

Abordagem participativa e Soluções baseadas na Natureza (SbN) como estratégias de resiliência e de revitalização em bacias hidrográficas

Jozrael Henriques Rezende

Professor Doutor, Fatec Jahu, Brasil
jozrael.rezende@fatec.sp.gov.br

Lívia Portes Innocenti Helene

Professora Doutora, Fatec Jahu, Brasil.
livia.helene@fatec.sp.gov.br

RESUMO

Diante das mudanças climáticas, adotar abordagens de gestão participativas, integradoras e sistêmicas capazes de regular as interações hidrológicas, ecossistêmicas e sociais e ressignificar o planejamento urbano e rural, passando da escala municipal para uma abordagem de micro e sub-bacias é crucial para garantir segurança hídrica e resiliência aos fenômenos meteorológicos extremos. A revitalização das bacias hidrográficas a partir do manejo adaptativo dos recursos naturais, reconhecendo as mudanças e a dinâmica dos processos, é fundamental pois possibilita a recuperação e a conservação ambiental, a prestação de serviços ecossistêmicos e da provisão dos recursos hídricos para os usos múltiplos. Com estas premissas este trabalho apresenta propostas para a bacia hidrográfica do rio Jaú, São Paulo/BR. Em 2.022, a cidade de Jaú foi atingida por uma inundação sem precedentes, que deixou evidente os equívocos cometidos na urbanização, principalmente os relacionados à ocupação da planície de inundação por vias e edificações. Por meio de uma metodologia participativa, com o apoio do Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré e envolvimento dos municípios, do setor produtivo e da sociedade civil organizada, foram definidas diretrizes para mitigar os impactos e prevenir novas ocorrências. Considerando que o rio Jaú é um importante manancial de abastecimento público, garantindo água para mais de 57 mil pessoas, as ações propostas têm como princípios as soluções baseadas na natureza visando a manutenção das propriedades naturais dos leitos dos rios, a permeabilidade, a recuperação das matas ciliares ao longo dos cursos d'água e a adequação dos usos e da conservação dos solos.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação do solo. Áreas de Preservação Permanente. Ecohidrologia.

1 INTRODUÇÃO

A segurança hídrica é um conceito fundamental no campo da gestão de recursos hídricos e refere-se à capacidade de garantir água acessível a todos para uma vida saudável e produtiva, comunidades protegidas contra eventos extremos (inundações e secas) e doenças relacionadas a água, além de prover água para a manutenção dos ecossistemas naturais (WEF, 2011; ANA, 2023).

As cidades desempenham um papel fundamental na garantia da segurança hídrica, uma vez que, no contexto legal brasileiro, as responsabilidades municipais são claramente delineadas, especialmente no âmbito do saneamento (BRASIL, 2007; DE SOUZA; FLANERY, 2013) e do ordenamento territorial. No entanto, é necessário ressignificar o planejamento urbano e a segurança hídrica de uma escala municipal para uma abordagem em escala de micro e sub-bacias. A abordagem por bacia hidrográfica emerge como uma unidade técnica de gestão mais abrangente e eficiente (MASCARENHAS *et al.*, 2009).

Compreender e gerenciar adequadamente a bacia hidrográfica significa promover ações de conservação que mitiguem os riscos associados a escassez de água e a suscetibilidade a eventos extremos e proporcionem os usos múltiplos da água. No ambiente urbano, a incorporação de tais práticas de conservação ao planejamento das cidades pode proporcionar uma ocupação que garanta a permeabilidade do solo e permitam a adoção de estratégias de captação e reutilização de água pluvial (BROWDER *et al.*, 2019). De forma adicional, a integração de tecnologias inovadoras, como sistemas de monitoramento e modelagem hidrológica, também fazem parte da revitalização de bacias hidrográficas.

Implementar técnicas adequadas do uso do solo, promover o reflorestamento, a preservação de mananciais e nascentes e a adoção de práticas agrícolas conservacionistas, estão entre as principais estratégias utilizadas para melhorar a segurança (TUCCI; CHAGAS, 2017; SAAD *et al.*; 2018; SANTOS *et al.*, 2020). Existem diversos exemplos de restauração de bacias hidrográficas que contribuíram de forma significativa para a melhoria da quantidade e da qualidade da água (OBRACZKA *et al.*, 2019; CASTRO; PEREIRA, 2019; SANTOS; SCHWINGEL, 2021).

A interconexão entre as áreas urbanas e rurais em uma bacia hidrográfica exige uma abordagem integrada para lidar com desafios relacionados à água, como eventos extremos de inundação. Nesse contexto, o planejamento de políticas públicas e a implementação de medidas práticas devem transcender as fronteiras municipais (STRIFLING, 2018). A atuação coordenada do poder público, sociedade civil, órgãos ambientais e demais partes interessadas torna-se imperativa para promover a eficácia das ações mitigadoras e especialmente as ações adaptativas aos eventos extremos.

Diante destas premissas, este trabalho apresenta os resultados iniciais das propostas apresentadas durante a realização do “I Fórum Jauense das Águas”, que teve como tema “Soluções para a Bacia Hidrográfica do Rio Jaú”. O fórum, realizado pela Prefeitura Municipal de Jahu, com o apoio do Comitê da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré (CBH TJ), da Faculdade de Tecnologia de Jahu (Fatec Jahu), do Conselho Municipal de Meio Ambiente (Comdema Jahu) e da Câmara Municipal de Jaú, ocorreu em 22 de março de 2022.

A realização do fórum foi motivada pelo evento meteorológico extremo que atingiu o município no final de semana de 29 e 30 de janeiro de 2022. Nestes dois dias foi registrada uma precipitação de cerca de 320 mm generalizada na bacia hidrográfica a montante da zona urbana. Essa precipitação ocasionou a maior inundação já observada na cidade. O rio Jaú saiu de seu leito menor encaixado, e ocupou, além do leito maior sazonal, seu leito maior excepcional, provocando duas mortes e afetando diretamente, segundo a Defesa Civil de Jaú, 864 residências e 139 estabelecimentos comerciais, trazendo transtornos ao cotidiano para aproximadamente 5.000 pessoas e comprometendo a mobilidade na cidade, afetando praticamente todos os moradores.

2 MATERIAS E MÉTODOS

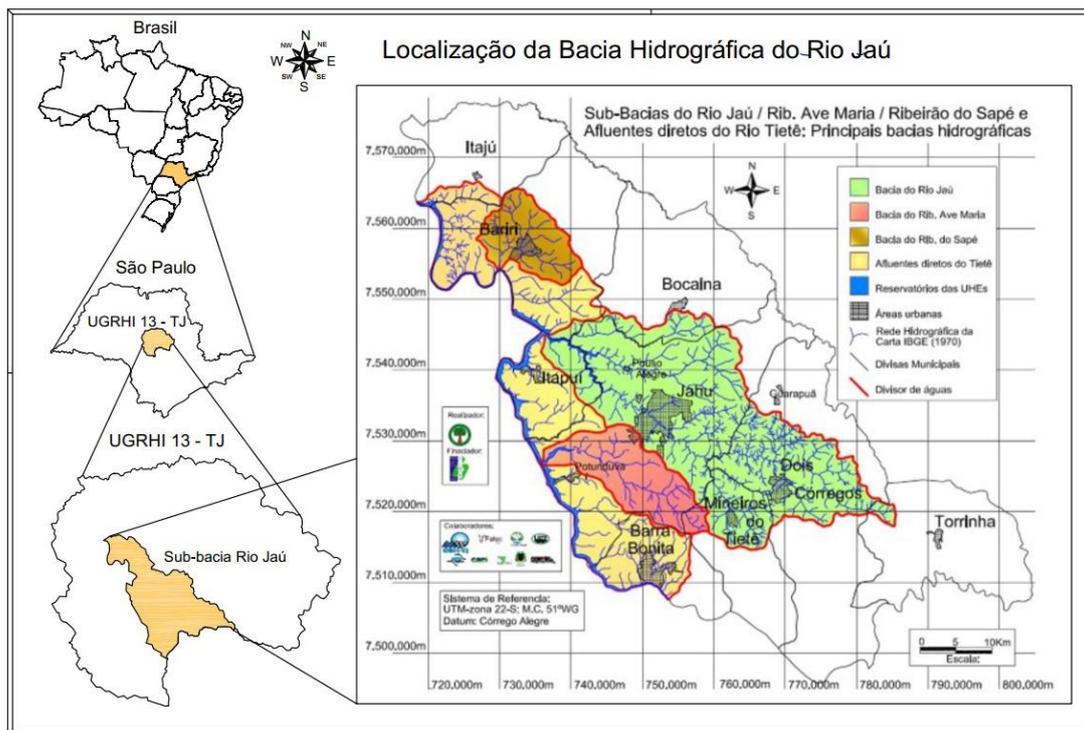
2.1 Área de estudo

A bacia hidrográfica do rio Jaú apresenta aproximadamente 420 m de amplitude altimétrica, com altitude máxima de 861 m nas proximidades das suas cabeceiras na Serra do Tabuleiro, no município de Torrinha e 440 m em sua foz no Rio Tietê na divisa dos municípios de Jaú, Itapuí e Bariri. Em 90% desta bacia, as declividades são inferiores a 12%, sendo que em mais de 55% as declividades são menores que 6%.

O Rio Jaú é um curso d'água de 5ª ordem, possui 22 afluentes principais e 2 ribeirões formadores (Ribeirões do Bugio e do Peixe). Sua bacia hidrográfica, localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Tietê - Jacaré (UGRHI TJ), possui área total de 752,25 km² e rede de drenagem de 745,8 km. Seu território abrange parte dos municípios de Bariri, Bocaina, Dois Córregos, Itapuí, Jaú, Mineiros do Tietê e Torrinha, entre os paralelos 22°09' e 22°28' S e os meridianos 48°13' e 48°42' W. São três as zonas urbanas inseridas na bacia: Jaú (parcialmente), Dois Córregos e Mineiros do Tietê (Figura 1).

O clima da bacia hidrográfica do Rio Jaú segundo a classificação Koopeen é definido como “Aw”, tropical chuvoso com inverno seco. A precipitação anual em anos normais varia entre 1.200 e 1400 mm. O período chuvoso ocorre de outubro a março, sendo o trimestre mais chuvoso de dezembro a fevereiro. O período seco vai de abril a setembro, com o trimestre mais seco entre junho e agosto.

Figura 1 – Localização da sub-bacia hidrográfica do Rio Jaú



Fonte: Adaptado de CBH TJ (2013)

A precipitação média para o mês de janeiro entre 1936 e 202 é de 238,2 mm, segundo o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. Até 2022, o janeiro mais chuvoso havia ocorrido em 1997. Na ocasião o índice de precipitação registrado foi de 486,8 mm no mês. Em janeiro de 2022, o índice de chuvas registrado foi de 502,4 mm, dos quais 332 mm em menos de 48 horas, entre os dias 28, 29 e 30 de janeiro.

2.2 Metodologia

A realização do “I Fórum Jauense da Águas” foi proposta em um encontro que reuniu o Presidente do CBH TJ, o presidente da Câmara Municipal de Jaú, os Secretários de Meio Ambiente e de Agricultura do município e a Presidente do Comdema de Jaú. A pauta era avaliar estratégias e ações de adaptação e resiliência aos fenômenos meteorológicos extremos. A reunião definiu a data, o tema, o formato e os convidados.

A abordagem no âmbito da bacia hidrográfica e as soluções baseadas na natureza foram deliberadas como diretrizes para nortear as discussões e foram chamados para participar do fórum os principais atores, incluindo os prefeitos e secretários de meio ambiente e agricultura dos 7 municípios da bacia e representantes da Defesa Civil, DAEE, CATI e Defesa Agropecuária/SAA, CBH TJ, Conselhos Municipais de Meio Ambiente - COMDEMA, usinas de açúcar e álcool, associações de produtores rurais, moradores dos bairros atingidos, organizações não governamentais – ONG e associações técnicas e de classe.

A programação foi definida da seguinte forma: no período da manhã palestras sobre o tema com docentes e pesquisadores da Fatec Jahu e EESC/USP, técnicos do DAEE e Defesa Civil. No período vespertino foi realizado um debate com a moderação do presidente do CBH TJ, no

qual todos os presentes tiveram direito à voz. O fórum contou com a participação presencial de mais de 100 pessoas e foi transmitido ao vivo pela TV Câmara.

As sugestões apresentadas foram discutidas e as propostas aprovadas foram descritas em um documento intitulado “Propostas apresentadas no “I Fórum Jauense das Águas - Soluções para a Bacia Hidrográfica do Rio Jaú” encaminhado ao Prefeito Municipal de Jahu. O documento final foi acompanhado de uma minuta de Projeto de Lei propondo a criação de uma “Comissão Municipal” para tratar de assuntos do rio Jaú, seus afluentes e sua bacia hidrográfica, com a função de planejar e acompanhar ações de curto, médio e longo prazo a fim de mitigar e prevenir os impactos causados pelas inundações e alagamentos no Município.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A incorporação de diversos atores no processo decisório no manejo e na gestão dos recursos naturais não apenas amplia a base de conhecimento, mas também promove uma maior representatividade, legitimidade e aceitação das medidas implementadas.

Assim, diante do evento ocorrido em janeiro de 2022, em 10 agosto de 2022, por intermédio do Decreto municipal nº. 8.364, foi criada a “Comissão Municipal de Assuntos do Rio Jaú, seus afluentes e sua Bacia Hidrográfica – COMARJ”, formada por representantes de diversas secretarias municipais, representantes dos moradores atingidos e da Fatec Jahu. Desde então a comissão, presidida pelo Secretário Municipal de Meio Ambiente, tem se reunido com regularidade para discutir, planejar e acompanhar as estratégias e ações. As ações propostas no fórum foram classificadas quanto ao prazo de execução e foram definidos os atores responsáveis pela sua implementação (Quadro 1).

Além da criação da COMARJ, foram realizadas intervenções na calha do rio na zona urbana (limpeza e desassoreamento), ainda não totalmente concluídas. O sistema de monitoramento de vazão e chuva e alarme em tempo real encontra-se na fase de licitação. A comissão propôs a aquisição de um sistema telemétrico, com medição da precipitação em 5 pontos da bacia e da elevação do nível e do aumento da vazão do Rio Jaú em outros 5 pontos. O sistema deve ser alimentado por placas solares e dotado de autonomia para garantir a transmissão mesmo após uma sequência de vários dias sem sol. A avaliação inicial dos taludes fluviais em toda a zona urbana foi realizada por engenheiros da prefeitura e encontra-se em discussão os modelos a serem adotados para garantir a estabilidade e as técnicas a serem utilizadas para realizar as intervenções necessárias.

Visando o aprimoramento dos sistemas de conservação do solo e da água na zona rural e estradas vicinais, foram realizadas reuniões com representantes do grupo que controla as usinas de açúcar e álcool na região. Além disso, o Comitê da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré aprovou, em sua 81ª Reunião Plenária realizada em 10 de março de 2023, uma moção de repúdio ao sistema de conservação de solo adotado pelas usinas de açúcar e álcool nas bacias hidrográficas dos rios Jacaré-Pepira e Jaú, solicitando providências.

A moção, encaminhada a diversas secretarias e órgãos do governo do estado de São Paulo, entre outros destinatários, questiona a adoção do sistema de produção que, a partir da colheita mecanizada de cana crua, mudou para se adequar as máquinas, priorizando o rendimento operacional em detrimento da conservação de solo, a partir de técnicas como a adoção de maiores espaçamentos entre terraços, a menor dimensão dos terraços, a ampliação dos tamanhos dos talhões, a sulcação reta sem terraços com tiros longos, a sulcação reta em terraços passantes e a não escarificação por subsoladores.

Quadro 1 - Ações propostas no I Fórum Jauense das Águas para revitalização da bacia hidrográfica do rio Jaú e para prevenção, controle e combate de inundações e alagamentos na zona urbana

Ação	Resultados esperados	Prazo*	Ator(es)
1. Criar Comissão Municipal (prefeitura, defesa civil, instituições de pesquisa e sociedade civil) para acompanhar as ações de prevenção, controle e combate de inundações e alagamentos.	Planejamento, tomada de decisão e acompanhamento das ações otimizados	Emergencial	Prefeitura Municipal de Jahu
2. Instalar sistema de monitoramento e alarme em tempo real (vazão/chuva).	Minimização de riscos e prejuízos		
3. Realizar intervenções na calha do rio na zona urbana (limpeza e desassoreamento).	Eliminação de pontos críticos		
4. Avaliar a estabilidade dos taludes fluviais do rio em toda a zona urbana, planejar as ações necessárias e realizar as intervenções.	Diminuição da vulnerabilidade do leito e dos taludes fluviais	Curto	
5. Elaborar zoneamento de risco e plano de combate às inundações e aos alagamentos do município.	Áreas de risco identificadas e classificadas para cada cenário		
6. Aprimorar os sistemas de conservação do solo e da água na zona rural e estradas vicinais.	Redução dos processos erosivos e diminuição do assoreamento	Médio	CBH e CATI/SAA Prefeituras e Câmaras Municipais, Concessionárias de saneamento Usinas e Produtores Rurais
7. Criar o Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Jaú.	Ações regionais e captação de recursos financeiros para a bacia hidrográfica		
8. Elaborar projetos executivos de engenharia (canal extravasor e barragem para controle de cheias) e captar recursos para execução.	Salvaguarda dos moradores e das edificações construídas no leito maior do rio		
9. Restaurar o passivo de Matas Ciliares nas Áreas de Preservação Permanente de nascentes e cursos d'água da bacia hidrográfica.	Cursos d'água protegidos e resilientes, serviços ecossistêmicos maximizados	Longo	CBH e CATI/SAA Usinas, Produtores e ONGs, Prefeituras
10. Instituir políticas públicas municipais (Drenagem sustentável, infraestrutura verde azul, Revitalização de Rios urbanos, Parques lineares ribeirinhos, IPTU verde, Captação de água de chuva).	Legislação proposta, discutida, aprovada e regulamentada		

* PRAZO: EMERGENCIAL (até 1 ano); CURTO (de 1 a 4 anos); MÉDIO (de 4 até 8 anos); LONGO (de 8 até 12 anos)

O planejamento inadequado da mobilização do solo na zona rural, deixando solo exposto, sem cobertura, durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, nos quais a precipitação é muito intensa na região foi constatado a partir de vistorias realizadas em fevereiro de 2022 e de imagens de satélite da semana anterior ao evento extremo de precipitação.

Foi possível identificar glebas de terra contíguas, com áreas variando de 500 a 800 hectares, totalmente desnudas, sem nenhuma cultura, com preparo de solo realizado por grade aradora ou com plantio recente. A moção sugere a adoção de práticas alternativas tais como cultivo mínimo, rotação de culturas, cultivo em faixas, sulcação profunda em nível, subsolagem, bacias de captação de enxurradas, dissipadores de energia e canais escoadouros para a minimização dos impactos e planejamento adequado.

Além das questões relacionadas a mitigação dos impactos pelas inundações, importante salientar que o rio Jaú é um manancial de água que abastece mais de 57 mil habitantes (1/3 da população do município). Em 2.022 foram captados 5.768.180 m³ (658 m³/h). O rio Jaú, portanto, é um provedor de serviços ecossistêmicos imprescindível e a gestão de suas águas e de sua bacia deve ser realizada a partir de uma visão holística, de maneira integrada e sistêmica, considerando a interação entre o sistema social e natural (ZALEWSKI, 2010; ARAÚJO, 2012).

O propósito das ações deve ser mimetizar os processos naturais, adotando como princípios básicos a manutenção das propriedades naturais dos leitos dos rios (sinuosidades), a permeabilidade máxima das águas de chuva nas superfícies da bacia, tanto nas áreas rurais quanto nas urbanas, margens ao longo dos cursos d'água ocupadas matas ciliares, e a adequação dos usos e da conservação dos solos à capacidade ambiental de suporte de cada uma das zonas hidrogeodinâmicas (recarga, erosão e sedimentações-várzeas). Estas estratégias, baseadas nos princípios da ecologia, são denominadas Soluções baseadas na Natureza – SbN (TAMBOSI *et al.* 2015; COHEN-SHACHAM *et al.*, 2016; UNESCO, 2018).

A adoção das SbN, por meio de uma abordagem interdisciplinar, integradora e sistêmica, pode possibilitar a regulação das interações hidrológicas e ecossistêmicas com as demandas da sociedade, permitindo o equilíbrio, as funções e a resiliência dos ecossistemas fluviais ao mesmo tempo que protege as pessoas e os bens contra os alagamentos e as inundações (LEZY-BRUNO; OLIVEIRA, 2007; ZALEWSKI, 2010).

Esta nova abordagem, ecologia, busca mimetizar e recuperar processos naturais dos ciclos hidrológico e ecológico, adotando como princípios a permeabilidade máxima das águas de chuva ao longo do curso d'água e também nas outras superfícies da bacia, a manutenção das propriedades naturais dos leitos (sinuosidades) e as margens com presença de vegetação (SANCHES, 2007). A ecologia lida com abordagens holísticas que buscam a sustentabilidade dos ecossistemas e das populações humanas, fornecendo base científica sólida para a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento (ZALEWSKI, 2010).

A fim de encontrar soluções de longo prazo, que integrem os componentes sociais com a sustentabilidade do ecossistema para melhorar a eficiência do uso da água e a gestão integrada dos recursos hídricos, os processos hidrológicos e ecológicos são estudados de forma conexa desde escalas moleculares até macro escalas relacionadas aos habitats aquáticos em zonas úmidas e rios, desde as cabeceiras até a foz e toda a bacia hidrográfica. Isso é chamado de objetivo multifuncional dos cinco elementos responsáveis pelo fortalecimento da capacidade de suporte de ecossistemas alterados: água, biodiversidade, serviços ecossistêmicos, resiliência e cultura ou dimensão social ou, em inglês, “water, biodiversity, ecosystem services, resilience and culture or social dimension (WBSRC)” (UNESCO, 2018).

Em relação as áreas urbanas, a revitalização de rios e córregos têm um importante papel na busca pela sustentabilidade e segurança hídrica das cidades. O processo de revitalização deve ser fundamentado na utilização da vegetação, do solo e dos sistemas naturais hídricos urbanos e periurbanos como componentes do sistema de drenagem com o potencial de mitigar os efeitos adversos da urbanização (ROLO; GALLARDO; RIBEIRO, 2017).

Esse modelo implica na adoção procedimentos adaptativos dos recursos naturais, reconhecendo as mudanças e a dinâmica dos recursos naturais a serem manejados, e exigindo ajustes contínuos conforme a situação se altera, sempre considerando o aprendizado e a interação entre o sistema social e natural (ARAÚJO, 2012). Esta estratégia de manejo e adaptativo das águas urbanas está baseada na utilização dos ecossistemas naturais como infraestrutura e possui as seguintes diretrizes (USEPA, 2012):

- Preservação e recuperação da vegetação e manutenção dos caminhos naturais de drenagem e das características nativas do solo, minimizando as áreas impermeáveis e as intervenções no relevo;
- Projetos únicos e específicos, respeitando as peculiaridades locais e naturais em toda a bacia, em detrimento aos modelos padronizados;
- Incremento da infiltração e da recarga do fluxo de base e dos aquíferos;
- Manutenção das áreas úmidas e dos riachos;
- Direcionamento controlado do escoamento para áreas vegetadas;
- Manejo hídrico o mais próximo possível da fonte de geração do excedente de escoamento de modo integrado, começando pela residência e quarteirão (controle distribuído de pequena escala);

- Planejamento e implementação de sistemas de drenagem que mimetizem os processos hidrológicos naturais com conservação preditiva e preventiva dos sistemas de drenagem visando o aumento de sua eficiência e longevidade;
- Atuação sistêmica na prevenção da poluição e na educação ambiental;
- Atratividade e pertencimento com paisagismo apropriado e limpeza e manutenção rotineiras.

Em relação aos cursos d'água na zona rural, as estratégias adequadas de conservação do solo e a restauração ecológica das matas ciliares nas áreas de preservação permanente e nas zonas de recarga são fundamentais. Neste sentido, o índice de vegetação remanescente na bacia hidrográfica e, em especial e o percentual de matas ciliares em relação ao total das áreas de preservação permanente hídricas, são bons indicadores para se avaliar a situação de vulnerabilidade ou integridade ecológica e hidrológica de uma bacia hidrográfica.

No Plano Diretor de Restauração Florestal da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Tietê-Jacaré, a sub-bacia 3, que engloba a bacia hidrográfica do rio Jaú, foi dividida em 41 microbacias hidrográficas (Tabela 1 e Figura 2), das quais 12 estão a montante da zona urbana de Jaú totalizando 39.143 ha (CBH TJ, 2013). Nessas microbacias a vegetação remanescente mapeada somou 2.008 ha, ou seja, pouco mais de 5% da área total da bacia hidrográfica. Diante de uma rede de drenagem estimada em 356,15 km (CBHTJ, 2013).

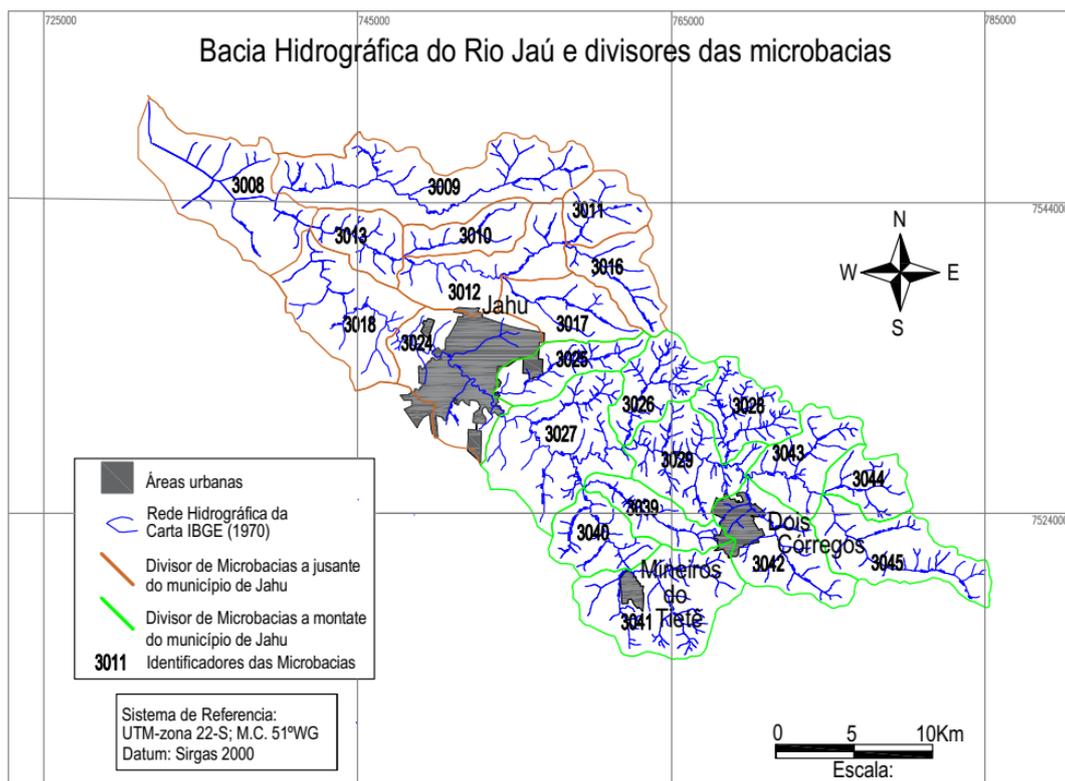
Em relação as Áreas de Preservação Permanente dessas 12 microbacias somam quase 1.784 ha, das quais um pouco mais de 70% (1,254,01 ha) encontra-se degradada, ou seja, sem a presença de mata ciliar (Tabela 2).

Tabela 1. Microbacias e microrregiões hidrográficas a montante da zona urbana de Jaú/SP: área, vegetação remanescente e rede de drenagem.

Código	Microbacia ou Microrregião hidrográfica	Área (ha)	Vegetação Remanescente (ha)	Vegetação na microbacia (%)	Rede de Drenagem (km)
3025	Córrego Santo Antônio	2.324,16	129,63	5,58%	18,50
3026	Córregos do Matão e da Floresta	2.510,74	101,54	4,04%	24,85
3027	Córr. João da Velha, Rio Jaú, Córr. dos Nunes, Rib. São João	5.688,69	310,34	5,46%	43,01
3028	Córregos da Garra e das Palmeiras	2.581,51	309,54	11,99%	40,58
3029	Córregos do Saltinho, do Veadinho, Rio Jaú	3.694,75	173,14	4,69%	36,30
3039	Córrego do Gavião	2.035,60	49,84	2,45%	19,34
3040	Rib. São João, Córregos da Faz. Santa Estefânia e Boa Vista	2.416,28	38,41	1,59%	17,56
3041	Córrego do Pascoal, Rib. São João, Córrego do Borralho	5.416,39	257,56	4,76%	49,03
3042	Ribeirão do Lajeado, Córrego Fura-Olho	3.881,50	138,96	3,58%	32,47
3043	Ribeirão do Bugio, Córrego do Queixada	2.749,42	162,97	5,93%	27,71
3044	Córrego da Prata	1.794,30	92,69	5,17%	15,85
3045	Ribeirão do Bugio, Córrego do Bugio	4.049,66	243,61	6,02%	30,95
TOTAL		39.143,00	2.008,23	5,13%	356,15

Fonte: Adaptado de CBH TJ (2013)

Figura 2 – Bacia hidrográfica do Rio Jaú e subdivisões em microbacias



Fonte: Adaptado de CBH TJ (2013)

Tabela 2 - Áreas de Preservação Permanente (APP) hídricas das Microbacias e microrregiões hidrográficas a montante da zona urbana de Jaú/SP e passivo de matas ciliares (Adaptado de CBH-TJ, 2013).

Código	Microbacia ou Microrregião hidrográfica	Área de APP (ha)	Vegetação Remanescente em APP (ha)	APP com Matas Ciliares (%)	Passivo de Matas Ciliares (ha)
3025	Córrego Santo Antônio	96,32	10,59	10,99%	85,73
3026	Córregos do Matão e da Floresta	123,19	27,79	22,56%	95,40
3027	Córr. João da Velha, Rio Jaú, Córr. dos Nunes, Rib. São João	227,33	47,04	20,69%	180,29
3028	Córregos da Garra e das Palmeiras	200,24	96,11	48,00%	104,13
3029	Córregos do Saltinho, do Veadinho, Rio Jaú	180,01	57,01	31,67%	123,00
3039	Córrego do Gavião	94,06	11,44	12,16%	82,62
3040	Rib. São João, Córregos da Faz. Santa Estefânia e Boa Vista	87,64	11,00	12,55%	76,64
3041	Córrego do Pascoal, Rib. São João, Córrego do Borralho	243,23	79,13	32,53%	164,10
3042	Ribeirão do Lajeado, Córrego Fura-Olho	160,67	49,17	30,60%	111,50
3043	Ribeirão do Bugio, Córrego do Queixada	136,33	38,80	28,46%	97,53
3044	Córrego da Prata	77,49	30,25	39,04%	47,24
3045	Ribeirão do Bugio, Córrego do Bugio	157,27	71,44	45,42%	85,83
TOTAL		1.783,78	529,77	29,70%	1.254,01

Fonte: Adaptado de CBH TJ (2013)

A redução e a fragmentação de áreas de vegetação natural nas bacias hidrográficas e ao longo dos cursos d'água relacionam-se de forma direta com as alterações da amplitude, da intensidade, da frequência e da recorrência de vazões mínimas e máximas dos cursos d'água, além de comprometerem a qualidade da água.

A vegetação ciliar, entre outras funções, atua como uma faixa de proteção natural dos corpos d'água. Sua ausência provoca aumento do aporte de material particulado nos rios e córregos, intensificando o processo de assoreamento e alterando os padrões hidráulicos dos cursos d'água. Este processo deteriora os habitats aquáticos e aumentam os riscos de inundações e os custos de tratamento da água (MARCOMIN, 2002; BARRELA *et al.*, 2001).

Matas ciliares contínuas ao longo de cursos d'água, além da proteção e do aumento da resiliência conferida ao leito fluvial e ao ecossistema aquático, contribuem para o equilíbrio do balanço hídrico na bacia hidrográfica, por meio da recarga dos aquíferos, em especial nas áreas de entorno das nascentes, fundamental para o fluxo de base. Atuam ainda como corredores ecológicos quando ligadas a fragmentos florestais próximos, permitindo o fluxo biológico da flora e da fauna, pois garantem a movimentação dos animais e facilitam a dispersão de sementes (KUNTSCHIK; EDUARTE; UEHARA, 2014).

4 CONCLUSÕES

A adoção de soluções geradas a partir da compreensão dos princípios e dos processos da natureza e o engajamento e participação da ativa e coletiva de todos os segmentos das comunidades envolvidas são fundamentais para proporcionar segurança hídrica e promover a resiliência à eventos extremos de inundação e de estiagens prolongadas. A abordagem territorial no âmbito das bacias hidrográficas, a definição de diretrizes a partir dos preceitos da ecidrologia e a escolha de estratégias que considerem o equilíbrio do balanço hídrico maximizando a infiltração de água no solo e que procurem manter ao máximo as características naturais das vertentes e dos cursos d'água são imprescindíveis neste sentido. Apenas o planejamento e a execução das ações em concordância com as soluções baseadas na natureza podem permitir a continuidade da prestação dos serviços ecossistêmicos e os consequentes benefícios sociais e econômicos advindos desta escolha.

Em relação ao estudo de caso apresentado, que envolve a bacia hidrográfica do rio Jaú e seus afluentes, fica evidente, que a revitalização depende da implementação e da continuidade de políticas públicas regionais, além dos investimentos necessários ao financiamento das obras e serviços. Além disso, a maior parte das soluções propostas devem ser realizadas de forma conjunta e proativa por todos os segmentos da sociedade que habitam as cidades e a zona rural dos municípios da bacia hidrográfica.

As prefeituras municipais têm o papel de conduzir e coordenar os trabalhos em seus territórios, o setor sucroalcooleiro, visto que a cultura da cana-de-açúcar é a matriz da paisagem regional, os extensionistas e produtores rurais podem contribuir com o manejo conservacionista do solo e da água e com a recuperação do passivo de vegetação ripária, a sociedade civil organizada e a mídia tem o papel de promover a divulgação das informações e fornecer o apoio ao engajamento de toda a sociedade e as instituições de ensino superior e pesquisa de indicar as alternativas tecnicamente adequadas para as questões.

Neste sentido o Comitê da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré, entidade regional responsável por promover a gestão integrada dos recursos hídricos em trinta e quatro municípios da região, incluindo os municípios localizados na bacia hidrográfica do Rio Jaú, tem um papel importante, pois pode eleger a revitalização da bacia do rio Jaú como uma de suas prioridades e orientar as ações necessárias para a formação de um consórcio intermunicipal, visando a cooperação entre os municípios para a realização de atividades e projetos em conjunto, otimizando e permitindo a captação de recursos para enfrentar os desafios comuns.

5 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022:** informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico.-- Brasília : ANA, 2023.

ARAÚJO, M. A. R. A gestão das unidades de conservação à luz da abordagem ecossistêmica. In: NEXUCS (org) **Unidades de Conservação do Brasil: o caminho da gestão para resultados**, RiMa Editora, p.155-187. 2012.

BARRELA, W., PETRERE JR, M., SMITH, W. S., MONTAG. L. F. A. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H.F. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp. p. 1187-1207. 2001.

BLANCO-CANQUI H., LAL R. No-tillage and soil-profile carbon sequestration: an on-farm assessment. **Soil Science Society of America Journal**, v. 72, n. 3, p. 693-701. 2008.

BRASIL. **Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm

BROWDER, G., OZMENT, S.; BESCOS, I. R.; GARTNER, T.; LANGE, G-M. **Integrating Green and Gray. Creating Next Generation Infrastructure**. Washington, DC: World Bank and World Resources Institute. <http://hdl.handle.net/10986/31430> License: CC BY 4.0. 2019.

CASTRO, C. N.; PEREIRA, C.N. **Revitalização da bacia hidrográfica do São Francisco: histórico, diagnóstico e desafios**. Brasília: IPEA. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9351/1/Revitalizacao%20da%20bacia%20hidrografica%20do%20rio%20s%3A3o%20francisco.pdf>

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. **Nature-based solutions to address global societal challenges**. IUCN. 97p. 2016.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO TIETÊ-JACARÉ - CBH TJ. **Plano Diretor de Restauração Florestal visando a produção de água e a preservação da biodiversidade da UGRHI Tietê-Jacaré**. 2013. Disponível em <https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CBH-TJ/10381/planodiretorderestauracaoflorestaltietejacare.pdf> (Acesso em 20 mai 2023).

DE SOUZA, K. C.; FLANERY, T. H. Designing, planning, and managing resilient cities: a conceptual framework. **Cities**, Beijin, v. 35, p. 89-99, 2013

KUNTSCHIK, D. P.; EDUARTE, M.; UEHARA, T. H. K. **Matas ciliares**. Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais. 2.ed. São Paulo: SMA, 2014. 80 p. (Cadernos de Educação Ambiental, 7)

LEZY-BRUNO, L.; OLIVEIRA, Y. A experiência francesa em gestão de águas: práticas voltadas para a valorização dos recursos hídricos e da paisagem. 2007, São Paulo - FAUUSP. **Anais [...]. Resumos expandidos e Programa do Seminário Nacional sobre o tratamento e Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo**. p.140-141.

MARCOMIN F. E. **Análise ambiental da bacia hidrográfica do Rio Pinheiros (municípios de Orleans e São Ludgero, SC) com base na caracterização e diagnóstico dos elementos da paisagem e da perda de solo por erosão laminar**. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2002.

MASCARENHAS A.C.; COSTA, A.P.C.; MINOTI, R.T. Reflexões sobre o processo de revitalização de bacias hidrográficas no Brasil. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Campo Grande MS, 2009. P. 1-17.

OBRACZKA, M.; PINTO, S.O.M.; MARQUES, C.F.; OHNUMA, A.A. Emprego de indicadores na avaliação do saneamento - região hidrográfica médio Paraíba do Sul. **Revista Internacional de Ciências**, v. 9, n. 1, p. 3-21, 2019.

ROLO, D. A. M. O.; GALLARDO, A. L. C. F. G. RIBEIRO, A. P. Revitalização de rios urbanos promovendo adaptação às mudanças climáticas baseada em ecossistemas: quais são os entraves e as oportunidades? 2017, São Paulo. **Anais [...]. XVII ENANPUR - Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional: caminhos do planejamento urbano e regional**. p. 2-21;

SANCHES, P. M. O papel dos rios na cidade contemporânea: dimensão social e ecológica. 2007, São Paulo - FAUUSP. **Anais [...]. Resumos expandidos e Programa do Seminário Nacional sobre o tratamento e Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo**. p. 69-72. São Paulo: FAUUSP, 2007.

STRIFLING, D. Integrated water resources management and effective intergovernmental cooperation on watershed issues. **Mercer Law Review Forthcoming**, Marquette Law School Legal Studies, n.18-19, 2018.

SAAD, S.I.; MOTA DA SILVA J.; Silva M.L.N.; GUIMARÃES J.L.B.; SOUSA JÚNIOR, W.C.; FIGUEIREDO RdO, et al. Analyzing ecological restoration strategies for water and soil conservation. **PLoS ONE** n. 13(2), 2018

SANTOS A.C.; REIS A.; MENDIONDO E. M. Segurança hídrica no Brasil: situação atual, principais desafios e perspectivas futuras. **Revista DAE**, São Paulo, v. 68, n. 225 p 167-179.2020

SANTOS P. H.; SCHWINGEL, P. R. S. Eficácia de projetos produtores de água: estudo de caso do projeto Produtor de Água na Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú, Santa Catarina - Brasil. **Gaia Scientia**, [S. l.], v. 15, n. 2, 2021.

TAMBOSI, L.R.; VIDAL, M.M.; FERRAZ, S.F.D.B.; METZGER, J.P. Funções eco-hidrológicas das florestas nativas e o Código Florestal. **Estudos Avançados** n. 29, p. 151-162, 2015.

TUCCI, C.E.M.; CHAGAS M.F. Segurança hídrica: conceitos e estratégias para Minas Gerais. **Rega**: v.14, p. 12, 2017

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION – UNESCO. **The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water**. 170p. 2018.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. **Terminology of Low Impact Development Distinguishing LID from other Techniques that Address Community Growth Issues. Office of Wetlands, Oceans, and Watersheds**. Washington, DC, 20460 EPA 841-N-12-003B. 2012

WORLD ECONOMIC FORUM - WEF. **Water Security: The Water-Food-Energy-Climate Nexus**. Island Press: Washington. 2011.

ZALEWSKI, M. Ecohydrology for compensation of Global Change. **Brazilian journal of biology**. v. 7. n. 3, p. 689-695. doi: 10.1590/S1519-69842010000400001. 2010