

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

CAPACITAÇÃO TÉCNICA DE AGENTES PÚBLICOS COMO FERRAMENTA DE PROMOÇÃO DO MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS URBANAS: A EXPERIÊNCIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP

*Juliana Alencar ^{1,2}, José Rodolfo Scarati Martins ^{1,2}, Camila Brandão Nogueira Borges ²,
Lais Amorim ², Stephanie Caroline Machado Gonzaga ².*

ABSTRACT– Proper management of urban stormwater is one of the main challenges faced by Brazilian municipalities, especially in the context of urbanization pressures and climate change. Technical capacity building for public officials emerges as an essential strategy to internalize new paradigms, such as the adoption of Nature-Based Solutions (NBS), strengthening institutional capacity and promoting intersectoral integration. In the municipality of São José dos Campos, the revision of the second phase of the Stormwater Drainage and Sustainable Management Master Plan (PDDMAP) incorporated a technical training program conducted by the Hydraulic Technology Center Foundation of USP (FCTH-USP). The initiative involved different departments, through thematic workshops and field activities. The results indicate significant advances in understanding sustainable urban drainage concepts, with emphasis on the increased capacity of participants to identify context-adapted solutions and propose interventions based on NBS principles. The experience highlights the importance of training processes integrated, contributing to the replicability of similar initiatives in other Brazilian municipalities seeking to promote the transition to more resilient and sustainable models.

RESUMO – O manejo adequado das águas pluviais urbanas representa um dos principais desafios para os municípios brasileiros, especialmente diante das pressões da urbanização e das mudanças climáticas. A capacitação técnica de servidores públicos emerge como uma estratégia essencial para internalizar novos paradigmas, como a adoção de Soluções Baseadas na Natureza (SBN), fortalecendo a capacidade institucional e promovendo a integração intersetorial. No município de São José dos Campos, a revisão da segunda etapa do Plano Diretor de Drenagem e Manejo Sustentável de Águas Pluviais (PDDMAP) incorporou um programa de capacitação técnica conduzido pela Fundação do Centro Tecnológico de Hidráulica da USP (FCTH-USP), a iniciativa envolveu diferentes secretarias, por meio de oficinas temáticas e atividades de campo. Os resultados indicam avanços significativos na compreensão dos conceitos de drenagem urbana sustentável, com destaque para o aumento da capacidade dos participantes em identificar soluções adaptadas ao contexto local e propor intervenções com base nos princípios das SBN. A experiência evidencia a importância de processos formativos integrados, contribuindo para a replicabilidade de iniciativas semelhantes em outros municípios que buscam promover a transição para modelos mais resilientes e sustentáveis.

Palavras-Chave – Manejo Sustentável de Águas Pluviais Urbanas, Soluções Baseadas na Natureza, Capacitação Técnica.

1) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Av. Prof. Luciano Gualberto, 380 - Butantã, São Paulo – SP.

2) Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. Av. Diógenes Ribeiro de Lima, 481 – São Paulo – SP.

1. INTRODUÇÃO

A gestão da drenagem urbana nas cidades brasileiras tem sido historicamente orientada por soluções convencionais, baseadas em infraestrutura cinza, com foco predominante no rápido escoamento das águas pluviais e no controle de inundações. No entanto, os efeitos cumulativos da urbanização desordenada, da impermeabilização crescente e das mudanças climáticas têm evidenciado as limitações desse modelo, ampliando os riscos de cheias e de degradação ambiental (Canholi, 2015; Mendes; Santos, 2024). A adoção de técnicas de manejo sustentável das águas pluviais urbanas constitui uma estratégia fundamental para a adaptação das cidades às mudanças climáticas. O aumento da frequência e intensidade de eventos extremos, como chuvas intensas e inundações, associado à expansão das áreas impermeáveis nas zonas urbanas, demanda a implementação de soluções que combinem eficiência hidráulica, controle de poluição difusa e restauração de funções ecológicas (Mendes; Santos, 2024; Fletcher et al., 2015).

As Soluções Baseadas na Natureza (SBN), ao promoverem o controle do escoamento na fonte, a recarga dos aquíferos e a melhoria da qualidade da água, contribuem para o aumento da resiliência urbana frente aos impactos hidrológicos decorrentes das alterações climáticas (Yu et al., 2015; Li et al., 2021). Além de mitigarem os riscos associados às enchentes e à degradação ambiental, essas técnicas oferecem cobenefícios como o aumento da biodiversidade urbana, a melhoria do microclima e a valorização paisagística dos espaços públicos (Costa; Gonçalves; Espírito Santo, 2023). Nesse contexto, a integração das SBN nos instrumentos de planejamento urbano, como os Planos Diretores de Drenagem, representa uma medida estratégica para promover cidades mais seguras, sustentáveis e adaptativas (Fletcher et al., 2015; Yu et al., 2015). A adoção de SBN requer, contudo, a superação de diversas barreiras institucionais e técnicas, entre as quais se destaca a necessidade de capacitação dos agentes públicos responsáveis pelo planejamento, projeto, implantação e manutenção dessas infraestruturas (Brown; Clarke, 2007; Ametepey et al., 2023).

A literatura nacional e internacional aponta que a implementação de novas metodologias em engenharia urbana depende fortemente da construção de capacidades locais, do fortalecimento de redes interinstitucionais e da promoção de processos formativos que articulem teoria e prática (Costa; Gonçalves; Espírito Santo, 2023; Altuna-Cerveira et al., 2021; Susdrain, 2019). Experiências recentes demonstram que a abordagem pedagógica por meio de oficinas, treinamentos técnicos e atividades de campo é fundamental para a internalização dos conceitos de drenagem sustentável e para a redução da resistência técnica à inovação (O'Brien Thodesen; Andenæs; Kvande, 2024; Lemes de Oliveira et al., 2025).

Capacitações e treinamentos desempenham papel central no fortalecimento institucional e na disseminação de novos paradigmas técnicos em gestão urbana, especialmente quando se busca a transição para modelos sustentáveis, como os baseados em Soluções Baseadas na Natureza (SBN). No campo da engenharia e da gestão ambiental, a formação contínua de profissionais é reconhecida como uma estratégia essencial para a internalização de conceitos inovadores, atualização técnica e desenvolvimento de competências operacionais (Guerra; Lima, 2022; Souza et al., 2019). Além disso, a literatura destaca que a capacitação técnica voltada para servidores públicos deve considerar aspectos pedagógicos como aprendizagem ativa, uso de casos práticos, dinâmicas em grupo e avaliações diagnósticas, a fim de maximizar a apropriação dos conteúdos e sua aplicação direta na realidade institucional dos municípios (Souza et al., 2019).

Este artigo analisa a efetividade da capacitação técnica de agentes públicos como ferramenta de promoção do manejo sustentável das águas urbanas, através da análise dos resultados obtidos com a capacitação técnica realizada no município de São José dos Campos, no estado de São Paulo,

conduzido pela Fundação do Centro Tecnológico de Hidráulica da USP (FCTH-USP), dentro do contexto da revisão da segunda etapa do Plano Diretor de Drenagem e Manejo Sustentável de Águas Pluviais (PDDMAP).

2. METODOLOGIA

Para realização da análise objetivo do presente artigo foram utilizados os produtos elaborados pela Fundação do Centro Tecnológico de Hidráulica da USP (FCTH-USP) dentro do contexto da revisão da segunda etapa do Plano Diretor de Drenagem e Manejo Sustentável de Águas Pluviais (PDDMAP) (FCTH, 2024). As principais fontes de informação incluíram os materiais didáticos elaborados para as oficinas de capacitação, os registros de participação dos agentes públicos e os resultados dos questionários aplicados antes e depois das oficinas. A análise foi conduzida por meio da triangulação de fontes, buscando-se integrar informações quantitativas, como o número de participantes por oficina e por secretaria, com aspectos qualitativos relacionados às percepções dos participantes, às principais dificuldades apontadas e aos avanços institucionais observados ao longo do processo.

3. ESTUDO DE CASO

O município de São José dos Campos, localizado na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, no Estado de São Paulo, caracteriza-se por um acelerado processo de urbanização, aliado a uma ocupação territorial diversificada que inclui áreas de expansão urbana, zonas de proteção ambiental e bacias hidrográficas de relevância regional. Com uma população superior a 700 mil habitantes, o município apresenta desafios significativos no que se refere à gestão das águas pluviais, com registros recorrentes de áreas de inundação e alagamentos, além dos problemas associados à poluição pontual e difusa. A trajetória de planejamento da drenagem urbana em São José dos Campos teve início com a elaboração da primeira etapa do Plano Diretor de Drenagem e Manejo Sustentável de Águas Pluviais (PDDMAP), desenvolvida entre 2014 e 2021, que se concentrou na caracterização da infraestrutura existente, no diagnóstico das áreas críticas de alagamento e na proposição principalmente de medidas estruturais para o controle das cheias (FCTH, 2024). A Figura 1 a seguir mostra a localização do município de São José dos Campos em relação ao estado de São Paulo.

Figura 1 - Localização do município de São José dos Campos - SP. Fonte: Dos autores a partir de DataGEO.



A segunda etapa do PDDMAP, iniciada em 2022, conduzida pela Fundação do Centro Tecnológico de Hidráulica da USP (FCTH-USP), ampliou o escopo do plano ao incorporar diretrizes para o controle na fonte e incorporação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN). Essa fase incluiu a realização de diagnósticos ambientais detalhados, a análise qualiquantitativa das águas pluviais, a definição de diretrizes para o controle da poluição difusa e a elaboração de materiais de apoio técnico, como o Manual de Drenagem Sustentável e uma Cartilha de aplicação (FCTH, 2024). A Figura 2 a seguir ilustra as atividades realizadas.

Figura 2 – Atividades dentro do contexto do diagnóstico ambiental realizado. Fonte: FTCH, 2024.



Um dos destaques desta segunda etapa foi a implementação de um programa de capacitação técnica, estruturado para atender servidores de diferentes secretarias municipais. O objetivo foi alinhar os conhecimentos técnicos produzidos ao longo da elaboração do PDDMAP com a realidade operacional e administrativa do município, promovendo a integração entre setores e o fortalecimento das capacidades institucionais para a gestão das águas urbanas (FCTH, 2024). A Figura 3 a seguir ilustra as oficinas realizadas.

Figura 3 – Oficinas de capacitação. Fonte: FTCH, 2024.



3.1. Metodologia Utilizada nas Oficinas

A capacitação técnica realizada foi concebida com base em uma abordagem metodológica participativa, interativa e aplicada, buscando integrar conteúdos teóricos, análise de estudos de caso e atividades práticas de campo. Essa estratégia pedagógica teve como referência os princípios da

aprendizagem ativa e da construção coletiva do conhecimento, frequentemente utilizados em processos de capacitação em engenharia e gestão ambiental (Freire, 1987; Brown; Clarke, 2007).

As oficinas foram estruturadas em módulos temáticos sequenciais, abrangendo desde os fundamentos básicos de hidrologia e hidráulica, passando pelas técnicas da drenagem urbana convencional até as técnicas de manejo sustentável. Além disso, foram abordadas metodologias de planejamento, projeto e manutenção dos sistemas. O conteúdo programático incluiu conceitos atuais importantes como poluição difusa, técnicas de controle de águas pluviais na fonte e tipologias de dispositivos de drenagem sustentável, como jardins de chuva, biovaletas, pavimentos permeáveis e reservatórios de retenção. A metodologia combinou diferentes estratégias de ensino-aprendizagem, tais como: Exposições dialogadas com recursos audiovisuais; Dinâmicas de grupo para discussão de problemas locais; Estudos dirigidos baseados em casos reais do município; Visitas técnicas a áreas de interesse hidrológico; Construção de modelo em escala reduzida; Aplicação de questionários diagnósticos para avaliação pré e pós-oficina (FCTH, 2024).

A participação ativa dos agentes públicos foi incentivada por meio de exercícios de identificação de problemas locais de drenagem e da proposição de soluções sustentáveis compatíveis com as diretrizes do Plano Diretor de Drenagem. A diversidade dos participantes, provenientes de secretarias como Urbanismo e Sustentabilidade, Mobilidade Urbana, Infraestrutura Urbana, Defesa Civil e URBAM, favoreceu o intercâmbio de experiências institucionais e a construção de uma visão intersetorial (FCTH, 2024). Além disso, a utilização de materiais didáticos específicos, como o Manual de Drenagem Sustentável e a Cartilha Digital elaborados no âmbito do projeto, contribuiu para a consolidação dos conceitos abordados e para a difusão dos conteúdos junto aos diferentes setores da administração municipal.

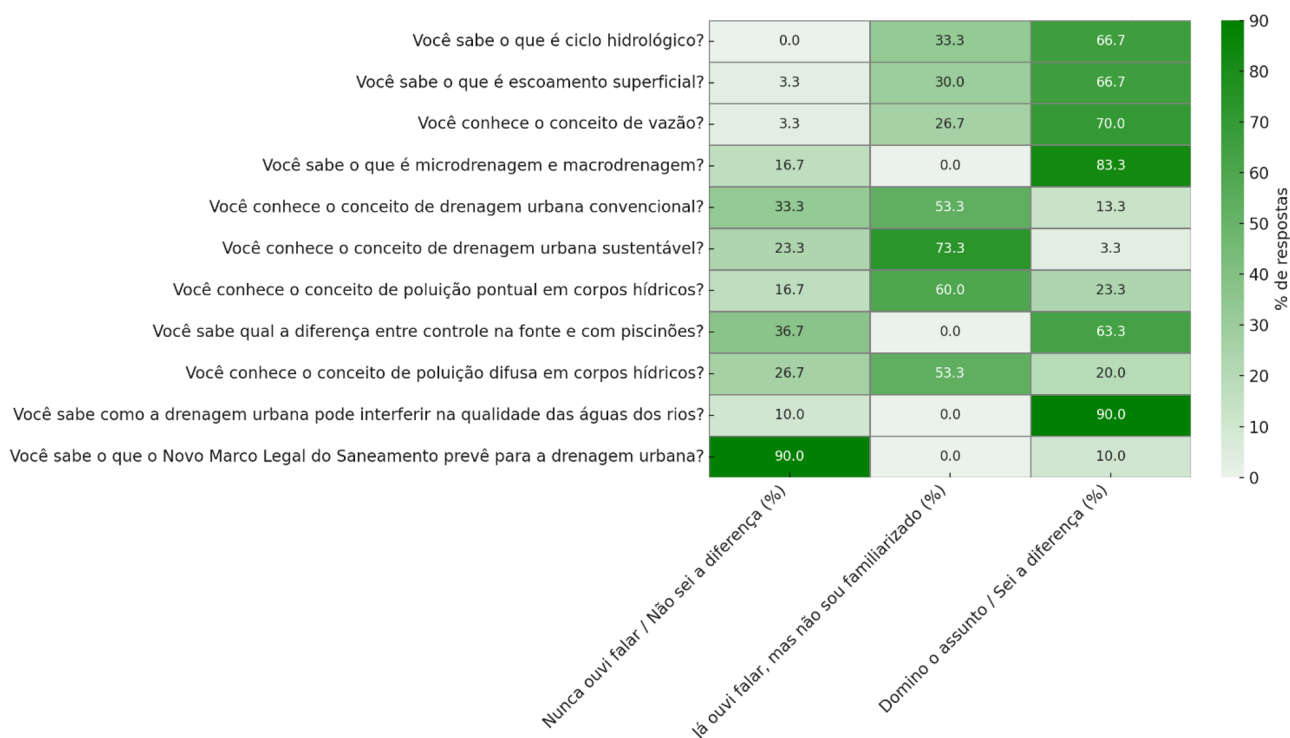
3.2. Resultados das oficinas

O processo de capacitação técnica desenvolvido no âmbito da revisão do Plano Diretor de Drenagem de São José dos Campos resultou em avanços significativos na compreensão dos agentes públicos locais sobre a temática pretendida. Ao todo, foram realizadas dez oficinas técnicas entre junho e agosto de 2023, distribuídas em três rodadas temáticas, com a participação de 48 agentes públicos, representantes de diferentes secretarias, incluindo Urbanismo e Sustentabilidade (SEURBS), Infraestrutura Urbana (SGHO), Mobilidade Urbana (SEMOB), Meio Ambiente (SMA), Defesa Civil, URBAM e FUNDHAS (FCTH, 2024).

Do ponto de vista quantitativo, os registros indicaram a seguinte distribuição de participação por oficinas: Oficinas 4 e 5: 34 participantes, com maior representação da SEURBS (40%) e SGHO (30%); Oficina 6: 24 participantes, destacando-se novamente a SEURBS (30%) e a SGHO (25%); Oficina 7: com presença de secretários e diretores, a SEURBS representou 37,5% dos presentes, seguida pela SGHO (25%); Oficinas 8, 9 e 10: com público ampliado incluindo sociedade civil, a SEURBS manteve maior participação (47,06%), seguida pela SEMOB (8,82%) e outros setores (FCTH, 2024).

De forma geral, o grau de entendimento dos participantes sobre conceitos ligados à drenagem sustentável e a tópicos relacionados à qualidade das águas pluviais antes da aplicação das oficinas era baixo, sendo apontado maior domínio em tópicos mais básicos, como os hidrológicos e hidráulicos. A Figura 4 apresentada a seguir resume os resultados obtidos com os questionários pré-oficinas.

Figura 4 – Oficinas de capacitação: Resultados dos questionários pré-oficina. Fonte: FTCH, 2024.



Em termos qualitativos, os resultados das avaliações aplicadas antes e após as oficinas indicaram um avanço significativo no entendimento dos participantes sobre os conceitos de drenagem urbana sustentável, ciclo hidrológico urbano e controle de poluição difusa com a finalização das oficinas. Destaca-se a melhoria na capacidade dos técnicos em identificar as diferenças entre drenagem convencional e drenagem sustentável, reconhecer as escalas de intervenção adequadas e indicar os dispositivos mais apropriados para diferentes contextos urbanos (FCTH, 2024).

Além disso, durante as dinâmicas de grupo e os estudos dirigidos, os participantes evidenciaram maior capacidade crítica na análise dos problemas de drenagem locais, propondo soluções fundamentadas nos conceitos discutidos durante as oficinas. As principais dificuldades apontadas incluíram a necessidade de revisão normativa, a definição clara de responsabilidades institucionais para manutenção dos dispositivos de SBN e a adequação dos processos de contratação pública para incluir soluções inovadoras (FCTH, 2024).

A participação intersetorial contribuiu para o fortalecimento da governança local em torno da gestão das águas pluviais, promovendo o diálogo entre os diferentes órgãos municipais envolvidos no tema. Os resultados também indicaram que o processo de capacitação exerceu papel estratégico na consolidação das diretrizes propostas no novo Plano Diretor de Drenagem, especialmente no que se refere à adoção de SBN e práticas de manejo sustentável das águas pluviais.

4. DISCUSSÃO

A capacitação técnica realizada no município de São José dos Campos demonstra a importância estratégica de processos formativos no fortalecimento institucional para a gestão sustentável das

águas urbanas. A literatura especializada aponta que a implementação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) enfrenta barreiras significativas de ordem técnica, institucional e cultural, especialmente em contextos municipais com tradição consolidada em soluções de drenagem convencional (Brown; Clarke, 2007; O'Brien Thodesen; Andenæs; Kvande, 2024).

Entre os principais desafios observados destaca-se a resistência técnica, associada à insegurança quanto ao desempenho das SBN, à falta de normativas claras e à ausência de capacitação continuada sobre os benefícios e limitações dessas soluções (Abdulahman et al., 2024; Ametepey et al., 2023). Em São José dos Campos, a superação parcial dessas barreiras foi possível mediante uma abordagem metodológica que combinou teoria, prática e análise de casos locais, promovendo a construção coletiva de soluções adaptadas ao contexto municipal (FCTH, 2024).

Experiências nacionais, como as iniciativas desenvolvidas no Distrito Federal (Costa; Gonçalves; Espírito Santo, 2023) e em Paranoá (Lemes de Oliveira et al., 2025), apontam que a adoção de metodologias participativas e a integração entre academia e gestão pública são fatores críticos para o sucesso na implementação de SBN. Internacionalmente, programas como as “*Sponge Cities*” na China (Yu et al., 2015; Li et al., 2021) e os projetos de *retrofit* urbano no Reino Unido, como o *Lamb Drove* (Susdrain, 2019), reforçam a importância de capacitação técnica intersetorial, fortalecimento normativo e compartilhamento de evidências de desempenho.

Outro aspecto relevante identificado na literatura e evidenciado na experiência de São José dos Campos refere-se à necessidade de promover a governança intersetorial, integrando diferentes secretarias e atores institucionais na formulação e execução das políticas de drenagem urbana sustentável (Fletcher et al., 2015; RECREATE, 2018). Essa integração é fundamental para garantir a efetividade das ações e a continuidade das estratégias de manejo sustentável das águas pluviais ao longo do tempo.

Dessa forma, a experiência de São José dos Campos reforça que o sucesso na transição para modelos de drenagem urbana sustentáveis depende diretamente da combinação entre capacitação técnica, fortalecimento normativo, articulação institucional e sensibilização das equipes envolvidas no processo de gestão das águas urbanas.

5. CONCLUSÕES

A experiência de capacitação técnica em drenagem urbana sustentável desenvolvida no município de São José dos Campos, no contexto da revisão do Plano Diretor de Drenagem e Manejo Sustentável de Águas Pluviais (PDDMAP), evidencia o papel estratégico da formação continuada de agentes públicos na implementação de sistemas de drenagem sustentável. O processo formativo adotado, pautado em metodologias participativas, conteúdos técnicos contextualizados e integração intersetorial, contribuiu significativamente para a construção de capacidades institucionais voltadas à gestão sustentável das águas pluviais urbanas.

Os resultados obtidos indicam avanços concretos no nível de conhecimento dos técnicos municipais, na articulação entre diferentes secretarias e na internalização de conceitos fundamentais como gestão integrada por bacias hidrográficas, controle na fonte e infraestrutura verde. Além disso, a incorporação das diretrizes discutidas durante as oficinas ao novo PDDMAP representa um ganho substancial no alinhamento entre planejamento estratégico e execução operacional. Do ponto de vista metodológico, a experiência reforça a importância de processos formativos que articulem teoria e prática, valorizando a realidade local e promovendo a troca de experiências entre os atores envolvidos. O modelo aplicado em São José dos Campos demonstra ser replicável em outros

contextos urbanos brasileiros, desde que adaptado às especificidades institucionais e territoriais de cada município.

Por fim, destaca-se que iniciativas como essa contribuem não apenas para a qualificação técnica dos agentes públicos, mas também para o fortalecimento da governança ambiental e para a efetivação de políticas públicas voltadas à resiliência urbana e à adaptação às mudanças climáticas.

6. REFERÊNCIAS

ABDULRAHMAN, A. et al. A Mixed Methods Study Exploring Direct Versus Indirect Barriers to SuDS Adoption in the UK. *Sustainability*, v. 17, n. 5, p. 2093, 2024.

AMETEPEY, O. et al. Managing the barriers to sustainable construction technologies in Ghana: a conceptual stakeholder approach. *Civil and Environmental Research*, 2024.

ALTUNA-CERVEIRA, R. et al. Sustainable Urban Drainage Systems in Spain: A Diagnosis. *Sustainability*, v. 13, n. 5, p. 2791, 2021.

BROWN, R.; CLARKE, J. The transition toward water sensitive urban design: the story of Melbourne, Australia. Monash University, Report No. 07/01, 2007.

COSTA, J.; GONÇALVES, S.; ESPÍRITO SANTO, A. S. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal. Brasília: ADASA/UNESCO, 2023.

DATAGEO – Informações cartográficas do Estado de São Paulo. Disponível em: <<https://datageo.ambiente.sp.gov.br>>.

FCTH – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. Estudo para Desenvolvimento de Tecnologias Aplicadas à Drenagem Sustentável para o Município de São José dos Campos. São Paulo: FCTH, 2024.

FLETCHER, T. D. et al. Sustainable Urban Drainage Systems as a Nature-Based Solution: Lessons from Europe. *Urban Water Journal*, v. 12, n. 7, p. 525–542, 2015.

GARCIA-HERRERO, L. et al. Cost-benefit of green infrastructures for water management: a sustainability assessment of full-scale constructed wetlands in Northern and Southern Italy. *arXiv*, 2023.

GUERRA, P. A. S.; LIMA, M. A. S. Formação e Capacitação em Engenharia Ambiental: fundamentos, práticas e desafios. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2022.

LEMES DE OLIVEIRA, F. et al. Nature-Based Solutions for Stormwater Management: Co-Creating a Multiscalar Proposal in the Global South. *Land*, v. 14, n. 4, p. 740, 2025.

LI, Q. et al. Comprehensive performance evaluation of LID practices for the sponge city construction: a case study in Guangxi, China. 2021.

MENDES, A. T.; SANTOS, G. S. Trajectory, challenges and opportunities in sustainable urban water management in Brazil: nature-based solutions for urban stormwater drainage. In: *Nature-based Solutions for Circular Management of Urban Water*, Springer, 2024.

O'BRIEN THODESEN, B.; ANDENÆS, E.; KVANDE, T. Implementing Sustainable Urban Drainage Systems: Themes of Cultural Conflicts and Public Resistance—A Case Study. *Land*, v. 13, n. 6, p. 724, 2024.

RECREATE. Nature-Based Solutions for Coastal Protection and Urban Drainage. Policy Brief No. 4. Bruxelas: Comissão Europeia, 2018.

SHIFT CITIES; WRI BRASIL. Accelerating Nature-Based Solutions in Brazilian Cities. 2024.

SOUZA, D. M.; SILVA, R. F.; CARDOSO, R. S. Capacitação e formação continuada no serviço público: fundamentos e práticas pedagógicas. Brasília: ENAP, 2019.

SUSDRAIN. Lamb Drove Residential SuDS Scheme, Cambourne. SuDS Case Study, 2019.

YU, K. et al. Sponge City: theory and practice. City Planning Review, v. 39, n. 6, p. 26–36, 2015.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.