

PLANEJAMENTO URBANO E SEGURANÇA HÍDRICA: GESTÃO INTEGRADA DO USO DO SOLO, DA DRENAGEM E DO SANEAMENTO NA PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NAS CIDADES

URBAN PLANNING AND WATER SECURITY: INTEGRATED MANAGEMENT OF LAND USE, DRAINAGE, AND SANITATION IN THE PROTECTION OF WATER RESOURCES IN CITIES

Artigo recebido em: 11/12/2025

Artigo aceito em: 10/03/2026

Jozadake Petry Fausto*

*Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho (UNESP), Ipiranga, São Paulo, Brasil
jozadakepetryfausto@gmail.com

Ailton Caetano Nascimento Pessoa**

**Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Pará, Brasil
ailton.pessoa@itec.ufpa.br

Maria Vânia Abreu Pontes***

***Universidade Federal do Ceará (UFC), Sobral, Ceará, Brasil
vaniapontes@yahoo.com.br

Rhafic Concolato da Silva****

****Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil
silva.rhafic@posgraduacao.uerj.br

Sinara Martins Camelo*****

*Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, Paraíba, Brasil
martinscamelosi@gmail.com

Fernando André de Oliveira Duarte*****

*****Instituto de Pós-Graduação (IPOG), Manaus, Amazonas, Brasil
fernando@qqs.com.br

Túlio da Silva Xavier*****

*****Centro de Ensino Unificado do Maranhão (CEUMA), São Luís, Maranhão, Brasil
sxcaadv@gmail.com

Rafael Rodrigues Duque*****

*****Centro Universitário Única (UNIÚNICA), Bom Jesus da Lapa, Bahia, Brasil
rafael.duque@ufob.edu.br

Victor Hugo da Silva Xisto*****

*****Miami University of Science and Technology (MUST), Manaus, Amazonas, Brasil
victorxisto@live.com

Valdemir Fonseca da Silva*****

*****Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), São Luiz Gonzaga, Rio Grande do Sul, Brasil
valdemir.fonseca@acad.ufsm.br

José Hiago Bezerra Alves*****

*****Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral, Ceará, Brasil
hiagoalves.engcivil@gmail.com



Eric de Melo Lima*****

*****Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Piauí, Brasil
ericmelo92@gmail.com

Malena Pinheiro Brandão*****

*****Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Feira de Santana, Bahia, Brasil
malenabrandao@aluno.ufrb.edu.br

Ronny Braga dos Santos*****

*****Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Jequié, Bahia, Brasil
ronnybragadsantos2003@gmail.com

Joelma Sousa Lima*****

*****Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Marabá, Pará, Brasil
joelmasousaadiv@gmail.com

Olavo Bilac Quaresma de Oliveira Filho*****

*****Universidade do Estado do Amapá (UEAP), Macapá, Amapá, Brasil
olavo.filho@ueap.edu.br

Marcus Dhilermando Hora de Souza*****

*****Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil
marcus.d.souza@ufv.br

Yasmin Mylene Lima de Lacerda*****

*****Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Olinda, Pernambuco, Brasil
yasmin.mylene@ufpe.br

The authors declare that there is no conflict of interest

Resumo

A intensificação da urbanização nas últimas décadas tem produzido pressões significativas sobre os recursos hídricos nas cidades, especialmente em contextos marcados por expansão desordenada, impermeabilização do solo, ocupação de áreas ambientalmente sensíveis e déficits históricos de saneamento básico. Esses processos têm contribuído para o agravamento de enchentes, poluição dos corpos d'água e insegurança hídrica urbana, evidenciando a necessidade de estratégias integradas de planejamento territorial e gestão ambiental. Nesse contexto, o presente artigo tem como objeto de análise a relação entre planejamento urbano e segurança hídrica nas cidades, com ênfase na articulação entre gestão do uso e ocupação do solo, sistemas de drenagem urbana e políticas de saneamento como instrumentos de proteção e recuperação dos recursos hídricos. A investigação orienta-se pela seguinte pergunta de partida: de que maneira a gestão integrada do uso do solo, da drenagem urbana e do saneamento pode contribuir para a proteção dos recursos hídricos e para a promoção da segurança hídrica nas cidades? Teoricamente, fizemos uso dos

Abstract

The intensification of urbanization in recent decades has exerted significant pressure on water resources in cities, especially in contexts marked by unplanned expansion, soil impermeabilization, occupation of environmentally sensitive areas, and historical deficits in basic sanitation. These processes have contributed to the worsening of floods, water pollution, and urban water insecurity, highlighting the need for integrated strategies of territorial planning and environmental management. In this context, the present article analyzes the relationship between urban planning and water security in cities, with emphasis on the articulation between land use management, urban drainage systems, and sanitation policies as instruments for the protection and recovery of water resources. The investigation is guided by the following research question: how can the integrated management of land use, urban drainage, and sanitation contribute to the protection of water resources and to the promotion of water security in cities? Theoretically, the study is based on the works of Ab'Saber (2003), Asad et al. (1999), Baltas, Mimikou and Tsihrintzis

trabalhos de Ab'Saber (2003), Asad *et al.* (1999), Baltas, Mimikou e Tsihrintzis (2018), Beck (1992), Biswas e Tortajada (2022), Biswas *et al.* (2006), Biswas, Sachdeva e Tortajada (2021), Biswas, Tortajada e Izquierdo (2009), Brears (2016), Butler e Davies (2004), Daly (1997; 2008), Gleick (2010; 2011), Gopalakrishnan, Tortajada e Biswas (2005), Grigg (2012), Guo (2017), Harvey (2000; 2008), Hvitved-Jacobsen, Vollertsen e Nielsen (2010), Jha, Bloch e Lamond (2012), Lefebvre (2008; 2016), Marsalek *et al.* (2001), Mays (2010), Mollinga, Dixit e Athukorala (2006), Pepper, Gerba e Brusseau (2006), Porto-Gonçalves (2016), Ringler *et al.* (2010), Sachs (2007; 2009), Salman e Bradlow (2006), Santos (2001; 2006), Schilling e Porter (1990), Shamma and Wang (2010), UNDP (2013), UN-Habitat (2003), Younos e Parece (2016), entre outros. A pesquisa é de cunho qualitativa (Minayo, 2007), bibliográfica e descritiva (Gil, 2008) e com o viés compreensivo (Weber, 1949). Os resultados indicam que a articulação entre uso do solo, drenagem urbana e saneamento reconfigura o funcionamento hidrológico das cidades, reduzindo enchentes e a poluição hídrica. Evidencia-se que abordagens integradas, associadas à infraestrutura verde e à governança coordenada, ampliam a eficiência dos sistemas urbanos de água. Conclui-se que a segurança hídrica depende da superação de práticas fragmentadas e da adoção de estratégias territoriais sistêmicas.

Palavras-chave: Planejamento Urbano. Drenagem Sustentável. Saneamento Básico. Segurança Hídrica.

(2018), Beck (1992), Biswas and Tortajada (2022), Biswas *et al.* (2006), Biswas, Sachdeva and Tortajada (2021), Biswas, Tortajada and Izquierdo (2009), Brears (2016), Butler and Davies (2004), Daly (1997; 2008), Gleick (2010; 2011), Gopalakrishnan, Tortajada and Biswas (2005), Grigg (2012), Guo (2017), Harvey (2000; 2008), Hvitved-Jacobsen, Vollertsen and Nielsen (2010), Jha, Bloch and Lamond (2012), Lefebvre (2008; 2016), Marsalek *et al.* (2001), Mays (2010), Mollinga, Dixit and Athukorala (2006), Pepper, Gerba and Brusseau (2006), Porto-Gonçalves (2016), Ringler *et al.* (2010), Sachs (2007; 2009), Salman and Bradlow (2006), Santos (2001; 2006), Schilling and Porter (1990), Shamma and Wang (2010), UNDP (2013), UN-Habitat (2003), Younos and Parece (2016), among others. The research adopts a qualitative approach (Minayo, 2007), being bibliographic and descriptive (Gil, 2008), and grounded in a comprehensive perspective (Weber, 1949). The results indicate that the articulation between land use, urban drainage, and sanitation reconfigures the hydrological functioning of cities, reducing flooding and water pollution. It is evident that integrated approaches, associated with green infrastructure and coordinated governance, enhance the efficiency of urban water systems. It is concluded that water security depends on overcoming fragmented practices and adopting systemic territorial strategies.

Keywords: Urban Planning. Sustainable Drainage. Basic Sanitation. Water Security.

1 INTRODUÇÃO: PLANEJAMENTO URBANO E SEGURANÇA HÍDRICA NAS CIDADES NA ARTICULAÇÃO ENTRE USO DO SOLO, DRENAGEM URBANA E SANEAMENTO PARA PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A compreensão do fenômeno urbano-hídrico implica reconhecer que a cidade se constitui como um espaço em permanente transformação, no qual processos naturais e dinâmicas sociais se entrelaçam de forma contínua, produzindo efeitos concretos sobre os sistemas ambientais, especialmente sobre a água, que passa a responder não apenas às condições físicas do meio, mas também às formas de uso e ocupação do território. Nesse sentido, à medida que a urbanização avança, observa-se uma reconfiguração progressiva

dos fluxos hídricos, pois a expansão de áreas impermeabilizadas, a supressão de vegetação e a ocupação de áreas de várzea alteram significativamente a dinâmica de infiltração, escoamento e armazenamento da água no espaço urbano, redefinindo, portanto, o equilíbrio hidrológico anteriormente existente. Em outras palavras, a cidade não apenas se instala sobre o território, mas o reorganiza profundamente, introduzindo novas condições que interferem diretamente nos ciclos naturais, o que contribui para o surgimento de fenômenos como o aumento do escoamento superficial, a redução da recarga de aquíferos e a intensificação de eventos de inundação. Conforme Brears (2017), “[...] superfícies impermeáveis modificam os ciclos hidrológicos naturais ao reduzir a infiltração e aumentar o escoamento superficial” (p. 19), o que demonstra que a própria materialidade urbana atua como um elemento estruturante das transformações ambientais. Além disso, não se pode ignorar que essas alterações não ocorrem de maneira isolada, mas estão associadas a um conjunto mais amplo de pressões antrópicas que incluem a canalização de cursos d’água, a ocupação irregular de margens fluviais e a poluição difusa gerada por atividades urbanas, fatores que, em conjunto, contribuem para a degradação progressiva dos recursos hídricos nas cidades. De forma complementar, a intensificação dessas dinâmicas revela que a questão hídrica urbana não pode ser compreendida apenas sob uma perspectiva técnica, pois envolve dimensões sociais, políticas e econômicas que condicionam tanto o acesso quanto à qualidade da água disponível. Nesse contexto, Gleick (2010) afirma que “[...] o acesso à água segura reflete desigualdades estruturais presentes nos sistemas urbanos e nas políticas de gestão” (p. 6), indicando que a distribuição da água, assim como sua qualidade, está diretamente relacionada às formas de organização da sociedade e às decisões institucionais que orientam sua gestão. Assim sendo, a cidade passa a operar como um espaço de mediação entre natureza e sociedade, no qual a água assume um papel central não apenas como recurso natural, mas também como elemento que expressa às contradições do desenvolvimento urbano, revelando tensões entre crescimento econômico, ocupação territorial e preservação ambiental. Dessa forma, a análise do fenômeno urbano-hídrico exige uma abordagem que considere simultaneamente os aspectos físicos, técnicos e sociais envolvidos, uma vez que as transformações não se limitam ao campo ambiental, mas se articulam com processos mais amplos de produção do espaço urbano, nos quais diferentes interesses e racionalidades se sobrepõem, configurando um cenário complexo que demanda interpretação aprofundada e integrada.

O aumento acelerado da demanda por água para diferentes usos e grupos de usuários, aliado a medidas ineficazes para lidar com o declínio da qualidade da água proveniente de fontes pontuais e difusas de poluição, tem tornado a gestão da água mais complexa e difícil do que em qualquer outro momento da história humana. Todas as tendências atuais indicam que a gestão da água se tornará ainda mais complexa no futuro, devido às crescentes demandas da sociedade por água de boa qualidade e aos novos e emergentes impactos sobre o setor hídrico decorrentes das forças da globalização. Entre esses fatores estão a liberalização do comércio de produtos agrícolas e manufaturados, a revolução da informação e comunicação e os avanços tecnológicos em áreas tradicionalmente não associadas à água, como a biotecnologia. Os impactos dessas novas e emergentes forças sobre o setor hídrico ainda não são plenamente compreendidos ou valorizados no presente, mas tendem a modificar de forma significativa as práticas de uso da água em muitos países ao longo das próximas décadas (Biswas; Tortajada; Gopalakrishnan, 2005, p. 5, tradução nossa).

Desse modo, à medida que se observa a expansão contínua das cidades em diferentes partes do mundo, evidencia-se que o crescimento urbano não se limita ao aumento demográfico ou à ampliação territorial, mas implica uma reestruturação profunda das relações entre sociedade e natureza, sobretudo no que diz respeito à água, cuja dinâmica passa a ser condicionada por formas específicas de ocupação e organização do espaço urbano. Esse processo, articulado à intensificação da urbanização global, produz efeitos acumulativos que se manifestam tanto na escala local quanto em sistemas mais amplos, uma vez que o adensamento populacional, a verticalização e a substituição de superfícies naturais por materiais impermeáveis alteram os padrões de circulação hídrica, interferindo diretamente na capacidade de absorção do solo e na regularidade dos fluxos de água. Como afirmam Jha, Bloch e Lamond, “[...] o crescimento urbano rápido, quando não planejado adequadamente, aumenta significativamente os riscos de inundação e sobrecarga dos sistemas de drenagem” (2012, p. 14), o que revela que a forma como as cidades se expande está diretamente relacionada à intensificação de eventos hidrológicos extremos. De igual maneira, a urbanização global, ao ocorrer de forma desigual e frequentemente desvinculada de políticas públicas integradas, contribui para a produção de territórios marcados por vulnerabilidades específicas, nos quais a infraestrutura hídrica não acompanha o ritmo de crescimento urbano, resultando em sistemas sobrecarregados e incapazes de responder às demandas emergentes. Dito isso, “[...] o aumento da população urbana e das atividades econômicas eleva a pressão sobre os recursos hídricos, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade”, indicam Ringler, Biswas e Cline (2010, p. 5), reforçando que o fenômeno urbano contemporâneo

está intrinsecamente associado à intensificação das demandas sobre a água. Assim, ao considerar esse quadro, torna-se possível perceber que o crescimento das cidades não apenas amplia o consumo de recursos hídricos, mas também transforma sua distribuição espacial, criando zonas de maior escassez e outras de maior exposição a riscos, o que expõe a necessidade de compreender a urbanização como um processo que reorganiza, de maneira desigual, as condições de acesso e disponibilidade da água. Tal dinâmica se agrava quando associada à ausência de planejamento integrado, já que a expansão urbana frequentemente ocorre sobre áreas ambientalmente sensíveis, como margens de rios e zonas de recarga de aquíferos, comprometendo funções ecológicas essenciais e ampliando os impactos sobre os sistemas hídricos. Por essa razão, a análise do crescimento urbano global demanda uma leitura que vá além dos indicadores quantitativos, incorporando também as dimensões qualitativas e territoriais que moldam a relação entre cidade e água, uma vez que os efeitos desse processo não se distribuem de maneira homogênea, mas refletem escolhas políticas, econômicas e institucionais que orientam a produção do espaço urbano e, conseqüentemente, a forma como os recursos hídricos são apropriados, utilizados e transformados no interior das cidades.

Nessa direção, quando se analisa a relação entre urbanização e os ciclos hidrológicos, torna-se evidente que as cidades operam como sistemas capazes de alterar profundamente os fluxos naturais da água, não apenas em termos de volume, mas também de velocidade, direção e qualidade, o que implica reconhecer que o espaço urbano interfere diretamente nos mecanismos que regulam a dinâmica hídrica em escala local e regional. A substituição de solos naturais por superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto, modifica a capacidade de infiltração da água no solo, reduzindo a recarga de aquíferos e aumentando o escoamento superficial, fenômeno que contribui para a intensificação de enchentes e para a redução da disponibilidade hídrica subterrânea em períodos de estiagem. Brears (2017, p. 19) afirma que “[...] superfícies impermeáveis não apenas aumentam o escoamento superficial, mas também comprometem a recarga de aquíferos e alteram a qualidade da água”, indicando que a transformação do solo urbano repercute diretamente sobre diferentes dimensões do ciclo hidrológico. Paralelamente, a canalização de cursos d’água, frequentemente adotada como solução técnica para o controle de cheias, altera a morfologia natural dos rios, reduz sua capacidade de dissipação de energia e acelera o fluxo da água, o que pode transferir os problemas de inundação para áreas a jusante, ampliando os impactos ao longo da bacia hidrográfica.

Butler e Davies destacam que “[...] o desenvolvimento urbano modifica significativamente os padrões de drenagem, influenciando tanto a quantidade quanto a qualidade do escoamento superficial” (2004, p. 2), o que reforça a ideia de que a drenagem urbana não pode ser dissociada das transformações mais amplas do território. Somado a isso, a presença de poluentes oriundos de atividades urbanas, como resíduos sólidos, óleos, metais pesados e nutrientes, é transportada pelo escoamento superficial, contribuindo para a degradação dos corpos d’água e para a deterioração da qualidade hídrica, o que sinaliza que os impactos da urbanização não se restringem à quantidade de água disponível, mas abrangem também sua condição ambiental. Logo, a interação entre esses fatores produz um cenário no qual os sistemas naturais deixam de operar segundo suas dinâmicas originais e passam a responder a condicionantes antrópicos, configurando uma nova lógica de funcionamento do ciclo hidrológico urbano. Em função disso, a análise dessa relação demanda uma abordagem que considere simultaneamente os aspectos físicos do ambiente e as intervenções humanas que incidem sobre ele, uma vez que a cidade atua como um agente transformador que reconfigura continuamente as condições de circulação, armazenamento e qualidade da água, produzindo efeitos que se manifestam de maneira diferenciada no espaço urbano e que exigem interpretação cuidadosa para a compreensão de suas múltiplas implicações.

Diante disso, ao direcionar o olhar para as pressões antrópicas que incidem sobre os recursos hídricos no espaço urbano, percebe-se que a materialização da cidade, marcada por intervenções contínuas no solo e nos cursos d’água, produz efeitos cumulativos que alteram não apenas a dinâmica hidrológica, mas também a qualidade ambiental dos sistemas aquáticos, instaurando um cenário no qual a água passa a refletir diretamente as formas de organização e uso do território. Impermeabilização extensiva, canalização de rios e lançamento difuso de poluentes constituem práticas recorrentes que, articuladas entre si, intensificam a degradação hídrica e ampliam a complexidade dos problemas enfrentados pelas cidades. Desse modo, “[...] a urbanização contribui para a geração de poluição difusa, resultante do escoamento superficial que transporta contaminantes provenientes de diversas fontes”, afirma Brears (2017, p. 18), o que sugere que a poluição urbana não se restringe a pontos específicos de lançamento, mas se distribui de maneira difusa, dificultando seu controle e mitigação. Nessa mesma linha, ao intervir nos cursos d’água por meio de retificações e canalizações, a cidade transforma rios em estruturas rígidas, muitas vezes desvinculadas de suas funções ecológicas

originais, o que compromete processos naturais de autodepuração e reduz a capacidade de absorção de cheias. Butler e Davies (2004) afirmam que “[...] sistemas de drenagem urbana, quando mal planejados, podem intensificar problemas de poluição e sobrecarga hidráulica” (p. 44), indicando que soluções técnicas, quando dissociadas de uma visão integrada, tendem a reproduzir ou até ampliar os impactos existentes. Ainda assim, a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis, como encostas e margens de rios, frequentemente associada a processos de urbanização informal,¹ introduz novas camadas de pressão sobre os recursos hídricos, uma vez que essas áreas desempenham funções fundamentais na regulação do ciclo da água, incluindo infiltração, armazenamento e dissipação de fluxos. Sob essa dinâmica, a expansão de atividades urbanas intensifica a geração de resíduos e efluentes, muitos dos quais são lançados diretamente nos corpos d’água ou acabam sendo transportados pelo escoamento superficial, contribuindo para a contaminação de rios, lagos e aquíferos. Nesse arranjo, a água deixa de ser apenas um elemento natural e passa a incorporar as marcas das práticas sociais, econômicas e institucionais que estruturam o espaço urbano, revelando um quadro no qual diferentes formas de intervenção se sobrepõem, criando condições que exigem leitura articulada e aprofundada para que se possa compreender a extensão e a complexidade das transformações em curso.

¹ A presença de moradias em áreas ambientalmente frágeis – como encostas instáveis e margens de rios – não pode ser compreendida de forma isolada ou reduzida à ideia simplista de “ocupação informal”, pois se insere em um processo estrutural mais amplo de produção desigual do espaço urbano, profundamente atravessado por interesses econômicos e dinâmicas de valorização fundiária. Em muitos contextos, a expansão do mercado imobiliário, orientada pela lógica da rentabilidade e da especulação, promove a valorização seletiva de determinadas áreas da cidade, ao mesmo tempo em que desloca populações de menor renda – frequentemente residentes históricos desses territórios – para zonas progressivamente mais precarizadas e ambientalmente vulneráveis. Nessa dinâmica, o capital imobiliário atua como força reorganizadora da geografia urbana, redefinindo centralidades, expulsando grupos sociais e reconfigurando o acesso à terra urbana, o que faz com que aquilo que se convencionou chamar de “informalidade” seja, na realidade, resultado de um processo de expropriação territorial e de negação do direito à cidade. Como argumenta David Harvey, a urbanização sob o capitalismo tende a produzir desigualdades espaciais ao privilegiar a acumulação de capital em detrimento das necessidades sociais, convertendo o espaço urbano em mercadoria e não em direito coletivo (Harvey, 2014). De modo convergente, Raquel Rolnik destaca que a informalidade urbana não decorre de uma escolha autônoma das populações, mas de um modelo de desenvolvimento urbano excludente, no qual o acesso formal à terra é sistematicamente negado às camadas populares (Rolnik, 2015). Assim, a ocupação de áreas de risco revela menos uma irregularidade espontânea e mais a expressão concreta de um processo histórico de expulsão, no qual o poder econômico redefine os territórios e empurra populações inteiras para espaços considerados inadequados, evidenciando a centralidade da desigualdade socioespacial na configuração das cidades contemporâneas. Ver: Harvey, David. *Cidades rebeldes: do direito à cidade à revolução urbana*. São Paulo: Martins Fontes, 2014; Rolnik, Raquel. *Guerra dos lugares: a colonização da terra e da moradia na era das finanças*. São Paulo: Boitempo, 2015.

A urbanização tem impactos significativos sobre os recursos hídricos, alterando fundamentalmente tanto a quantidade quanto a qualidade da água. A expansão de superfícies impermeáveis aumenta o escoamento superficial, reduz a infiltração e acelera o transporte de poluentes para os corpos d'água. Ao mesmo tempo, as atividades urbanas geram uma ampla variedade de contaminantes provenientes de fontes difusas, incluindo vias, áreas industriais e zonas residenciais, que são carreados para rios e córregos durante eventos de chuva. Esses processos não apenas degradam a qualidade da água, mas também desestabilizam os ciclos hidrológicos naturais, resultando no aumento dos riscos de inundação e na redução da resiliência dos ecossistemas (Brears, 2017, p. 17-18, tradução nossa).

Diante desse conjunto de transformações, emerge uma problemática que ultrapassa a dimensão técnica da gestão da água e se inscreve no campo das contradições do desenvolvimento urbano, pois, ao mesmo tempo em que as cidades se expandem com base em lógicas de crescimento econômico, intensificação do uso do solo e valorização imobiliária, observa-se a produção simultânea de condições que fragilizam a sustentabilidade hídrica e ampliam a exposição a riscos ambientais. Trata-se de um cenário no qual a urbanização, frequentemente orientada por interesses imediatos e fragmentados, promove intervenções que comprometem a capacidade dos sistemas hídricos de manter seus serviços ecológicos, criando tensões persistentes entre expansão urbana e conservação ambiental. Para Brears (2017, p. 27), “[...] a segurança hídrica urbana depende da capacidade de equilibrar demandas crescentes com a proteção dos recursos hídricos e a resiliência dos sistemas naturais”, o que indica que a gestão da água não pode ser dissociada das escolhas territoriais que estruturam o crescimento das cidades. De forma simultânea, a intensificação de fenômenos como enchentes, escassez hídrica e contaminação de mananciais revela que os impactos não se distribuem de forma homogênea, atingindo de maneira mais severa áreas socialmente vulneráveis, onde a infraestrutura é precária ou inexistente, ampliando desigualdades e comprometendo condições básicas de vida. Gleick destaca que “[...] o uso intensivo e inadequado da água está diretamente relacionado a decisões políticas e econômicas que moldam o acesso e a qualidade desse recurso” (2010, p. 12), reforçando que a crise hídrica urbana não decorre apenas de limitações naturais, mas de formas específicas de organização social e institucional. A partir dessa articulação, é possível perceber que o modelo de desenvolvimento urbano vigente, ao priorizar a ocupação intensiva do território sem considerar os limites ambientais, contribui para a produção de riscos que se manifestam de maneiras diversas, incluindo eventos extremos de inundação, aumento de temperaturas locais e comprometimento da qualidade da água disponível. Enquanto isso, a ampliação

das demandas por abastecimento e saneamento, persistem lacunas estruturais na gestão desses serviços, o que denota a dificuldade de integrar políticas públicas que, muitas vezes, operam de forma isolada, tratando uso do solo, drenagem e saneamento como setores independentes. Esse descompasso entre o crescimento urbano e a capacidade de gestão expressa uma fragilidade estrutural que se manifesta na dificuldade de prevenir, reduzir ou enfrentar de forma eficaz os impactos produzidos, resultando em um cenário marcado pela sobreposição de problemas e pela intensificação de vulnerabilidades socioambientais. Essa configuração expressa a complexidade das dinâmicas urbanas e hídricas, nas quais múltiplos fatores, sociais, territoriais, institucionais e ambientais, se entrelaçam, revelando limites persistentes na organização e condução das políticas públicas voltadas à gestão das águas nas cidades.

Considerando a persistência de problemas estruturais na gestão urbana da água, evidencia-se uma fragmentação institucional que dificulta a construção de respostas eficazes diante das pressões crescentes sobre os recursos hídricos, uma vez que políticas de uso do solo, drenagem urbana e saneamento frequentemente são formuladas e implementadas de maneira desconectada, o que compromete a capacidade de enfrentar problemas que, por sua própria natureza, são interdependentes. Ao operar de forma compartimentalizada, esses setores deixam de considerar as relações sistêmicas que articulam o território urbano, resultando em intervenções que, ainda que tecnicamente justificadas em seus respectivos campos, produzem efeitos colaterais indesejados quando analisadas em conjunto. Jha, Bloch e Lamond pontuam que “[...] a gestão do risco de inundação nas cidades requer abordagens integradas que articulem planejamento urbano, infraestrutura e governança” (2012, p. 14), o que indica que soluções isoladas tendem a ser insuficientes diante da complexidade dos sistemas urbanos. Por outro lado, ao tratar o saneamento como um setor independente do planejamento territorial, muitas políticas públicas acabam negligenciando a influência direta que o padrão de ocupação do solo exerce sobre a geração de escoamento superficial e sobre a carga de poluentes transportados para os corpos d’água, o que reforça a necessidade de articulação entre diferentes instrumentos de gestão. Para Biswas, Tortajada e Izquierdo (2009, p. 6), “[...] a gestão da água exige coordenação entre múltiplos setores, instituições e escalas, pois sua natureza transversal impede soluções unidimensionais”, e torna visível que a fragmentação institucional constitui um obstáculo relevante para a efetividade das políticas hídricas. Logo, a ausência de integração também se manifesta na forma como

projetos urbanos são concebidos, muitas vezes priorizando aspectos econômicos ou funcionais imediatos, sem incorporar de maneira consistente critérios relacionados à sustentabilidade hídrica, o que resulta em soluções que não dialogam com as condições ambientais do território. Em diversas cidades, por exemplo, observa-se a implantação de sistemas de drenagem que priorizam a rápida condução da água para fora das áreas urbanizadas, sem considerar os impactos a jusante ou a necessidade de retenção e infiltração local, o que contribui para a ampliação de riscos em outras áreas da bacia. De modo semelhante, a expansão de redes de esgotamento sanitário, embora fundamental para a saúde pública, nem sempre é acompanhada por estratégias de controle de poluição difusa, o que mantém níveis elevados de contaminação nos corpos d'água urbanos. Esse conjunto de elementos revela que a fragmentação das políticas públicas não apenas limita a eficácia das intervenções, mas também reforça a reprodução de problemas estruturais, uma vez que impede a construção de soluções capazes de dialogar com a complexidade dos sistemas urbanos e com a multiplicidade de fatores que condicionam a dinâmica dos recursos hídricos nas cidades.

Por este caminho, torna-se inevitável situar a relevância desta investigação em um campo mais amplo, no qual os impactos da gestão inadequada da água nas cidades se refletem diretamente nas condições de vida da população, especialmente em contextos marcados por desigualdades socioespaciais persistentes, onde a precariedade do acesso à água segura e ao saneamento básico compromete não apenas a qualidade ambiental, mas também a saúde pública e a própria organização cotidiana dos espaços urbanos. Nesses territórios, eventos como enchentes recorrentes, contaminação de mananciais e irregularidade no abastecimento não constituem ocorrências isoladas, mas expressões de um modelo de urbanização que não incorpora, de forma consistente, a dimensão hídrica em seu planejamento. Gleick, (2010, p. 7) pontua que “[...] a crise da água está profundamente ligada às falhas nos sistemas de gestão e à incapacidade de garantir acesso equitativo a recursos hídricos seguros”, o que evidencia que os problemas enfrentados não decorrem exclusivamente de limitações naturais, mas de escolhas institucionais que definem prioridades e distribuem recursos de maneira desigual. Por sua vez, ao considerar os efeitos ambientais dessa dinâmica, a degradação de rios urbanos e aquíferos se intensifica à medida que práticas inadequadas de uso do solo e lançamento de efluentes se consolidam como parte da lógica de funcionamento das cidades, comprometendo a capacidade desses sistemas de manter funções essenciais, como regulação de fluxos,

suporte à biodiversidade e provisão de água de qualidade. Brears destaca que “[...] a segurança hídrica urbana exige a gestão sustentável dos recursos, considerando simultaneamente qualidade, quantidade e resiliência” (2017, p. 25), indicando que a água deve ser pensada como um elemento que articula diferentes dimensões do ambiente urbano. Tendo isso em curso, a relevância científica deste estudo se insere na necessidade de superar abordagens setoriais e fragmentadas, propondo uma leitura que integre diferentes campos do conhecimento, desde a engenharia até as ciências sociais, de modo a compreender a complexidade dos sistemas urbanos e suas interações com os recursos hídricos. A incorporação de perspectivas interdisciplinares permite avançar na construção de análises que considerem simultaneamente os aspectos técnicos, institucionais e territoriais envolvidos, ampliando a capacidade de interpretar fenômenos que não podem ser reduzidos a explicações simplificadas. Nesse horizonte, a articulação entre planejamento urbano e segurança hídrica se apresenta como um campo de investigação que exige aprofundamento teórico e empírico, especialmente diante da intensificação de desafios associados ao crescimento urbano, às mudanças ambientais e às limitações dos modelos tradicionais de gestão, que, ao não dialogarem entre si, tendem a reproduzir problemas que se acumulam e se transformam ao longo do tempo.

As inundações urbanas não são simplesmente resultado de processos naturais, mas estão intimamente relacionadas aos padrões de desenvolvimento urbano, ao uso do solo e à provisão de infraestrutura. Em muitas cidades, a urbanização rápida e não planejada tem levado à ocupação de áreas sujeitas a inundações, à insuficiência dos sistemas de drenagem e à falta de investimentos adequados em infraestrutura de gestão da água. Essas condições aumentam tanto a frequência quanto a intensidade dos eventos de inundação, afetando de maneira desproporcional as populações mais vulneráveis, que frequentemente vivem nas áreas mais expostas. Dessa forma, a gestão eficaz do risco de inundação requer abordagens integradas que articulem planejamento do uso do solo, desenvolvimento de infraestrutura e coordenação institucional, reconhecendo que os desafios hídricos urbanos estão profundamente inseridos em contextos socioeconômicos e de governança mais amplos (Jha; Bloch; Lamond, 2012, p. 14, tradução nossa).

Sob essa perspectiva, a fundamentação conceitual inicial do debate exige a articulação entre planejamento urbano e segurança hídrica como dimensões que não podem ser tratadas de forma dissociada, uma vez que o modo como o território é organizado influencia diretamente a disponibilidade, a qualidade e a distribuição da água nas cidades, configurando um campo de relações no qual decisões espaciais produzem efeitos ambientais e sociais concretos. O planejamento urbano, longe de ser apenas um

instrumento técnico de ordenamento, assume um caráter político-territorial, pois define prioridades, orienta investimentos e estabelece critérios que determinam quem tem acesso a infraestruturas adequadas e quem permanece em condições precárias, o que implica reconhecer que a organização do espaço urbano está diretamente vinculada à produção de desigualdades no acesso à água. Lefebvre (2016, p. 45) “[...] o espaço é produto social, resultante de relações de poder que se materializam no território”, indicando que as formas urbanas não são neutras, mas expressam escolhas que favorecem determinados grupos em detrimento de outros. A partir dessa chave de leitura, a segurança hídrica passa a ser compreendida como um conceito que ultrapassa a simples disponibilidade física de água, incorporando dimensões relacionadas ao acesso equitativo, à qualidade ambiental e à capacidade de resposta diante de eventos extremos, o que amplia significativamente o escopo de análise. Brears afirma que “[...] a segurança hídrica urbana envolve garantir água suficiente, de qualidade adequada e com resiliência frente a riscos climáticos e socioeconômicos” (2017, p. 25), reforçando que a água deve ser pensada em sua totalidade funcional no espaço urbano. Essa abordagem demanda a adoção de modelos de gestão que considerem a interdependência entre diferentes componentes do sistema urbano, incluindo uso do solo, infraestrutura de drenagem e serviços de saneamento, de modo a evitar soluções parciais que não respondem à complexidade dos problemas existentes. Nesse contexto, a gestão integrada de recursos hídricos se apresenta como uma referência conceitual relevante, ao propor uma visão sistêmica que articula múltiplos atores, escalas e dimensões, buscando conciliar demandas sociais, econômicas e ambientais em torno do uso da água. A incorporação dessa perspectiva permite deslocar o foco de intervenções isoladas para estratégias que considerem o funcionamento do sistema como um todo, reconhecendo que alterações em um componente podem gerar efeitos em cadeia nos demais. A análise do planejamento urbano como instrumento de gestão da água demanda o reconhecimento de sua dimensão política e de seu papel na definição da configuração dos sistemas hídricos urbanos, evidenciando como decisões sobre o uso e a ocupação do solo incidem diretamente sobre os fluxos, a qualidade e a disponibilidade da água. Nessa perspectiva, compreende-se que a dinâmica hídrica nas cidades é estruturada por relações múltiplas e interdependentes, que articulam aspectos

sociais, territoriais, institucionais e ambientais, revelando a centralidade do planejamento urbano² na produção e na regulação dessas interações.

Partindo dessa base conceitual, a delimitação do objeto de análise exige situar com precisão o campo investigativo, reconhecendo que a relação entre planejamento urbano e segurança hídrica não se configura como uma associação abstrata, mas como uma articulação concreta que se materializa nas formas de uso e ocupação do solo, na configuração dos sistemas de drenagem e na organização das políticas de saneamento, elementos que, quando analisados de maneira integrada, permitem compreender como se estruturam as condições de proteção ou degradação dos recursos hídricos nas cidades. Brears (2017, p. 49) sublinha que “[...] a gestão integrada da água urbana busca equilibrar demanda e oferta por meio da articulação entre planejamento, infraestrutura e governança”, o que indica que a água deve ser tratada como parte de um sistema urbano mais amplo, no qual diferentes componentes se inter-relacionam continuamente. A partir dessa perspectiva, o uso do solo assume papel central, uma vez que define padrões de ocupação que influenciam diretamente a infiltração, o escoamento e a geração de poluentes, interferindo tanto na quantidade quanto na qualidade da água disponível. Butler e Davies afirmam que “[...] o desenho urbano e os sistemas de drenagem estão intimamente ligados, sendo que alterações no uso do solo afetam diretamente o comportamento hidrológico das áreas urbanizadas” (2004, p. 23), evidenciando que decisões territoriais repercutem de maneira imediata sobre os fluxos hídricos. Ao considerar a drenagem urbana como um componente desse sistema, é possível perceber

² Nessa perspectiva, compreender a dinâmica hídrica nas cidades implica reconhecer que ela se constitui a partir de relações múltiplas e interdependentes, nas quais fatores sociais, territoriais, institucionais e ambientais se entrelaçam de maneira contínua, evidenciando o papel decisivo do planejamento urbano na conformação e regulação dessas interações. Tal entendimento desloca a gestão da água de uma abordagem estritamente técnica para um campo profundamente político, no qual as decisões sobre uso do solo, infraestrutura e prioridades de investimento refletem disputas de interesses e projetos de cidade. Nesse cenário, a participação social emerge como elemento fundamental, na medida em que amplia a legitimidade das decisões públicas e possibilita a incorporação de saberes locais, experiências cotidianas e demandas historicamente marginalizadas, contribuindo para uma gestão mais democrática e sensível às desigualdades socioespaciais. Como destaca Henri Lefebvre, o direito à cidade envolve não apenas o acesso aos bens urbanos, mas também a capacidade de intervir nos processos que produzem o espaço (Lefebvre, 2001), enquanto Erik Swyngedouw evidencia que a gestão da água urbana está intrinsecamente ligada a relações de poder e a disputas políticas que definem quem decide, quem se beneficia e quem é excluído desses processos (Swyngedouw, 2004). Assim, o planejamento urbano, articulado à participação social, revela-se não apenas como instrumento técnico-administrativo, mas como arena de construção coletiva, na qual se definem os rumos da gestão hídrica e as possibilidades de justiça socioambiental nas cidades. Ver: Lefebvre, Henri. O direito à cidade. São Paulo: Centauro, 2001; Swyngedouw, Erik. Social power and the urbanization of water: flows of power. Oxford: Oxford University Press, 2004.

que sua função não se limita ao escoamento das águas pluviais, mas envolve também a regulação de volumes, a redução de riscos e a mitigação de impactos ambientais, o que amplia significativamente seu papel no planejamento urbano. De forma articulada, o saneamento, frequentemente tratado como um setor isolado, precisa ser compreendido como parte integrante dessa estrutura, uma vez que a coleta e o tratamento de efluentes influenciam diretamente a qualidade dos corpos d'água e a saúde dos ecossistemas urbanos. A análise conjunta desses elementos permite identificar como intervenções pontuais, quando desvinculadas de uma visão sistêmica, tendem a produzir efeitos limitados ou até mesmo contraditórios, enquanto abordagens integradas possibilitam respostas mais consistentes frente à complexidade dos problemas urbanos. Em consonância com isso, a escolha de centrar a investigação na escala das cidades não se dá de forma aleatória, mas responde à necessidade de compreender como esses processos se materializam no cotidiano urbano, onde decisões de planejamento, implantação de infraestrutura e gestão de serviços se concretizam e produzem desdobramentos diretos sobre a vida da população e sobre os sistemas ambientais. A partir dessa delimitação, abre-se caminho para a formulação de uma questão orientadora que busca compreender de que maneira a integração entre uso do solo, drenagem e saneamento pode contribuir para a proteção dos recursos hídricos e para a promoção da segurança hídrica nas cidades, situando o estudo em um campo que articula dimensões técnicas, territoriais e institucionais e que demanda análise aprofundada para a compreensão de suas múltiplas implicações.

No encadeamento dessas discussões, torna-se necessário explicitar com maior precisão o foco investigativo que orienta este estudo, uma vez que a água, no espaço urbano, não pode ser analisada de maneira isolada de seus condicionantes espaciais e das decisões que estruturam o uso do território. De acordo com isso, o presente artigo tem como objeto de análise a relação entre planejamento urbano e segurança hídrica nas cidades, com ênfase na articulação entre gestão do uso e ocupação do solo, sistemas de drenagem urbana e políticas de saneamento como instrumentos de proteção e recuperação dos recursos hídricos, reconhecendo que esses elementos, quando considerados de forma integrada, permitem compreender com maior profundidade os mecanismos que sustentam tanto a preservação quanto a degradação dos sistemas hídricos urbanos. Segundo Brears (2017, p. 45) “[...] a gestão integrada da água urbana requer a coordenação entre diferentes componentes do sistema, incluindo planejamento territorial, infraestrutura e governança”,

evidenciando que a fragmentação desses campos compromete a efetividade das ações voltadas à segurança hídrica. Por esse lado, a formulação da pergunta de partida – de que maneira a gestão integrada do uso do solo, da drenagem urbana e do saneamento pode contribuir para a proteção dos recursos hídricos e para a promoção da segurança hídrica nas cidades – emerge da constatação de que as respostas atualmente disponíveis tendem a se limitar a abordagens setoriais, incapazes de dar conta da complexidade dos problemas enfrentados. Butler e Davies (2004, p. 23) afirmam que “[...] intervenções em drenagem urbana precisam ser pensadas em conjunto com o planejamento do uso do solo para evitar efeitos adversos no sistema hidrológico”, reforçando que a integração entre diferentes áreas de atuação não constitui apenas uma recomendação teórica, mas uma necessidade prática diante das transformações observadas. A relevância desta pesquisa se manifesta, portanto, em múltiplas dimensões, uma vez que os impactos da gestão inadequada da água nas cidades afetam diretamente a vida cotidiana, seja por meio da ocorrência de enchentes, da escassez de abastecimento ou da exposição a águas contaminadas, configurando um problema que ultrapassa o campo ambiental e incide sobre a saúde pública e a organização social do espaço urbano. A degradação de rios urbanos e aquíferos, frequentemente associada a práticas inadequadas de ocupação e uso do solo, compromete a capacidade desses sistemas de sustentar funções ecológicas essenciais, o que reforça a necessidade de abordagens que considerem a água como elemento estruturante do planejamento urbano. No âmbito científico, a investigação proposta contribui para o avanço de perspectivas que buscam superar a fragmentação disciplinar, articulando conhecimentos provenientes da engenharia, das ciências ambientais e das ciências sociais, com o objetivo de construir interpretações mais abrangentes sobre a dinâmica dos recursos hídricos nas cidades. Nesse percurso, a análise da relação entre planejamento urbano e segurança hídrica se apresenta como um campo fértil para o desenvolvimento de abordagens integradas, capazes de dialogar com a complexidade dos sistemas urbanos e de oferecer subsídios para a construção de estratégias que considerem simultaneamente as dimensões técnicas, territoriais e institucionais envolvidas.

A gestão da água em áreas urbanas não pode mais ser tratada por meio de abordagens setoriais isoladas. Ela requer um quadro coordenado que integre planejamento do uso do solo, desenvolvimento de infraestrutura, proteção ambiental e governança institucional. A ausência de articulação entre esses componentes tem frequentemente resultado em sistemas ineficientes, duplicação de esforços e aumento da vulnerabilidade a riscos relacionados à água, como inundações, poluição e escassez hídrica. Dessa forma, a gestão

sustentável da água urbana depende da capacidade das instituições de atuar de maneira integrada entre diferentes setores e escalas, garantindo que políticas, instrumentos de planejamento e soluções técnicas estejam alinhados para promover a segurança hídrica e a resiliência de longo prazo nas cidades (Brears, 2017, p. 49, tradução nossa).

2 METODOLOGIA: ABORDAGEM QUALITATIVA E ANÁLISE INTEGRADA DOS SISTEMAS URBANOS DE ÁGUA NA ARTICULAÇÃO ENTRE USO DO SOLO, DRENAGEM E SANEAMENTO

A pesquisa foi conduzida sob uma abordagem qualitativa, escolhida por sua capacidade de apreender fenômenos urbanos em sua complexidade, isto é, considerando simultaneamente dimensões sociais, ambientais e institucionais que não podem ser reduzidas a mensurações isoladas. A compreensão da cidade como “sistema hidrossocial” exige captar relações, conflitos, práticas e significados que estruturam o uso do território e o funcionamento dos sistemas de água. Sob essa ótica, a opção metodológica permite analisar não apenas resultados observáveis, mas também os processos que os produzem, bem como as racionalidades que orientam decisões técnicas e políticas. Essa orientação encontra respaldo na literatura especializada, na medida em que se reconhece que “[...] a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes” (Minayo, 2007, p. 21), o que amplia a leitura dos fenômenos urbanos para além de sua materialidade. Flick afirma que “[...] a pesquisa qualitativa é apropriada para estudar a complexidade das relações sociais e suas dinâmicas contextuais” (2013, p. 23), reforçando a pertinência dessa abordagem diante das múltiplas interações que conformam a segurança hídrica nas cidades. Diante disso, a escolha metodológica não se limita a uma opção técnica, mas expressa um posicionamento epistemológico que busca compreender a cidade em sua totalidade relacional, articulando natureza, sociedade e infraestrutura.

[...] a pesquisa qualitativa não se preocupa com a quantificação dos fenômenos, mas com a compreensão aprofundada dos significados que os sujeitos atribuem às suas práticas e relações. Trabalha com universos simbólicos, com interpretações construídas socialmente e com processos que se desenvolvem em contextos específicos, exigindo do pesquisador sensibilidade teórica e metodológica para captar a complexidade das interações humanas e institucionais. Nesse tipo de abordagem, o conhecimento não é produzido a partir da fragmentação da realidade, mas de sua apreensão como totalidade dinâmica, na qual diferentes dimensões se articulam e se influenciam mutuamente (Minayo, 2007, p. 57).

Na sequência, o estudo foi estruturado como pesquisa bibliográfica e descritiva, combinando levantamento sistemático de obras clássicas e contemporâneas com a caracterização dos sistemas urbanos de água e das dinâmicas hidrológicas associadas ao uso do solo. A dimensão bibliográfica possibilitou reunir diferentes tradições de pensamento, desde a geografia crítica até a engenharia sanitária, permitindo construir um quadro analítico consistente e interdisciplinar. Já a dimensão descritiva contribuiu para explicitar como se organizam, na prática, os sistemas de drenagem, abastecimento e esgotamento, elucidando suas interdependências e limitações. Conforme indicado na literatura metodológica, “[...] a pesquisa bibliográfica é desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”, afirma Gil (2008, p. 44), o que garante amplitude e profundidade teórica à investigação. Prodanov e Freitas destacam que “[...] a pesquisa descritiva tem como objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno” (2013, p. 52), o que, neste estudo, se traduz na análise das formas de organização dos sistemas urbanos de água. A articulação entre essas duas dimensões permitiu integrar descrição empírica e interpretação teórica, evitando tanto o empirismo descontextualizado quanto a abstração desvinculada da realidade.

Do ponto de vista teórico-metodológico, o estudo foi orientado por uma perspectiva compreensiva inspirada em Max Weber, que privilegia a interpretação dos sentidos atribuídos pelos sujeitos às suas ações e decisões. Essa orientação é particularmente relevante quando se analisa a gestão urbana da água, uma vez que políticas públicas, instrumentos de planejamento e práticas institucionais são permeados por valores, interesses e disputas. A integração entre teoria social crítica e estudos técnicos de recursos hídricos possibilitou compreender como decisões aparentemente técnicas estão, na verdade, inseridas em contextos políticos e econômicos mais amplos. Nesse caminho, “[...] compreender a ação social implica interpretar os sentidos que os indivíduos atribuem às suas condutas em contextos específicos” (Minayo; Deslandes, 2002, p. 95), o que reforça a necessidade de uma abordagem interpretativa. De forma complementar, Stake (2011, p. 37) afirma que “[...] a pesquisa qualitativa se baseia principalmente na percepção e na compreensão humana”, indicando que o conhecimento produzido resulta de um processo interpretativo situado. Por esse meio, o referencial adotado permite analisar a gestão integrada do território não apenas como arranjo técnico, mas como construção social atravessada por interesses e racionalidades diversas.

No que se refere aos procedimentos de coleta de dados, foi realizado um levantamento sistemático de literatura em bases acadêmicas consolidadas, como consultas a livros, artigos científicos e relatórios institucionais de organismos internacionais. Esse procedimento buscou garantir diversidade e consistência das fontes, incorporando tanto produções acadêmicas quanto documentos voltados à formulação de políticas públicas. A inclusão de relatórios de instituições como UN-Habitat³ e UNDP⁴ contribuiu para ampliar o diálogo entre teoria e prática, incorporando experiências e diretrizes internacionais. Nessa direção, “[...] a revisão da literatura constitui etapa fundamental da pesquisa, permitindo identificar o estado do conhecimento sobre o tema” (Prodanov; Freitas, 2013, p. 131). Além disso, segundo Flick, “[...] a seleção de fontes deve considerar a relevância para o problema de pesquisa e a capacidade de oferecer diferentes perspectivas analíticas” (2013, p. 45), o que orientou a escolha de materiais

³ O UN-Habitat, ou Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos, é uma agência da Organização das Nações Unidas criada em 1978, no contexto das discussões internacionais sobre urbanização decorrentes da Conferência Habitat I, realizada em Vancouver, em 1976. Sua criação responde à crescente preocupação global com os efeitos da expansão urbana acelerada, especialmente nos países em desenvolvimento, tendo como principal objetivo promover cidades socialmente inclusivas, ambientalmente sustentáveis e economicamente viáveis, assegurando o direito à moradia adequada e ao planejamento urbano integrado. Ao longo de sua atuação, o UN-Habitat tem enfatizado que os desafios urbanos contemporâneos, como a precarização habitacional, a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis e a degradação dos recursos hídricos, não podem ser enfrentados de forma fragmentada, mas exigem políticas articuladas que integrem diferentes setores e escalas de governança. Nesse sentido, a agência destaca a centralidade do planejamento urbano como instrumento estratégico para ordenar o uso do solo, reduzir desigualdades socioespaciais e promover a gestão sustentável dos recursos naturais, ao mesmo tempo em que reconhece a importância da participação social na construção de cidades mais democráticas e resilientes. Tal perspectiva reforça a compreensão de que a urbanização não é apenas um fenômeno físico, mas um processo político e social que demanda coordenação institucional e compromisso com a justiça socioambiental (UN-Habitat, 2020). Ver: United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat). World Cities Report 2020: the value of sustainable urbanization. Nairobi: UN-Habitat, 2020.

⁴ O United Nations Development Programme, conhecido em português como Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), é uma agência da Organização das Nações Unidas criada em 1965, com a finalidade de coordenar e promover ações voltadas ao desenvolvimento sustentável em escala global. Sua origem está associada à fusão de iniciativas anteriores da ONU voltadas à assistência técnica e ao financiamento de projetos de desenvolvimento, consolidando-se como um dos principais organismos internacionais dedicados à redução da pobreza, à promoção da governança democrática, à proteção ambiental e ao fortalecimento da resiliência diante de crises. Entre seus objetivos centrais, destacam-se a erradicação da pobreza em todas as suas formas, a redução das desigualdades, o apoio a políticas públicas inclusivas e o incentivo a estratégias que articulem crescimento econômico, justiça social e sustentabilidade ambiental, em consonância com a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). No contexto urbano, o UNDP tem enfatizado que os desafios relacionados ao uso do solo, à gestão da água e à vulnerabilidade socioambiental não podem ser dissociados das dinâmicas de desigualdade e exclusão, evidenciando a necessidade de políticas integradas que considerem simultaneamente dimensões econômicas, sociais e ecológicas. Assim, sua atuação reforça a compreensão de que o desenvolvimento não se limita ao crescimento econômico, mas envolve a ampliação das capacidades humanas e o acesso equitativo aos recursos e oportunidades, contribuindo para a construção de sociedades mais justas, resilientes e sustentáveis (UNDP, 2020). Ver: United Nations Development Programme (UNDP). Human Development Report 2020: the next frontier – human development and the Anthropocene. New York: UNDP, 2020.

que contemplassem dimensões técnicas, sociais e políticas da gestão hídrica urbana. Dessa maneira, a coleta de dados foi conduzida de forma criteriosa, buscando assegurar a abrangência e a qualidade das informações analisadas.

[...] a pesquisa bibliográfica permite ao investigador entrar em contato direto com tudo aquilo que foi produzido sobre determinado assunto, oferecendo condições para a análise crítica e comparativa das diferentes abordagens existentes. Esse tipo de levantamento não se restringe a uma simples reunião de materiais, mas exige seleção criteriosa das fontes, avaliação de sua relevância e articulação entre diferentes perspectivas teóricas e empíricas. Ao reunir livros, artigos e documentos institucionais, o pesquisador amplia sua capacidade de compreender o fenômeno estudado em sua complexidade, identificando lacunas, convergências e contradições presentes no campo do conhecimento (Gil, 2008, p. 50).

No desenvolvimento da análise, adotou-se a técnica de análise de conteúdo temática, estruturada a partir da identificação de categorias analíticas centrais, tais como gestão integrada do território, drenagem urbana, saneamento básico, segurança hídrica e governança urbana. Essas categorias foram construídas a partir do diálogo entre os referenciais teóricos, permitindo organizar e interpretar o material de forma sistemática. A análise não se restringiu à identificação de padrões, mas buscou compreender relações, tensões e articulações entre diferentes dimensões do fenômeno estudado. Nesse sentido, “[...] a análise qualitativa consiste em um processo de interpretação que busca compreender significados e relações presentes nos dados”, conforme Minayo (2007, p. 303). De modo complementar, Stake (2006, p. 42) enfatiza que “[...] a análise qualitativa envolve a busca por padrões e a construção de interpretações que façam sentido no contexto estudado”, reforçando a natureza interpretativa do procedimento adotado. A estratégia analítica permitiu articular categorias teóricas e evidências empíricas, produzindo uma leitura integrada dos sistemas urbanos de água.

Desse modo, convém explicitar os limites e os cuidados éticos que orientaram a pesquisa, reconhecendo que a utilização de dados secundários implica restrições quanto à atualização e à comparabilidade das informações. A ausência de trabalho de campo direto limita a observação de dinâmicas locais específicas, embora tenha sido compensada pelo amplo levantamento bibliográfico e documental. Ainda assim, buscou-se manter rigor científico por meio da seleção criteriosa das fontes, da fidelidade às interpretações dos autores e da coerência entre objetivos, métodos e análise. Como afirmam Minayo, Deslandes e Gomes, “[...] a pesquisa científica exige rigor na construção do

conhecimento, garantindo coerência interna e consistência metodológica” (2007, p. 18). Ademais, Gil (2008, p. 29) ressalta que “[...] o pesquisador deve assegurar a fidedignidade das informações e a transparência dos procedimentos adotados”, o que orientou todas as etapas do estudo. Dessa forma, mesmo reconhecendo suas limitações, a pesquisa sustenta consistência analítica e compromisso ético, assegurando a validade das interpretações produzidas.

3 PLANEJAMENTO URBANO E SEGURANÇA HÍDRICA: GESTÃO INTEGRADA DO USO DO SOLO, DA DRENAGEM E DO SANEAMENTO NA PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NAS CIDADES

A análise do modelo de urbanização e de suas implicações sobre os recursos hídricos exige, inicialmente, reconhecer que a cidade se configura como um espaço de intervenção contínua sobre o meio físico, no qual decisões relacionadas ao uso do solo passam a desempenhar papel central na redefinição dos sistemas naturais, especialmente no que se refere à dinâmica da água. Ao se observar a organização do território urbano, a lógica de ocupação, frequentemente orientada por interesses econômicos imediatos e por padrões de crescimento pouco articulados com as condições ambientais, produz alterações significativas nos fluxos hidrológicos, interferindo diretamente na capacidade do solo de absorver, armazenar e redistribuir a água. Nesse quadro, Mays afirma que “[...] o desenvolvimento urbano altera profundamente os processos hidrológicos, especialmente ao modificar padrões de infiltração, evaporação e escoamento” (2010, p. 34), e manifestando que a transformação do território urbano não ocorre de maneira neutra, mas repercute diretamente sobre o funcionamento dos sistemas hídricos. Do mesmo modo, a forma como o solo é utilizado passa a determinar a intensidade dessas alterações, uma vez que áreas densamente urbanizadas tendem a apresentar menor capacidade de infiltração e maior velocidade de escoamento superficial, o que contribui para a ocorrência de eventos extremos, como enchentes e alagamentos. Em verdade, “[...] a urbanização intensifica o escoamento superficial e reduz o tempo de concentração das bacias, aumentando o risco de inundações” (Butler; Davies, 2004, p. 3), o que reforça a ideia de que o desenho urbano influencia diretamente o comportamento hidrológico das áreas ocupadas. Enquanto tudo isso acontece, a expansão das cidades, quando ocorre de forma desigual, tende a concentrar populações em áreas ambientalmente vulneráveis,

como encostas e margens de rios, onde a ausência de infraestrutura adequada amplia os riscos associados à dinâmica hídrica, evidenciando a relação entre uso do solo e vulnerabilidade socioambiental. No âmbito dessa discussão, o modelo urbano vigente, ao priorizar a ocupação intensiva do território sem considerar seus limites ecológicos, contribui para a produção de condições que fragilizam os sistemas hídricos e ampliam a exposição da população a eventos adversos, configurando um cenário no qual a água se torna um elemento central para a compreensão das contradições do desenvolvimento urbano. Sob essa perspectiva, compreender os impactos do uso do solo sobre os recursos hídricos implica reconhecer que tais processos envolvem, de forma simultânea, dimensões físicas, sociais e institucionais, uma vez que as transformações observadas decorrem de decisões que articulam diferentes escalas e interesses. Esses arranjos produzem efeitos desiguais no espaço urbano, expressando-se na distribuição diferenciada de riscos, na qualidade da água e no acesso aos serviços, o que corrobora a complexidade das dinâmicas que estruturam a relação entre ocupação do território e funcionamento dos sistemas hídricos nas cidades.

A urbanização exerce um efeito profundo sobre a resposta hidrológica das bacias. Os padrões naturais de drenagem são alterados à medida que a vegetação é removida e substituída por superfícies impermeáveis, como ruas, telhados e pavimentos. Essas mudanças reduzem a infiltração e aumentam o volume e a velocidade do escoamento superficial, levando a picos de vazão mais elevados e a tempos de resposta mais curtos nos sistemas de drenagem urbana. Como consequência, o risco de inundações é significativamente ampliado, e o equilíbrio natural entre os diferentes componentes do ciclo hidrológico é rompido. Além disso, o desenvolvimento urbano frequentemente leva à modificação ou canalização dos cursos d'água naturais, alterando ainda mais os regimes de fluxo e reduzindo a capacidade do sistema de amortecer as águas pluviais (Butler; Davies, 2004, p. 2-3, tradução nossa).

Dessa forma, diante da dinâmica do ciclo hidrológico em áreas urbanizadas, a cidade introduz uma lógica própria de circulação da água, distinta daquela observada em ambientes naturais, na qual a rapidez do escoamento superficial passa a predominar sobre os processos de infiltração e armazenamento, alterando significativamente o equilíbrio hídrico das bacias urbanas. Esse redirecionamento dos fluxos hídricos decorre, em grande medida, da transformação física do território, especialmente pela presença de superfícies impermeáveis que impedem a absorção da água pelo solo e aceleram sua condução para os sistemas de drenagem, o que reduz o tempo de resposta das bacias hidrográficas e intensifica picos de vazão durante eventos de chuva. Butler e Davies destacam que “[...]”

o escoamento superficial em áreas urbanas ocorre mais rapidamente e com maior volume devido à redução da infiltração natural” (2004, p. 96), indicando que a própria configuração da cidade favorece respostas hidrológicas mais intensas e menos equilibradas. Em continuidade a essa leitura, a alteração dos padrões de precipitação, associada a eventos mais concentrados e intensos, interage com a estrutura urbana, potencializando efeitos como alagamentos frequentes e sobrecarga dos sistemas de drenagem, o que evidencia a necessidade de compreender o ciclo hidrológico urbano como um sistema híbrido, influenciado tanto por variáveis naturais quanto por intervenções humanas. Pata Mays (2010, p. 58), “[...] a urbanização reduz a evapotranspiração e modifica a distribuição temporal e espacial do escoamento”, o que reforça que as mudanças não se limitam ao volume de água, mas abrangem diferentes componentes do ciclo hidrológico. A perda de áreas verdes, frequentemente substituídas por construções e pavimentações, contribui para a diminuição da infiltração e da recarga de aquíferos, comprometendo a disponibilidade de água subterrânea e reduzindo a capacidade de regulação natural do sistema. Esse conjunto de transformações revela que a urbanização não apenas altera os caminhos percorridos pela água, mas também redefine os tempos e as formas de sua circulação, criando condições que exigem uma abordagem mais integrada para a compreensão dos fenômenos envolvidos. Ao considerar esses aspectos, a análise dos impactos do modelo urbano sobre os recursos hídricos evidencia que a reorganização do ciclo hidrológico nas cidades não constitui um efeito secundário do crescimento urbano, mas resulta diretamente das escolhas relacionadas ao uso do solo e das formas pelas quais o espaço é produzido, ocupado e estruturado ao longo do tempo, expressando decisões que incidem de maneira concreta sobre os fluxos, a qualidade e a disponibilidade da água no ambiente urbano.

Sob outro ângulo, a ocupação de áreas ambientalmente frágeis, como encostas, várzeas e margens de rios, mostra um lado da dimensão territorial da urbanização que intensifica a vulnerabilidade socioambiental e amplia os impactos sobre os recursos hídricos, uma vez que tais espaços desempenham funções fundamentais na regulação natural do ciclo da água, incluindo a dissipação de cheias, a infiltração e a recarga de aquíferos. A inclusão dessas áreas ao tecido urbano, frequentemente associada à expansão desigual das cidades, ocorre, em muitos casos, sem a devida infraestrutura e sem critérios técnicos que considerem as características físicas do território, o que resulta na exposição direta da população a riscos hidrológicos recorrentes, como deslizamentos, alagamentos

e inundações. Butler e Davies afirmam que “[...] o desenvolvimento em áreas sujeitas a inundação altera a capacidade natural de armazenamento de água e aumenta a frequência de eventos extremos” (2004, p. 254), o que indica que a ocupação dessas áreas não apenas desloca o problema, mas o intensifica ao modificar o comportamento hidrológico da bacia. Por outro lado, essa forma de ocupação está profundamente relacionada à desigualdade na produção do espaço urbano, pois populações de menor renda tendem a se concentrar em áreas menos valorizadas, muitas vezes localizadas em zonas de risco, onde a ausência de planejamento adequado agrava os efeitos das intervenções sobre os sistemas hídricos. Para UN-HABITAT (2003, p. 45), “[...] o crescimento de assentamentos informais em áreas ambientalmente vulneráveis reflete a incapacidade das cidades de oferecer alternativas seguras de moradia”, o que evidencia que a problemática não pode ser compreendida apenas como uma questão ambiental, mas envolve também dimensões sociais e políticas. Diante da supressão de áreas verdes nesses espaços, temos a contribuição para a perda de funções ecológicas essenciais, como a retenção de água e a estabilização do solo, o que potencializa processos erosivos e compromete a qualidade dos corpos d’água próximos. Em muitas cidades, a canalização de cursos d’água em áreas densamente ocupadas reforça essa lógica, ao transformar rios em estruturas rígidas que perdem sua capacidade de adaptação a variações de vazão, o que amplia a ocorrência de eventos críticos em períodos de chuvas intensas. Essa situação revela que a ocupação de áreas de risco não se configura como um fenômeno isolado, mas como parte de uma dinâmica mais ampla de produção do espaço urbano, na qual decisões relacionadas ao uso do solo, à oferta de infraestrutura e à regulação territorial se articulam de maneira a produzir condições que afetam diretamente a segurança hídrica e a qualidade de vida nas cidades, exigindo uma análise que considere simultaneamente os aspectos físicos, sociais e institucionais envolvidos.

Vale destacar que, à supressão de áreas verdes no interior das cidades, fenômeno que, embora frequentemente associado a processos de expansão urbana e valorização do solo, produz impactos diretos sobre a dinâmica hidrológica, especialmente no que se refere à infiltração da água e à recarga de aquíferos, comprometendo funções ecológicas que são fundamentais para a manutenção do equilíbrio hídrico. À medida que superfícies vegetadas são substituídas por estruturas construídas, reduz-se a capacidade do solo de absorver a água da chuva, intensificando o escoamento superficial e diminuindo a retenção hídrica, o que contribui tanto para o aumento de enchentes quanto para a redução

da disponibilidade de água subterrânea em períodos de estiagem. Conforme Mays (2010, p. 112), “[...] áreas vegetadas desempenham papel crucial na interceptação da chuva e na promoção da infiltração, contribuindo para a recarga de aquíferos”, o que evidencia que a vegetação urbana não constitui apenas um elemento paisagístico, mas um componente funcional dos sistemas hídricos. De maneira articulada, a retirada de cobertura vegetal também interfere na regulação térmica do ambiente urbano, favorecendo a formação de “ilhas de calor”, que, por sua vez, influenciam padrões locais de evaporação e precipitação, introduzindo novas variáveis na dinâmica do ciclo da água. Gleick afirma que “[...] alterações no uso do solo, incluindo a perda de vegetação, impactam diretamente a disponibilidade e a qualidade da água, ao modificar processos naturais de armazenamento e filtragem” (2011, p. 45), reforçando que as transformações territoriais têm efeitos que se estendem para além do espaço imediato onde ocorrem. Desse modo, a ausência de áreas verdes também reduz a capacidade de retenção de poluentes, uma vez que a vegetação atua como um filtro natural, contribuindo para a melhoria da qualidade da água ao longo de seu percurso no ambiente urbano, o que significa que sua supressão tende a aumentar a carga de contaminantes transportados pelo escoamento superficial. Em cidades densamente urbanizadas, essa dinâmica se torna ainda mais evidente, já que a combinação entre impermeabilização e ausência de vegetação cria condições que dificultam a dissipação da água e a absorção de impactos associados a eventos pluviométricos intensos. Esse conjunto de elementos revela que a presença ou ausência de áreas verdes não pode ser tratada como uma questão secundária no planejamento urbano, mas como um fator determinante na configuração dos sistemas hídricos e na capacidade das cidades de responder às pressões ambientais.

A urbanização altera significativamente os processos hidrológicos naturais ao substituir áreas permeáveis e vegetadas por superfícies impermeáveis. Essa transformação reduz a capacidade do solo de absorver a água da chuva, diminui a recarga de aquíferos e aumenta tanto o volume quanto a velocidade do escoamento superficial. As áreas vegetadas desempenham papel fundamental na interceptação da precipitação, na promoção da infiltração e na filtragem de poluentes antes que atinjam os corpos d’água. Quando essas áreas são removidas, as cidades passam a enfrentar maiores riscos de enchentes, menor disponibilidade de água em períodos secos e uma redução geral da qualidade da água. Além disso, a perda de áreas verdes diminui a resiliência dos sistemas hídricos urbanos, tornando-os mais vulneráveis tanto à variabilidade climática quanto às pressões antrópicas (Brears, 2017, p. 19-20, tradução nossa).

Ao examinar a relação entre expansão urbana desigual e vulnerabilidade socioambiental, a produção do espaço urbano não ocorre de maneira homogênea, mas segue lógicas que distribuem riscos e recursos de forma assimétrica, concentrando populações em áreas com menor infraestrutura e maior exposição a eventos hidrológicos adversos, o que reforça a conexão entre desigualdade social e degradação ambiental. Nessa configuração, o acesso à terra urbanizada, dotada de serviços básicos e protegida de riscos naturais, torna-se um elemento central na definição das condições de vida, enquanto parcelas significativas da população são direcionadas para territórios marcados por fragilidades ambientais, como encostas instáveis e áreas sujeitas a inundações. Porto-Gonçalves (2016, p. 73) atesta que “[...] a apropriação desigual da natureza revela que os riscos ambientais não são distribuídos de forma igual, recaindo de maneira mais intensa sobre populações vulneráveis”, o que evidencia que a relação entre sociedade e meio ambiente é mediada por estruturas de poder que influenciam diretamente a forma como os impactos são vivenciados. Em complemento, essa dinâmica se expressa também na forma como a infraestrutura urbana é implantada, uma vez que áreas periféricas e informalmente ocupadas tendem a apresentar déficits significativos em serviços como drenagem e saneamento, o que intensifica os efeitos das chuvas e amplia a contaminação dos corpos d’água. Harvey afirma que “[...] a urbanização capitalista produz desigualdades espaciais que se refletem na distribuição desigual de riscos e de acesso a recursos urbanos” (2008, p. 116), indicando que o espaço urbano é resultado de processos que articulam economia, política e território. A partir dessa interpretação, a vulnerabilidade socioambiental deixa de ser compreendida como um atributo natural de determinados espaços e passa a ser entendida como resultado de decisões históricas e estruturais que orientam a ocupação do solo e a distribuição de infraestrutura. A ocupação de áreas de risco, nesse contexto, não pode ser interpretada apenas como uma escolha individual, mas como consequência de um modelo urbano que limita alternativas e reproduz desigualdades, criando condições que amplificam a exposição a eventos hidrológicos extremos. Em paralelo, a ausência de políticas públicas integradas agrava esse cenário, pois impede a construção de estratégias capazes de enfrentar simultaneamente os aspectos sociais e ambientais envolvidos, mantendo um padrão de intervenção que responde de forma pontual e reativa aos problemas que emergem. Essa articulação entre expansão urbana desigual e vulnerabilidade evidencia que a questão hídrica nas cidades está diretamente vinculada às formas de produção do espaço, nas quais

se entrelaçam processos físicos, dinâmicas sociais e arranjos institucionais que condicionam a distribuição de riscos, de acesso à água e de oportunidades no território urbano, revelando a dimensão estrutural das desigualdades socioespaciais.

Revela-se fundamental compreender a necessidade dos instrumentos capazes de mediar as relações entre urbanização e proteção dos recursos hídricos, onde o zoneamento urbano emerge como um elemento estratégico na organização do território, uma vez que define diretrizes para o uso e a ocupação do solo, estabelecendo limites, restrições e possibilidades que influenciam diretamente a dinâmica ambiental das cidades. Ao orientar a localização de atividades, a densidade construtiva e a preservação de áreas ambientalmente sensíveis, o zoneamento pode atuar como um mecanismo de proteção hídrica, desde que estruturado a partir de critérios que considerem as características físicas do território e os processos naturais associados ao ciclo da água. Dito isso, para Mays (2010, p. 145), “[...] o planejamento do uso do solo é essencial para reduzir impactos hidrológicos adversos, ao direcionar o desenvolvimento para áreas adequadas e preservar zonas de infiltração”, indicando que a organização espacial do território possui papel determinante na mitigação de riscos. Contudo, a eficácia desse instrumento depende de sua articulação com outros componentes do planejamento urbano, pois, quando aplicado de forma isolada ou desvinculada de políticas complementares, tende a apresentar limitações na capacidade de enfrentar problemas complexos. Butler e Davies afirmam que “[...] decisões relacionadas ao zoneamento urbano influenciam diretamente o comportamento dos sistemas de drenagem e a gestão das águas pluviais” (2004, p. 119), reforçando que a regulação do uso do solo não pode ser dissociada das infraestruturas que compõem o sistema urbano. Em diversas situações, observa-se que o zoneamento é utilizado mais como um instrumento normativo do que como uma ferramenta integrada de planejamento, o que resulta em diretrizes que nem sempre dialogam com as condições ambientais e sociais do território, limitando sua efetividade na proteção dos recursos hídricos. Acrescenta-se ainda, a flexibilização de normas urbanísticas, frequentemente motivada por interesses econômicos, pode comprometer áreas que desempenham funções ecológicas relevantes, como zonas de recarga de aquíferos e áreas de preservação permanente, ampliando os impactos sobre o sistema hídrico. A ausência de fiscalização e de mecanismos eficazes de implementação também contribui para que diretrizes estabelecidas em planos urbanísticos não se concretizem na prática, o que reforça a necessidade de compreender o zoneamento como parte de um conjunto mais amplo de

instrumentos de gestão territorial. Nessa direção, a articulação entre planejamento normativo e práticas concretas de gestão revela-se como um desafio central, na medida em que envolve a integração de dimensões técnicas, institucionais e políticas na organização do espaço urbano. Tal relação evidencia que o zoneamento não se limita a um instrumento regulatório formal, mas atua diretamente na definição dos padrões de ocupação do território, influenciando os processos hidrológicos e contribuindo para a configuração das condições de equilíbrio ou de vulnerabilidade hídrica nas cidades.

De igual modo, torna-se pertinente aprofundar a crítica ao modelo tradicional de planejamento urbano, cuja atuação, frequentemente fragmentada e orientada por respostas pontuais, revela limitações significativas na capacidade de lidar com a complexidade dos sistemas hídricos urbanos, sobretudo quando se considera a interdependência entre uso do solo, drenagem e saneamento. Ao privilegiar soluções reativas, muitas vezes implementadas apenas após a ocorrência de eventos críticos, esse modelo tende a reforçar um padrão de intervenção que não enfrenta as causas estruturais dos problemas, limitando-se à mitigação de seus efeitos mais imediatos. Para Biswas Tortajada e Izquierdo (2009, p. 12), “[...] abordagens fragmentadas na gestão da água frequentemente resultam em soluções ineficazes, incapazes de responder à complexidade dos sistemas hídricos”, o que evidencia que a ausência de integração compromete a efetividade das políticas públicas. A partir dessa constatação, o planejamento urbano, quando desvinculado de uma perspectiva sistêmica, perde a capacidade de antecipar impactos e de construir estratégias preventivas, operando de maneira desarticulada em relação às dinâmicas ambientais do território. Harvey afirma que “[...] o planejamento urbano, quando orientado por interesses econômicos imediatos, tende a negligenciar as dimensões ambientais e sociais do espaço” (2000, p. 87), indicando que as prioridades que orientam a produção do espaço urbano influenciam diretamente a forma como os problemas são enfrentados. Em diferentes contextos urbanos, observa-se que intervenções em drenagem são frequentemente concebidas sem articulação com políticas de uso do solo, o que resulta em soluções que transferem impactos para outras áreas, ao invés de resolvê-los de forma estrutural. De maneira semelhante, políticas de saneamento, embora essenciais para a saúde pública, nem sempre dialogam com estratégias de gestão de águas pluviais, o que mantém elevados níveis de contaminação em corpos d’água urbanos. A partir desse quadro, torna-se necessário repensar as bases do planejamento urbano, incorporando abordagens que reconheçam a interdependência entre diferentes

componentes do sistema urbano e que sejam capazes de articular múltiplas escalas de atuação, desde o nível local até o regional. A construção de um planejamento mais integrado implica também a revisão de práticas institucionais e de modelos de governança, de modo a favorecer a cooperação entre diferentes setores e a promover a construção de soluções que considerem simultaneamente os aspectos técnicos, sociais e ambientais envolvidos, ampliando a capacidade das cidades de lidar com os desafios associados à gestão dos recursos hídricos.

A gestão integrada da água urbana reconhece que os sistemas hídricos nas cidades são altamente interconectados e não podem ser geridos de forma eficaz por meio de intervenções isoladas. Abordagens tradicionais que separam o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, as águas pluviais e o planejamento do uso do solo frequentemente resultam em ineficiências e consequências não intencionais, uma vez que ações realizadas em uma parte do sistema podem gerar problemas em outra. Um quadro mais holístico é necessário, capaz de considerar todo o ciclo urbano da água e de promover a coordenação entre setores, instituições e escalas de governança. Sem essa integração, as cidades continuarão a enfrentar desafios persistentes relacionados a inundações, poluição da água e escassez de recursos, já que estruturas de governança fragmentadas limitam a efetividade tanto do planejamento quanto dos processos de implementação (Brears, 2017, p. 45-46, tradução nossa).

Por outro caminho interpretativo, a discussão sobre os impactos do uso do solo nos recursos hídricos conduz à necessidade de analisar como a impermeabilização extensiva do território urbano se consolida como um dos principais fatores de alteração da dinâmica hídrica, uma vez que interfere diretamente na relação entre precipitação, infiltração e escoamento, produzindo efeitos que se acumulam ao longo do tempo e se manifestam de forma intensificada em períodos de chuva. A cobertura do solo por materiais como concreto e asfalto reduz drasticamente a capacidade de absorção da água, fazendo com que volumes significativos sejam rapidamente direcionados para os sistemas de drenagem, o que não apenas aumenta a carga hidráulica sobre essas infraestruturas, mas também eleva o risco de falhas operacionais e de ocorrência de alagamentos. Tucci (2008, p. 35) afirma que “[...] a urbanização aumenta significativamente o escoamento superficial, reduzindo a infiltração e ampliando a frequência de enchentes”, o que evidencia que a impermeabilização não constitui um efeito secundário do crescimento urbano, mas um elemento central na redefinição do comportamento hidrológico. Tendo isso em curso, essa transformação altera o tempo de concentração das bacias urbanas, fazendo com que a resposta às chuvas ocorra de maneira mais rápida e intensa, o que

dificulta a dissipação natural da água e amplia os impactos sobre áreas densamente ocupadas. Leopold assinala que “[...] mudanças no uso do solo urbano aumentam a velocidade e o volume do escoamento, modificando profundamente os regimes hidrológicos naturais” (1968, p. 47), indicando que tais alterações não se limitam a eventos pontuais, mas configuram uma nova lógica de funcionamento dos sistemas hídricos. Ainda que soluções técnicas, como a ampliação de redes de drenagem, sejam frequentemente adotadas para lidar com esses problemas, tais intervenções, quando não acompanhadas de estratégias voltadas à redução da impermeabilização ou ao aumento da infiltração, tendem a apresentar resultados limitados, uma vez que atuam apenas sobre os efeitos, e não sobre as causas estruturais. Mediante isso, a persistência desse padrão de intervenção revela a necessidade de repensar as práticas de planejamento urbano, incorporando abordagens que priorizem a permeabilidade do solo e a retenção de água no próprio território, de modo a reduzir a pressão sobre os sistemas de drenagem e a recuperar, ainda que parcialmente, funções hidrológicas comprometidas. A impermeabilização deixa de ser compreendida apenas como uma característica física do espaço urbano e passa a ser interpretada como um indicador das escolhas que orientam a produção do território, evidenciando a relação direta entre o modelo de desenvolvimento adotado e os impactos observados sobre os recursos hídricos.

Em direção complementar, a relação entre expansão urbana e degradação dos recursos hídricos também pode ser analisada a partir da forma como os processos de crescimento das cidades se articulam com padrões desiguais de ocupação do território, evidenciando que a produção do espaço urbano não apenas altera os sistemas naturais, mas também distribui de maneira desigual os benefícios e os prejuízos decorrentes dessas transformações. Ao se considerar essa dinâmica, percebe-se que a urbanização, ao avançar sobre áreas periféricas e ambientalmente sensíveis, frequentemente o faz sem a presença de infraestrutura adequada, o que intensifica problemas relacionados à drenagem, ao saneamento e à qualidade da água, criando condições que ampliam a vulnerabilidade socioambiental. Maricato (2011, p. 63) sublinha que “[...] a expansão urbana desigual produz territórios marcados pela ausência de infraestrutura e pela maior exposição a riscos ambientais”, o que evidencia que a forma como as cidades crescem influencia diretamente a distribuição dos impactos ambientais. Harvey (2013) afirma que “[...] a urbanização é um processo que reorganiza o espaço de maneira desigual, refletindo interesses econômicos e políticos que moldam o acesso aos recursos urbanos” (p. 145),

indicando que o território urbano é resultado de disputas que definem quem terá acesso a condições mais seguras e quem permanecerá em áreas vulneráveis. Ao mesmo tempo, essa lógica de expansão contribui para a ocupação de áreas que desempenham funções importantes na regulação hídrica, como zonas de infiltração e áreas de amortecimento de cheias, comprometendo a capacidade do sistema de responder a eventos extremos. A presença de assentamentos informais em margens de rios e encostas, por exemplo, evidencia como a ausência de políticas habitacionais eficazes se articula com a degradação ambiental, criando um cenário no qual problemas sociais e ambientais se reforçam mutuamente. Em sintonia, a falta de integração entre políticas urbanas e ambientais contribui para a reprodução desse padrão, uma vez que intervenções pontuais não são capazes de alterar as condições estruturais que orientam a ocupação do território. A continuidade desse modelo de urbanização evidencia a necessidade de compreender o espaço urbano como resultado de processos que envolvem múltiplas dimensões, incluindo aspectos econômicos, sociais e ambientais, os quais se articulam na produção de condições que influenciam diretamente a dinâmica dos recursos hídricos. A partir desse entendimento, a análise das relações entre urbanização e água evidencia que os impactos observados não decorrem exclusivamente de fatores naturais, mas expressam um modelo de desenvolvimento que organiza o território de forma desigual, produzindo efeitos distintos no espaço urbano. Essa dinâmica revela a interdependência entre diferentes escalas e dimensões, nas quais se articulam processos sociais, ambientais e institucionais que estruturam o funcionamento dos sistemas hídricos nas cidades.

Mediante esse contexto, a discussão sobre os sistemas de drenagem urbana e saneamento passa a ocupar posição central, uma vez que esses componentes estruturam, de maneira concreta, as condições de circulação, controle e qualidade da água no espaço urbano, articulando dimensões técnicas e territoriais que influenciam diretamente a segurança hídrica. Nesse cenário, compreender a evolução dos sistemas de drenagem torna-se fundamental, especialmente ao se observar a transição de modelos tradicionais, baseados na rápida condução das águas pluviais, para abordagens mais recentes que buscam integrar retenção, infiltração e reuso, incorporando uma lógica que considera o funcionamento do sistema como um todo. Fletcher *et al.* afirmam que “[...] sistemas convencionais de drenagem foram historicamente projetados para remover rapidamente a água das áreas urbanas, desconsiderando impactos ambientais a jusante” (2015, p. 262), indicando que tais modelos, embora eficazes sob uma lógica hidráulica imediata,

apresentam limitações quando analisados em uma perspectiva sistêmica. Em complemento, Ahern (2011, p. 344) confirma que “[...] soluções baseadas na natureza permitem integrar processos ecológicos ao planejamento urbano, contribuindo para a resiliência dos sistemas hídricos”, evidenciando a emergência de abordagens que buscam reconectar a cidade aos seus processos naturais. A partir dessa transição conceitual, torna-se possível compreender que a drenagem urbana deixa de ser apenas uma questão de engenharia hidráulica e passa a envolver estratégias que consideram a multifuncionalidade do território, incorporando elementos como parques urbanos, áreas permeáveis e dispositivos de retenção que contribuem para a redução do escoamento superficial. Enquanto isso, a integração entre drenagem e saneamento se apresenta como um desafio significativo, uma vez que esses sistemas, frequentemente planejados de forma independente, necessitam operar de maneira articulada para garantir tanto a eficiência hidráulica quanto a qualidade da água. A análise desses elementos indica que a segurança hídrica nas cidades não depende apenas da existência de infraestrutura, mas está diretamente relacionada à forma como ela é concebida, implantada e integrada ao território, refletindo escolhas que condicionam seu desempenho, sua capacidade de resposta e seus efeitos sobre o ambiente urbano. Essa relação expõe os limites das abordagens tradicionais e destaca a importância de perspectivas que considerem a gestão das águas de maneira mais integrada, articulando diferentes componentes do espaço urbano e reconhecendo a complexidade dos sistemas hídricos nas cidades.

Os sistemas tradicionais de drenagem urbana foram, em geral, projetados com o objetivo principal de conduzir rapidamente as águas pluviais para fora das áreas urbanas, a fim de evitar inundações locais. No entanto, essa abordagem frequentemente deixa de considerar os impactos mais amplos sobre os ambientes a jusante, incluindo o aumento do risco de enchentes, a poluição da água e a degradação dos ecossistemas. Mais recentemente, tem-se observado uma transição para a gestão integrada do risco de inundação, que enfatiza a necessidade de combinar medidas estruturais e não estruturais, incorporar o planejamento do uso do solo e promover soluções sustentáveis de drenagem urbana. Essas abordagens buscam gerir a água de forma a imitar processos naturais, aumentar a infiltração e reduzir o escoamento superficial, contribuindo, assim, para melhorar tanto a resiliência a inundações quanto os resultados ambientais nas áreas urbanas (Jha; Bloch; Lamond, 2012, p. 190-191, tradução nossa).

Na sequência dessa discussão, ganha centralidade o conceito de “drenagem urbana sustentável”⁵, que se apresenta como uma alternativa ao paradigma tradicional ao incorporar princípios que buscam restabelecer, ainda que parcialmente, o funcionamento natural do ciclo hidrológico no ambiente urbano, por meio de estratégias que privilegiam a retenção, a infiltração e o tratamento descentralizado das águas pluviais. Essas abordagens, frequentemente associadas a termos como SUDS, LID⁶ e soluções baseadas na natureza, propõem uma mudança significativa na forma de conceber a relação entre cidade e água, deslocando o foco da simples condução para a gestão integrada dos fluxos hídricos no próprio território. Para Fletcher *et al.* (2015, p. 266), “[...] sistemas de drenagem sustentável visam imitar processos hidrológicos naturais, promovendo infiltração, evapotranspiração e armazenamento local da água”, o que indica uma reorientação conceitual que amplia o escopo das intervenções urbanas. Ahern afirma que “[...] a infraestrutura verde urbana atua como um sistema integrado que combina funções ecológicas e sociais, contribuindo para a resiliência das cidades” (2011, p. 345), evidenciando que essas soluções não se limitam à dimensão técnica, mas incorporam

⁵ O conceito de drenagem urbana sustentável refere-se a um conjunto de práticas e estratégias que buscam manejar as águas pluviais de forma integrada ao ambiente urbano, priorizando a infiltração, o armazenamento, a retenção e o reaproveitamento da água da chuva, em oposição aos sistemas convencionais que visam apenas o rápido escoamento superficial. Essa abordagem parte do princípio de que o ciclo hidrológico deve ser preservado ou reconstituído mesmo em áreas urbanizadas, reduzindo riscos de enchentes, melhorando a qualidade da água e contribuindo para o equilíbrio ambiental das cidades. Entre os exemplos mais recorrentes estão a implantação de pavimentos permeáveis, jardins de chuva, telhados verdes, bacias de retenção e corredores ecológicos, que permitem desacelerar o fluxo da água e ampliar sua infiltração no solo. O termo está associado ao desenvolvimento do conceito de Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), difundido a partir dos trabalhos de Larry W. Mays e outros pesquisadores da engenharia de recursos hídricos, que consolidaram essa abordagem como alternativa aos modelos tradicionais de drenagem urbana, especialmente a partir da década de 1990 (Mays, 2001). Ver: Mays, Larry W. *Water resources engineering*. New York: John Wiley & Sons, 2001.

⁶ No campo da gestão das águas urbanas, termos como SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems) e LID (Low Impact Development) referem-se a abordagens que buscam redefinir a forma como a drenagem é concebida nas cidades, aproximando-a do funcionamento natural do ciclo hidrológico. O SUDS, amplamente difundido no contexto europeu, corresponde a sistemas de drenagem urbana sustentável que priorizam a retenção, infiltração e tratamento das águas pluviais por meio de soluções descentralizadas e integradas à paisagem urbana, como jardins de chuva, valas vegetadas e lagoas de detenção. Já o LID, desenvolvido, sobretudo, nos Estados Unidos, enfatiza estratégias de baixo impacto que visam minimizar as alterações hidrológicas causadas pela urbanização, atuando diretamente na fonte do escoamento por meio de técnicas como telhados verdes, pavimentos permeáveis e dispositivos de bioretenção. Embora apresentem diferenças terminológicas e contextuais, ambas as abordagens compartilham o objetivo de reduzir o escoamento superficial, melhorar a qualidade da água e promover maior equilíbrio entre urbanização e processos naturais, consolidando-se como alternativas aos modelos tradicionais de drenagem baseados na rápida condução da água. Essas concepções têm sido amplamente discutidas na literatura técnica e científica, especialmente nos trabalhos de Robert Pitt, que contribuíram para a sistematização das práticas de manejo de águas pluviais sob a perspectiva do baixo impacto (Pitt; Clark; Lake, 2005). Ver: Pitt, Robert; Clark, Shirley; Lake, David. *Construction site erosion and sediment controls: planning, design, and performance*. Lancaster: DEStech Publications, 2005.

múltiplos benefícios ao espaço urbano. A adoção dessas estratégias implica considerar elementos como jardins de chuva, pavimentos permeáveis, telhados verdes e parques urbanos não apenas como dispositivos isolados, mas como componentes de uma rede que atua de forma articulada na gestão da água. Esse enfoque permite reduzir a pressão sobre sistemas convencionais de drenagem, ao mesmo tempo em que contribui para a melhoria da qualidade da água, uma vez que parte dos poluentes é retida e tratada localmente. A presença dessas soluções no tecido urbano também favorece a regulação térmica e a valorização paisagística, ampliando os benefícios para além da dimensão hidrológica. Ao integrar processos naturais ao planejamento urbano, essas abordagens promovem uma reorganização do território que reconhece a água como elemento estruturante, e não apenas como um problema a ser eliminado, reforçando a necessidade de incorporar princípios ecológicos nas práticas de gestão urbana. A consolidação dessas estratégias, no entanto, depende de mudanças institucionais, técnicas e culturais que permitam sua implementação em larga escala, exigindo a revisão de normas, a capacitação de profissionais e a articulação entre diferentes setores envolvidos na gestão urbana, o que evidencia a complexidade de sua incorporação no contexto das cidades contemporâneas.

Em articulação com os elementos já discutidos, o papel da infraestrutura verde ganha relevo ao ser compreendido como componente estruturante da gestão das águas urbanas, uma vez que incorpora dispositivos que, além de desempenharem funções ecológicas, atuam diretamente na regulação dos fluxos hídricos, contribuindo para a redução do escoamento superficial e para a melhoria da qualidade da água. Por exemplo, como já pontuado anteriormente, parques urbanos, jardins de chuva, corredores ecológicos e telhados verdes configuram soluções que operam de forma integrada ao território, permitindo que a água seja retida, infiltrada e filtrada antes de alcançar os sistemas convencionais de drenagem. Gill *et al.* (2007, p. 120) endossa que “[...] a infraestrutura verde urbana pode reduzir significativamente o escoamento superficial e mitigar impactos de eventos extremos de chuva”, indicando que a incorporação de elementos vegetados no tecido urbano possui efeitos diretos sobre a dinâmica hidrológica. Tzoulas afirma que “[...] espaços verdes urbanos desempenham múltiplas funções, incluindo regulação hídrica, melhoria da qualidade ambiental e promoção do bem-estar social” (2007, p. 170), evidenciando que essas estruturas não se restringem à dimensão estética, mas integram um conjunto de serviços ecossistêmicos essenciais ao funcionamento das cidades. Esses dispositivos, por sua vez, faz parte da infraestrutura

urbana, e não como elementos periféricos, onde ampliam-se a possibilidade de construir soluções que dialoguem com as características ambientais do território, favorecendo a retenção local da água e reduzindo a dependência de sistemas centralizados. A implementação de jardins de chuva, por sua vez, permite captar e infiltrar a água pluvial diretamente no solo, diminuindo a carga sobre redes de drenagem e contribuindo para a recarga de aquíferos, enquanto telhados verdes atuam na interceptação da precipitação e na regulação térmica das edificações. A presença de parques urbanos, por seu turno, oferece áreas de expansão natural para a água em períodos de chuva intensa, funcionando como zonas de amortecimento que reduzem a ocorrência de enchentes em áreas adjacentes. Durante esse processo, a incorporação dessas soluções enfrenta desafios relacionados à disponibilidade de espaço, aos custos de implantação e à necessidade de manutenção contínua, o que exige planejamento adequado e integração com políticas públicas mais amplas. A análise desses elementos demonstra que a infraestrutura verde constitui uma estratégia capaz de articular dimensões ambientais, sociais e urbanísticas, contribuindo para a construção de sistemas mais resilientes e adaptados às dinâmicas naturais da água no espaço urbano.

Por conseguinte, o saneamento básico se consolida como um dos pilares estruturantes da segurança hídrica urbana, não apenas por garantir o acesso à água potável, mas também por atuar diretamente na preservação da qualidade dos corpos d'água, especialmente por meio do tratamento adequado de esgotos e do manejo correto das águas pluviais. A ausência ou precariedade desses serviços estabelece uma conexão direta entre uso do território e degradação ambiental, uma vez que o lançamento de efluentes sem tratamento compromete rios, lagos e aquíferos, interferindo tanto na disponibilidade quanto na qualidade da água. A ONU (2017, p. 12) diz que “[...] a falta de saneamento adequado está diretamente associada à contaminação da água e à disseminação de doenças”, evidenciando que os impactos extrapolam o campo ambiental e atingem diretamente a saúde pública. Em complemento a esse olhar, Heller destaca que “[...] o saneamento básico constitui um conjunto de ações essenciais para a proteção da saúde e do meio ambiente, envolvendo abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos e águas pluviais” (2010, p. 45), pontuando que sua compreensão exige uma abordagem integrada. Em verdade, ao considerar a interdependência entre drenagem e saneamento, percebe-se que ambos os sistemas operam sobre os mesmos fluxos hídricos, ainda que com funções distintas, o que exige coordenação para evitar

sobrecargas e contaminações cruzadas. A ausência de redes de esgotamento, por exemplo, contribui para que águas residuais sejam transportadas pelo sistema de drenagem, comprometendo sua eficiência e ampliando a poluição difusa. Em muitos contextos urbanos, essa sobreposição de funções evidencia a fragilidade de sistemas concebidos de forma compartimentada, incapazes de responder adequadamente à complexidade das demandas. Porém, a universalização do acesso ao saneamento ainda se apresenta como um desafio significativo, especialmente em áreas periféricas, onde a expansão urbana ocorre de maneira mais acelerada do que a implantação de infraestrutura, resultando em territórios marcados por déficits históricos. Diante disso, marcos legais como a Lei nº 11.445/2007⁷, estabelece diretrizes importantes para a organização do setor, contudo, sua implementação enfrenta limitações relacionadas à capacidade institucional, à disponibilidade de recursos e à articulação entre diferentes níveis de governo. A análise dessas condições aponta que o saneamento não pode ser compreendido apenas como um serviço técnico, mas como um elemento central na organização do espaço urbano e na construção de condições adequadas para a gestão dos recursos hídricos, configurando-se como componente indispensável para a efetivação da segurança hídrica nas cidades.

A disponibilidade de água potável segura e de saneamento adequado é um dos mais importantes determinantes da saúde pública. Onde os sistemas de água são mal geridos ou os serviços de saneamento são inadequados, a contaminação das fontes de água torna-se inevitável, levando à disseminação de doenças de veiculação hídrica e a consequências sociais e econômicas significativas. A falta de investimento no tratamento adequado de águas residuais e na infraestrutura de saneamento não apenas degrada os corpos d'água locais, mas também compromete a segurança hídrica de longo prazo, uma vez que fontes poluídas se tornam inutilizáveis ou exigem remediação custosa. Esses desafios são particularmente intensos em áreas urbanas de rápido crescimento, onde o desenvolvimento da infraestrutura frequentemente não acompanha o crescimento populacional (Gleick, 2010, p. 35-36, tradução nossa).

⁷ A Lei nº 11.445/2007 constitui um marco fundamental para a organização do saneamento básico no Brasil, ao estabelecer as diretrizes nacionais para a prestação dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Ao definir princípios como universalização do acesso, integralidade, controle social e sustentabilidade econômico-financeira, a legislação reconhece o saneamento como direito essencial à qualidade de vida e à saúde pública, ao mesmo tempo em que reforça a necessidade de planejamento, regulação e articulação entre diferentes entes federativos. No que se refere à drenagem urbana, a lei contribui para ampliar a compreensão de que a gestão das águas pluviais deve estar integrada ao ordenamento territorial e às políticas urbanas, superando abordagens fragmentadas e tecnicistas. Dessa forma, a Lei nº 11.445/2007 consolida um paradigma que vincula o saneamento à promoção do bem-estar social e à proteção ambiental, evidenciando que a organização dos serviços urbanos está diretamente relacionada à redução das desigualdades e à melhoria das condições de vida nas cidades (Brasil, 2007). Ver: Brasil. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 8 jan. 2007.

Por outro caminho interpretativo, a articulação entre drenagem urbana e saneamento revela um campo de interdependências que ultrapassa a dimensão técnica e alcança a própria organização do território, uma vez que ambos os sistemas compartilham fluxos, infraestruturas e, sobretudo, impactos decorrentes de sua ausência ou inadequação. Quando esses sistemas são concebidos de forma dissociada, surgem situações em que as redes de drenagem passam a desempenhar funções para as quais não foram projetadas, como o transporte de esgotos domésticos, resultando na degradação progressiva da qualidade da água e na sobrecarga das estruturas existentes. Tucci (2008, p. 118) pontua que “[...] a falta de integração entre drenagem e esgotamento sanitário favorece a poluição difusa e compromete a eficiência dos sistemas urbanos de água”, indicando que a fragmentação institucional se traduz em efeitos concretos sobre os recursos hídricos. Heller afirma que “[...] a ausência de coleta e tratamento de esgotos implica o lançamento direto de cargas poluidoras nos corpos d’água, agravando a degradação ambiental” (2010, p. 67), reforçando que a relação entre saneamento e qualidade hídrica é direta e contínua. Diante desse entrelaçamento, é evidente que intervenções isoladas tendem a deslocar os problemas, sem necessariamente solucioná-los, uma vez que a água percorre diferentes sistemas ao longo de seu trajeto no espaço urbano. A sobreposição entre redes pluviais e sanitárias, frequentemente observada em áreas com infraestrutura precária, evidencia como a ausência de planejamento integrado amplia a vulnerabilidade ambiental e sanitária, sobretudo em contextos de expansão urbana acelerada. De forma simultânea, a ocorrência de eventos extremos de precipitação intensifica essas fragilidades, pois sistemas sobrecarregados passam a operar além de sua capacidade, resultando em extravasamentos, alagamentos e contaminação de áreas urbanas. A incorporação de estratégias que promovam a integração entre esses sistemas exige não apenas soluções técnicas, mas também a reorganização institucional e a articulação entre diferentes setores responsáveis pela gestão urbana. A necessidade de compatibilizar projetos de drenagem com políticas de saneamento, por exemplo, evidencia que a gestão da água nas cidades deve ser pensada de forma transversal, considerando os múltiplos usos e trajetórias que esse recurso assume no ambiente urbano. Sob esse entendimento, ao reconhecer essa interdependência, a eficiência dos sistemas hídricos urbanos depende diretamente da capacidade de articulação entre diferentes componentes, evidenciando que a fragmentação não apenas limita a eficácia das

intervenções, mas também contribui para a reprodução de problemas que se manifestam de forma recorrente no espaço urbano.

Sob uma perspectiva institucional, as políticas públicas e os marcos legais que orientam o saneamento e a drenagem urbana assumem papel determinante na configuração das respostas oferecidas às demandas hídricas nas cidades, uma vez que definem diretrizes, responsabilidades e instrumentos de gestão que, em tese, deveriam garantir a universalização dos serviços e a proteção dos recursos naturais. No entanto, a distância entre o arcabouço normativo e sua efetiva implementação revela tensões que atravessam a gestão urbana, especialmente quando se consideram limitações financeiras, fragmentação administrativa e dificuldades de coordenação entre diferentes entes federativos. Assim, “[...] o saneamento básico deve ser prestado com base em princípios de universalização, integralidade e controle social” (Brasil, 2007, p. 3), estabelecendo um horizonte normativo que orienta a organização do setor, ainda que sua materialização dependa de condições estruturais nem sempre presentes nos territórios. Rezende afirma que “[...] a implementação das políticas de saneamento enfrenta entraves institucionais relacionados à capacidade técnica e à articulação entre os diferentes níveis de governo” (2008, p. 92), indicando que os desafios não se restringem à ausência de recursos, mas envolvem também aspectos organizacionais e políticos. Ao considerar essas dimensões, a gestão dos sistemas hídricos urbanos não ocorre em um vazio institucional, mas está profundamente condicionada por estruturas administrativas que influenciam a forma como projetos são planejados, executados e monitorados. Em muitos casos, a existência de legislações avançadas convive com práticas que ainda reproduzem modelos fragmentados de gestão, nos quais drenagem, abastecimento e esgotamento são tratados como setores independentes, dificultando a construção de estratégias integradas. Logo, a ausência de instrumentos eficazes de planejamento territorial, associada à descontinuidade de políticas públicas, contribui para a manutenção de desigualdades no acesso aos serviços, especialmente em áreas periféricas e informalmente ocupadas. Enquanto esses cenários se cruzam, a necessidade de compatibilizar diretrizes legais com as especificidades locais evidencia a importância de abordagens que considerem as particularidades socioambientais de cada território, evitando soluções padronizadas que desconsiderem as dinâmicas existentes. A presença de mecanismos de regulação e controle social, embora prevista em lei, enfrenta desafios relacionados à participação efetiva da população e à transparência dos processos decisórios, o que limita a capacidade

de acompanhamento e avaliação das políticas implementadas. Em verdade, ao observar esse conjunto de elementos, a efetividade das políticas públicas de saneamento e drenagem depende não apenas de sua formulação, mas da capacidade institucional de transformá-las em ações concretas, capazes de responder às complexidades do espaço urbano e de promover condições mais adequadas para a gestão dos recursos hídricos.

Dentro dessa discussão, outra dimensão relevante diz respeito às limitações operacionais e técnicas que atravessam a implementação de sistemas de drenagem e saneamento nas cidades, sobretudo quando se considera que a complexidade dos fluxos hídricos urbanos exige soluções que ultrapassem a lógica tradicional de projetos isolados e passem a incorporar estratégias adaptativas, capazes de responder a diferentes escalas e condições territoriais. Perante esse panorama, a persistência de modelos baseados exclusivamente em infraestrutura cinza, voltados à rápida condução da água, revela dificuldades em lidar com eventos extremos e com a variabilidade climática, que intensificam a pressão sobre sistemas já sobrecarregados. Novotny (2010, p. 54), afirma: “[...] sistemas urbanos de água precisam evoluir para modelos mais flexíveis e adaptativos, capazes de responder a mudanças climáticas e urbanas”, apontando para a necessidade de transformação nas abordagens técnicas. Brown confirma que “[...] a transição para cidades sensíveis à água envolve mudanças institucionais, tecnológicas e culturais que desafiam práticas consolidadas” (2014, p. 23), indicando que a questão não se limita à introdução de novas tecnologias, mas envolve uma reconfiguração mais ampla da gestão urbana. Assim sendo, a dificuldade de incorporar soluções inovadoras não decorre apenas de barreiras técnicas, mas também de resistências institucionais e de limitações na formação profissional, que ainda privilegia modelos tradicionais de engenharia. Dito isso, a adoção de estratégias como sistemas descentralizados de drenagem, dispositivos de retenção e reuso de água exige não apenas investimentos, mas também a revisão de normas e a construção de novos referenciais técnicos, capazes de orientar sua aplicação em diferentes contextos urbanos. Em muitas situações, a ausência de dados consistentes sobre o funcionamento dos sistemas hídricos urbanos dificulta o planejamento e a tomada de decisão, comprometendo a eficácia das intervenções. Somase a isso, a fragmentação das bases de informação entre diferentes órgãos responsáveis pela gestão da água que limita a capacidade de análise integrada, dificultando a identificação de problemas e a definição de prioridades. A necessidade de integrar conhecimento técnico, planejamento territorial e gestão institucional evidencia que a

construção de sistemas mais eficientes depende de uma abordagem que considere a complexidade das cidades, incorporando diferentes escalas e dimensões no processo de tomada de decisão. A persistência de soluções padronizadas, muitas vezes descoladas das especificidades locais, evidencia a necessidade de estratégias que dialoguem com as características ambientais, sociais e urbanísticas de cada território, reconhecendo que a eficácia das intervenções depende de sua adequação às dinâmicas urbanas e às condições concretas de cada contexto, o que incide diretamente na capacidade de promover maior segurança hídrica nas cidades.

Os desafios futuros da gestão da água não serão resolvidos apenas por meio da dependência de abordagens convencionais de engenharia, centradas em soluções de infraestrutura de finalidade única. Em vez disso, há um reconhecimento crescente de que os sistemas hídricos devem ser projetados e geridos de maneira mais flexível e adaptativa, capazes de responder às incertezas associadas à variabilidade climática, ao crescimento urbano e às mudanças nas demandas sociais. Isso requer não apenas inovação tecnológica, mas também reformas institucionais, aprimoramento na coleta e no compartilhamento de dados, bem como o desenvolvimento de estruturas de planejamento integradas que considerem múltiplos objetivos simultaneamente. Sem essas transformações, os sistemas existentes continuarão a enfrentar pressões crescentes, reduzindo sua eficácia e sua resiliência ao longo do tempo (Biswas; Tortajada; Izquierdo, 2009, p. 18, tradução nossa).

Em diálogo com as limitações técnicas e institucionais previamente abordadas, ganha destaque os sistemas de drenagem e saneamento que se materializam no território de maneira desigual, refletindo padrões históricos de ocupação urbana que favorecem determinadas áreas em detrimento de outras, especialmente quando se observa a distribuição espacial da infraestrutura e dos serviços. Em bairros centrais e regiões formalmente planejadas, a presença de redes estruturadas tende a assegurar maior eficiência no manejo das águas, enquanto, em áreas periféricas e assentamentos informais, a ausência ou precariedade desses sistemas resulta em condições de maior exposição a riscos hídricos e sanitários. Para Maricato (2011, p. 63), “[...] a urbanização desigual no Brasil produz territórios marcados por profundas disparidades no acesso à infraestrutura básica”, evidenciando que a distribuição dos serviços urbanos não ocorre de forma homogênea. Davis afirma que “[...] grande parte da população urbana mundial vive em assentamentos precários, onde a infraestrutura de saneamento é insuficiente ou inexistente” (2006, p. 137), reforçando que essa desigualdade não se restringe a contextos locais, mas se insere em uma dinâmica global de produção do espaço urbano. Diante disso, a relação entre território e infraestrutura revela que a eficiência dos sistemas

hídricos não depende apenas de sua concepção técnica, mas também de sua capacidade de alcançar diferentes porções da cidade, especialmente aquelas historicamente excluídas dos processos formais de planejamento. Em áreas onde a expansão urbana ocorre de maneira não regulada, a implantação posterior de redes de drenagem e saneamento enfrenta obstáculos físicos, financeiros e institucionais, dificultando a universalização dos serviços. A presença de moradias em encostas, margens de rios e áreas sujeitas a alagamentos amplia a complexidade dessas intervenções, exigindo soluções que considerem as condições específicas desses territórios. Concomitantemente, a ausência de infraestrutura adequada contribui para a intensificação de problemas ambientais, como a contaminação de cursos d'água e a proliferação de doenças de veiculação hídrica, estabelecendo uma relação direta entre desigualdade urbana e vulnerabilidade socioambiental. Por esse caminho, a articulação entre políticas de habitação, planejamento urbano e gestão hídrica se apresenta, portanto, como elemento fundamental para enfrentar essas disparidades, exigindo abordagens que integrem diferentes dimensões do território e considerem as especificidades locais na definição de estratégias. Logo, a permanência dessas desigualdades evidencia que a construção de sistemas hídricos mais eficientes depende não apenas de avanços técnicos, mas também da capacidade de enfrentar as estruturas que produzem e reproduzem a fragmentação do espaço urbano.

Diante das desigualdades territoriais e das limitações estruturais anteriormente discutidas, ganha densidade a reflexão sobre a necessidade de reorganizar os sistemas de drenagem e saneamento a partir de uma lógica que considere simultaneamente eficiência técnica e justiça socioambiental, especialmente quando se observa que a distribuição dos impactos negativos relacionados à água não ocorre de maneira homogênea, recaindo com maior intensidade sobre populações já vulnerabilizadas. Nesse quadro, a incorporação de abordagens integradas não se apresenta apenas como uma escolha técnica, mas como uma exigência que dialoga com a necessidade de reduzir assimetrias históricas no acesso à infraestrutura urbana. Para UN-HABITAT (2016, p. 54), “[...] a gestão sustentável da água urbana deve considerar dimensões sociais, econômicas e ambientais de forma integrada”, indicando que a complexidade do problema exige respostas que articulem diferentes campos de atuação. Swyngedouw afirma que “[...] as infraestruturas urbanas de água são também expressões de relações de poder que definem quem tem acesso e quem permanece excluído” (2004, p. 70), evidenciando que a água, para além de um

recurso físico, constitui um elemento profundamente político na organização das cidades. Considerando essa dimensão, a reconfiguração dos sistemas hídricos urbanos envolve disputas, prioridades e escolhas que refletem projetos de cidade e modelos de desenvolvimento. A implementação de soluções que integrem drenagem sustentável, saneamento básico e planejamento territorial exige, portanto, não apenas inovação técnica, mas também vontade política e capacidade institucional para enfrentar desigualdades estruturais. Em territórios onde a infraestrutura é insuficiente, a adoção de estratégias descentralizadas pode representar uma alternativa viável, permitindo a construção de soluções adaptadas às condições locais, ao mesmo tempo em que amplia a resiliência dos sistemas. Frente a isso, a incorporação de tecnologias de baixo impacto, como sistemas de tratamento simplificado e dispositivos de retenção de água, contribui para a melhoria das condições ambientais sem exigir grandes intervenções estruturais, o que se mostra particularmente relevante em contextos de restrição orçamentária. Diante desse desenrolar, a articulação entre diferentes níveis de governo e a participação social no processo decisório também se apresentam como elementos fundamentais para a construção de políticas mais eficazes, capazes de responder às demandas específicas de cada território. A persistência de modelos centralizados e pouco flexíveis, por outro lado, tende a limitar a capacidade de adaptação dos sistemas, dificultando a incorporação de soluções que dialoguem com a diversidade urbana. É preciso pontuar que a compreensão de que a gestão da água envolve múltiplas dimensões reforça a necessidade de abordagens que integrem aspectos técnicos, sociais e políticos, contribuindo para a construção de sistemas mais equilibrados e capazes de responder às demandas contemporâneas.

Sob um enfoque que articula técnica e governança, a consolidação de sistemas urbanos de água capazes de responder às demandas contemporâneas exige a incorporação de mecanismos de planejamento que operem de forma integrada e contínua, superando práticas episódicas e intervenções fragmentadas que historicamente marcaram a gestão da drenagem e do saneamento nas cidades. No âmbito dessa discussão, a adoção de instrumentos que permitam antecipar cenários, monitorar variáveis hidrológicas e ajustar estratégias de forma dinâmica se apresenta como elemento central para a construção de respostas mais consistentes diante da variabilidade climática e das pressões urbanas. Pahl-Wostl (2007, p. 52) sublinha que “[...] a governança da água requer processos adaptativos, baseados em aprendizagem contínua e integração entre diferentes atores e níveis de decisão”, indicando que a gestão hídrica não pode ser reduzida a um conjunto fixo de

normas e procedimentos. Complementando essa perspectiva, Brown e Farrelly pontuam que “[...] a transição para sistemas urbanos sustentáveis depende da capacidade institucional de aprender, inovar e integrar diferentes formas de conhecimento” (2009, p. 845), reforçando que a transformação dos sistemas hídricos urbanos envolve dimensões que ultrapassam a engenharia convencional. Nessa configuração, a incorporação de tecnologias de monitoramento, como sensores e sistemas de informação geográfica, permite acompanhar o comportamento das redes em tempo real, contribuindo para a identificação de falhas e para a tomada de decisão mais precisa. A construção de bancos de dados integrados, por exemplo, possibilita o cruzamento de informações sobre uso do solo, precipitação e qualidade da água, ampliando a capacidade de análise e planejamento. Em prosseguimento, a articulação entre diferentes atores institucionais, incluindo órgãos públicos, setor privado e sociedade civil, também se apresenta como condição fundamental para a efetividade das ações, uma vez que a gestão da água envolve múltiplos interesses e responsabilidades. A incorporação de práticas participativas pode contribuir para a identificação de demandas locais e para o fortalecimento do controle social, ampliando a legitimidade das políticas implementadas. Assim sendo, a continuidade de modelos de gestão baseados em estruturas rígidas e pouco adaptáveis tende a limitar a capacidade de resposta diante de cenários incertos, especialmente aqueles relacionados a eventos extremos. Por essa via, a construção de sistemas mais resilientes depende, portanto, da capacidade de integrar conhecimento técnico, inovação e participação social, configurando um campo de atuação que exige coordenação, flexibilidade e compromisso com a sustentabilidade dos recursos hídricos no espaço urbano.

Alcançar a segurança hídrica urbana requer uma mudança em direção a abordagens de gestão adaptativa que incorporem monitoramento contínuo, tomada de decisão orientada por dados e estruturas de planejamento flexíveis. Os gestores da água devem ser capazes de responder a condições em constante transformação, incluindo variabilidade climática, crescimento populacional e demandas urbanas em evolução, ajustando políticas e práticas operacionais em tempo real. Isso exige sistemas de informação aprimorados, integração de dados entre diferentes setores e maior colaboração entre instituições e atores envolvidos. Sem essas capacidades, os sistemas urbanos de água tendem a se tornar cada vez mais vulneráveis a choques e pressões, limitando sua capacidade de fornecer serviços confiáveis e sustentáveis no longo prazo (Brears, 2017, p. 52-53, tradução nossa).

Quando se observa a necessidade de superar limites institucionais e técnicos já discutidos, ganha corpo a ideia de “integração sistêmica”⁸ como condição para reconfigurar a gestão urbana da água, deslocando práticas isoladas para arranjos articulados que considerem simultaneamente território, infraestrutura e governança, isto é, não apenas conectando setores administrativos, mas reorganizando a lógica de planejamento de modo que decisões urbanas passem a incorporar, desde sua origem, variáveis hidrológicas e ambientais. E ainda, ao considerar a complexidade dos sistemas urbanos contemporâneos, intervenções pontuais, mesmo quando tecnicamente adequadas, tendem a produzir efeitos limitados se não estiverem inseridas em uma estrutura mais ampla de coordenação, pois a dinâmica da água no espaço urbano não respeita fronteiras administrativas, atravessa bairros, municípios e regiões, exigindo respostas que acompanhem essa escala ampliada. Por esse meio, a integração conceitual passa a assumir centralidade, uma vez que implica reconhecer a cidade como “sistema socioecológico”, no qual fluxos de água, energia, resíduos e mobilidade se inter-relacionam, condicionando a forma como riscos e benefícios são distribuídos no território. Seguindo esse raciocínio, Vladimir Novotny (2010) argumenta que os sistemas urbanos de água devem avançar para configurações mais flexíveis e adaptativas, aptas a lidar com transformações ambientais e dinâmicas urbanas. Esse entendimento indica que a manutenção de modelos rígidos tende a ampliar fragilidades já presentes nos contextos urbanos. Segundo Claudia Pahl-Wostl (2007), a governança da água deve ser estruturada como um processo dinâmico e adaptável, fundamentado na aprendizagem contínua e na articulação entre diferentes atores e escalas decisórias. Esse entendimento indica que a integração ultrapassa os aspectos estritamente técnicos, exigindo o fortalecimento de

⁸ O conceito de integração sistêmica, aplicado à gestão urbana da água, refere-se à articulação coordenada entre diferentes componentes do espaço urbano, como uso do solo, drenagem, saneamento, infraestrutura verde e planejamento territorial, de modo a reconhecer que os sistemas hídricos não operam de forma isolada, mas como parte de um conjunto interdependente de processos. Essa perspectiva implica superar a fragmentação institucional e setorial que historicamente caracteriza a gestão urbana, promovendo a conexão entre políticas públicas, escalas de governança e áreas do conhecimento. De maneira concreta, a integração sistêmica se materializa, por exemplo, na elaboração de planos urbanos que articulam zoneamento, drenagem e preservação ambiental, na implementação de soluções baseadas na natureza, como parques lineares e áreas de retenção, e na coordenação entre órgãos responsáveis pelo planejamento, saneamento e meio ambiente. Sua importância reside no fato de que apenas abordagens integradas são capazes de lidar com a complexidade dos problemas hídricos urbanos, reduzindo vulnerabilidades, otimizando recursos e promovendo maior equilíbrio entre cidade e natureza. Como destaca Herbert A. Simon, sistemas complexos são constituídos por partes interdependentes cujas interações determinam o comportamento do todo (Simon, 1996), o que reforça a necessidade de abordagens que considerem essas inter-relações na gestão urbana. Ver: Simon, Herbert A. *The sciences of the artificial*. 3. ed. Cambridge: MIT Press, 1996.

capacidades institucionais voltadas à incorporação de experiências, à revisão de estratégias e à assimilação permanente de novos conhecimentos. De igual maneira, a articulação entre escalas territoriais se apresenta como elemento indispensável, pois a gestão no nível local, quando desvinculada da lógica de bacia hidrográfica, tende a gerar soluções fragmentadas que deslocam problemas para áreas adjacentes, como ocorre, por exemplo, em intervenções de drenagem que aceleram o escoamento em um ponto e intensificam alagamentos a jusante. Não apenas isso, mas também a ausência de diálogo entre planejamento urbano e gestão hídrica frequentemente resulta em ocupações inadequadas, impermeabilização excessiva e sobrecarga dos sistemas existentes, o que evidencia a necessidade de integrar instrumentos como planos diretores, planos de saneamento e planos de bacia. Nesse percurso, a participação social emerge como componente relevante, não como elemento acessório, mas como mecanismo que permite incorporar conhecimentos locais, identificar demandas específicas e ampliar a legitimidade das decisões, especialmente em contextos marcados por desigualdades socioambientais. Dessa forma, a governança hídrica urbana, quando organizada de maneira integrada, tende a configurar arranjos mais robustos, aptos a lidar com eventos extremos, atenuar riscos e melhorar as condições de funcionamento dos sistemas urbanos de água, mantendo, contudo, o reconhecimento da complexidade que caracteriza esse fenômeno.

Considerando experiências concretas que materializam a integração entre planejamento urbano e gestão hídrica, a cidade de Curitiba oferece um exemplo emblemático ao incorporar parques lineares como estratégia de drenagem e contenção de cheias, articulando soluções urbanísticas com o funcionamento natural dos cursos d'água. Esse tipo de intervenção, longe de se limitar à dimensão paisagística, reorganiza a relação entre ocupação do solo e dinâmica hidrológica, permitindo que áreas suscetíveis a inundações sejam convertidas em espaços públicos multifuncionais, capazes de absorver volumes excedentes de água durante eventos de chuva intensa. Nesse caso, a lógica de planejamento abandona a tentativa de controlar rigidamente os fluxos hídricos e passa a trabalhar com eles, criando condições para reduzir riscos sem eliminar completamente a variabilidade natural do sistema. De acordo com Jack Ahern (2011), abordagens fundamentadas na natureza favorecem a incorporação de dinâmicas ecológicas ao planejamento das cidades, fortalecendo a capacidade de resposta dos sistemas hídricos. Essa perspectiva indica que tais estratégias contribuem para ampliar a adaptação urbana

diante de eventos extremos. Em complemento, conforme Tim Fletcher e colaboradores (2015), os sistemas de drenagem sustentável são concebidos para reproduzir o funcionamento do ciclo hidrológico natural, favorecendo processos como infiltração, evapotranspiração e retenção local da água. Essa abordagem supera soluções exclusivamente estruturais, incorporando estratégias alinhadas às dinâmicas naturais do escoamento hídrico. A experiência curitibana demonstra que a integração entre planejamento urbano e gestão hídrica pode produzir resultados consistentes, desde que haja alinhamento entre políticas públicas, instrumentos de regulação do uso do solo e investimentos em infraestrutura adequada. Junto com esse processo, esse modelo evidencia que a eficácia das intervenções depende da capacidade de articulação entre diferentes setores da administração pública, bem como da continuidade das políticas ao longo do tempo, evitando descontinuidades que comprometam os resultados alcançados. Em termos práticos, a utilização de parques como áreas de retenção temporária de água reduz a pressão sobre sistemas de drenagem convencionais, diminui a ocorrência de alagamentos em áreas densamente ocupadas e contribui para a melhoria da qualidade ambiental urbana, ao incorporar vegetação e ampliar espaços de convivência. Entretanto, a replicação dessa experiência em outras cidades exige atenção às especificidades locais, como características topográficas, padrões de ocupação e disponibilidade de áreas livres, uma vez que soluções bem-sucedidas em determinado contexto não podem ser transferidas de forma automática para realidades distintas, sem adaptações que considerem as condições socioambientais e institucionais de cada território.

Tomando como referência outra realidade urbana marcada por desafios históricos na relação entre cidade e água, o caso de São Paulo evidencia como decisões estruturais do passado continuam influenciando o presente, especialmente no que se refere à canalização de rios e à lógica de aceleração do escoamento como estratégia predominante de drenagem. Ao longo de décadas, cursos d'água foram retificados, confinados e incorporados à malha viária, produzindo uma paisagem urbana na qual rios deixaram de ser elementos estruturantes do território para se tornarem obstáculos a serem ocultados ou controlados. Esse modelo, inicialmente associado à ideia de modernização e eficiência, acabou por intensificar problemas como enchentes recorrentes, degradação da qualidade da água e perda de funções ecológicas fundamentais. Segundo Tim Fletcher e colaboradores (2015), os sistemas tradicionais de drenagem urbana foram, ao longo do tempo, concebidos com o objetivo de escoar a água de forma rápida das áreas

urbanizadas, sem considerar adequadamente os efeitos ambientais nas regiões a jusante. Essa interpretação explica por que intervenções baseadas apenas em infraestrutura convencional tendem a transferir os impactos, em vez de enfrentá-los de maneira efetiva. Em outra perspectiva, Carlos E. M. Tucci (2008) destaca que a gestão das águas nas cidades demanda abordagens articuladas, capazes de integrar o ordenamento do uso do solo, os sistemas de drenagem e as ações de saneamento. Essa compreensão evidencia que a separação entre esses elementos tende a reduzir a efetividade das políticas públicas voltadas ao setor. Nos últimos anos, iniciativas voltadas à renaturalização de rios e à requalificação de áreas degradadas têm buscado reverter parcialmente esse quadro, propondo a reabertura de cursos d'água, a criação de áreas de retenção e a ampliação de espaços verdes capazes de restabelecer, ainda que de forma parcial, funções hidrológicas perdidas. Essas ações, embora pontuais, indicam uma mudança de paradigma, na qual a água deixa de ser tratada apenas como problema de engenharia e passa a ser reconhecida como elemento central na organização do espaço urbano. A experiência paulistana também revela limites importantes, sobretudo relacionados à alta densidade urbana, à ocupação consolidada de áreas sensíveis e à complexidade institucional envolvida na implementação de projetos de grande escala. A transformação de rios canalizados em sistemas mais abertos e integrados demanda não apenas recursos financeiros significativos, mas também capacidade técnica, coordenação intersetorial e, muitas vezes, negociações complexas envolvendo diferentes interesses sociais e econômicos. Frente a isso, o avanço de políticas que buscam reintegrar os sistemas hídricos ao tecido urbano sinaliza caminhos possíveis para a construção de cidades mais resilientes, nas quais o planejamento territorial e a gestão da água deixam de operar em esferas separadas e passam a compor uma estratégia comum orientada pela redução de riscos e pela melhoria das condições ambientais.

As estratégias de gestão da água em áreas urbanas estão, cada vez mais, se afastando de abordagens rígidas de controle e se orientando para sistemas mais flexíveis que trabalham com os processos naturais, em vez de se oporem a eles. Isso inclui o uso de áreas verdes, zonas de retenção e paisagens multifuncionais capazes de armazenar volumes excedentes de água durante eventos de pico, ao mesmo tempo em que oferecem benefícios ambientais e sociais adicionais. Tais abordagens reconhecem que não é nem viável nem desejável eliminar completamente a variabilidade dos sistemas naturais, mas, sim, ampliar a capacidade dos ambientes urbanos de acomodar e se adaptar a essas dinâmicas. A incorporação dessas estratégias ao planejamento urbano requer coordenação entre políticas de uso do solo, investimentos em infraestrutura e estruturas de governança de longo prazo, de modo a garantir sua efetividade e

sustentabilidade (Biswas; Tortajada; Izquierdo, 2009, p. 22-23, tradução nossa).

Partindo de um contexto urbano marcado por elevada exposição a eventos hidrológicos extremos, a experiência de Recife oferece um campo particularmente fecundo para examinar como a integração entre planejamento territorial e gestão hídrica se torna condição concreta de sobrevivência urbana, sobretudo em áreas sujeitas a inundações frequentes e à elevação do nível do mar. Localizada em uma planície costeira, atravessada por rios e canais, a cidade convive historicamente com a água não apenas como recurso, mas como elemento estruturante de seu funcionamento cotidiano, o que impõe desafios específicos para a organização do espaço urbano. A ocupação de áreas suscetíveis, combinada à insuficiência de infraestrutura adequada, intensifica riscos e amplia desigualdades, uma vez que populações de menor renda tendem a se localizar em territórios mais vulneráveis. Conforme Douglas *et al.* (2008, p. 190), “[...] cidades costeiras de baixa altitude enfrentam riscos crescentes devido à combinação de urbanização intensa e mudanças climáticas”, evidenciando que tais condições não são episódicas, mas estruturais. Em consonância com essa leitura, “[...] a adaptação urbana requer estratégias que articulem infraestrutura física, planejamento territorial e participação social”, aponta Bulkeley (2013, p. 78), indicando que respostas fragmentadas tendem a produzir efeitos limitados diante da complexidade envolvida. Projetos recentes em Recife têm buscado incorporar soluções que combinam obras hidráulicas com intervenções urbanísticas mais amplas, incluindo a recuperação de áreas alagáveis, a ampliação de espaços de retenção e a requalificação de canais urbanos. Essas iniciativas não eliminam completamente os riscos, mas contribuem para reduzir impactos e ampliar a capacidade de resposta da cidade diante de eventos extremos. A presença de manguezais e áreas úmidas, por exemplo, passa a ser reconhecida não como obstáculo ao crescimento urbano, mas como componente essencial na regulação hídrica, o que altera a lógica tradicional de ocupação e uso do solo. Ainda que avanços sejam identificados, limitações persistem, especialmente relacionadas à capacidade de financiamento, à continuidade administrativa e à integração entre diferentes níveis de governo. A complexidade institucional, somada à pressão por expansão urbana, frequentemente tensiona a implementação de políticas mais consistentes, exigindo negociações constantes entre interesses diversos. A experiência recifense, nesse contexto, evidencia que a construção de soluções eficazes não se limita ao domínio técnico, mas está diretamente relacionada

à existência de arranjos institucionais capazes de sustentar intervenções de longo prazo, reconhecendo a complexidade dos processos que configuram o espaço urbano e condicionam a gestão das águas na cidade.

Neste sentido, outro exemplo que amplia a discussão sobre integração urbano-hídrica pode ser observado em cidades europeias que passaram a reconfigurar seus sistemas de drenagem a partir de eventos extremos, incorporando soluções que dialogam diretamente com o funcionamento natural do ciclo da água, o que altera, inclusive, a forma como o espaço urbano é concebido e utilizado. Em Copenhague, por exemplo, a ocorrência de enchentes severas impulsionou a adoção de estratégias que combinam engenharia hidráulica com desenho urbano, transformando ruas, praças e parques em dispositivos capazes de armazenar e conduzir água temporariamente, reduzindo a sobrecarga sobre redes convencionais. De acordo com o plano técnico de nominado de *Cloudburst Management Plan*⁹, (2012, p. 15) “[...] a cidade deve ser capaz de armazenar e conduzir grandes volumes de água de forma segura, integrando infraestrutura azul e verde ao tecido urbano”, evidenciando que a gestão hídrica deixa de ser um setor isolado e passa a influenciar diretamente o planejamento urbano. Nessa direção, Novotny (2010) afirma que “[...] sistemas urbanos sustentáveis imitam processos naturais para restaurar funções hidrológicas perdidas com a urbanização” (p. 44), indicando que a adoção dessas soluções não se restringe a uma escolha técnica, mas implica uma mudança de paradigma na relação entre cidade e natureza. Em termos concretos, essa abordagem se materializa na criação de corredores de drenagem multifuncionais, que operam tanto como espaços públicos quanto como áreas de retenção hídrica, permitindo que a água seja incorporada ao cotidiano urbano de forma controlada. Em períodos de estiagem, esses espaços mantêm sua função social e paisagística, enquanto, durante eventos de chuva intensa, passam a desempenhar papel essencial na mitigação de riscos. Essa lógica reduz a

⁹ O “*Cloudburst Management Plan*” constitui uma das principais referências internacionais em estratégias de adaptação urbana a eventos extremos de precipitação, tendo sido desenvolvido pela prefeitura de Copenhague após as severas inundações registradas em 2011. O plano propõe uma abordagem inovadora que combina infraestrutura cinza e soluções baseadas na natureza, buscando não apenas conduzir rapidamente a água excedente, mas também integrá-la ao desenho urbano por meio de espaços multifuncionais, como ruas adaptadas para escoamento, parques de retenção e áreas de infiltração. Ao priorizar intervenções descentralizadas e articuladas ao planejamento urbano, o documento evidencia a importância de repensar a relação entre cidade e água, reconhecendo que eventos extremos devem ser incorporados como elemento estruturante do planejamento, e não tratados como exceções. Dessa forma, o plano consolida uma perspectiva que articula gestão de riscos, ordenamento territorial e adaptação climática, demonstrando como a integração entre diferentes estratégias pode ampliar a capacidade das cidades de lidar com chuvas intensas e reduzir os impactos associados às inundações (City of Copenhagen, 2012). Ver: City of Copenhagen. *Cloudburst management plan*. Copenhagen: City of Copenhagen, 2012.

dependência exclusiva de sistemas subterrâneos e amplia a resiliência urbana diante de eventos climáticos imprevisíveis. Mesmo com resultados positivos, desafios permanecem, especialmente no que se refere à adaptação dessas soluções a contextos urbanos marcados por desigualdade socioespacial e restrições orçamentárias. A implementação de infraestruturas verdes exige planejamento de longo prazo, coordenação institucional e envolvimento da população, elementos que nem sempre estão presentes de forma articulada em diferentes realidades. A experiência de Copenhague, portanto, demonstra que a integração entre drenagem, planejamento urbano e participação social pode produzir resultados consistentes, ainda que sua replicação dependa de ajustes que considerem especificidades locais e capacidades institucionais distintas.

Enquanto experiências europeias evidenciam avanços consistentes na incorporação de soluções baseadas na natureza, a realidade de cidades asiáticas como Singapura apresenta um percurso distinto, marcado por forte coordenação estatal, planejamento de longo prazo e integração entre infraestrutura hídrica e desenvolvimento urbano, o que permite compreender como diferentes arranjos institucionais produzem respostas igualmente complexas para desafios semelhantes. Para PUB Singapore¹⁰ (2014, p. 9) “[...] cada gota de água é valorizada como recurso estratégico, exigindo integração entre captação, tratamento, reutilização e planejamento urbano”, o que explicita uma concepção ampliada de segurança hídrica, na qual o abastecimento não se limita à disponibilidade natural, mas envolve controle técnico e gestão contínua. Complementando essa leitura, Wong (2006) afirma que “[...] cidades densas podem alcançar sustentabilidade hídrica por meio de sistemas integrados que combinam engenharia, planejamento e governança” (p. 220), indicando que a articulação entre diferentes dimensões é decisiva para o desempenho dos sistemas urbanos. Em Singapura,

¹⁰ O PUB Singapore, oficialmente denominado PUB – Singapore’s National Water Agency, é a agência pública responsável pela gestão integrada dos recursos hídricos em Singapore, tendo sido criada em 1963 como Public Utilities Board. Ao longo de sua trajetória, a instituição consolidou-se como referência internacional ao centralizar todas as etapas do ciclo urbano da água sob uma única estrutura institucional, abrangendo desde o abastecimento de água potável até o tratamento de esgoto, a drenagem urbana e a proteção contra enchentes. Entre suas principais iniciativas, destacam-se o desenvolvimento do programa NEWater, baseado no reuso avançado de água, e a implementação de estratégias que integram infraestrutura hídrica ao planejamento urbano, promovendo maior eficiência, resiliência e segurança hídrica. Sua importância reside na capacidade de articular tecnologia, planejamento e governança de forma sistêmica, demonstrando que a gestão integrada pode reduzir vulnerabilidades e garantir o acesso sustentável à água mesmo em contextos de escassez. Assim, o PUB exemplifica um modelo de gestão que alia inovação e coordenação institucional, contribuindo para a consolidação de políticas públicas eficazes no campo da água (Pub Singapore, 2021). Ver: Pub Singapore. Annual report 2020/2021. Singapore: PUB – Singapore’s National Water Agency, 2021.

a política conhecida como “ciclo fechado da água”¹¹ integra reservatórios urbanos, captação de águas pluviais, tratamento avançado e reutilização, criando uma rede altamente interdependente que reduz a vulnerabilidade a escassez hídrica. Reservatórios inseridos no tecido urbano funcionam simultaneamente como áreas de lazer e infraestrutura de armazenamento, o que aproxima a população da água e amplia a percepção sobre sua importância. Por esse caminho, sistemas de drenagem são projetados para operar de forma complementar aos sistemas de abastecimento, evitando perdas e otimizando fluxos, o que exige monitoramento constante e elevada capacidade técnica. Em bairros planejados, dispositivos como canais abertos, áreas de infiltração e superfícies permeáveis são incorporados desde a fase de projeto, reduzindo a necessidade de intervenções corretivas posteriores. Mesmo diante de resultados expressivos, essa experiência revela limites importantes quando analisada sob o ponto de vista da transferibilidade, uma vez que depende de forte centralização administrativa, elevados investimentos e estabilidade institucional, condições que nem sempre estão presentes em outras realidades urbanas. Em contextos marcados por fragmentação administrativa ou restrições financeiras, a reprodução desse modelo encontra obstáculos significativos, exigindo adaptações que considerem especificidades locais, capacidades técnicas disponíveis e formas de governança já estabelecidas. A leitura dessa experiência permite reconhecer que a integração sistêmica entre drenagem, saneamento e planejamento urbano não se reduz a um conjunto de técnicas, mas envolve escolhas políticas, prioridades institucionais e modos de organização do território que influenciam diretamente os resultados alcançados.

¹¹ A diretriz do “ciclo fechado da água”, implementada em Singapore sob a coordenação do PUB Singapore, refere-se a um modelo integrado de gestão hídrica no qual a água é continuamente captada, tratada, utilizada, recuperada e reinserida no sistema, reduzindo a dependência de fontes externas e ampliando a segurança hídrica. Nesse arranjo, o processo se organiza em etapas interligadas que incluem a captação de água da chuva por meio de uma extensa rede de reservatórios urbanos, a produção de água potável, o uso doméstico e industrial, a coleta e o tratamento de águas residuais e, posteriormente, sua purificação avançada por meio de tecnologias como microfiltração, osmose reversa e desinfecção ultravioleta, dando origem ao chamado NEWater. Parte dessa água é reutilizada diretamente, enquanto outra parcela é devolvida aos reservatórios para complementar o abastecimento, fechando o ciclo de forma contínua. O objetivo central desse modelo é maximizar a eficiência no uso dos recursos hídricos, minimizar perdas e garantir abastecimento estável mesmo em condições de escassez, ao mesmo tempo em que integra planejamento urbano, inovação tecnológica e gestão ambiental. Dessa forma, o ciclo fechado da água em Singapura exemplifica uma estratégia sistêmica que transforma a água em um recurso permanentemente renovado dentro do próprio território, fortalecendo a resiliência urbana e a sustentabilidade dos sistemas hídricos (Pub Singapore, 2021). Ver: Pub Singapore. Annual report 2020/2021. Singapore: PUB – Singapore’s National Water Agency, 2021.

Sob uma perspectiva comparativa, a análise das experiências brasileiras e internacionais evidencia que a integração entre planejamento urbano e gestão hídrica depende menos da adoção isolada de tecnologias e mais da capacidade de articular decisões políticas, instrumentos normativos e práticas territoriais de forma coerente, o que redefine o papel da governança urbana na condução desses processos. Para Pahl-Wostl (2012, p. 26), “[...] a governança da água envolve múltiplos atores e níveis de decisão, exigindo coordenação contínua e aprendizado institucional”, o que desloca a gestão hídrica de um campo técnico restrito para um campo político-institucional mais amplo, onde disputas, prioridades e interesses se entrelaçam. Em diálogo com essa formulação, Castro (2007) afirma que “[...] o acesso e a gestão da água são profundamente moldados por relações de poder e estruturas sociais” (p. 112), indicando que qualquer tentativa de integração precisa considerar as desigualdades que atravessam o território urbano. Em muitas cidades, decisões sobre drenagem, saneamento e uso do solo permanecem distribuídas entre diferentes órgãos, frequentemente com pouca comunicação entre si, o que compromete a eficácia das intervenções e produz soluções fragmentadas. Planos diretores, políticas de saneamento e projetos de infraestrutura, quando elaborados de forma desconectada, tendem a gerar sobreposições, lacunas e conflitos, dificultando a construção de estratégias mais consistentes. A articulação entre escalas também se apresenta como elemento central, uma vez que problemas urbanos frequentemente extrapolam os limites administrativos e se inscrevem em bacias hidrográficas mais amplas, exigindo coordenação regional. Experiências que incorporam comitês de bacia, participação social e mecanismos de gestão compartilhada demonstram maior capacidade de lidar com essa complexidade, ainda que enfrentem desafios relacionados à continuidade das políticas e à capacidade de implementação. Em territórios marcados por desigualdade, a participação social assume papel relevante não apenas como mecanismo de legitimação, mas como forma de incorporar conhecimentos locais e ampliar a eficácia das ações propostas. Frente a isso, a efetividade desses espaços participativos depende de condições institucionais que garantam transparência, acesso à informação e capacidade de influência nas decisões. A governança hídrica urbana, nesse quadro, emerge como um campo de disputa e negociação, no qual a integração entre diferentes setores não ocorre de maneira automática, mas precisa ser construída por meio de arranjos institucionais, instrumentos legais e práticas de gestão que reconheçam a complexidade do território e a diversidade de atores envolvidos.

A governança da água é inerentemente complexa porque envolve uma ampla gama de atores que operam em diferentes níveis, do local ao nacional e até mesmo ao internacional. Esses atores frequentemente possuem objetivos, recursos e capacidades distintos, o que pode resultar em processos decisórios fragmentados e desafios de coordenação. Dessa forma, uma governança eficaz da água requer mecanismos que promovam a cooperação, o compartilhamento de informações e a tomada de decisão conjunta entre setores e fronteiras administrativas. Na ausência dessa coordenação, políticas e intervenções correm o risco de se tornarem inconsistentes, ineficientes ou até contraproducentes, especialmente em contextos urbanos, onde as questões relacionadas à água estão profundamente interligadas ao uso do solo, à infraestrutura e às dinâmicas sociais (OECD¹², 2015, p. 32, tradução nossa).

Diferentes experiências analisadas permitem avançar para um ponto mais específico da discussão, que envolve a relação entre instrumentos legais, capacidade administrativa e efetividade das políticas públicas voltadas à água no espaço urbano, sobretudo em contextos onde a formalização normativa não se traduz automaticamente em resultados concretos no território. Dito isso, “[...] o saneamento básico compreende o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem urbana” (Brasil, 2007, p. 2), indicando que a própria legislação já reconhece a interdependência entre esses sistemas, ainda que, na prática, sua implementação ocorra de forma segmentada. Nessa direção, Heller (2013) afirma que “[...] a universalização dos serviços de saneamento depende de arranjos institucionais consistentes e de capacidade de gestão continuada” (p. 58), o que reforça a ideia de que normas, por si só, não garantem a efetividade das políticas. Em muitos municípios, a existência de planos formais de saneamento não assegura sua execução, seja por limitações financeiras, seja por ausência de integração

¹² A Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), ou Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, constitui uma organização internacional formada por países que buscam promover o crescimento econômico sustentável, a estabilidade financeira e a melhoria das condições de vida por meio da formulação e disseminação de políticas públicas baseadas em evidências. Sua atuação envolve a produção de estudos comparativos, indicadores e recomendações que orientam governos na construção de estratégias voltadas ao desenvolvimento econômico, social e ambiental, abrangendo áreas como educação, saúde, governança, meio ambiente e gestão de recursos naturais. No campo específico da água, a OECD tem desempenhado papel relevante ao propor princípios e diretrizes para a governança hídrica, enfatizando a necessidade de integração entre diferentes níveis de decisão, setores institucionais e instrumentos de planejamento, de modo a enfrentar a complexidade dos desafios contemporâneos relacionados à escassez, qualidade e distribuição desse recurso. Ao articular conhecimento técnico e cooperação internacional, a organização contribui para o fortalecimento de capacidades institucionais e para a promoção de modelos de gestão mais eficientes, transparentes e sustentáveis, consolidando-se como uma referência global na análise e formulação de políticas públicas. Ver: Organisation For Economic Co-operation and Development (OECD). OECD principles on water governance. Paris: OECD Publishing, 2015.

entre setores responsáveis, seja por mudanças frequentes na condução política das prioridades urbanas. Instrumentos como planos diretores e planos de bacia, embora prevejam diretrizes importantes, frequentemente operam em níveis distintos, com pouca articulação operacional, o que reduz sua capacidade de intervenção coordenada. A fragmentação institucional, nesse cenário, não apenas dificulta a implementação de soluções integradas, mas também contribui para a reprodução de desigualdades territoriais, uma vez que áreas com menor capacidade de pressão política tendem a permanecer à margem dos investimentos. Em cidades de médio e grande porte, intervenções em drenagem muitas vezes são priorizadas em função de eventos críticos, como enchentes, enquanto políticas de esgotamento sanitário avançam de forma mais lenta, o que mantém a contaminação dos corpos hídricos e compromete a qualidade da água disponível. A relação entre esses sistemas, portanto, não se limita à coexistência, mas envolve dependência funcional, na medida em que falhas em um componente repercutem diretamente nos demais. Mesmo quando há avanços institucionais, a continuidade das ações depende de estabilidade administrativa e de mecanismos de financiamento que permitam a execução de projetos de longo prazo, algo que nem sempre se verifica em contextos marcados por descontinuidade política. Logo, a análise dessas condições evidencia que a integração entre planejamento urbano, drenagem e saneamento não se sustenta apenas na existência de marcos legais, mas exige coerência entre planejamento, gestão e execução, o que implica enfrentar limites estruturais que atravessam a organização das políticas públicas no espaço urbano.

Frente às múltiplas dimensões discutidas, a integração entre planejamento urbano e segurança hídrica passa a exigir uma leitura que combine, de maneira consistente, território, técnica e decisão política, reconhecendo que os sistemas urbanos de água não operam isoladamente, mas se estruturam em redes complexas que atravessam escalas, instituições e práticas sociais. Para a UN-Habitat (2010, p. 64), “[...] a gestão sustentável da água urbana requer abordagens integradas que considerem simultaneamente aspectos ambientais, sociais e institucionais”, o que reforça a necessidade de romper com modelos setoriais que historicamente fragmentaram a ação pública. Swyngedouw (2004) afirma que “[...] a água nas cidades é simultaneamente um objeto natural e um produto social, moldado por relações de poder e infraestrutura” (p. 39), evidenciando que qualquer proposta de integração precisa considerar não apenas fluxos físicos, mas também as condições sociais que definem o acesso e a distribuição desse recurso. Ao longo das

experiências analisadas, identifica-se que iniciativas mais eficazes são aquelas que articulam instrumentos de planejamento, investimentos em infraestrutura e mecanismos de governança capazes de sustentar ações no tempo, evitando respostas pontuais que não alteram estruturalmente os problemas. Exemplos como parques lineares, sistemas de retenção, requalificação de corpos hídricos e reutilização da água indicam caminhos possíveis, mas também revelam que sua implementação depende de continuidade administrativa, capacidade técnica e articulação entre diferentes atores. A dimensão territorial, nesse ponto, assume centralidade, pois é no espaço concreto das cidades que se manifestam os efeitos da falta de integração, seja por meio de enchentes recorrentes, seja pela contaminação de rios urbanos, seja pela desigualdade no acesso aos serviços de saneamento. A incorporação de soluções baseadas na natureza, a reconfiguração de sistemas de drenagem e a ampliação de políticas de saneamento apontam para uma reorientação possível, embora condicionada a contextos específicos que influenciam diretamente os resultados. Limitações financeiras, disputas políticas e fragilidades institucionais continuam a interferir na capacidade de implementação dessas estratégias, indicando que a construção de cidades mais resilientes depende de um esforço contínuo de articulação entre planejamento, gestão e participação social. A leitura conjunta desses elementos permite reconhecer que a segurança hídrica urbana não se reduz à disponibilidade de água, mas envolve a forma como o território é organizado, como os sistemas são projetados e como as decisões são tomadas, configurando um campo em permanente transformação que exige respostas igualmente complexas e situadas.

4 CONCLUSÃO

Ao longo do percurso analítico desenvolvido, torna-se possível afirmar que a proteção dos recursos hídricos nas cidades depende diretamente da capacidade de articular, de maneira contínua e coerente, decisões sobre o uso do solo, sistemas de drenagem e políticas de saneamento, não como esferas isoladas, mas como dimensões interdependentes que estruturam o funcionamento do território urbano. A pesquisa evidenciou que intervenções pontuais, mesmo quando tecnicamente bem elaboradas, tendem a produzir efeitos limitados quando não dialogam com a forma como o espaço urbano é ocupado, produzido e regulado. A impermeabilização extensiva, a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis e a fragmentação institucional, identificadas nos

diferentes contextos analisados, mostram que os problemas hídricos não são apenas técnicos, mas resultam de escolhas espaciais e políticas acumuladas ao longo do tempo. Dessa forma, a integração entre planejamento urbano e gestão hídrica emerge como condição indispensável para reduzir vulnerabilidades, reorganizar fluxos e ampliar a capacidade de resposta das cidades frente a eventos extremos e pressões cotidianas sobre a água.

A análise dos sistemas de drenagem revelou que sua eficácia está diretamente vinculada ao modo como são concebidos e inseridos no tecido urbano, deslocando a centralidade de soluções exclusivamente canalizadoras para abordagens que incorporam retenção, infiltração e convivência com a água. Experiências que adotam infraestrutura verde, soluções baseadas na natureza e dispositivos multifuncionais indicam que é possível reduzir o escoamento superficial, melhorar a qualidade da água e, simultaneamente, qualificar o espaço urbano. Contudo, esses avanços não se consolidam automaticamente, pois exige planejamento antecipado, coordenação entre setores e revisão de paradigmas que historicamente priorizaram a rápida remoção da água. Nesse cenário, a drenagem deixa de ser entendida apenas como sistema hidráulico e passa a integrar uma lógica mais ampla de organização territorial, na qual o desenho urbano influencia diretamente o comportamento hidrológico das cidades.

No que se refere ao saneamento, os achados apontam que sua ausência ou precariedade compromete de forma decisiva a qualidade dos recursos hídricos, reforçando ciclos de degradação ambiental e desigualdade social. A persistência de lançamentos de esgoto sem tratamento, aliada à baixa cobertura de serviços em áreas periféricas, evidencia que a segurança hídrica não pode ser alcançada sem a universalização e a integração efetiva dos serviços de abastecimento, esgotamento e manejo de águas pluviais. A interdependência entre esses componentes torna evidente que falhas em um deles repercutem nos demais, exigindo abordagens que superem a fragmentação administrativa e técnica. Nesse sentido, a integração entre saneamento e drenagem não se configura como opção, mas como exigência para a preservação da qualidade da água e para a redução de riscos sanitários e ambientais.

Os exemplos empíricos analisados, tanto no contexto brasileiro quanto em experiências internacionais, demonstram que a integração sistêmica é viável, embora condicionada a fatores institucionais, financeiros e territoriais específicos. Cidades que conseguiram avançar nesse campo apresentam, em comum, a articulação entre

planejamento de longo prazo, capacidade técnica e mecanismos de governança que permitem coordenação entre diferentes escalas e atores. Ao mesmo tempo, os limites identificados revelam que a replicação dessas experiências não ocorre de forma automática, sendo necessária adaptação às condições locais, às desigualdades existentes e às capacidades institucionais disponíveis. A transferência de soluções exige, portanto, leitura crítica do território, evitando a adoção de modelos descontextualizados que não dialogam com as especificidades de cada realidade urbana.

Outro elemento que se destacou ao longo da análise foi o papel da governança na sustentação de processos integrados, especialmente no que se refere à articulação entre diferentes níveis de decisão e à incorporação da participação social. A gestão da água nas cidades envolve múltiplos interesses e conflitos, o que exige mecanismos que permitam negociação, transparência e continuidade das ações. A ausência de coordenação entre políticas urbanas, ambientais e de saneamento tende a reproduzir intervenções fragmentadas, com baixa capacidade de enfrentar problemas estruturais. Em contrapartida, arranjos institucionais mais integrados, aliados a processos participativos consistentes, ampliam a possibilidade de construção de soluções mais aderentes às realidades locais, fortalecendo a capacidade das cidades de lidar com a complexidade dos sistemas hídricos urbanos.

Diante desse conjunto de evidências, a integração entre uso do solo, drenagem urbana e saneamento se consolida como eixo estruturante para a promoção da segurança hídrica, na medida em que permite reorganizar o território, reduzir impactos negativos sobre os recursos hídricos e ampliar a resiliência urbana. Essa integração não se limita à dimensão técnica, mas envolve escolhas políticas, arranjos institucionais e formas de gestão que determinam como a água é distribuída, protegida e utilizada no espaço urbano. O que se delinea, portanto, é a necessidade de reorientar práticas de planejamento e gestão, deslocando-se de abordagens fragmentadas para perspectivas sistêmicas, capazes de reconhecer a complexidade do território e de articular, de forma consistente, os diferentes elementos que compõem os sistemas urbanos de água.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

ASAD, M. *et al.* **Management of water resources: bulk water pricing in Brazil.** Washington, DC: World Bank, 1999.

BALTAS, E.; MIMIKOU, M.; TSIHRINTZIS, V. A. **Sustainable urban drainage systems.** Londres: CRC Press, 2018.

BECK, U. **Risk society: towards a new modernity.** Londres: Sage, 1992.

BISWAS, A. K.; TORTAJADA, C. **Water crisis and water management in the 21st century.** Singapura: Springer, 2022.

BISWAS, A. K. *et al.* **Integrated water resources management: global theory and practice.** Londres: Oxford University Press, 2006.

BISWAS, A. K.; SACHDEVA, R.; TORTAJADA, C. **Water management in urban areas.** Singapura: Springer, 2021.

BISWAS, A. K.; TORTAJADA, C.; IZQUIERDO, R. **Water management in 2020 and beyond.** Berlim: Springer, 2009.

BREARS, R. C. **Urban water security.** Londres: Routledge, 2016.

BUTLER, D.; DAVIES, J. W. **Urban drainage.** Londres: Spon Press, 2004.

DALY, H. E. **Beyond growth: the economics of sustainable development.** Boston: Beacon Press, 1997.

DALY, H. E. **Ecological economics and sustainable development.** Cheltenham: Edward Elgar, 2008.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa.** Porto Alegre: Artmed, 2013.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 2008.

GLEICK, P. H. **The world's water: the biennial report on freshwater resources.** Washington, DC: Island Press, 2010.

GLEICK, P. H. **Water crisis: a guide to the world's fresh water resources.** Oxford: Oxford University Press, 2011.

GOPALAKRISHNAN, C.; TORTAJADA, C.; BISWAS, A. K. **Water institutions, policies and performance.** Berlim: Springer, 2005.

GRIGG, N. S. **Water, wastewater, and stormwater infrastructure management.** Boca Raton: CRC Press, 2012.

GUO, Y. **Urban flood risk management.** Londres: Springer, 2017.

HARVEY, D. **Spaces of hope.** Berkeley: University of California Press, 2000.

HARVEY, D. **The right to the city.** New York: New Left Review, 2008.

HVITVED-JACOBSEN, T.; VOLLERSTEN, J.; NIELSEN, A. H. **Urban and highway stormwater pollution: concepts and engineering**. Boca Raton: CRC Press, 2010.

JHA, A. K.; BLOCH, R.; LAMOND, J. **Cities and flooding: a guide to integrated urban flood risk management**. Washington, DC: World Bank, 2012.
LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2008.

LEFEBVRE, H. **A produção do espaço**. Belo Horizonte: UFMG, 2016.

MARSALEK, J. *et al.* **Urban water cycle processes and interactions**. Paris: UNESCO, 2001.

MAYS, L. W. **Water resources engineering**. Hoboken: Wiley, 2010.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2007.

MINAYO, M. C. S.; DESLANDES, S. F. **Caminhos do pensamento: epistemologia e método**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002.

MOLLINGA, P.; DIXIT, A.; ATHUKORALA, K. **Integrated water resources management: global theory and practice**. Londres: Earthscan, 2006.

PEPPER, I. L.; GERBA, C. P.; BRUSSEAU, M. L. **Environmental and pollution science**. San Diego: Academic Press, 2006.

PORTO-GONÇALVES, C. W. **A globalização da natureza e a natureza da globalização**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2016.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RINGLER, C. *et al.* **Global change: impacts on water and food security**. Washington, DC: IFPRI, 2010.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2007.

SACHS, I. **A terceira margem: em busca do ecodeenvolvimento**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

SALMAN, S. M. A.; BRADLOW, D. D. **Regulatory frameworks for water resources management**. Washington, DC: World Bank, 2006.

SANTOS, A. N. S. dos, FELIPPE, J. N. de O., SILVA, K. L. *et al.* Transição energética e preservação: integração de fontes renováveis, biodiversidade e economia verde em tempos de crise climática. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, 23(3), e9234. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv23n3-041> Acesso em 08 de mar. 2026.

SANTOS, A. N. S. dos, VALERIO, E. C. N., FRAGA, F. V. *et al.* “Radiografia do saneamento básico no Brasil”: navegando pelos labirintos da gestão do saneamento básico em cidades brasileiras em 2024 e as consequências para a população. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, 17(8), e10020. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.8-523> Acesso em 08 de mar. 2026.

SANTOS, A. N. S. dos, FELIPPE, J. N. de O., PEREIRA, K. R. de O. *et al.* Gestão integrada de riscos em engenharia: aplicação de tecnologias inovadoras para promover qualidade de vida, segurança e sustentabilidade. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, 23(6), e10196. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/oelv23n6-034> Acesso em 08 mar. 2026.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Hucitec, 2001.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Hucitec, 2006.

SCHILLING, K.; PORTER, P. **Water and the city**. Londres: Routledge, 1990.

SHAMMAS, N. K.; WANG, L. K. **Handbook of environmental engineering**. Nova York: Springer, 2010.

STAKE, R. E. **Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam**. Porto Alegre: Penso, 2011.

UNDP. **Human development report**. New York: United Nations Development Programme, 2013.

UN-HABITAT. **Water and sanitation in the world’s cities**. Londres: Earthscan, 2003.

WEBER, M. **Metodologia das ciências sociais**. São Paulo: Cortez, 1949.

YOUNOS, T.; PARECE, T. E. **Sustainable water management in urban environments**. Cham: Springer, 2016.

Contribuição dos autores

Todos os autores contribuíram igualmente para o desenvolvimento deste artigo.

Disponibilidade dos dados

Todos os conjuntos de dados relevantes para as conclusões deste estudo estão totalmente disponíveis no artigo.

Como citar este artigo (APA)

Fausto, J. P., Pessoa, A. C. N., Pontes, M. V. A., Silva, R. C. da, Camelo, S. M., Duarte, F. A. de O., ... Lacerda, Y. M. L. de. (2026). PLANEJAMENTO URBANO E

SEGURANÇA HÍDRICA: GESTÃO INTEGRADA DO USO DO SOLO, DA DRENAGEM E DO SANEAMENTO NA PROTEÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NAS CIDADES. Veredas Do Direito, 23(6), e235790. <https://doi.org/10.18623/rvd.v23.5790>