

ANÁLISE DOS INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA A GESTÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ

SUSTAINABILITY INDICATORS FOR WATER SAFETY MANAGEMENT IN THE
PIRACICABA, CAPIVARI AND JUNDIAÍ RIVERS HYDROGRAPHIC BASINS

ANÁLISIS DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD
HÍDRICA EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS PIRACICABA, CAPIVARI Y JUNDIAÍ

Cibele Roberta Sugahara¹; Denise Helena Lombardo Ferreira²; Jakeline Pertile Mendes³

1. PUC-Campinas
2. PUC-Campinas
3. PUC-Campinas. [Autor correspondente]. E-mail: lombardo@puc-campinas.edu.br

RESUMO

Em meio a crescente urbanização e o aumento significativo de aglomerados urbanos, as bacias hidrográficas têm sido amplamente afetadas. Em regiões metropolitanas, como é o caso de Campinas, o crescimento populacional e o adensamento demográfico é derivado da industrialização e disponibilidade hídrica, o que torna as bacias hidrográficas desses entornos cada vez mais comprometidas em abastecer as comunidades ao redor, seja pela quantidade ou qualidade da água, entre outros fatores. Nesse sentido, o objetivo dessa pesquisa é analisar um conjunto de indicadores de segurança hídrica visando dar suporte à gestão de recursos hídricos nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, considerando como referência as dimensões da Segurança Hídrica, conforme Plano Nacional de Segurança, em consonância ao Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta. O método de pesquisa caracteriza-se como exploratório qualitativo. A escolha do objeto de estudo justifica-se, pois, as bacias hidrográficas, localizadas na Região Metropolitana de Campinas, estão posicionadas em um território estratégico sob o ponto de vista econômico e político. Como resultado, esse trabalho aponta que a aplicação do modelo Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta como ferramenta para a gestão e segurança hídrica apresenta-se como um dos caminhos para a sustentabilidade das bacias hidrográficas no sentido de auxiliar a garantir uma condição hídrica adequada em termos de disponibilidade e demanda da água.

Palavras-Chave

Desenvolvimento Sustentável; Escassez Hídrica; Recursos Hídricos.

RESUMEN

En medio de la creciente urbanización y el aumento significativo de las aglomeraciones urbanas, las cuencas hidrográficas se han visto muy afectadas. En regiones metropolitanas, como Campinas, el crecimiento poblacional y la densidad demográfica se derivan de la industrialización y la

disponibilidade de água, lo que hace que las cuencas hidrográficas de estos alrededores se comprometan cada vez más con el abastecimiento de las comunidades aledañas, ya sea en cantidad o calidad de agua, entre otros factores. En ese sentido, el objetivo de esta investigación es analizar un conjunto de indicadores de seguridad hídrica para apoyar la gestión de los recursos hídricos en las cuencas de los ríos Piracicaba, Capivari y Jundiá, considerando como referencia las dimensiones de la Seguridad Hídrica, según el Plan Nacional de Seguridad, en línea con el Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Fuerza-Presión-Estado-Impacto-Respuesta. El método de investigación se caracteriza como exploratorio cualitativo. La elección del objeto de estudio se justifica, una vez que las cuencas hidrográficas, ubicadas en la Región Metropolitana de Campinas, se encuentran posicionadas en un territorio estratégico desde el punto de vista económico y político. Como resultado, este trabajo apunta que la aplicación del modelo Fuerza Motriz-Presión-Estado-Impacto-Respuesta como herramienta para la gestión y seguridad del agua se presenta como uno de los caminos para la sustentabilidad de las cuencas fluviales en el sentido de ayudar a para garantizar una condición adecuada de suministro de agua en términos de disponibilidad y demanda de agua.

Palabras clave

Desarrollo sustentable; Escasez de agua; Recursos hídricos.

ABSTRACT

In the midst of increasing urbanization and the significant increase in urban agglomerations, hydrographic basins have been largely affected. In metropolitan regions, as is the case of Campinas, population growth and demographic density is derived from industrialization and water availability, which makes the hydrographic basins of these surroundings increasingly committed to supplying the surrounding communities, whether by water quantity or quality, among other factors. In this sense, the objective of this research is to analyze a set of water security indicators in order to support the management of water resources in the Piracicaba, Capivari and Jundiá hydrographic basins, considering as a reference the dimensions of Water Security, according to the National Security Plan. Safety, in line with the System of Sustainability Indicators Driving Force-Pressure-State-Impact-Response. The research method is characterized as a qualitative exploratory. The choice of the object of study is justified, since, the hydrographic basins, located in the Metropolitan Region of Campinas, are positioned in a strategic territory from the economic and political point of view. As a result, this work points out that the application of the Driving Force-Pressure-State-Impact-Response model as a tool for water management and security presents itself as one of the paths for the sustainability of hydrographic basins in the sense of helping to ensure a condition adequate water supply in terms of water availability and demand.

Key Words

Sustainable Development; Water Scarcity; Water resources.

1 INTRODUÇÃO

A incidência crescente de catástrofes ambientais e utilização inadequada de recursos naturais pelos seres humanos, como a exploração desenfreada quanto ao uso da terra e recursos hídricos justifica a importância da temática sustentabilidade. Autoridades e os diversos setores da

sociedade se mobilizam, enfatizam e têm ciência sobre a necessidade crescente de mudanças nas práticas e hábitos humanos (CHAUVEL; COHEN, 2009). Novos estudos sobre a temática referente ao uso da Terra e seus recursos são de muita relevância, considerando que o homem poderá se colocar a serviço da natureza a partir do momento em que aprender a obedecê-la (BOFF, 2012).

O estudo proposto engloba a Região Metropolitana de Campinas (RMC), que em 2010 contava com 4 milhões de habitantes, e conforme a Secretaria Estadual de Economia e Planejamento, contribui para o Produto Interno Bruto (PIB) estadual em 9,1%, tendo uma produção industrial maior que todos os outros Estados do País, com exceção da Região Metropolitana de São Paulo (COBRAPE, 2011). Na RMC o crescimento populacional e o adensamento demográfico são desafios diante da demanda e disponibilidade hídrica principalmente para o abastecimento público e uso industrial, e de acordo com os Comitês PCJ (2019), o abastecimento público é a maior demanda das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, o que justifica a escolha do estudo de indicadores de sustentabilidade no contexto dessas bacias.

A seleção de indicadores de sustentabilidade é marcada por valores e visões que são compartilhados de forma conjunta e o seu processo depende da disponibilidade das informações que o representam (MEADOWS, 1998). Os indicadores de sustentabilidade devem promover o intercâmbio de informações sobre o assunto que abordam (EEA, 1999). Porém, segundo a Cobrape (2011), há uma parcela de dificuldade na obtenção de dados e informações para muitos dos indicadores referenciados. É nesse sentido que para as Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Bacias PCJ) recomenda-se “a adoção de indicadores facilmente mensuráveis e que possuam dados disponíveis, os quais demonstrem a situação e a evolução da qualidade ambiental na bacia” (COBRAPE, 2011, p. 769).

Adentrando a questão dos municípios, que em particular possuem estimativas de aumento populacional e, por consequência, restrições na disponibilidade hídrica, deve-se levantar meios para se inverter a tendência crescente do uso *per capita* (SNIS, 2018), alinhado ao fato de que a RMC se apresenta como uma região cercada por indústrias de grande complexidade tecnológica (COBRAPE, 2011).

Estudar o papel dos indicadores de sustentabilidade em bacias hidrográficas permite evidenciar a sua contribuição para a gestão dos recursos hídricos. Fatores de desequilíbrio no balanço hídrico, junto à ausência de planejamento, de ações institucionais coordenadas, de

investimentos em infraestrutura hídrica e de saneamento, conduzem a cenários de insegurança hídrica, instaurando crises, como as já enfrentadas pelo Brasil na última década (ANA, 2019).

Dessa maneira, para alcançar um nível aceitável de segurança hídrica, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) enfatiza a importância do Índice de Segurança Hídrica nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí para retratar com clareza as diferentes dimensões da segurança hídrica, incorporando o conceito de risco aos usos da água. De acordo com a ONU (2015) deve-se discorrer como o Índice de Segurança Hídrica das Bacias PCJ está alinhado aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especificamente o de número 6, com o propósito de assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, estabelecido pela Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas. O ODS 6 contém oito metas para serem atingidas até 2030 e para cada uma dessas metas há indicadores que podem ser monitorados, a fim de possibilitar o acompanhamento da Agenda pelas Nações Unidas.

Neste contexto, o objetivo desta pesquisa é apresentar um conjunto de indicadores para orientar a gestão da disponibilidade hídrica das Bacias PCJ, considerando as dimensões da Segurança Hídrica e o Sistema de Indicadores de Sustentabilidade do modelo Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta (FPEIR).

Na presente pesquisa, a análise de indicadores de segurança hídrica para suporte à gestão de recursos hídricos nas Bacias PCJ é realizada a partir de informações disponibilizadas no Relatório de Situação de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Bacias hidrográficas

Conforme Porto, Basso e Strohaecker (2019), cerca de 97% da água do planeta Terra encontra-se nos oceanos, 2,2% nas geleiras e apenas 0,8% está na forma de água doce, propícia para consumo humano. Cerca de 97% da parte de água doce apropriada para consumo humano, encontra-se no subsolo, e apenas 3% na superfície, onde a extração é mais fácil. Essa informação evidencia o cuidado que se deve ter com esse recurso tão essencial para a vida humana.

Tendo em vista a importância do recurso hídrico, diversos órgãos nacionais e mesmo internacionais têm dado especial atenção a esse relevante tema. Apesar da fundamental importância do recurso natural água, o grande avanço populacional e o consumo desenfreado dos

recursos naturais têm contribuído para acelerada deterioração das características físicas, químicas e biológicas do sistema aquático.

É importante destacar que de modo geral, as bacias hidrográficas encontram-se em degradação ambiental, comprometendo a vida humana em um futuro próximo, consequência de políticas públicas inadequadas ou insuficientes. A Política Nacional de Recursos Hídricos, definida pela Lei das Águas (no. 9.433, de 8 de janeiro de 1997), estabelece os movimentos sociais e técnicos como forma de influenciar a criação de arranjos institucionais e enfatiza a importância de promover a gestão de recursos hídricos (BRASIL, 2011).

Um ponto importante que merece destaque sobre a gestão das bacias hidrográficas é a necessidade de mudanças comportamentais dos atores envolvidos. Isso porque as articulações para a construção de ações coletivas e resolução de conflitos precisam contar com uma instância de decisão, que neste caso é o Comitê de Bacias Hidrográficas, que estabelece deliberação em nível local (BRASIL, 2011). Um dos estudos que trata do contexto histórico da criação e das atribuições dos Comitês de Bacias Hidrográficas elaborado pela ANA, instituição criada por meio da Lei nº. 9.984, de 17 de julho de 2000, revela a variedade de interesses que norteiam “o uso da água, a distribuição desigual e o uso inadequado” (BRASIL, 2011, p. 12) e a preocupação com a garantia da água para as gerações presentes e futuras. Um dos desafios está em estabelecer acordos institucionais e instrumentos que permitam a conciliação dos diferentes interesses e a construção compartilhada das soluções (BRASIL, 2011).

Na realidade, as condições para a sustentabilidade política, legal e financeira do Comitê deve considerar o contexto da bacia hidrográfica, os anseios políticos e econômicos e regulamentação jurídica. Em termos práticos, o Comitê precisa de apoio técnico e de gestão. Esse apoio é ofertado pela ANA, e sua criação está condicionada ao estabelecimento da cobrança pelo uso da água e comprovação de sua viabilidade financeira (BRASIL, 2011).

2.2 Segurança hídrica

É cada vez mais frequente a preocupação quanto à disponibilidade de água, sobretudo em grandes centros urbanos, pois conforme Pereira *et al.* (2020), a crescente densidade populacional juntamente com a demanda pelos recursos hídricos, muitas vezes acometidas pela poluição, prejudicam o abastecimento de água, o que pode gerar conflitos relacionados à qualidade e quantidade desse valioso recurso natural.

A segurança hídrica no Brasil é de responsabilidade da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através do Plano Nacional de Segurança Hídrica, que, embora as intervenções estruturantes sejam importantes, há um viés antropocêntrico, que contrapõe o enfoque ecossistêmico (MACHADO, 2018). O primeiro pronunciamento intergovernamental referente à segurança hídrica, de acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE (2012), foi através da Declaração Ministerial do 2º Fórum Mundial da Água, ocorrido em 2000, sendo discutidos conceitos sobre a segurança hídrica, que se iniciou na década de 90, porém, a sua abordagem foi intensificada nos anos 2000, sobretudo em 2009, com expressivo número de publicações (BAKKER, 2012).

Após as crises hídricas que afetaram o Brasil, principalmente entre os anos de 2012 e 2017, decorrentes de fatores como: aglomerações urbanas; uso e ocupação do solo de maneira incorreta; aumento de demandas hídricas para suprir diversos segmentos; má infraestrutura hídrica, associados a escassez de chuvas, entre outros, fizeram com que fosse enraizada a urgência no tratamento do uso da água e a busca por uma gestão hídrica (ANA, 2019). O conceito de segurança hídrica ganhou espaço no Brasil, de forma mais intensa a partir de 2014, principalmente após a crise hídrica assolar o sudeste brasileiro e afetar as principais capitais, entre elas São Paulo. O assunto foi estendido aos demais estados através de diversas reuniões, culminando na construção do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) (MELO; JOHNSSON, 2017).

O conceito segurança hídrica é amplamente discutido pela Organização das Nações Unidas (ONU), Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e Agência Nacional de Águas (ANA), pelos representantes dos principais órgãos atuantes. A presente pesquisa considera os conceitos de segurança hídrica dessas organizações alinhados com o apresentado por Melo (2016) quanto aos objetivos de criar um modelo de gestão que atenda a efetividade da política de água.

Apesar de ter havido algumas adaptações, para abranger e atender de maneira mais sistêmica e adequada os problemas atuais referentes à questão hídrica, o conceito de segurança hídrica foi oriundo da Declaração Ministerial do 2º Fórum Mundial da Água, que instituiu à segurança hídrica sete desafios, conforme segue: 1. Satisfação das necessidades básicas; 2. Garantia do abastecimento de alimentos; 3. Proteção aos ecossistemas; 4. Compartilhamento de recursos hídricos; 5. Gerenciamento de riscos; 6. Valorização da água; 7. Controle racional da água (INPE, 2012).

Atualmente, conforme definido pela Organização das Nações Unidas, segurança hídrica é a capacidade de uma população garantir a sustentabilidade quanto ao acesso a quantidade adequada de água e qualidade aceitável, para que seja possível sustentar os meios de subsistência, o bem-estar humano e o desenvolvimento socioeconômico, garantindo a proteção contra a poluição e desastres hídricos, preservando os ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política (ONU, 2013). Segundo a *Global Water Partnership/Organisation for Economic Co-operation and Development*, GWP/OECD (2015), segurança hídrica significa aproveitar as oportunidades relacionadas à água e gerenciar os seus riscos, atendendo ao mesmo tempo às demandas sociais e ambientais, facilitando o crescimento sustentável e melhorando o bem-estar. Para ANA (2019, p. 9), segurança hídrica é “condição indispensável para o desenvolvimento social e econômico, especialmente quando se verificam os impactos causados pelos eventos hidrológicos extremos ocorridos na atual década no Brasil”.

A abordagem de segurança hídrica para a GWP/OECD (2013) considera a variável risco, onde o aceitável para a segurança hídrica ocorre quando a probabilidade e o impacto de um determinado risco serem considerados baixos. Na mesma linha, para Bakker (2012), a segurança hídrica é definida através de um nível aceitável de riscos relacionados à água para seres humanos e ecossistemas, junto à disponibilidade de água em qualidade e quantidade para os meios de subsistência.

No Brasil, o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) traz diretrizes para a gestão da segurança hídrica a partir de quatro dimensões que norteiam o planejamento e a gestão da oferta e do uso da água no País (ANA, 2019). As quatro dimensões do PNSH formam o Índice de Segurança Hídrica, onde cada dimensão tem um ou mais indicadores.

De acordo com a ANA (2019) as dimensões da segurança hídrica abrangem:

- Dimensão humana que tem por objetivo averiguar e garantir a oferta de água para abastecer todo o país, quantificando as populações mais vulneráveis aos riscos de não atendimento e as

regiões mais críticas;

- Dimensão econômica foca no setor agropecuário e industrial para aferir os riscos de produção desses setores por conta da variação da oferta hídrica, pois são os setores que mais utilizam recursos hídricos no País;
- Dimensão ecossistêmica engloba alguns indicadores de qualidade de água no que tange a vulnerabilidade de mananciais para abastecimento humano e usos diversos. Dentre eles, água em quantidade suficiente para usos ecossistêmicos; água com qualidade adequada para manutenção da vida aquática e riscos ambientais decorrentes de rompimentos de barragens de rejeitos de mineração;
- Dimensão de resiliência refere-se ao potencial de estoques de águas naturais e artificiais para suprir demandas em caso de estiagem severa e secas.

Segundo a UNESCO (2020), para se alcançar a segurança hídrica deve-se proteger os sistemas hídricos que são vulneráveis, com o intuito de mitigar os impactos de riscos relacionados à água, como, por exemplo, inundações e secas, adotar medidas de proteção quanto ao acesso às funções e serviços hídricos e realizar a gestão dos recursos hídricos de maneira integrada e equitativa. Além disso, deve-se procurar um cenário ideal de segurança hídrica, onde a infraestrutura seja planejada, dimensionada, implantada e gerida de forma adequada, equilibrando o atendimento da oferta e da demanda de água, incluindo as situações eventuais, fruto da vulnerabilidade a eventos climáticos extremos (ANA, 2019).

A segurança hídrica depende da gestão eficiente dos recursos hídricos que são necessários para todos os setores da sociedade. A água é a base dos recursos naturais que o mundo depende (INPE, 2012). O intuito é garantir à sociedade disponibilidade hídrica aos variados usos, atendendo suas expectativas e protegendo-a quanto aos possíveis impactos negativos causados pelos eventos hidrológicos extremos (MELO; JOHNSSON, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODO

Um dos princípios básicos na produção do conhecimento científico, segundo Ugarte (2000) é reproduzir a realidade como ela se apresenta. Dessa forma, o método da pesquisa caracteriza-se como exploratório com abordagem qualitativa. Como procedimentos técnicos é uma pesquisa documental e de levantamento bibliográfico.

Conforme Severino (2007), a pesquisa exploratória visa levantar informações de um

determinado objeto, mapeando as suas condições de manifestação. No presente trabalho, o objeto de estudo são as Bacias PCJ. Gil (2012) destaca que a pesquisa exploratória permite o estudo do tema sob diversos ângulos e aspectos, como por exemplo, o levantamento bibliográfico.

As principais fontes de dados da pesquisa são documentos e informações disponibilizadas no site da Agência Nacional de Águas (ANA), o Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH) e o Relatório de Situação de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí de 2019 (ano base 2018).

3.1 Caracterização da área de estudo

As Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí estão localizadas em uma região considerada estratégica sob o ponto de vista econômico e político – altamente desenvolvida, com zonas de expressivo adensamento populacional, com alta taxa de degradação ambiental, mas, sobretudo, com disponibilidade hídrica muito baixa (COMITÊS PCJ, 2020). As Bacias PCJ, em 1985, foram consideradas pelo governo do estado de São Paulo “como prioritárias para estudos e investimentos, como forma de gerar conhecimento e técnicas que pudessem ser aplicadas no restante do Estado” (MORGADO, 2008, p. 13).

As Bacias PCJ englobam uma área de 15.303,67 km², com 92,6% no Estado de São Paulo e 7,4% no Estado de Minas Gerais, sendo que 44 municípios estão totalmente inseridos na área e 29 municípios parcialmente inseridos (COBRAPE, 2011). Segundo o relatório dos Comitês PCJ (2020), a Bacia do Rio Capivari compreende 1.568 km², a Bacia do Rio Jundiaí 1.154 km² e Bacia do Rio Piracicaba 12.655 km².

O Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (CBH-PCJ), criado em 1993, vem empreendendo esforços em atender os seus objetivos, culminando em uma estrutura especializada, com diferentes formações profissionais técnicas e científicas e ações expressivas para o alcance dos resultados significativos. Segundo o Estatuto do CBH-PCJ, o Comitê é constituído por um colegiado, consultivo e deliberativo, pertencente ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH.

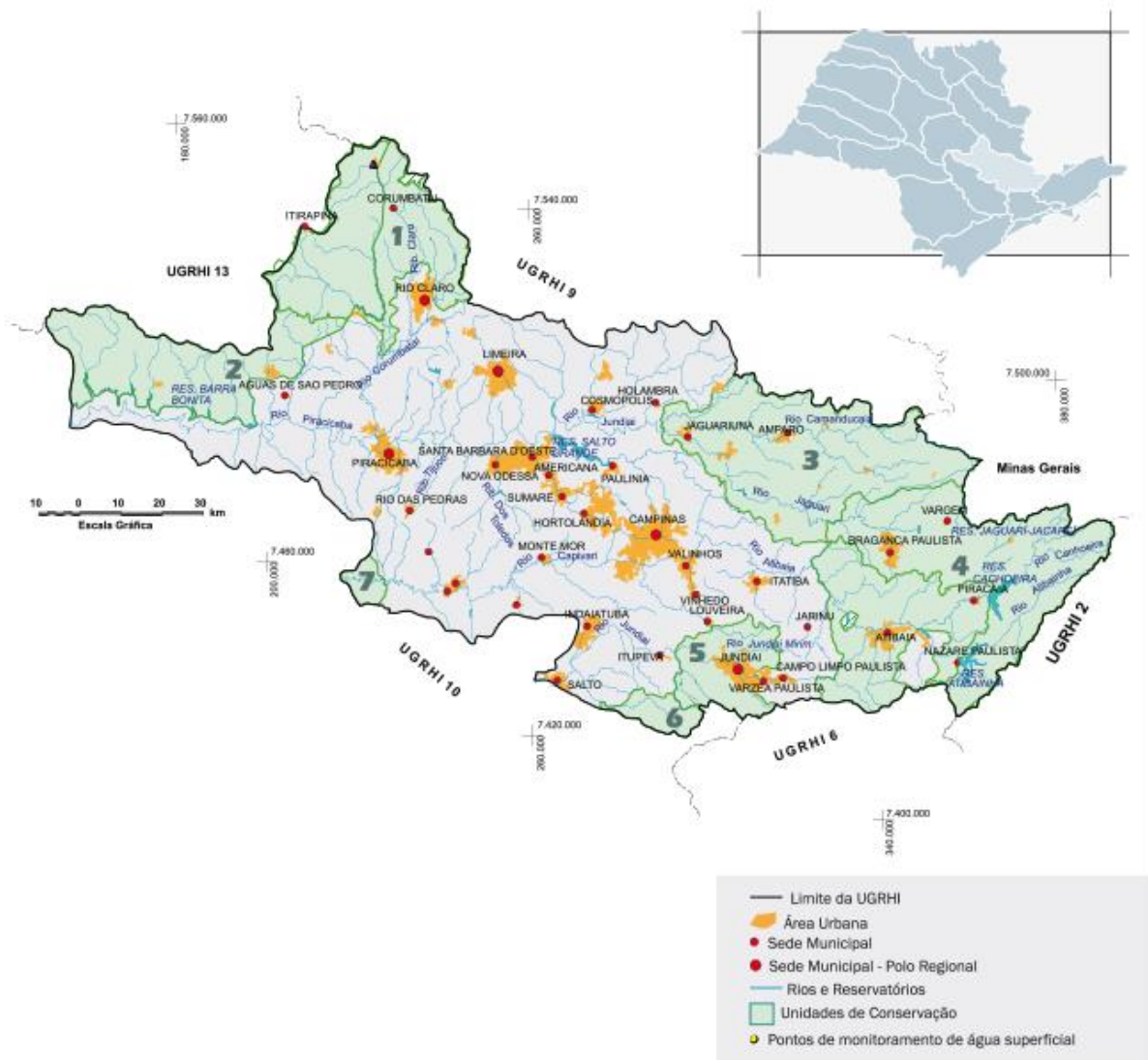
Dentre os objetivos do CBH-PCJ destaca-se o de promover a gestão dos recursos hídricos em sua área de atuação de forma descentralizada, participativa e integrada em relação aos demais recursos naturais, sem dissociar os aspectos quantitativos e qualitativos e das peculiaridades das bacias hidrográficas (COMITÊS PCJ, 2019). Percebe-se que o CBH-PCJ está alinhado com a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, Objetivo 6.

Conforme os Comitês PCJ (2020), as Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (Bacias PCJ) constituem um território econômico e urbano dos mais importantes do Brasil, ocupando uma área de 0,18% do território nacional, concentram cerca de 2,7% da população e cerca de 5% do Produto Interno Bruto do País.

A gestão dos recursos hídricos, no caso das Bacias PCJ, conta com o apoio das Câmaras Técnicas dos Comitês de Bacias Hidrográficas CBH-PCJ. Durante as reuniões realizadas no ano de 2018, de acordo com os Comitês PCJ (2019) foram apresentadas obras e ações executadas pelo Governo do Estado de São Paulo para a ampliação da segurança hídrica, bem como organizadas palestras objetivando discutir essa temática. A Figura 1 destaca a delimitação e localização das Bacias PCJ no Estado de São Paulo. A Figura 1 destaca a delimitação e localização das Bacias PCJ no Estado de São Paulo.

Figura 1

Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá



Fonte: SIGRH (2020, s/p).

3.2 Modelo FPEIR

O Modelo FPEIR foi criado por David Rapport e Anthony Friend em 1979, pelo Statistics Canadá (RAPPORT; FRIEND, 1979), de forma que o modelo PER, *Pressure-State-Response* foi baseado no modelo ER (Estresse-Resposta, SR em inglês), que tem a utilidade de descrever as relações entre as origens e as consequências dos problemas ambientais (EEA, 1999), podendo ser aplicável para gestão dos recursos hídricos, comumente conhecido como Sistema de Indicadores de Sustentabilidade Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta (FPEIR ou em inglês, *DPSIR*, *Driver-Pressure-State-Impact-Response*) (FELINTO; RIBEIRO; BRAGA, 2019). Este modelo descreve as Forças Motrizes ou atividades humanas que produzem Pressões no meio ambiente que podem afetar o

Estado, que por sua vez modificam o meio ambiente, e podem desencadear Impactos ao ser humano e aos ecossistemas e, como consequência exige da sociedade ou do poder público Respostas.

De acordo com a Cobrape (2011) é importante adotar um modelo de avaliação das condições das bacias hidrográficas e neste caso o modelo FPEIR mostra-se adequado, devido a sua amplitude e por ser usado pela *European Environment Agency* (EEA) na elaboração de seus relatórios de Avaliação do Ambiente Europeu, inclusive para avaliação dos recursos hídricos. Os pesquisadores Borja *et al.* (2006), Niemeijer e Groot (2008), Soares *et al.* (2011) e Zare *et al.* (2019) compartilham dessa opinião ao afirmarem que o FPEIR é um dos modelos mais usados, por exemplo, na gestão de bacias hidrográficas.

Em complemento ao modelo FPEIR pode-se trabalhar a avaliação da sustentabilidade a partir dos oito Princípios Bellagio que visam avaliar os efeitos da tomada de decisão antecipada. Conhecido igualmente como BellagioSTAMP apresenta-se como um modelo que orienta a construção de ferramentas para que se realize avaliações de sustentabilidade. Os oito princípios desse modelo são: 1 - Visão orientadora; 2 - Considerações essenciais; 3 - Escopo adequado; 4 - Estrutura e indicadores; 5 - Transparência; 6 - Comunicação eficaz; 7 - Ampla participação; e 8 - Continuidade e capacidade (OLIVEIRA; CURI, 2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação da sustentabilidade representa uma forma de alcançar o desenvolvimento sustentável. A sua importância reside na orientação da gestão e da tomada de decisão, a partir de um conceito mais amplo, que inclui o processo de integração do conceito de sustentabilidade.

Gibson (2006) enfatiza que a sustentabilidade é essencialmente um conceito integrado, e neste contexto, a avaliação da sustentabilidade é um processo de tomada de decisão com estrutura de impacto duradouro. Além disso, o autor também defende a aplicabilidade de todos os princípios da sustentabilidade, nos quais as pessoas devem buscar interesses comuns e múltiplos.

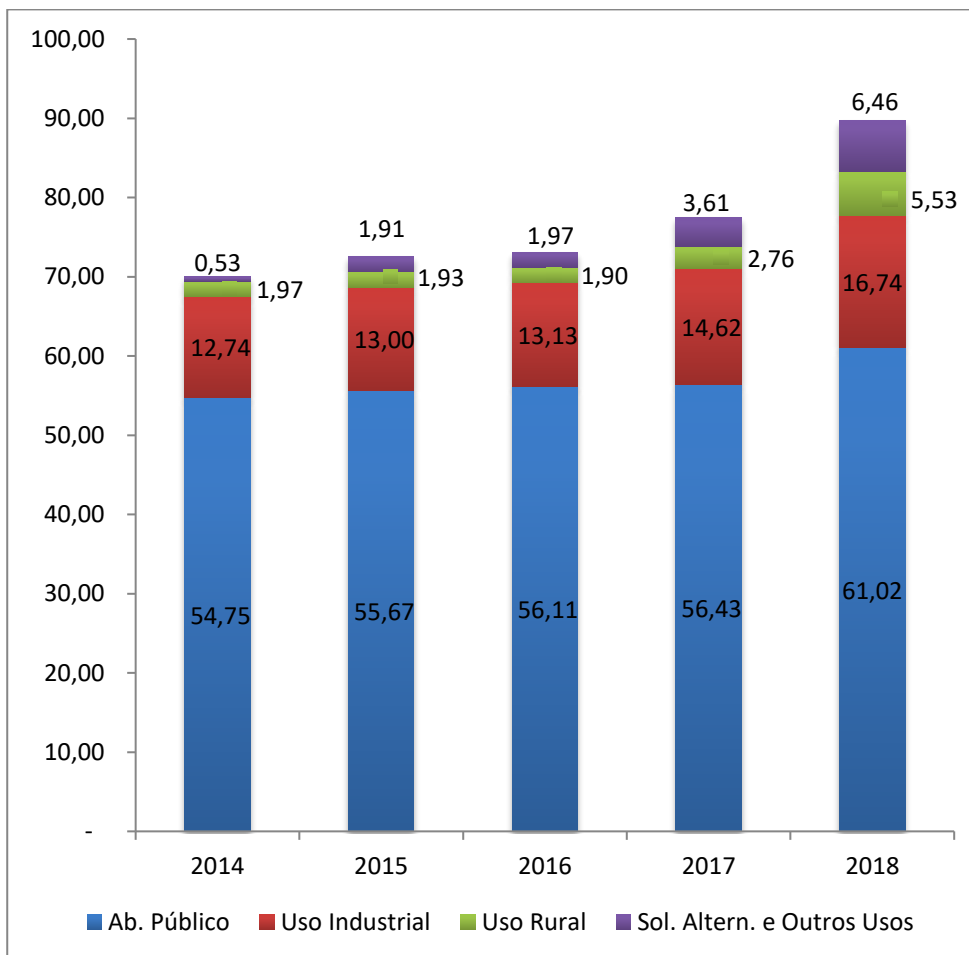
Pode-se citar, por exemplo, países da União Europeia como Reino Unido, Suíça e Alemanha, que consideram a avaliação da sustentabilidade como avaliação de impacto regulatório (PÍNTER *et al.*, 2012). A transição para uma avaliação abrangente do desenvolvimento sustentável também deve ser considerada, pois movimentos progressivos e subestimados muitas vezes não podem garantir atenção efetiva e abrangente às preocupações que foram negligenciadas, o que pode

dificultar o caminho para um futuro melhor (GIBSON, 2006).

Torna-se fundamental a contextualização e o delineamento de indicadores, bem como de ferramentas de gestão e avaliação, que possam auxiliar na definição de prioridades, tomada de decisão e correção de rumo das ações nas Bacias PCJ. Isso se justifica, tendo em vista, que tem ocorrido redução na disponibilidade hídrica *per capita* na região, passando de 1.014,13 m³.hab⁻¹.ano⁻¹ em 2014 para 971,08 m³.hab⁻¹.ano⁻¹ em 2018 (COMITÊS PCJ, 2019). Na Figura 2 pode-se verificar a demanda de água das Bacias PCJ para os diferentes usos no período de 2014 a 2018.

Figura 2

Demanda de água das Bacias PCJ por finalidade, período 2014 a 2018



Fonte: Elaboração própria a partir dos Comitês PCJ (2019).

A partir da Figura 2 é possível observar que a maior demanda pelo uso da água nas Bacias PCJ provém do abastecimento público, apesar da região ser considerada altamente industrializada. Esse comportamento se reflete no uso da água no meio rural. No período de 2014 a 2018 houve um aumento expressivo na demanda de água destas bacias, especialmente nos anos de 2017 e 2018 destinadas ao uso rural e ao uso para soluções alternativas. A demanda de água para uso rural saltou

de 2,76 m³ para 5,53 m³ e a demanda de água para uso em soluções alternativas passou de 3,61 m³ para 6,46 m³ (COMITÊS PCJ, 2019).

Diante da condição do crescente aumento de demanda de água nas Bacias PCJ, Sugahara *et al.* (2021) sugerem a adoção de ações para a redução do consumo de água atreladas à sustentabilidade. Acredita-se que, a adoção de programas de educação e política ambiental aplicada à população em cada contexto social, podem contribuir para a redução do consumo e garantia de acesso à água com a mesma qualidade para as futuras gerações.

Tendo em vista a relevância dos indicadores de sustentabilidade utilizados na gestão de recursos hídricos, os Comitês PCJ (2019) destacam que a partir de 1994 iniciou-se a elaboração dos Relatórios da Situação dos Recursos Hídricos das Bacias PCJ e no ano de 2007 esses relatórios passaram a ser publicados de acordo com metodologia proposta pela Secretaria Estadual de Saneamento e Recursos Hídricos paulistas, atual Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA). A elaboração desses relatórios é feita tendo como referência os indicadores organizados na estrutura denominada método FPEIR (COMITÊS PCJ, 2019). O Quadro 1 destaca os indicadores do método FPEIR utilizados pelos Comitês PCJ (2019).

Quadro 1

Exemplos de indicadores usados no método FPEIR

Força-Motriz	Pressão	Estado	Impacto	Resposta
Taxa geométrica de crescimento anual da população	Consumo de água	Índice de Qualidade da Água para fins de Abastecimento Público (IAP)	Internações por doenças de veiculação hídrica	Ações do Governo
Densidade demográfica	Produção de esgoto	Índice de Qualidade das Águas (IQA),	Conflitos pelo uso da água	Ações de Organizações Não Governamentais (ONGs),
Índice Paulista de Responsabilidade Social	Produção de resíduos sólidos	Índice de Qualidade das Águas para Proteção da Vida Aquática (IVA)		Ações de associações e da população
	Áreas contaminadas	Índice de Estado Trófico (IET)		

		Demanda total em relação à Q7,10 ¹ .		

1- Vazão mínima observada em sete dias consecutivos com dez anos de recorrência.

Fonte: Elaboração própria a partir dos Comitês PCJ (2019).

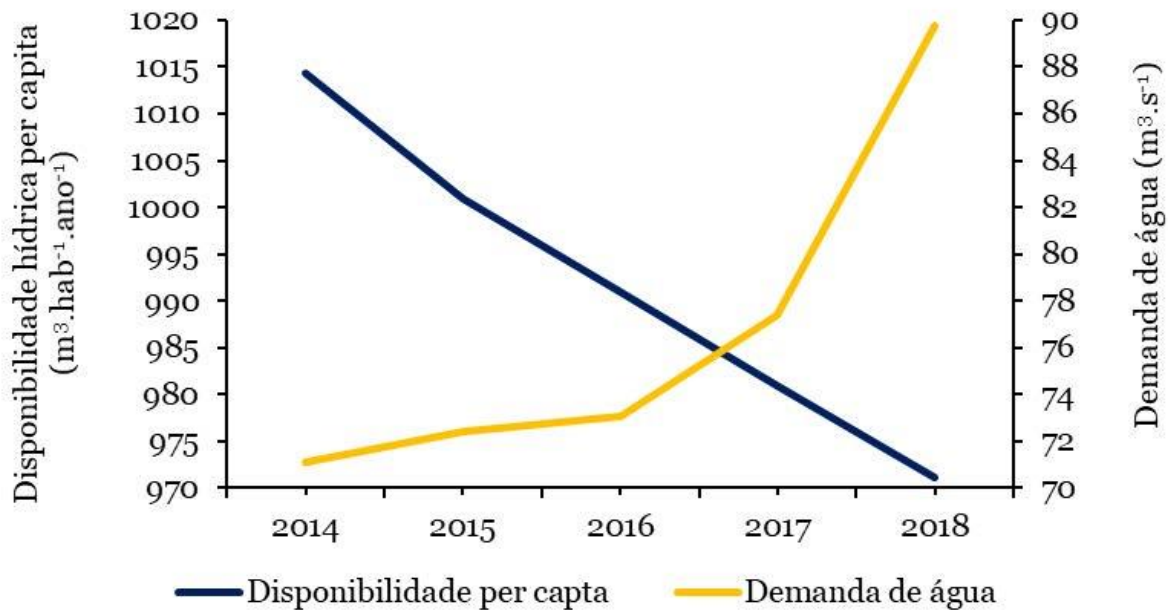
Com intuito de simplificar o conjunto de indicadores, a partir de 2010, os Comitês PCJ (2019) decidiram sintetizar esses indicadores classificando-os nos seguintes parâmetros: disponibilidade das águas; saneamento básico – abastecimento de águas; saneamento básico – esgotamento sanitário; saneamento básico – manejo de resíduos sólidos; saneamento básico – drenagem de águas pluviais; qualidade das águas superficiais; qualidade das águas subterrâneas.

Dentre os indicadores que orientam o planejamento, gestão e acompanhamento dos recursos hídricos das Bacias PCJ, o relatório dos Comitês PCJ (2019) elenca: (1) disponibilidade das águas, (2) demanda da água e (3) balanço hídrico, esses indicadores foram analisados para o período de 2014 a 2018.

Em relação à disponibilidade das águas o parâmetro norteador é a disponibilidade *per capita* (vazão média em relação a população total em $\text{m}^3.\text{hab}^{-1}.\text{ano}^{-1}$). No período analisado a disponibilidade *per capita* teve uma queda, passando de $1.014,33 \text{ m}^3.\text{hab}^{-1}$ em 2014 para $971,08 \text{ m}^3.\text{hab}^{-1}$ em 2018 (COMITÊS PCJ, 2019). Conforme consta no Relatório de Situação das Bacias PCJ de 2019, a disponibilidade *per capita* está classificada como crítica, uma vez que o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo adotou a referência da ONU (UNESCO, 2003) ao apontar como crítica situações em que a disponibilidade *per capita* é inferior a $1.500 \text{ m}^3.\text{hab}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ (COMITÊS PCJ, 2019). A Figura 3 destaca a disponibilidade de *versus* a demanda de água nas Bacias PCJ no período 2014 a 2018.

Figura 3

Histórico anual da disponibilidade hídrica Disponibilidade *per capita* e da demanda de água nas bacias PCJ



Fonte: Bega *et al.* (2021, p. 10).

Observa-se pela Figura 3 a diminuição da disponibilidade de água a partir de 2015, enquanto eleva-se a demanda desse recurso, sobretudo devido ao crescimento populacional. Como assinalam Bega *et al.* (2021) o abastecimento de água nessa região teve forte influência da captação subterrânea.

Quanto ao indicador Demanda da água foram adotados dois parâmetros para a análise, sendo: (1) demanda de água – finalidade ($m^3.s^{-1}$), por tipo de abastecimento categorizado em: abastecimento público, uso industrial, uso rural, solução alternativa e outros usos; (2) demanda de água – tipo ($m^3.s^{-1}$), categorizada por demanda de água superficial e demanda de água subterrânea.

No que se refere ao Balanço Hídrico, o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos CBH-PCJ apresenta quatro parâmetros para acompanhamento (em porcentagem): (1) vazão total em relação à vazão média; (2) vazão outorgada total em relação a $Q_{95\%}$ (vazão mínima de permanência com probabilidade de 95% da vazão ser igualada ou superada no tempo); (3) vazão outorgada superficial em relação à vazão mínima superficial ($Q_{7,10}$); (4) vazão outorgada subterrânea em relação às reservas explotáveis. Os resultados obtidos pelo Balanço Hídrico derivam dos resultados da Demanda.

A partir do apresentado no Relatório de Situação dos Recursos Hídricos dos Comitês PCJ, qualquer análise relativa a disponibilidades, demandas e dos balanços hídricos nas Bacias PCJ

precisa ser acompanhada por análises de informações relativas à qualidade da água.

Em relação ao indicador Saneamento básico, o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos CBH-PCJ o subdivide em três categorias, cada uma com um conjunto de parâmetros, a saber: (1) Saneamento básico - abastecimento de águas, cujo parâmetro utilizado é o índice de abastecimento urbano de água; (2) Saneamento básico – esgotamento básico, com os parâmetros (a) esgoto coletado, (b) esgoto tratado, (c) eficiência do sistema de esgotamento, (d) esgoto remanescente; (3) Saneamento básico – manejo de resíduos sólidos com o parâmetro resíduo sólido disposto em aterro enquadrado como adequado; (4) Saneamento básico cujo parâmetro adotado é a drenagem de águas pluviais.

Quanto aos índices de saneamento o Relatório de Situação de 2019 destaca que a situação mais satisfatória se relaciona ao atendimento urbano de água. Ressalta-se também que embora a média para a bacia no geral seja elevada, acima de 90%, ainda existem municípios com índices críticos (COMITÊS PCJ, 2019).

Alguns autores como Bega *et al.* (2021), ainda enfatizam a possibilidade da elevação na degradação dos corpos hídricos, sobretudo pelo aumento do volume de esgotos sanitários gerado devido ao crescimento populacional, onde evidenciam ser indispensável o planejamento e ações para a gestão do esgotamento sanitário, maximizando a oferta de água a fim de estabelecer a segurança hídrica.

Outros dois indicadores apresentados no relatório referem-se à Qualidade das águas superficiais – índice de qualidade das águas (IQA) e Qualidade das águas subterrâneas – indicador de potabilidade das águas subterrâneas (IPAS). Ambos contribuem para acompanhar a evolução da qualidade da água.

Como destacado no relatório dos Comitês PCJ (2019), o IQA usa variáveis de qualidade que indicam o lançamento de efluentes sanitários no corpo d'água, fornecendo uma visão geral sobre as condições de qualidade das águas superficiais. Enquanto o IPAS, trata do percentual de amostras de águas brutas em conformidade com os padrões de potabilidade nacionais (Portaria específica do Ministério da Saúde) (COMITÊS PCJ, 2019).

A análise dos indicadores de recursos hídricos apresentadas no Relatório de Situação do CHB-PCJ de 2019 evidencia a importância de investimentos que possam dar suporte para o atendimento das metas do Plano de Bacias com o intuito de garantir a qualidade dos corpos hídricos das Bacias PCJ (COMITÊS PCJ, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores de sustentabilidade devem contemplar uma visão abrangente no entorno das Bacias PCJ, pois essa região possui muitas empresas do ramo industrial (cenário típico da região de Campinas) e agrônomo (no entorno da região de Piracicaba e Minas Gerais).

Na realidade, a escolha dos indicadores de sustentabilidade no contexto das bacias hidrográficas deve ser pautada pelas características específicas das bacias e sub-bacias, isso pode proporcionar o acesso sustentável da água em quantidade e qualidade. A consideração destes aspectos leva a entender que o estudo está em consonância com o Objetivo do Desenvolvimento Sustentável 6 da Agenda 2030.

Por isso a necessidade emergente na aplicação de um modelo de avaliação da sustentabilidade de maneira integrada, respondendo às diversas necessidades dessas bacias. Além disso, é possível entender que devido aos conglomerados urbanos, que acontecem principalmente na Região Metropolitana de Campinas, a demanda de água para o abastecimento público é superior a 50%, o que diverge do cenário nacional e mundial, que apontam maior demanda para a agricultura.

Como mencionado neste estudo, no exemplo do indicador demanda de água para uso rural e uso em soluções alternativas, o aumento expressivo da demanda nos últimos anos revela a importância de monitorar esse e outros indicadores, a fim de mitigar impactos que gerem riscos quanto à segurança hídrica para o atendimento das necessidades da população envolvida e, sobretudo para a sustentabilidade da água.

Acredita-se que uma política de gestão de recursos hídricos integradora com a participação do poder público e da sociedade civil pode contribuir para ações conjuntas que atendam à capacidade suporte das Bacias PCJ, respeitando as suas conformações territoriais.

Esse trabalho aponta que a aplicação do modelo FPEIR como ferramenta para a gestão e segurança hídrica apresenta-se como um dos caminhos para a sustentabilidade das bacias hidrográficas. Nota-se que, a importância da seleção e particularização dos indicadores e parâmetros, como os mencionados neste estudo no contexto das Bacias PCJ, com a aplicação do modelo FPEIR visando garantir uma condição hídrica adequada em termos de disponibilidade e demanda das águas.

Agradecimentos

Esse estudo foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001.

Contribuições dos autores

Cibele Roberta Sugahara ficou encarregada da a) conceituação; b) análise formal. Denise Helena Lombardo Ferreira ficou encarregada da b) análise formal; c) metodologia; d) supervisão; e) validação dos resultados. Jakeline Pertile Mendes ficou encarregada da f) redação da minuta; g) redação, revisão e edição.

REFERÊNCIAS

- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2022.
- BAKKER, K. Water security: research challenges and opportunities: **Science**, v. 337, n. 6097, p. 914-915, 2012.
- BEGA, J. M. M.; BORGES, A. V.; LAGO, C. A. F.; MENDES, J. P.; AZEVEDO, P. T.; SANTOS, W. J. R.; MARIOSA, D. F. Avaliação da Sustentabilidade dos Indicadores de Saneamento do Plano das Bacias PCJ 2020-2035. **Ambiente & Sociedade**, v. 24, p. 1-19, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200247vu2021L4DE>
- BOFF, L. **Sustentabilidade: O que é – O que não é**. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2012.
- BORJA, A.; GALPARSORO, I.; SOLAUN, O.; MUXIKA, I.; TELO, E. M.; URIARTE, A.; VALENCIA, V. The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. **Estuarine - Coastal and Shelf Science**, v. 66, n. 1-2, p. 84-96, 2006.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** Agência Nacional de Águas - Brasília: SAG, 2011.
- CHAUVEL, M. A.; COHEN, M. (Org.). **Ética, sustentabilidade e sociedade: Desafios da Nossa Era**. Rio de Janeiro: Mauad X, 2009.
- COBRAPE. **Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá 2010 a 2020: com propostas de atualização do Enquadramento dos Corpos d'Água e de Programa para Efetivação do Enquadramento dos Corpos d'Água até o ano de 2035**. Relatório Final. Piracicaba, 2011.
- COMITÊS PCJ. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos: versão simplificada (Ano Base 2018)**. Piracicaba: Fundação
- Rev. Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Palhoça, v. 12, p. 1-22, 2023.**

Agência das Bacias PCJ, 2019.

COMITÊS PCJ. Sumário Executivo: **Plano De Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, 2020 a 2035**. Porto Alegre: Consórcio Profill-Rhama PCJ, 2020.

DEHEZA UGARTE, G. Reflexiones en torno a: Principios Básicos de la Investigación Científica. Punto Cero, **Cochabamba**, v. 05, n. 01, p. 36-39, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S181502762000000200007&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 01 mai. 2020.

EEA. European Environment Agency. **Environmental indicators: Typology and overview**. Technical report n. 25. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 1999.

FELINTO, C. M. R.; RIBEIRO, M. M. R.; BRAGA, C. F. C. Aplicação do Modelo Força Motriz-Pressão-Estado-Impacto-Resposta (FPEIR) para Gestão dos Recursos Hídricos em João Pessoa-PB. **Revista DAE**, v. 67, n. 218, p. 118-136, 2019. <http://dx.doi.org/10.4322/dae.2019.038>

GIBSON, R. B. Beyond the Pillars: sustainability assessment as a framework for effective integration of social, economic and ecological considerations in significant decision-making. **Journal of Environmental Assessment Policy and Management**, v. 8, n. 3, p. 259-280, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

GWP/OECD. Global Water Partnership/Organisation for Economic Co-operation and Development. **Securing Water, Sustaining Growth**, 2015. Disponível em: <<https://www.gwp.org/globalassets/global/about-gwp/publications/the-global-dialogue/securing-water-sustaining-growth.pdf>>. Acesso em: 03 out. 2022.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Segurança hídrica para um planeta sob pressão: transição para a sustentabilidade: desafios interligados e soluções**. Transição para a sustentabilidade: desafios interligados e soluções. Brasília: INPE, 2012.

MACHADO, F. H. **Proposição de Indicadores de Segurança Hídrica: Seleção, Validação e Aplicação na Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim, Jundiaí – SP, Brasil**. 2018. 255 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Ambientais, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2018. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/153669>>. Acesso em: 12 nov. 2022.

MELO, M. C. de. **Segurança Hídrica para Abastecimento Urbano: Proposta de modelo analítico e aplicação na Bacia do Rio das Velhas, Minas Gerais**. 2016. 525 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

MELO, M. C. de; JOHNSON, R. M. F. O Conceito Emergente de Segurança Hídrica. **Sustentare**, v. 1, n. 1, p. 72-92, 2017. <http://dx.doi.org/10.5892/st.v1i1.4325>

MEADOWS, D. **Indicators and information systems for sustainable development**. A report to the Balaton Group. The Sustainability Institute. Hartland, 1998.

MORGADO, A. **A influência do Comitê das Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e**

Jundiaí (CBH-PCJ) na descentralização da gestão hídrica brasileira-avaliação quantitativa da participação da sociedade civil de 1993-2003, 2008. 154 fls. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Universidade de São Paulo, 2008.

NIEMEIJER, D.; GROOT, R. S. Framing environmental indicators: moving from causal chains to causal networks. **Environment, Development and Sustainability**, v. 10, n. 1, p. 89-106, 2008.

OECD. Organisation for Economic Co-operation and Development. **Water Security for Better Lives**, 2013. Disponível em: <https://read.oecd-ilibrary.org/environment/water-security_9789264202405-en#page1>. Acesso em: 03 dez. 2022.

OLIVEIRA, G. C. S.; CURTI, R. C. Análise de metodologias de avaliação da sustentabilidade hidroambiental segundo BellagioSTAMP. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S.L.], v. 9, n. 3, p. 275-288, 2018. Companhia Brasileira de Produção Científica. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2018.003.0022>

ONU. Organização das Nações Unidas. **What is Water Security?** Infographic, 2013. Disponível em: <<https://www.unwater.org/publications/water-security-infographic/>>. Acesso em: 03 dez. 2022.

ONU. Organização das Nações Unidas. **A Agenda 2030**, 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 03 out. 2022.

PEREIRA, V. R.; RODRIGUEZ, D. A.; SANTOS, S. M. V.; MARENGO, J. A. Adaptation opportunities for water security in Brazil. **Sustainability in Debate**, v. 11, n.3, p. 106-121, 2020. <https://doi.org/10.18472/SustDeb.v11n3.2020.33858>

PINTÉR, L.; HARDI, P.; MARTINUZZI, A.; HALL, J. Bellagio STAMP: principles for sustainability assessment and measurement. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 17, p. 20-28, 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.07.001>

PORTO, D. T.; BASSO, L. A.; STROHAECKER, T. M. Diagnóstico Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Mampituba, Região Sul do Brasil, utilizando a matriz FPEIR. **Geosul**, v. 34, n. 72, p. 28-50, 2019.

RAPPORT, D.; FRIEND, A. Towards a Comprehensive Framework for Environmental Statistics: A stress-response approach. v. 11, n. 510. **Catalogue (Statistics Canada)**. Ottawa: Minister of Supply and Services Canada, 1979.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

SIGRH. Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.CBH-PCJ: Apresentação. São Paulo, Governo do Estado: Coordenadoria de Recursos Hídricos, 2020. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/cbhpci/apresentacao>>. Acesso em: 04 out. 2022.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto**, 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>>. Acesso em: 03 ago. 2020.

- SOARES, A. B.; SILVA FILHO, J. C. L.; ABREU, M. C. S.; SOARES, F. A. Revisando a estruturação do Modelo DPSIR como Base para um Sistema de Apoio à Decisão para a Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v. 4, n. 3, p. 521–545, 2011.
- SUGAHARA, C. R.; JUCÁ, L. B. Q.; MARTINS, A. M.; MARIOSIA, D. F. Avaliação da sustentabilidade do Plano de Bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2020-2035: análise dos indicadores de disponibilidade e demandas hídricas. **Gestão & Regionalidade**, v. 37, n. 112, p. 301-318, 2021.
- UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Water for people, water for life**, 2003. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/wwdr1-2003/downloads/>>. Acesso em: 14 out. 2020.
- UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Water Security**, 2020. Disponível em: <<https://en.unesco.org/themes/water-security>>. Acesso em: 03 dez. 2022.
- ZARE, F.; ELSAWAH, S.; BAGHERI, A.; NABAVI, E.; JAKEMAN, A. J. Improved integrated water resource modelling by combining DPSIR and system dynamics conceptual modelling techniques. **Journal of Environmental Management**, v. 246, p. 27-41, 2019.