



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

Laura de Oliveira Battistini Pestana UFSCar/PPGEU, laura.pestana2201@gmail.com

Érica Rodrigues Tognetti, Diretoria CBH-TJ, comitetj@yahoo.com.br

Jozrael Henriques Rezende, Fatec-Jahu/ CEETEPS, jozrael.rezende@fatec.sp.gov.br

Paulo Vaz Filho, Faculdades Integradas Araraquara/UNASP, paulo@villeengenharia.com.br

Ricardo Salaro Neto, Diretoria CBH-TJ, gabinete@saomanoel.sp.gov.br

Resumo

A escassez hídrica, o uso crescente dos 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, no período de análise. O principal tomador deste recurso, em sua grande maioria (94,1%), foi o próprio município (autarquia ou prefeitura). Das 20 diretrizes propostas para gestão adaptativa, destaca-se o desafio “governança da água para resiliência climática” que visa a elaboração de indicadores e um sistema de monitoramento voltado às mudanças climáticas e a referida governança hídrica na Bacia, a partir da capacitação de corpo técnico local, participação regional da sociedade e da publicação de informações em plataforma digital com acesso livre.

Palavras-chave: gestão hídrica, mudanças climáticas, indicadores, resiliência urbana comitê de bacia.

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, pois visa as relações existentes na natureza (ALLAN; XIA; PAHL-WOSTL, 2013; ROSSI; PERES, 2023).



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.

Por outro lado, faz-se necessária uma análise de sistema multisetorial e integrativo para atingir uma governança flexível, responsiva e inovadora (HOLLING, 1996) que englobe os sistemas socioecológicos (OSTROM, 2009), os princípios institucionais e legais, além da visão colaborativa dos distintos atores sociais envolvidos na governança para a percepção de incertezas em sistemas de recursos hídricos (PAHL-WOLST *et al.*, 2011) para tomada de decisão em diferentes escalas de análise do problema em si (COSENS, 2013; COSENS *et al.*, 2014; CHAFFIN *et al.*, 2014).

Neste sentido, é preciso integrar o conhecimento científico existente à gestão hídrica. 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. Desta forma, os comitês de Bacia possuem papel relevante no planejamento integrado, pois 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 organizam a 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, esse modelo 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 quanto aos 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. Indicadores de governança são úteis para análise, além de indicadores de gestão adaptativa. Por isso, 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 ao CBH-TJ, observando os desafios para os próximos anos.

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 relações entre o estresse e a resiliência ecológica, de modo que 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. As 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), são intrínsecos a esse processo.

Observa-se que os aspectos (Ação, Aprendizado, Trabalho integrado e Compreensão) estão interconectados na visão da gestão adaptativa e, assim, pode-se atingir a segurança hídrica tanto em quantidade e qualidade, exigida pelos padrões de potabilidade (Figura 1). Nesta perspectiva, tem-se o alcance do desenvolvimento sustentável na escala global, regional e local (AKAMANI, 2020). Entre as vantagens dessa visão, 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).



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



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

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; Jeffrey; Sendzimir, (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 Water Research Commission (2020).

Foram propostos métodos e indicadores em escala nacional e estadual pelo Observatório da Governança das Águas (OGA) para a governança dos comitês de Bacia (OGA, 2023). 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 à resiliência climática.

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). Isto implica na adoção do manejo adaptativo dos recursos naturais com 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. Os recursos oriundos da cobrança pelo uso da água fornecem condições para que os comitês desenvolvam o planejamento integrado e viabilizem a implantação de projetos conforme a demanda dos municípios. 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 1,6 milhões de habitante (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, os resultados foram analisados por gráficos com o intuito de ilustrar as melhores oportunidades em cada 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.



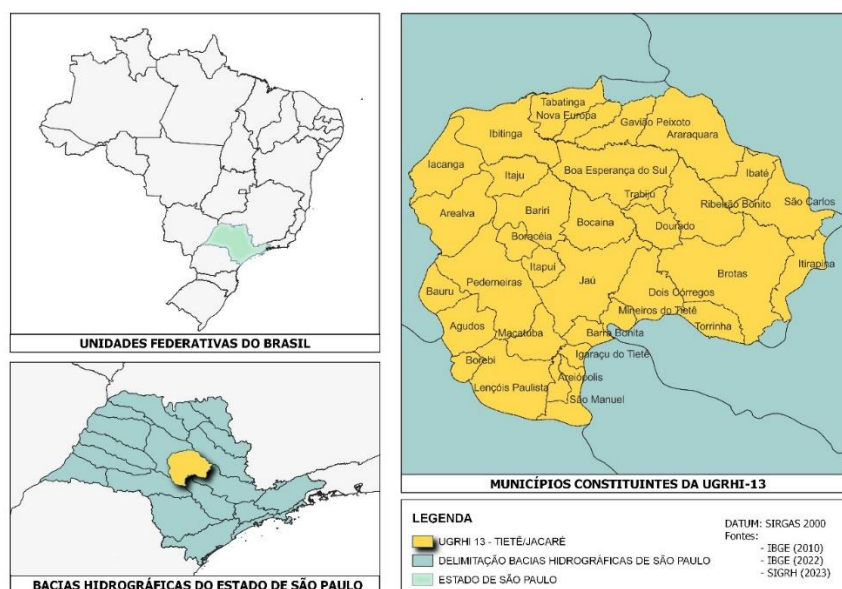
4. Resultados

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 km², 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 ou autarquias como os principais tomadores do recurso do FEHIDRO (Figura 3).

Considerando o valor investido no período e a população do Censo Demográfico 2022, a Figura 4 ilustra o valor pleiteado e financiado pelo FEHIDRO por habitante em cada município. Isto é, o valor financiado contempla todos os tipos de segmentos como tomador de recursos, incluindo sociedade civil, município/autarquia e Governo do estado de São Paulo.

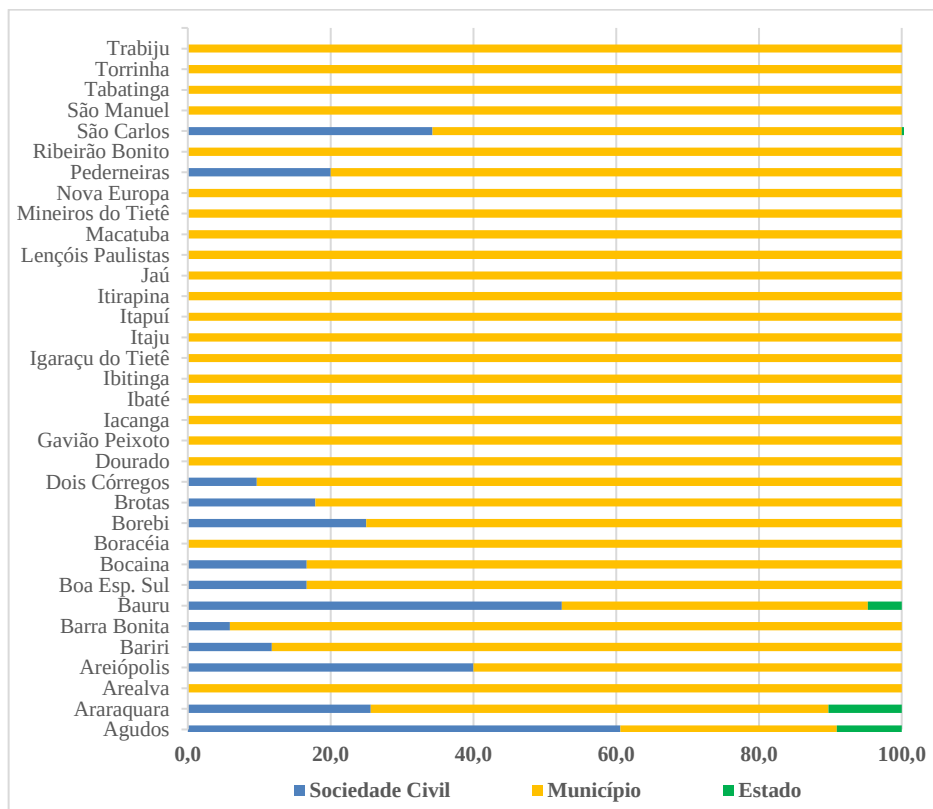
Observa-se que os valores variaram, aproximadamente, de R\$ 2,0 a R\$ 380,0 com destaque para Dois Córregos (R\$ 380,10), Brotas (R\$ 320,90) e Trabiçu (R\$ 267,90) (Figura 4). Cabe observar que esses municípios possuem população variando de 2 mil a 24 mil habitantes e, portanto, qualquer valor pleiteado sempre por habitante é sempre superior aos municípios de médio porte (acima de 200 mil habitantes), quando o mesmo montante financeiro for solicitado. Com isso, Araraquara (R\$51,10), Bauru (R\$4,70) e São Carlos (R\$1,80) apresentaram valores investido em menor proporção (Figura 4). Portanto, é relevante esclarecer que tais valores relacionam-se ao número populacional e não à capacidade do município em buscar recurso desse Fundo, pois todos os municípios são analisados pelo mesmo critério ao solicitar recursos.

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 sustentável.

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.

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).

PUC-Campinas
EESC USP
Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

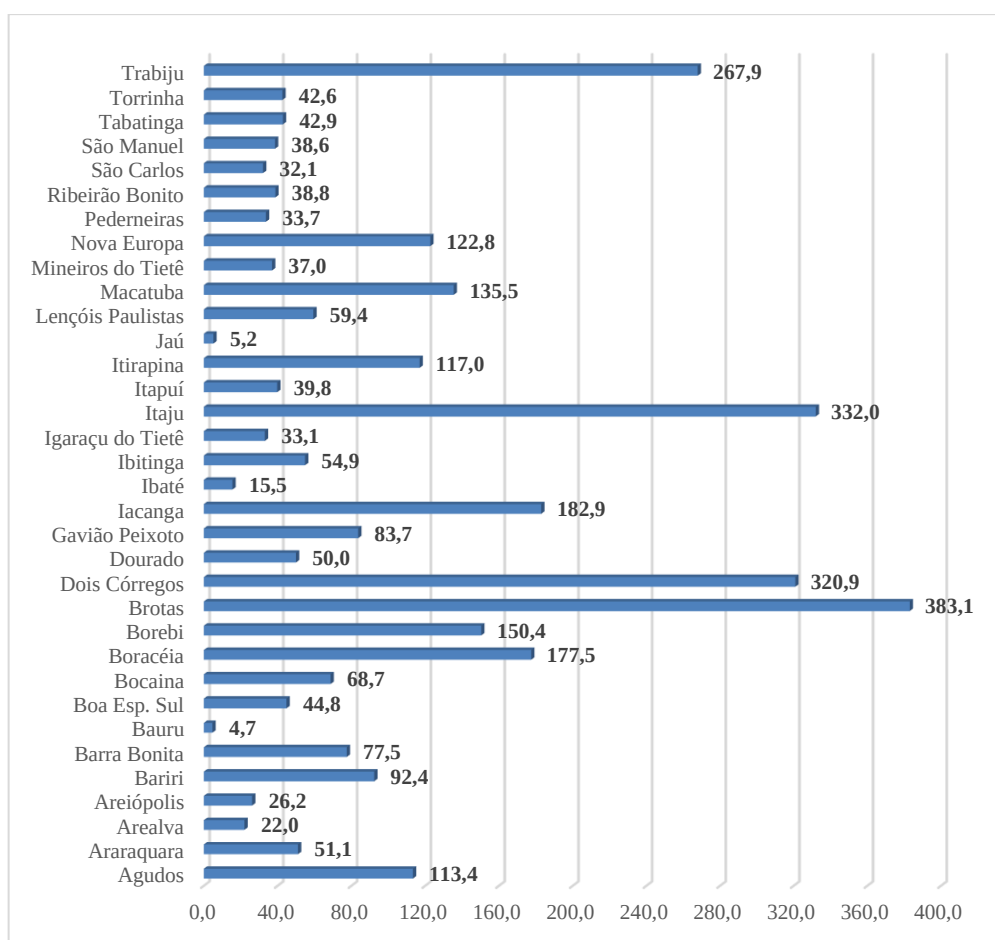
SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11
23/11
24/11

evento
100% online
e gratuito

O investimento médio é de R\$97,0 por habitante (Figura 4), independente do segmento (município, sociedade civil e estado) do tomador em cada município, incluindo o investimento de municípios que não pertencem à Bacia (Adamantina, Analândia e São Paulo), mas cujos investimentos foram realizados nesta.

Figura 4 – 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.

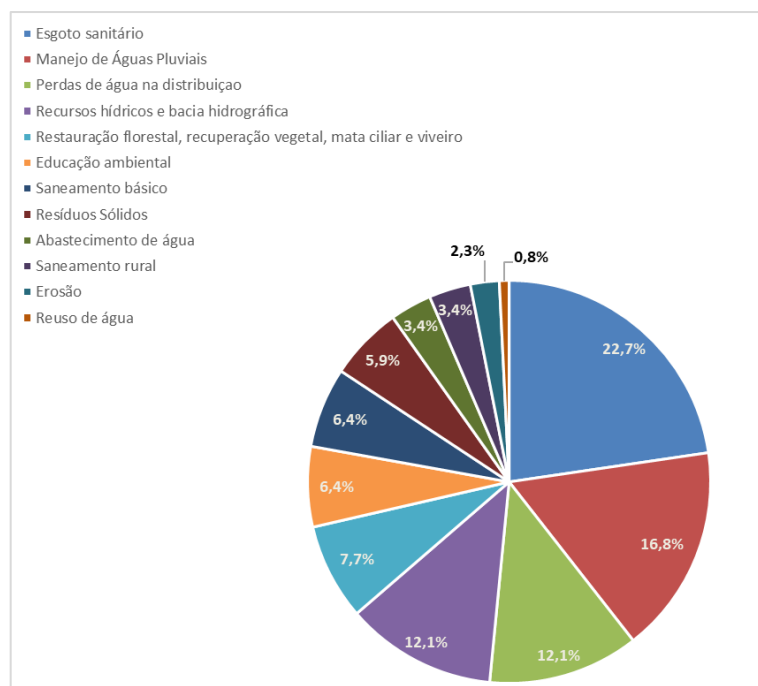
O Comitê aprova, a cada quatro anos, seu Plano de Ação e Programa de Investimentos (PAPI) para o quadriênio seguinte. Nesta fase, são identificados projetos e estudos que beneficiem a Bacia em sua totalidade, as chamadas demandas induzidas. Identificados esses projetos, em um segundo momento, as Câmaras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

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 5).

Figura 5 – 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 m³/s (2017) para 12,8 m³/s (2022). O índice de Falkemark foi de, aproximadamente, 1893m³/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 127,9% da reserva explotável, para os municípios como Bauru (328%), Gavião Peixoto (295%), Bariri (291%), Igarapu 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, Itapui, 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, conhecer 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. Igarapu 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. Os indicadores do OGA podem subsidiar tal alcance e, assim, o desejável é realizar o planejamento de forma preventiva, tendo como base a NBR 17080 (ABNT, 2023) para segurança da água. No entanto, isto depende da visão do gestor público, tanto como tomador de recurso quanto Presidente do comitê. O CBH-TJ assinou o protocolo do OGA em abril de 2020, e foi o primeiro Comitê paulista a reforçar a importância do uso dos indicadores do OGA na governança das águas.

Quanto à resiliência climática, o CBH-TJ inseriu no planejamento a partir de 2024, recursos para Soluções baseadas na Natureza como estratégia de garantir a permanência das águas no solo urbano e minimizar o uso de tecnologias cinzas. Assim, as diretrizes para subsidiar a formulação de políticas públicas ao CBH-TJ encontram-se, brevemente, expostas 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.



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 do Observatório 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;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-Fomentar sistema de monitoramento dos indicadores do OGA para avaliação da governança da água como um Programa instituído na Bacia.

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.

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 necessidade de políticas públicas para os desafios apontados (Quadro 1) indica o nível de amadurecimento desejado pelo CBH-TJ como um organismo atuante regionalmente, bem como aponta as intenções futuras para gestão adaptativa, em especial atenção, ao enfrentamento às 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 à CAPES (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.
- CHAFFIN, B. C., GOSNELL, H., & COSENS, B. A. (2014). A decade of adaptive governance scholarship: synthesis and future directions. **Ecology and Society**, 19(3), 1-13, 2014.
- 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).
- COSENS, B. A. Legitimacy, adaptation, and resilience in ecosystem management. **Ecology and Society**, 18(1), 3, 2013.
- COSENS, B., GUNDERSON, L., & CHAFFIN, B. The adaptive water governance project: assessing law, resilience and governance in regional socio-ecological water systems facing a changing climate. **Idaho Law Review**, 51, 1-27, 2014.
- 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.
- HOLLING, C. S. **Engineering resilience versus ecological resilience**. In P. Schulze (Ed.), *Engineering within ecological constraints* (pp. 31-44). Washington, D.C.: National Academy Press, 1996.
- 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>
- OBSERVATÓRIO DA GOVERNANÇA DAS ÁGUAS (OGA). **Observatório das Águas – OGA Brasil**. <https://observatoriodasaguas.org/> Acesso em 21/10/2023.
- OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. **Science**, 325(5939), 419-422, 2009.
- 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.
- PAHL-WOSTL, C., NILSSON, C., GUPTA, J., & TOCKNER, K. Societal learning needed to face the water challenge. **Ambio**, 40(5), 549-553, 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. **Climate 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.

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>