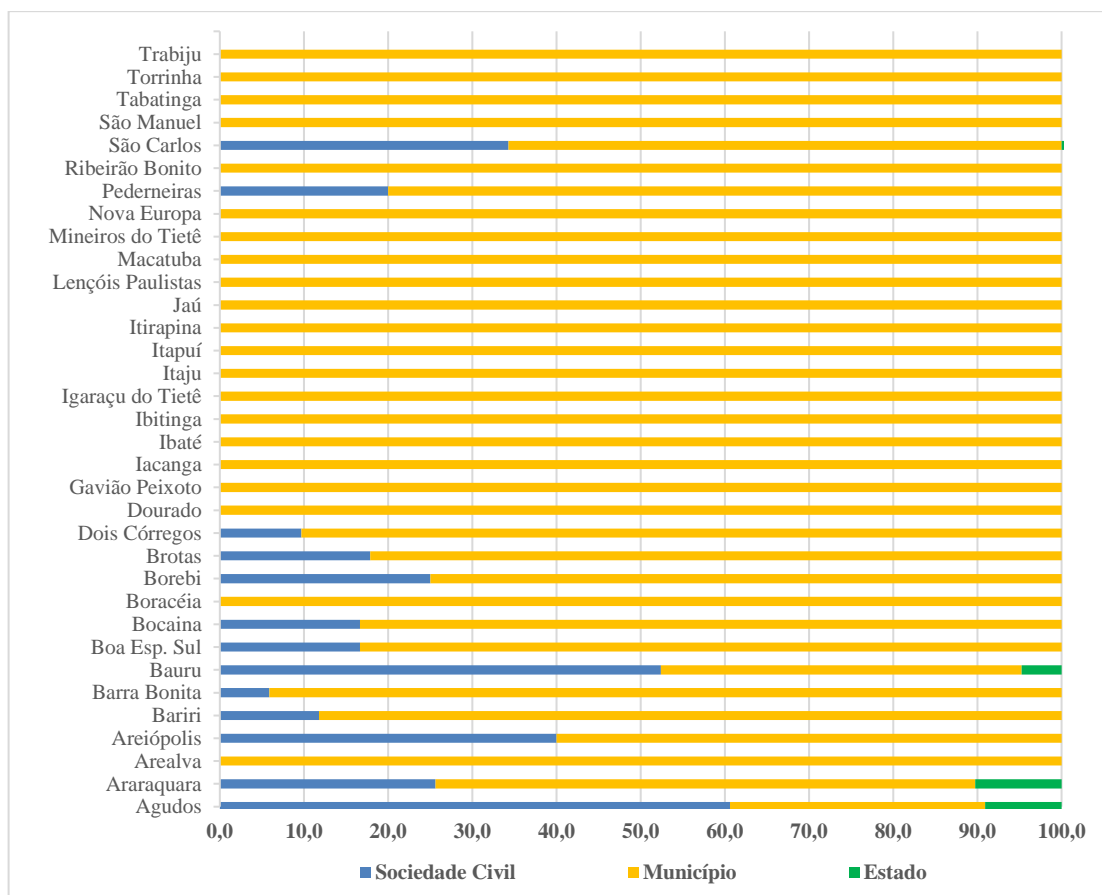
Cabe esclarecer que os investimentos nessas áreas indicam que são aquelas necessárias para melhoria local e, conseqüentemente, na própria bacia.



O CBH-TJ tem realizado e financiado inclusive diversos programas de educação ambiental em recursos hídricos com o objetivo de estimular o exercício da cidadania ambiental na área da UGRHI, disseminando os preceitos da racionalidade, da precaução e da responsabilidade nos processos de uso e gestão dos recursos hídricos, pois entende-se que apenas através do potencial mobilizador e interativo das águas é possível elaborar um modelo efetivo de desenvolvimento sustentável.

Assim, no contexto dos comitês, a água possui valor agregado e, portanto, é tema de conflito pelo seu uso em diversos debates da questão ambiental, pois garante todas as formas vivas (REZENDE, 2010).

Figura 3 - Percentual de investimento (%) no município por segmento de 1998 a 2023



Fonte: Autoria própria com base nos registros internos do CBH-TJ, 2023.

O Comitê aprova, a cada quatro anos, seu Plano de Ação e Programa de Investimentos (PAPI) para o quadriênio seguinte. Nesta fase, são identificados projetos e estudos que beneficiem a Bacia em sua totalidade, as chamadas demandas induzidas. Identificados esses projetos,



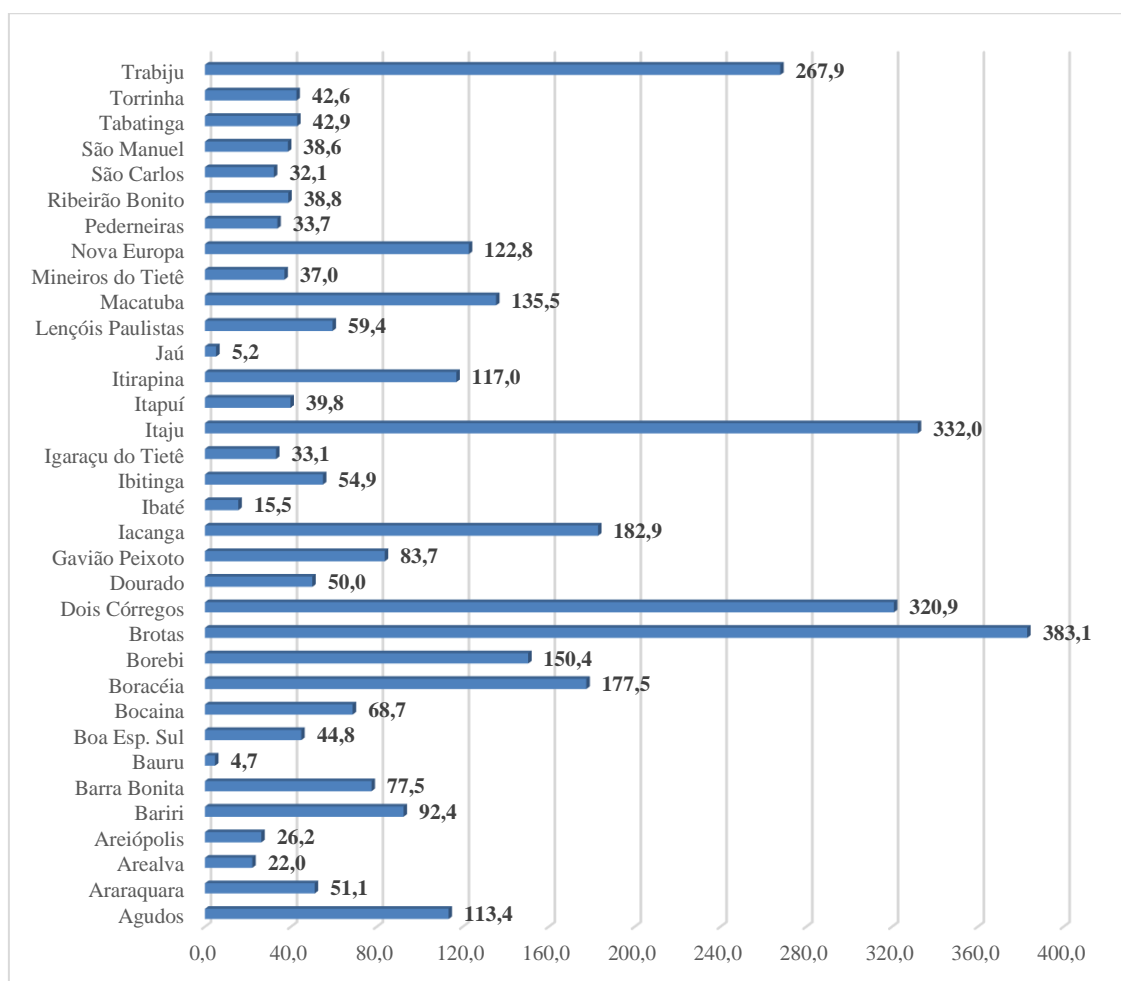


em um segundo momento, as Câmaras Técnicas detalham quais os objetivos e os produtos mínimos para cada demanda induzida, aprovando esse detalhamento em Termos de Referências Mínimos (CBH-TJ, 2023a).

Cabe destacar que o CBH-TJ possui uma demanda induzida para ações de drenagem urbana sustentável e revitalização de rios e outro que visa o processo de comunicação das ações do CBH para toda sociedade e população atendida.

O investimento médio é de R\$97,0 por habitante (Figura 5), independente do segmento (município, sociedade civil e estado) do tomador em cada município.

Figura 5 – Valor pleiteado e financiado (R\$/hab.) pelo tomador no município de 1998 a 2023

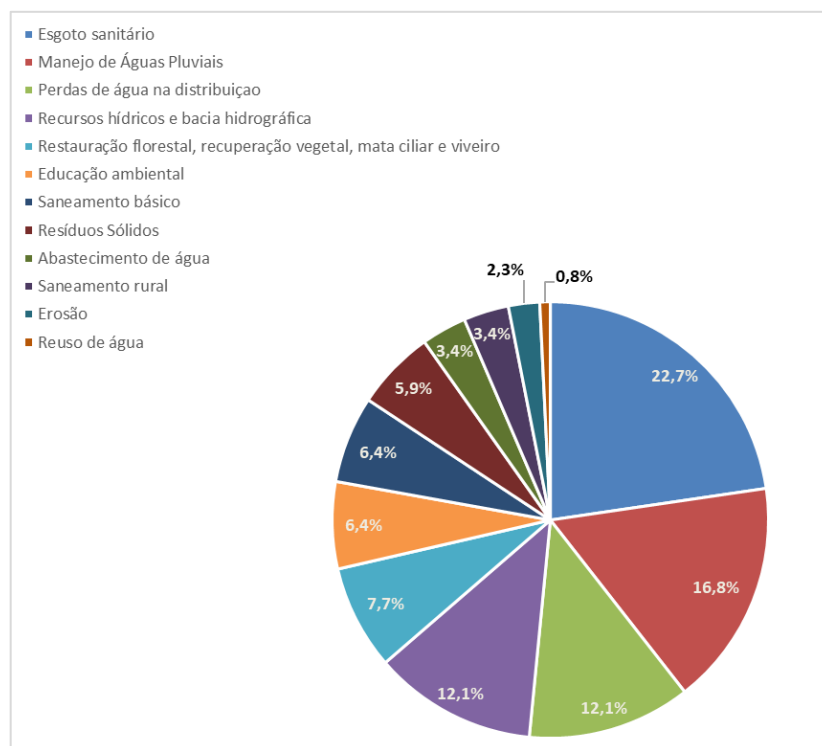


Fonte: Autoria própria com base nos registros internos do CBH-TJ, 2023.



Entre eles, os investimentos foram destinados, nesta ordem, para Esgotamento Sanitário (22,7%), Manejo de Águas Pluviais (16,8%), Perdas de Água na Rede de Distribuição (12,1%) com o mesmo percentual para Recursos Hídricos e Bacias Hidrográficas, Restauração florestal, recuperação vegetal, mata ciliar e viveiro (7,7%), Saneamento Básico (6,4%) com mesma representação percentual para Educação Ambiental, que totalizam 84,3% dos recursos financeiros na referida bacia (Figura 6).

Figura 6 – Áreas beneficiadas com recursos do FEHIDRO ao CBH-TJ de 1998 a 2023



Fonte: Autoria própria com base nos registros internos do CBH-TJ, 2023a.

De acordo com o relatório de situação 2023 (CBH-TJ, 2023b), houve aumento de 38,7% de demanda das águas superficiais (2017-2021) e, praticamente, dobrou a demanda pelo uso por captações subterrâneas, partindo de 6,34 m<sup>3</sup>/s (2017) para 12,8 m<sup>3</sup>/s (2022).

O índice de Falkemark foi de, aproximadamente, 1893m<sup>3</sup>/hab.ano (CBH-TJ, 2023b), cuja classe aponta problemas moderados para a disponibilidade hídrica na referida bacia, podendo apresentar efeitos adversos ao abastecimento sazonal em períodos de seca severa. No entanto, a exploração já alcançou níveis críticos na Bacia Tietê-Jacaré, atingindo a vazão outorgada de

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

127,9% da reserva explorável, para os seguintes municípios, como Bauru (328%), Gavião Peixoto (295%), Bariri (291%), Igarapé do Tietê (239%), Araraquara (227%), Itajú (178%), Barra Bonita (156%) e Macatuba (133%), segundo o mesmo documento.

Outro ponto a observar é que apenas oito municípios apresentam índice de perda na distribuição de água em nível classificado como bom (abaixo de 25%) como Trabiju, Itapuí, Ibitinga, Lençóis Paulista, Boracéia, Nova Europa, Barra Bonita e Bariri. Oito municípios apresentam valores acima de 40% como Macatuba, Dois Córregos, Araraquara, Bauru, Gavião Peixoto, São Carlos, Itajú e São Manuel e, três municípios não forneceram dados: Boa Esperança do Sul, Ibaté e Borebi (CBH-TJ, 2023b). Desta forma, conhecendo as reais perdas físicas e não físicas em maior precisão é desejável para planejar ações que otimizem economia de recursos, hídricos e financeiros.

Desde 2012, o Comitê financiou mais de R\$ 3 milhões em projeto e planos de combate a perdas de água nos sistemas de abastecimento urbano e mais de R\$ 7,2 milhões em ações de combate a perdas (CBH-TJ, 2023b).

Deve-se observar que Ribeirão Bonito concluiu a construção da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), mas falta emissário de esgoto e, o município de Bauru possui 4,8% de tratamento e é responsável por 57,5% da carga orgânica remanescente da UGRHI. Assim, Bauru impacta negativamente nos indicadores de tratamento de toda bacia. Destaca-se que a ETE Vargem Limpa está paralisada e já foi executado R\$ 93.371.693,33 (incluindo valores de aditivos) o que corresponde a 63,83 % do contrato. Em 2016, o CBH-TJ financiou 22 projetos de esgotamento sanitário em áreas críticas, com investimento em torno de R\$9 milhões (CBH-TJ, 2023b).

Quanto à resíduos sólidos, em 2022, três municípios (Boa Esperança do Sul, Borebi e São Manuel) estão em condições ruins de destino, enquadrados em condições inadequadas. Desde 2017, o CBH-TJ investiu R\$2,2 milhões em 9 projetos para manejo dos resíduos sólidos (CBH-TJ, 2023b).

Cabe destacar que somente Ibaté apresenta boa cobertura de infraestrutura de drenagem urbana, enquanto a taxa é considerada regular para Lençóis Paulista, Boracéia e Jaú. Igarapé do Tietê, Mineiros do Tietê e Barra Bonita não forneceram dados e os demais municípios apresentam taxa abaixo de 50%, sendo classificados como condição ruim (CBH-TJ, 2023b). Na maioria dos municípios da UGRHI 13, o grau de infraestrutura de drenagem urbana é abaixo do desejável. Desde 2017, o CBH-TJ financiou 7 projetos de adequações nos sistemas de drenagem municipais, somando investimento de mais de R\$3 milhões (CBH-TJ, 2023b).

### 4.3. Políticas públicas para gestão adaptativa dos recursos hídricos às mudanças climáticas



A gestão adaptativa das águas em escala local e regional visa ampliar a capacidade de gestão de recursos hídricos para a população atendida e principalmente aos diferentes usuários, sempre que uma perturbação ocorre. O desejável é realizar o planejamento de forma preventiva, tendo como base a NBR 17080 (ABNT, 2023) para segurança da água, para que a gestão adaptativa seja eficaz. No entanto, isto depende da visão do gestor público, tanto como tomador de recurso como Presidente do comitê.

Espera-se que os municípios se preparem para futuras demandas em tempos pós-pandêmicos e com vistas às mudanças climáticas. Neste campo, o conjunto de diretrizes para formulação de políticas públicas a serem discutidos, planejados e formulados para melhoria da qualidade de vida da população do CBH-TJ encontram-se, brevemente, expostos no Quadro 1.

Quadro 1 – Diretrizes para a formulação de políticas públicas ao CBH-TJ

Desafio	Diretrizes para políticas públicas em escala regional
Esgotamento sanitário	1-Incentivar melhorias no sistema de tratamento e aos municípios que não o possuem e 2-Divulgar experiências bem-sucedidas.
Manejo de águas pluviais	3-Trazer tecnologias verde-azuis e promover capacitação do corpo técnico das prefeituras.
Mananciais e captações de água	4-Estabelecer instrumentos de avaliação de segurança da água, baseados no NBR 17080 (ABNT, 2023) conectada com o uso da terra e do entorno das captações e do manancial.
Perdas de água na rede de distribuição	5-Viabilizar melhorias significativas para o poder público, principalmente sob a ótica da economia, conservação do recurso hídrico e manutenção da qualidade da água com equidade.
Áreas florestadas, revitalizadas, rios urbanos	6-Investir em projetos de tecnologias verdes e azuis, com o princípio das Soluções baseadas na Natureza (SbN) e mecanismos sustentáveis que garantam a infiltração da água no solo e contribuam para o ciclo hidrológico.
Manejo de resíduos sólidos	7-Incentivar práticas sustentáveis e medidas de monitoramento para evitar a contaminação de cursos d'água e mananciais subterrâneos.
Erosão	8-Mobilizar boas práticas conservacionistas do solo, especialmente na zona rural e em áreas com elevada vulnerabilidade socioambiental.
Saneamento rural	9-Realizar diagnóstico sobre o saneamento básico na ruralidade, e propor tecnologias para segurança da água e qualidade potável para a população.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Educação, mobilização e participação socioambiental	10-Manter o sistema desenvolvido (Fala TJ), 11-divulgar para os demais CBHs a existência deste canal e 12-identificar os benefícios para a população atendida.
Governança da água para resiliência climática, sistemas de informações e conectividade com a população da bacia	13-Reforçar o uso de indicadores da Organização da Governança das Águas (OGA) estabelecido em caráter nacional; 14-Estabelecer indicadores apropriados ao monitoramento integrado à energia e alimento para assegurar qualidade e quantidade de água segura, como forma de garantir a resiliência climática; 15-Estabelecer adequação da equação de chuvas para a bacia; 16-Estabelecer canal de divulgação de dados, obtidos diretamente das prefeituras municipais e 17-propor sistema de banco de dados ativo para sociedade e municípios conduzirem o planejamento integrado; 18-Priorizar a capacitação de agentes técnicos do poder público para lidar com os projetos, documentos norteadores para obtenção de recursos e melhorias para própria bacia; 19-Elaborar e manter plataforma digital com dados digitais e online do banco de dados; 20-Estabelecer indicadores para avaliação da governança da água, além dos indicadores nacionais do Observatório da Governança da Água (OGA), implantados no CBH-TJ desde 2019.

Fonte: Elaboração própria com base nos registros internos do CBH-TJ (2023a; 2023b).

Para isso, é essencial definir e implantar o plano de ação de forma participativa com os membros do CBH-TJ de forma online e/ou presencial e, incluir medidas para elevar os eixos com base no plano de bacia e relatório de situação, tais como a) estabelecer e adotar indicadores de monitoramento; b) definir prazos e metas para controle de resultados e c) possibilidade de contabilizar esses indicadores na pontuação de recursos financeiros, desde que adequadas com as orientações da Secretaria Estadual de Meio Ambiente Infraestrutura e Logística (SEMIL) e Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (COFEHIDRO).

## 5. Conclusões

Ao longo de 25 anos, investiu-se em média R\$ 97 por habitante nos municípios da bacia com recursos do FEHIDRO, destacando que 84,3% do investimento foi para as áreas de Esgotamento Sanitário (22,7%), Manejo de Águas Pluviais (16,8%), Perdas de Água na Rede de Distribuição (12,1%), Recursos Hídricos e Bacias Hidrográficas (12,1%), Restauração florestal, recuperação vegetal, mata ciliar e viveiro (7,7%), Saneamento Básico (6,4%) e Educação Ambiental (6,4%).

A maioria dos municípios (94,1%) do CBH-TJ manteve a própria prefeitura como principal tomador do recurso FEHIDRO no CBH-TJ, o que justifica a necessidade de capacitação do corpo técnico para incentivar e manter a captação de recursos dessa natureza para os municípios.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

Nos últimos cinco anos, as maiores iniciativas para gestão de recursos hídricos com financiamento FEHIDRO foram perdas de água na rede de distribuição (R\$ 10,2 milhões), esgoto sanitário (R\$ 9 milhões), manejo de águas pluviais (R\$ 3 milhões) e manejo de resíduos sólidos (R\$ 2,2 milhões), segundo CBH-TJ (2023b).

Embora algumas áreas foram beneficiadas ao longo de 25 anos, isto não significa que sejam áreas bem estruturadas do ponto de vista técnico, ambiental e socioeconômico. Esse cenário aponta que ainda esses setores são os mais frágeis e necessitam de investimentos para sanar ou minimizar os impactos adversos à sustentabilidade hídrica na bacia.

Quanto às diretrizes (20) para formulação de políticas públicas, ressaltam-se ações que foram discutidas nas reuniões de Câmaras Técnicas e propostas pelos presentes autores, a partir da experiência de gestão e participação na plenária ou na Diretoria do CBH-TJ, destacando o desafio “Governança da água para resiliência climática, sistemas de informações e conectividade com a população da bacia”. A existência de políticas públicas indica o fortalecimento do tema na gestão adaptativa e incentiva os gestores a lidarem com novas demandas, a partir das mudanças climáticas e resiliência urbana.

## 6. Agradecimentos

Os autores agradecem ao Comitê de Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré, biênio 2023-2025, pelo fornecimento de dados e colaboração no desenvolvimento deste artigo e ao CNPq (código de financiamento 001) pela concessão de bolsa de doutorado.

## 7. Referências bibliográficas

- AKAMANI, K. Integrating deep ecology and adaptive governance for sustainable development: implications for protected areas management. *Sustainability*, v. 12, 2020.
- ALLAN, C.; XIA, J.; PAHL-WOSTL, C. Climate change and water security: challenges for adaptive water management. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v.5, p. 625-632, 2013.
- COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA TIETÊ-JACARÉ (CBH-TJ). **Planilha orçamentária do Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré**. Araraquara: 2023a (arquivo digital).
- \_\_\_\_\_. **Relatório de Situação do CBH-TJ 2023** – ano base 2022. Araraquara: 2023a (arquivo digital).
- FEIL, A.A.; STRASBURG, V. J.; SPILKI, F. R. Variáveis intervenientes na existência de Comitês de Bacias Hidrográficas no Brasil. *Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, v. 12 n. 2, mar./abr. 2017.



- FERNANDES, R.O.; STUDART, T.M.C. Gestão adaptativa de recursos hídricos para um mundo em mudança. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 292-318, dez. 2022.
- GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Editora Atlas. 2008. 28p.
- GLASER, G. Base sustainable development goals on science. **Nature**, v. 491, n. 35, 2012.
- HOFF, H. Understanding the Nexus. Hoff, H. (2011). Understanding the Nexus. **Background Paper for the Bonn 2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus**. Stockholm Environment Institute, Stockholm. 2011.
- HOLLING, C. S. **Adaptive Environmental Assessment and Management**. John Wiley & Sons, 1978.
- HOSTETLER, M., ALLEN, W., MEURK, C. Conserving urban biodiversity? Creating green infrastructure is only the first step. **Landsc. Urban Plan.** v. 100, p. 369–371, 2011.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama do Censo 2022**. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>. Acesso em: 23 out. 2023.
- LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MESQUITA, L. F. G. Os comitês de bacias hidrográficas e o gerenciamento integrado na Política Nacional de Recursos Hídricos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, UFPR/Curitiba v. 45, p. 56-80, abr. 2018. DOI: 10.5380/dma.v45i0.47280.
- MORAIS, J. L. M.; FADUL, É.; CERQUEIRA, L. S. Limites e desafios na Gestão de Recursos Hídricos por Comitês de Bacias Hidrográficas: um estudo nos estados do Nordeste do Brasil. **REAd**, Porto Alegre/RS, v. 24, n. 1, p. 238-264, jan./abr., 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1413-2311.187.67528>
- PAHL-WOSTL, C. Governance of the water-energy-food security nexus: a multi-level coordination challenge. **Environ. Sci. Policy** (In press). 2017.
- PAHL-WOSTL, C., JEFFREY, P., SENDZIMIR, J. **Adaptive and integrated management of water resources**. In: Quentin, R.Q., Hussey, K. (Eds.), *Water Resources Planning and Management*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, p. 292–310, 2011.
- PANDIT, A., MINNÉ, E.A., LI, F., BROWN, H., JEONG, H., JAMES, J.-A.C., NEWELL, J.P., WEISSBURG, M., CHANG, M.E., XU, M., YANG, P., WANG, R., THOMAS, V.W., YU, X., LU, Z., CRITTENDEN, J.C. Infrastructure ecology: an evolving paradigm for sustainable urban development. **J. Clean. Prod.**, v. 163, p.19–27, 2017.
- PORTAL SIGRH. **Comitê de Bacia Tietê-Jacaré**. Disponível em <http://sigrh.sp.gov.br>
- RASUL, G., SHARMA, B. The nexus approach to water-energy-food-security: an option for adaptation to climate change. **Clim. Policy**, v. 16, n. 6, p. 682-702, abr. 2015. DOI: 10.1080/14693062.2015.1029865. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14693062.2015.1029865>. Acesso em: 16 out. 2023.
- REZENDE, J. H. Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré (CBH-TJ). 15 anos de gestão das águas. In.: **VIII Diálogo Interbacias: Água Limpa para um Mundo Saudável**. p. 21, set. 2010.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 | evento  
23/11 | 100% online  
24/11 | e gratuito

REZENDE, J. H.; PERES, R. B.; REZENDE, G. R. de; TREVISAN, D. P.; AVERSA, I. de C.; NEVES, M. de P.; SANTOS, J. da M. Plano de Trabalho do Programa de Drenagem Sustentável e Revitalização de Rios Urbanos da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré, SP. In: **Anais do XXIV Encontro Nacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas 2022**, Foz do Iguaçu PR. 2022.

ROSSI, G.; PERES, D.J. Climatic and other global changes as current challenges in improving water systems management: lessons from the case of Italy. **Water Resources Management**, v. 37, p. 2387–2402, 2023.

SÃO PAULO. **Lei nº 9.034, de 27 de dezembro de 1994**. Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, a ser implantado no período 1994 e 1995, em conformidade com a Lei n. 7.663, de 30/12/91, que instituiu normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos. Dez. 1994.

SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. **CBHTJ – Apresentação**. São Paulo, SP: SIGRH, c2023. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhtj/apresentacao>. Acesso em: 23 out. 2023.

TANNER, T. *et al.* Livelihood resilience in the face of climate change. **Nat. Clim. Change**, v. 5, p. 23–26, 2015.

WATER RESEARCH COMMISSION (WRC). **Development of water-energy-food nexus index and its application to South Africa and the Southern African development community**. South Africa: 2020. 179p.

YANG, P.; ZHU, Y.; ZHAI, X.; XIA, J.; CHEN, Y.; HUANG, H.; LI, Z.; SHI, X.; ZHOU, L.; FU, C. Adaptive management of water resources system in the arid Aksu river basin, northwest China. **Journal of Cleaner Production**, v. 419, set. 2023.

YANG, Y.C.E.; SON, K.; HUNG, F.; TIDWELL, V. Impact of climate change on adaptive management decisions in the face of water scarcity. **Journal of Hydrology**, v. 588, set. 2020.

ZALEWSKI, M. Ecohydrology for compensation of Global Change. **Brazilian journal of biology**, v.70, n.3, p. 689-695, out. 2010. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842010000400001>

ZHANG, P. *et al.* Food-energy-water (FEW) nexus for urban sustainability: A comprehensive review. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 42, p. 215–224, mar. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.11.018>