

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL: UM ESTUDO SOBRE AS DIRETRIZES LEGAIS NAS CAPITAIS BRASILEIRAS

Francisco Anderson Paulo Rodrigues¹; Maria Thereza Rocha Chavez² & Teresa Raquel Lima Farias³

Abstract: The urbanization process has led to an increase in impermeable surfaces and surface runoff. In this context, urban centers have been adopting a strategic approach to rainwater management, incorporating sustainable solutions. Integrated green technologies have emerged as an alternative to mitigate the effects of altered water dynamics and constitute the so-called sustainable drainage solutions. In the local scenario, municipalities are responsible for establishing efficient management of land subdivision, use, and occupation, incorporating these solutions into legislation as a way of promoting resilient cities. In order to analyze the panorama of legal guidelines that included the topic of sustainable drainage in the municipal legislation of Brazilian capitals, an integrated methodology was adopted based on exploratory and documentary research of legislation available on the official websites of the 27 city halls and municipal chambers, using terms technically associated with sustainable drainage solutions, such as rain gardens, green roofs, permeable pavements, among others. Based on the information found, it was inferred that the topic is recent in Brazil, with 40% of the normative production concentrated in the three-year period from 2022 to 2025, where there is still resistance regarding its adoption compared to the traditional model. Furthermore, although 59% of Brazilian capitals have guidelines that provide for the adoption of sustainable drainage solutions, these still lack regulations and guidelines that consolidate their effective application in urban areas.

Resumo: O processo de urbanização tem promovido o aumento de superfícies impermeáveis e do escoamento superficial. Nesse contexto, os centros urbanos vêm adotando uma abordagem estratégica para a gestão das águas pluviais, com a incorporação de soluções sustentáveis. As tecnologias verdes integradas surgem como uma alternativa para mitigar os efeitos da dinâmica hídrica alterada e constituem as chamadas soluções de drenagem sustentável. No cenário local, os municípios são responsáveis por instituir uma gestão eficiente do parcelamento, uso e ocupação do solo, incorporando essas soluções às legislações como forma de promover cidades resilientes. Com o objetivo de analisar o panorama das diretrizes legais que inseriram a temática da drenagem sustentável na legislação municipal das capitais brasileiras, adotou-se uma metodologia integrada baseada na pesquisa exploratória e documental de legislações disponíveis nos portais oficiais das 27 prefeituras e câmaras municipais, utilizando-se termos tecnicamente associados às soluções de drenagem sustentável, como jardins de chuva, telhados verdes, pavimentos permeáveis, entre outros. Inferiu-se, com base nas informações encontradas, que a temática é recente no Brasil, com 40% da produção normativa concentrada no triênio de 2022 a 2025, onde ainda há resistência em relação à sua adoção comparativamente ao modelo tradicional. Além disso, embora 59% das capitais brasileiras

1) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Departamento de Construção Civil, Fortaleza 60040531, Brasil. E-mail: andersonpaulo025@gmail.com

2) Universidade Federal do Ceará/UFC, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Av. Humberto Monte, s/n, Campus do Pici, Bl. 713, 60451-970 Fortaleza, CE. Brasil. E-mail: mtchaves50@gmail.com

3) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Departamento de Construção Civil, Fortaleza 60040531, Brasil. E-mail: teresafarias@ifce.edu.br

possuam diretrizes que preveem a adoção de soluções de drenagem sustentável, essas ainda carecem de normativas e orientações que consolidem sua efetiva aplicação no território urbano.

Palavras-Chave – Gestão de águas pluviais. Soluções sustentáveis. Legislação.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento urbano desordenado e o consequente aumento de superfícies impermeáveis, ocorrem alterações no comportamento hidrológico, especialmente no regime de escoamento superficial, comprometendo o ciclo hidrológico natural e impactando os processos de infiltração, evapotranspiração e recarga dos aquíferos. Para mitigar esses efeitos, têm sido adotadas estratégias de manejo sustentável das águas pluviais no meio urbano, combinando técnicas de drenagem urbana sustentável com Soluções Baseadas na Natureza (SbN), visando restaurar o equilíbrio hidrológico. Essas abordagens buscam controlar o volume escoado, reduzir a velocidade do escoamento superficial, atenuar as vazões de pico e prolongar o tempo de concentração. Nesse contexto, o planejamento urbano integrado a técnicas de drenagem sustentável deve priorizar a manutenção de áreas vegetadas e a adoção de medidas compensatórias nas zonas edificadas, favorecendo a preservação dos processos hidrológicos naturais (Gonçalves *et al.*, 2016).

A adoção de práticas eficientes na gestão da drenagem urbana constitui uma medida fundamental para o enfrentamento dos impactos decorrentes da expansão urbana desordenada. Experiências nacionais indicam que, embora ainda em fase inicial de implementação, as SbN demonstram potencial para atuar de forma complementar aos sistemas convencionais, auxiliando na redução dos alagamentos, no aumento da resiliência urbana e na melhoria da qualidade da água. Além disso, essas soluções promovem a valorização dos ecossistemas urbanos e o estímulo à biodiversidade, integrando infraestrutura verde ao desenvolvimento das áreas urbanizadas (Silveira *et al.*, 2025).

No entanto, ainda persistem resistências por parte da gestão pública das cidades, além de desafios relacionados ao planejamento, à implantação e à operação dessas tecnologias. Como destacam Devecchi *et al.* (2020), essa resistência, no Brasil, está enraizada na tradição da engenharia de drenagem, refletida tanto na formação profissional quanto nas diretrizes técnicas de órgãos governamentais, que favorecem o uso de soluções estruturais convencionais.

Conforme estabelecido pela Lei Federal nº 11.445 (Brasil, 2007), a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas compreende um sistema integrado de infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento das cheias, tratamento e disposição final das águas drenadas. No âmbito municipal, segundo Tucci (2007), a gestão do escoamento superficial e da macrodrenagem urbana é de competência local. Essa gestão deve integrar os elementos do manejo de águas pluviais ao plano diretor urbano, assegurando a fiscalização adequada e a implementação progressiva de programas e planos de drenagem urbana sustentável ao longo dos anos.

Nesse contexto, recomenda-se a institucionalização de políticas públicas fundamentadas em SbN, com planejamento de longo prazo, que englobe marcos legais, implementação, manutenção e monitoramento contínuo dessas técnicas (Marques *et al.*, 2021). Conforme Batista *et al.* (2023), a legislação constitui o alicerce para proteção ambiental, gestão integrada dos recursos hídricos e do solo, conservação da biodiversidade e promoção do desenvolvimento sustentável. Nessa conjuntura, este artigo tem como objetivo realizar uma investigação documental exploratória sobre a adoção de sistemas de drenagem sustentáveis nas legislações das capitais brasileiras, com a finalidade de avaliar

a sua utilização e aplicabilidade no manejo e gestão dos recursos hídricos em contextos de expansão urbana acelerada.

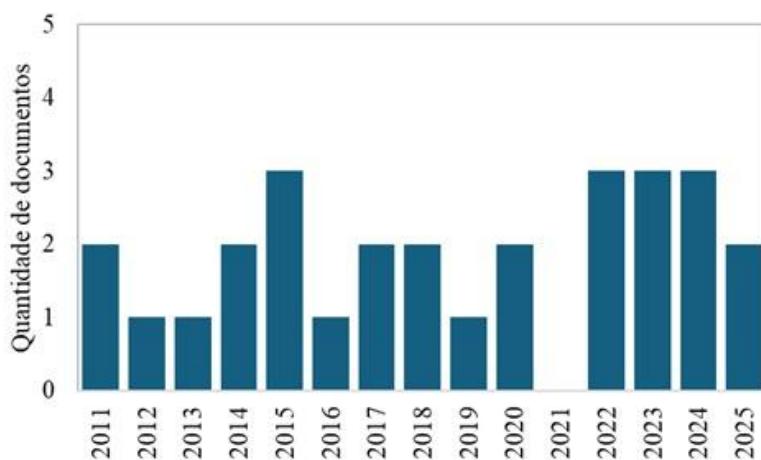
METODOLOGIA

Uma investigação documental de caráter exploratório foi conduzida por meio de revisão sistemática de leis, decretos vigentes e instrumentos normativos disponíveis nos portais oficiais das prefeituras e câmaras municipais das 27 capitais brasileiras. A coleta de dados foi realizada sem restrição temporal, utilizando como estratégia de busca os seguintes descritores técnicos, consolidados na literatura especializada: “drenagem sustentável”, “sistemas de biorretenção”, “jardins de chuva”, “biovaletas”, “valas de infiltração”, “telhados verdes”, “tecnologias alternativas verdes”, “pavimentos permeáveis”, “bacias de infiltração”, “trincheiras de infiltração” e “técnicas compensatórias em drenagem urbana”. A seleção dos termos baseou-se no vocabulário técnico comumente citado em referências bibliográficas da área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a distribuição cronológica das normativas analisadas nas capitais brasileiras. Com base na metodologia adotada, identificou-se que a análise integrada da legislação brasileira, conforme o referencial conceitual estabelecido nesta revisão, configura-se como uma abordagem ainda recente no país. Como destacam Fraga e Sayago (2020), essa temática é particularmente atual para o Brasil e ganhou relevância diante da crescente frequência de eventos pluviométricos extremos em grandes centros urbanos brasileiros. Devido à relação histórica de negação dos processos naturais no espaço urbano, as autoras salientam que as cidades passaram a vivenciar episódios recorrentes de alagamentos, inundações e danos ambientais.

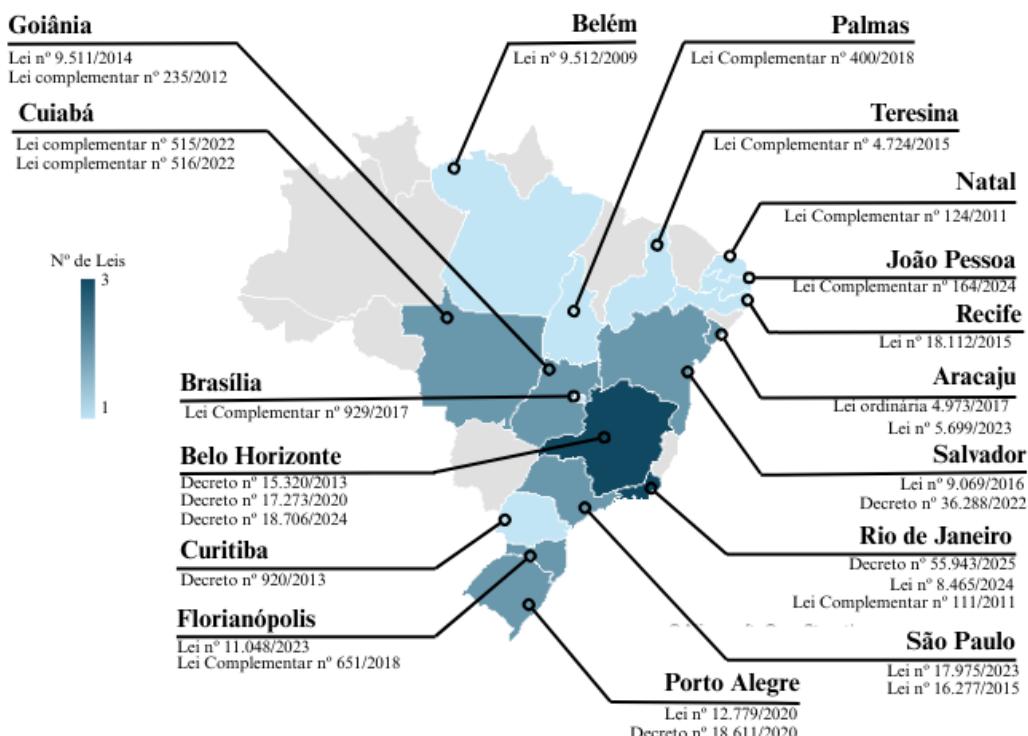
Figura 1 – Distribuição temporal das legislações encontradas.



A análise cronológica dos instrumentos legais vigentes selecionados tem início em 2011, com 40% da produção normativa concentrada no triênio de 2022 a 2025, considerando o ano desta revisão. O ano de 2021 não registrou a promulgação de leis ou decretos que instituíssem sistemas de drenagem sustentável. Uma vez que essa temática surgiu como resposta aos crescentes desafios ambientais, a legislação brasileira apresenta lacunas em seu histórico de desenvolvimento dessas práticas. Embora em ascensão, o desenvolvimento normativo no Brasil ainda se caracteriza por descontinuidade temporal, concentração recente de iniciativas e amplas oportunidades para consolidação jurídica, características que denotam um campo em processo de maturação.

A Figura 2 apresenta a distribuição geográfica das capitais brasileiras que promulgaram leis e decretos instituindo soluções de drenagem sustentável no país. Do total de 27 unidades federativas, 17 capitais (63%) possuem instrumentos legais que mencionam tais soluções em seus repositórios normativos. A análise regional revela disparidades: enquanto todas as capitais da região Sul apresentaram cobertura de 100% em relação à publicação de leis, 75% das capitais da região Sudeste regulamentaram a matéria. As regiões Centro-Oeste e Nordeste apresentaram adoção em 67% de suas capitais, enquanto a região Norte registrou apenas 29% das capitais com alguma cobertura legislativa relacionada ao tema.

Figura 2- Legislações promulgadas nas capitais brasileiras.



As legislações e normativas analisadas revelam que os telhados verdes constituem a solução mais frequente, sendo a mais citada, com 21% de menções nas legislações, seguida por jardins de chuva, valas de infiltração e pavimentos permeáveis, cada um com 13% de citações. Essa predominância pode ser explicada por três fatores principais: a redução e a melhor redistribuição de custos ao longo do tempo promovidas por essas medidas (Pompêo, 2000), sua compatibilidade com os eixos de mobilidade urbana (Cortez *et al.*, 2019) e sua integração com medidas estruturais e convencionais (Néto *et al.*, 2020). Morales-Torres *et al.* (2016) avaliaram um modelo de apoio à tomada de decisão na gestão da drenagem urbana, com base em critérios de eficiência energética e ambiental. Os autores destacaram a eficácia da integração de SbN, como telhados verdes e sistemas de biorretenção, além de técnicas compensatórias, como pavimentos permeáveis, aos modelos tradicionais de drenagem pluvial, evidenciando o potencial dessas estratégias combinadas para otimizar os custos a longo prazo e reduzir o consumo de energia e a emissão de CO₂ na atmosfera.

Dezesete capitais brasileiras (59% do total) indicam a adoção de soluções de drenagem sustentável como forma de mitigar os efeitos da urbanização. As regiões Nordeste e Sudeste concentram o maior número de promulgações, com oito capitais em cada região. Os municípios de São Paulo, Porto Alegre e Recife destinam um percentual das áreas ajardinadas e construídas para a implementação de jardins de chuva, telhados verdes e pavimentos permeáveis. A cidade de São Paulo

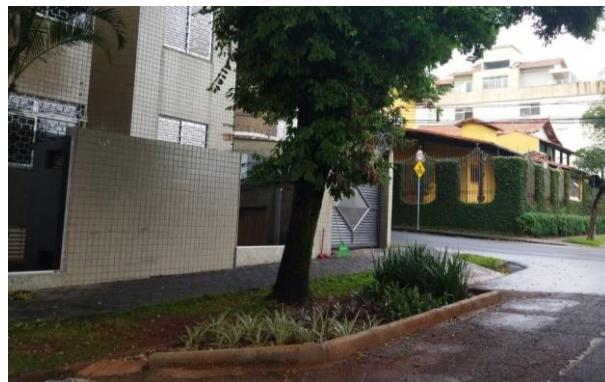
prioriza a adoção de SbN em relação ao modelo estrutural convencional de drenagem. A capital Curitiba decretou a criação de um grupo técnico para a elaboração de projetos de drenagem sustentável. Além disso, as cidades de Belo Horizonte, Cuiabá e Goiânia incentivam a adoção dessas soluções por meio da concessão de descontos percentuais no IPTU. Essa abordagem foi analisada por Davis e Naumann (2017), em estudo sobre a implementação de soluções de drenagem sustentável na cidade de Hamburgo. O modelo adotado combinou subsídios municipais para a adoção de SbN por cidadãos, além de descontos progressivos de até 30% nas tarifas de água e esgoto. As medidas adotadas resultaram em ganhos ambientais e econômicos: em cinco anos, observou-se um aumento de 35% na adoção de telhados verdes, uma redução de 18% no escoamento superficial em áreas piloto e um retorno econômico médio de €2,30 para cada euro investido, comprovando a eficácia desse modelo como referência para cidades que buscam implementar SbN em escala urbana.

Algumas cidades de diferentes regiões, como Aracaju, Belo Horizonte, São Paulo e Palmas, já possuem sistemas instalados de jardins de chuva como forma de restabelecer a integração urbana com o meio ambiente local, conforme destacado na Figura 3. Essa política de integração é realizada por meio de investimentos, capacitações e treinamentos, além do incentivo à adoção desses sistemas nos ambientes urbanos.

Figura 3 – Jardins de chuva implantados em (a) Aracajú, (b) Belo Horizonte, (c) São Paulo e (d) Palmas.



(a) Aracajú. Fonte: Prefeitura de Aracajú.



(b) Belo Horizonte. Fonte: Prefeitura de Belo Horizonte.



(c) São Paulo. Fonte: Prefeitura de São Paulo.



(d) Palmas. Fonte: Prefeitura de Palmas.

A cidade de São Paulo, por exemplo, desde 2002 já instituiu em sua legislação as soluções de drenagem sustentável como complemento aos sistemas convencionais nas diretrizes urbanísticas (Lei nº 13.430, de 13 de setembro de 2002). Com o passar dos anos, a capital complementou as normas referentes a esses sistemas no Plano Diretor Estratégico do município. Devecchi *et al.* (2020)

explicam que essa inflexão na forma como o sistema hídrico do município de São Paulo passou a ser concebido no âmbito do planejamento urbano ocorreu no início do século XXI. O Plano Diretor Estratégico de 2002 incorporou o Programa de Recuperação Ambiental de Cursos d'Água e Fundos de Vale, com a finalidade de integrar a rede hidrográfica estrutural como elemento ordenador da expansão urbana. Nesse contexto, os parques lineares, articulados à recuperação dos fundos de vale, configuraram-se como eixo central da intervenção, promovendo a reestruturação funcional das bacias hidrográficas sob uma perspectiva ecossistêmica. Tais parques também se consolidaram como uma diretriz de infraestrutura urbana, ao estabelecerem faixas de utilidade pública adjacentes aos cursos d'água, destinadas à implantação de áreas verdes voltadas à recuperação ambiental e ao uso coletivo.

CONCLUSÕES

Embora as soluções de drenagem sustentável constituam uma abordagem recente no contexto brasileiro, sua adoção vem ganhando relevância progressiva. Nas capitais estudadas, observa-se uma estratégia híbrida que integra técnicas sustentáveis aos sistemas estruturais convencionais. No entanto, a implementação ocorre por meio de iniciativas legislativas pontuais, carecendo de gestão e governança colaborativa entre os diversos atores envolvidos. O planejamento sistêmico abordado nas legislações não é integrado a órgãos diversos, secretarias administrativas e grupos de pesquisa. Essa fragmentação institucional resulta em conhecimento limitado sobre as soluções, desconfiança quanto à sua eficácia comprovada em outros contextos e subutilização de seu potencial para enfrentar os desafios da urbanização.

Ademais, constata-se a urgência de pesquisas articuladas e de políticas públicas efetivas para a implementação dessas soluções. O que se observa nas legislações é um incentivo, a indicação das técnicas e a promoção de seus benefícios. Todavia, não são instituídas diretrizes construtivas que viabilizem sua aplicação, tampouco metodologias de monitoramento para os casos de manutenção, o que contribuiria para uma gestão financeira mais eficiente da drenagem urbana, por meio da redução e do redirecionamento de custos.

Por fim, a metodologia de levantamento das legislações sobre o tema ainda apresenta limitações. Embora a pesquisa virtual ofereça agilidade de acesso, sua abrangência é restrita, não contemplando todo o arcabouço jurídico das capitais brasileiras, uma vez que os diários oficiais municipais não disponibilizam integralmente seus acervos históricos em formato digital. Essa lacuna na disponibilização das informações compromete a identificação completa das normas em vigor, a análise evolutiva das políticas públicas relacionadas à drenagem sustentável e a disseminação de boas práticas entre os municípios, limitando o potencial de adoção dessas soluções para o gerenciamento de águas pluviais em ambientes urbanos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado ao segundo autor. Este trabalho foi apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por meio do projeto “Avaliação de técnicas compensatórias de baixo impacto para o manejo de águas pluviais urbanas” (405958/2023-4).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batista, R. H. S., Silva, T. D. S., Oliveira, E. J. A., Silva, R. F., Lyra, M. R. C. C. (2023). “*Cidades sustentáveis: considerações e estratégias sobre drenagem urbana sustentável*” in Sustentare & Wipis 2023 Workshop Internacional, Campinas, 2023.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. "Dispõe sobre as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico no Brasil". Diário Oficial da União. Brasília, DF, 5 de janeiro de 2007.
- CORTEZ, R. M. V.; MOURA, N. C. B.; MACHADO, C. O. J. (2019). “*Análise do desempenho das melhores práticas de manejo para constituição de corredores verdes em Fortaleza-CE*”. Paisagem e Ambiente, v. 30, n. 43, pp. 146647-146647.
- Davis, M., Naumann, S. (2017). “*Defendendo sistemas de drenagem urbana sustentáveis como uma solução baseada na natureza para inundações urbanas*”. Soluções baseadas na natureza para a adaptação às mudanças climáticas em áreas urbanas: conexões entre ciência, política e prática , pp. 123-137.
- Devecchi, A. M.; Chirmici, A. C.; Simonetti, C.; Corrêa, T. B. (2020). “*Desenhando cidades com Soluções baseadas na Natureza*”. Parcerias Estratégicas, pp. 217-233.
- Fraga, R. G., Sayago, D. A. V. (2020). “*Soluções baseadas na Natureza: uma revisão sobre o conceito*”. Parcerias Estratégicas, v. 25, n. 50, pp. 67-82.
- Gonçalves, L. M.; Baptista, L. F. S.; Ribeiro, R. A. (2016). “*O uso de técnicas compensatórias de drenagem para controle dos impactos a urbanização*” in Anais do Fórum Ambiental da Alta Paulista, Tupã, 2016, 12, pp. 1241-1256.
- GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. Lei nº 929, de 28 de julho de 2017. “*Dispõe sobre dispositivos de captação de águas pluviais para fins de retenção, aproveitamento e recarga artificial de aquíferos em unidades imobiliárias e empreendimentos localizados no Distrito Federal*”. Diário Oficial da Brasília, DF, 23 de novembro de 2018.
- Marques, T. H. N., Rizzi, D., Ferraz, V., Herzog, C. P. (2021). “*Soluções baseadas na natureza: conceituação, aplicabilidade e complexidade no contexto latino-americano, casos do Brasil e Peru*”. Revista LABVERDE, v. 11, n. 1, pp. 12-49.
- Morales-Torres, A., Escuder-Bueno, I., Andrés-Doménech, I., Perales-Momparler, S. (2016). “*Ferramenta de Apoio à Decisão para a gestão integrada, sustentável e energeticamente eficiente de águas pluviais urbanas*”. Modelagem Ambiental e Software, v. 84, pp. 518-528.
- Néto, N. C. G., Souza, L. D. N., Castro, C. A. F., Costa, D. A., Ferreira, M. I. P. (2020). “*Soluções Baseadas na Natureza aplicadas à conservação e à gestão integrada das águas—um estudo prospectivo à luz da Agenda 2030 da ONU*”. Revista Principia, n. 51, pp. 30-43
- Pompêo, C. A. (2000). “*Drenagem urbana sustentável*”. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 5, n. 1, pp. 15-23.

PREFEITURA DE ARACAJU. “*Projeto de drenagem transforma realidade em escola municipal*”. 2018. Disponível em: <https://www.aracaju.se.gov.br>. Acesso em: 28 de abril de 2025.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. “*SMPU lança o programa adote um jardim de chuva*”. 2024. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br>. Acesso em: 28 de abril de 2025.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. “*Jardins de chuva melhoram o escoamento das águas e trazem beleza para a capital paulista*”. 2023. Disponível em: <https://capital.sp.gov.br>. Acesso em: 28 de abril de 2025.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Lei nº 13430, de 13 de setembro de 2002. “*Dispõe sobre o plano diretor estratégico da cidade de São Paulo*”. Diário Oficial da Cidade de São Paulo, SP, 13 de setembro de 2002.

PREFEITURA DE TERESINA. “*Viver + Teresina finaliza construção do primeiro jardim de chuva do Piauí*”. 2024. Disponível em: <https://pmt.pi.gov.br>. Acesso em: 28 de abril de 2025.

Silveira, G. B.; Rodrigues, L. H. R.; Dornelles, F. (2025). “*Uso de Soluções baseadas na Natureza (SbN) pela Gestão Pública Brasileira no Manejo de Águas Pluviais Urbanas*”. Revista Brasileira de Gestão Urbana, pp. 2175-3369.

TUCCI, C.M. “*Inundações Urbanas*”. Coleção ABRH Porto Alegre RGS, 393 p.