



Soluções Sustentáveis de Drenagem Urbana e sua Conexão com ODS da Agenda 2030

André dos Santos Ramos

Mestrando em Engenharia Civil, PPGEC | USJT, Brasil

andre_s_ramos@hotmail.com

Ana Paula Branco do Nascimento

Docente e Pesquisadora do Programa de Mestrado Profissional em Engenharia Civil - PPGEC | USJT, Brasil

prof.ananascimento@ulife.com.br



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

Soluções Sustentáveis de Drenagem Urbana e sua Conexão com ODS da Agenda 2030

RESUMO

Objetivo – Investigar como a drenagem urbana sustentável se articula com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, mapeando a relevância atribuída as metas nos artigos científicos.

Metodologia – Revisão integrativa de 69 artigos indexados na base Scopus (“Urban Drainage” AND SUST*), selecionados entre 2016 e 2025. A análise combinou abordagens quantitativas (distribuição temporal, periódicos e países) e qualitativas (métodos, desafios e tendências), permitindo identificar frequência e relevância dos ODS.

Relevância – O estudo avança além da identificação dos ODS relacionados ao tema, ao mapear a intensidade da conexão (alta, média ou baixa relevância) de cada meta com a drenagem urbana sustentável, oferecendo uma visão sistêmica pouco explorada na literatura nacional.

Resultados – ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e ODS 13 (Ação Climática) foram os mais frequentemente mencionados, refletindo o foco em resiliência urbana e mitigação de riscos. ODS 3 e ODS 12 aparecem com média relevância, enquanto metas sociais e climáticas específicas (1.5, 13.2) permanecem pouco exploradas.

Contribuições Teóricas/Metodológicas – Amplia o entendimento da drenagem urbana sustentável como estratégia transversal aos ODS, consolidando uma perspectiva que integra infraestrutura verde, justiça socioambiental e resiliência climática. Fornece um protocolo de revisão aplicável a outros temas da Agenda 2030.

Contribuições Sociais e Ambientais – Demonstra que soluções de drenagem sustentável reduzem enchentes, preservam recursos hídricos e incrementam a biodiversidade urbana, além de melhorar a infraestrutura em áreas vulneráveis, alinhando-se principalmente aos ODS 6, 11 e 13.

Palavras Chave - Drenagem urbana, ODS, Sustentabilidade, Enchentes, Recurso Hídrico

Sustainable Urban Drainage Solutions and their Connection with the SDGs of the 2030

Agenda

ABSTRACT

Objective – To investigate how sustainable urban drainage is articulated with the Sustainable Development Goals (SDGs) of the 2030 Agenda, mapping the relevance attributed to the targets in scientific articles.

Methodology – Integrative review of 69 articles indexed in the Scopus database (“Urban Drainage” AND SUST*), selected between 2016 and 2025. The analysis combined quantitative approaches (temporal distribution, journals and countries) and qualitative approaches (methods, challenges and trends), enabling the identification of SDG frequency and relevance.

Relevance – This study goes beyond merely identifying SDGs related to the theme by mapping the intensity of the connection (high, medium or low relevance) of each target with sustainable urban drainage, offering a systemic perspective rarely explored in national literature.

Results – SDG 11 (Sustainable Cities and Communities), SDG 6 (Clean Water and Sanitation) and SDG 13 (Climate Action) were the most frequently mentioned, reflecting a focus on urban resilience and risk mitigation. SDGs 3 and 12 appeared with medium relevance, while specific social and climate targets (1.5, 13.2) remain underexplored.

Theoretical/Methodological Contributions – Expands the understanding of sustainable urban drainage as a cross-cutting strategy for the SDGs, consolidating a perspective that integrates green infrastructure, socio-environmental justice and climate resilience. Provides a review protocol applicable to other 2030 Agenda themes.

Social and Environmental Contributions – Demonstrates that sustainable drainage solutions reduce flooding, preserve water resources and increase urban biodiversity, while improving infrastructure in vulnerable areas, aligning mainly with SDGs 6, 11 and 13.

Keywords - Urban drainage, SDGs, Sustainability, Floods, Water Resources



Soluciones Sostenibles de Drenaje Urbano y su Conexión con los ODS de la Agenda 2030

RESUMEN

Objetivo - Investigar cómo el drenaje urbano sostenible se articula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, mapeando la relevancia atribuida a las metas en los artículos científicos.

Metodología - Revisión integradora de 69 artículos indexados en la base de datos Scopus ("Urban Drainage" AND SUST*), seleccionados entre 2016 y 2025. El análisis combinó enfoques cuantitativos (distribución temporal, revistas y países) y cualitativos (métodos, desafíos y tendencias), permitiendo identificar la frecuencia y relevancia de los ODS.

Relevancia - El estudio va más allá de identificar los ODS relacionados con el tema, al mapear la intensidad de la conexión (alta, media o baja relevancia) de cada meta con el drenaje urbano sostenible, ofreciendo una visión sistemática poco explorada en la literatura nacional.

Resultados - Los ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), ODS 6 (Agua Limpia y Saneamiento) y ODS 13 (Acción Climática) fueron los más mencionados, reflejando el enfoque en resiliencia urbana y mitigación de riesgos. Los ODS 3 y 12 aparecen con relevancia media, mientras que metas sociales y climáticas específicas (1.5, 13.2) permanecen poco exploradas.

Contribuciones teóricas/metodológicas - Amplía la comprensión del drenaje urbano sostenible como estrategia transversal para los ODS, consolidando una perspectiva que integra infraestructura verde, justicia socioambiental y resiliencia climática. Proporciona un protocolo de revisión aplicable a otros temas de la Agenda 2030.

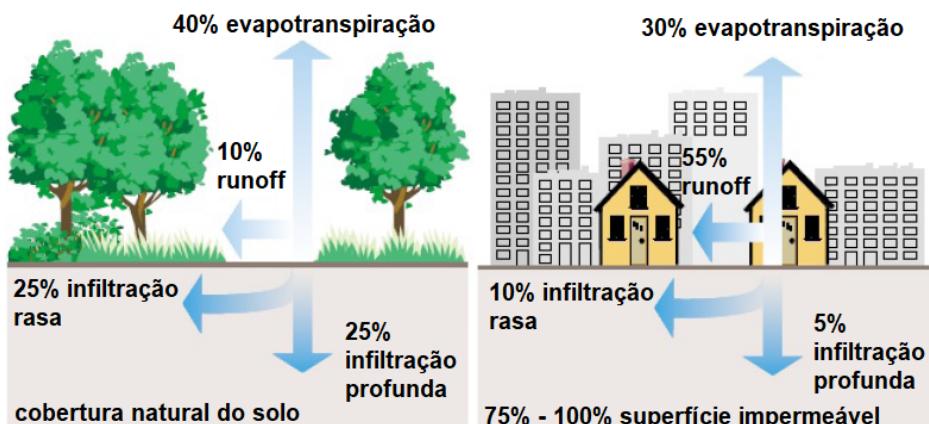
Contribuciones sociales y ambientales - Demuestra que las soluciones de drenaje sostenible reducen inundaciones, preservan los recursos hídricos y aumentan la biodiversidad urbana, además de mejorar la infraestructura en áreas vulnerables, alineándose principalmente con los ODS 6, 11 y 13.

Palabras clave: Drenaje urbano, ODS, Sostenibilidad, Inundaciones, Recursos hídricos

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização tem produzido impactos significativos sobre o ciclo hidrológico, sobretudo pela substituição de áreas naturais por superfícies impermeáveis. A redução da infiltração, o aumento do escoamento superficial e a consequente sobrecarga dos sistemas de drenagem convencionais intensificam a ocorrência de inundações, poluição dos corpos d'água e degradação ambiental (Tucci, 2005; Almeida, 2020). Esses efeitos são agravados pela ausência de planejamento urbano integrado, resultando em um cenário de vulnerabilidade socioambiental nas cidades contemporâneas (Oliveira, 2020; Pereira, 2018; Pereira; Simplício; Donadi, 2019). A Figura 1 compara o ciclo hidrológico em dois ambientes distintos: um com cobertura natural do solo (área vegetada) e outro com alta porcentagem de superfície impermeável (área urbana).

Figura 1 – Variabilidade do escoamento com aumento de superfícies impermeáveis



Fonte: Adaptado de Rezaei et al. 2019

Nesse contexto, Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana (SUDS) emergem como alternativas promissoras para mitigar os efeitos da impermeabilização e restabelecer parte das funções ecológicas dos solos. O uso de tecnologias como o concreto permeável contribui para reduzir o escoamento superficial, recarregar o lençol freático, minimizar riscos de inundações e melhorar a qualidade da água ao capturar poluentes (Sonebi et al., 2016). Técnicas compensatórias, como jardins de chuva e pavimentos permeáveis, também favorecem a infiltração e representam estratégias que ampliam a resiliência urbana frente às mudanças climáticas (Rodrigues, 2020).

Avanços recentes na literatura têm demonstrado a necessidade de integrar métodos de otimização multicritério ao planejamento de infraestruturas híbridas de drenagem. Modelos que combinam simulações hidráulicas, indicadores de desempenho e plataformas de decisão participativa permitem avaliar compensações entre objetivos ambientais, sociais e econômicos, fornecendo soluções realistas em cenários complexos (Bakhshipour et al., 2021). Além disso,



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

estudos baseados em teoria dos grafos têm apontado que a descentralização topológica das redes de drenagem pode aumentar a resiliência urbana, especialmente em situações de chuvas intensas, ao diversificar pontos de controle e reduzir falhas sistêmicas (Hesarkazzazi et al., 2022).

Apesar dos avanços técnicos, ainda há lacunas quanto à inclusão da sustentabilidade social nos sistemas de drenagem urbana. Métricas qualitativas para avaliar benefícios sociais, como equidade no acesso, participação comunitária e percepção pública, têm sido propostas, mas enfrentam dificuldades de mensuração e desafios institucionais, sobretudo pela fragmentação de responsabilidades entre órgãos gestores (Hidalgo-Monroy et al., 2022). Essa limitação revela que a efetiva incorporação da drenagem sustentável requer não apenas soluções de engenharia, mas também abordagens interdisciplinares capazes de articular governança, políticas públicas e engajamento social (Rocha; Alencar, 2021).

De acordo com os desafios, a drenagem urbana sustentável torna-se estratégia para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente ao que se refere às metas relacionadas à água, saúde, resiliência climática, infraestrutura e redução de desigualdades urbanas. Assim a presente pesquisa tem como objetivo investigar como a drenagem urbana se articula aos ODS. Este estudo busca preencher a lacuna existente sobre a integração entre soluções técnicas e agendas globais de sustentabilidade, subsidiando políticas públicas, inovação tecnológica e práticas urbanas mais resilientes.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo foi analisar de qual maneira a drenagem urbana sustentável se articula com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), por meio do mapeamento, evidenciando conexões entre soluções técnicas de drenagem, sustentabilidade urbana e as metas da Agenda 2030.

3 METODOLOGIA

Este estudo busca responder como a promoção de prática de drenagem urbana sustentável se alinha com os temas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Para atingir esse objetivo, o estudo fundamenta-se em uma revisão de literatura, caracterizando-se por um processo de investigação e interpretação de dados oriundos de múltiplas fontes pertinentes à temática central. Foram utilizados artigos científicos criteriosamente selecionados em bases digitais de acesso aberto.

A análise dos artigos foi realizada de maneira combinada, integrando aspectos quantitativos e qualitativos, voltada ao reconhecimento dos ODS. Em relação a análise quantitativa, buscou-se identificar a distribuição temporal das publicações, os periódicos com maior número de artigos e os países ou áreas mais representativas na produção científica sobre o tema. Já na qualitativa, a ênfase recaiu sobre a identificação das abordagens metodológicas



adotadas, dos principais desafios relatados pelos estudos e das tendências emergentes que apontam para novas perspectivas de pesquisa.

Por meio dessa abordagem, foi possível mapear a frequência e a relevância com que os ODS foram abordados nos estudos, permitindo uma compreensão mais objetiva sobre quais metas sustentáveis têm recebido maior atenção acadêmica no contexto investigado. Esta metodologia está estruturada da seguinte forma: a Seção 3.1 apresenta a coleta de dados e detalha o processo de seleção dos artigos, a Seção 3.2 demonstra como foi feita a triagem, organização e análise dos dados e a Seção 3.3 detalha o critério de exclusão através da categorização dos artigos.

3.1 Coleta de dados e processos de seleção dos artigos

A coleta de dados foi realizada exclusivamente na base de dados Scopus, por ser uma das plataformas mais abrangentes e reconhecidas internacionalmente para indexação de periódicos científicos revisados por pares. A busca foi conduzida no mês de julho/2025, utilizando a combinação de palavras-chave "Urban Drainage" AND SUST*. A pesquisa foi configurada para localizar os termos nos campos "Article title, Abstract, Keywords", garantindo que fossem apresentados apenas os documentos com menções explícitas nos títulos, resumos ou palavras-chave.

O operador lógico “AND” foi utilizado para assegurar que ambos os termos pesquisados estivessem presentes nos registros apresentados, garantindo que a relação entre drenagem urbana e sustentabilidade fosse contemplada em todos os artigos. O termo “SUST*” foi utilizado como truncamento da palavra “sustentabilidade”, permitindo capturar quaisquer tipos de variações linguísticas e flexões da palavra.

Para garantir a relevância e a atualidade da amostra, bem como o refinamento da pesquisa, foram estabelecidos cinco filtros como critérios de inclusão: (1) recorte temporal entre 2016 e 2025; (2) área temática: engenharia; (3) tipos de documentos: artigos; (4) Idioma: inglês ou espanhol; e (5) documentos integralmente disponíveis de forma aberta.

A definição dos filtros teve como objetivo garantir tanto a relevância quanto a atualidade da amostra dos artigos. O recorte temporal entre 2016 e 2025 foi estabelecido para contemplar as pesquisas mais recentes, considerando a evolução das práticas de drenagem urbana e sua integração crescente aos princípios da sustentabilidade. Dessa forma, o conteúdo analisado reflete o estado da arte do tema, alinhado aos avanços técnicos, regulatórios e ambientais da última década. Além disso, foi possível garantir que todos os artigos foram publicados após a adoção da agenda 2030 da ONU.

A escolha da área temática "Engineering", do tipo de documento "Article" e dos idiomas inglês e espanhol, visou garantir o rigor científico e a pertinência temática. Os artigos escolhidos foram publicados em revistas científicas revisadas por especialistas, o que garante maior confiança nos resultados. Além disso, a escolha de idiomas amplamente difundidos na produção científica ajuda a ampliar o alcance da revisão e facilita a leitura e a análise crítica.



Por fim, a opção por incluir apenas textos disponíveis integralmente e em regime “open access” assegura a transparência, reproduzibilidade e acessibilidade da pesquisa. Essa escolha não apenas facilita a verificação dos dados e argumentos apresentados, mas também favorece a disseminação do conhecimento, permitindo que os resultados sejam consultados por diferentes públicos interessados no tema. Ao final do processo, 69 artigos atenderam plenamente aos critérios estabelecidos e compuseram o conjunto final da análise.

3.2 Triagem, organização e análise dos dados

O processo de triagem iniciou-se pela leitura dos títulos e resumos, com o objetivo de verificar a importância temática de cada estudo. Essa etapa foi denominada “Etapa 1 - Triagem” e resultou na exclusão de apenas 2 artigos. O primeiro artigo não pôde ser incluído porque apresentou erro no site do editor, impossibilitando o acesso ao texto completo.

Já o segundo, embora tenha passado pelos filtros iniciais, não tinha relação direta com o tema da pesquisa, pois abordava exclusivamente sistemas de tratamento de esgoto, fora da temática deste estudo. Os artigos selecionados foram organizados em uma planilha eletrônica, na qual foram registradas informações relevantes ao tema da pesquisa, conforme a tabela 1.

Tabela 1 – Dados da etapa 1 - Triagem

Questionamento	Resposta
Referência completa (autor, ano, título, periódico)	Resposta Discursiva
DOI	Resposta Discursiva
Número de citações	Resposta Discursiva
O artigo menciona o tema Drenagem Urbana?	Sim ou Não
Sustentabilidade presente?	Sim ou Não
Área temática é a Engenharia?	Sim ou Não
Relaciona-se com tema de ODS?	Sim ou Não
Objetivo do artigo	Resposta Discursiva
País ou região do estudo	Resposta Discursiva

Fonte: Autores, 2025.

A segunda etapa do processo, denominada “Etapa 2 – Leitura na íntegra”, consistiu na leitura integral dos artigos pré-selecionados, com o intuito de assegurar a plena concordância aos critérios de inclusão previamente definidos. Nesse momento, os artigos foram cuidadosamente lidos, interpretados e organizados em categorias temáticas, de forma a possibilitar uma análise mais estruturada do material.

A partir dessa categorização, foi possível aplicar um novo critério de exclusão, garantindo que apenas os artigos com efetiva relevância e alinhamento ao escopo da pesquisa fossem mantidos no conjunto final. Para essa segunda etapa foram novamente registradas informações relevantes ao tema da pesquisa, conforme a tabela 2.



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

Tabela 2 – Dados da etapa 2 – Leitura na íntegra

Questionamento	Resposta
Metodologia adotada no estudo	Resposta Discursiva
A Drenagem urbana foi (1) utilizada ou apenas (2) discutida?	1 ou 2
Existe alinhamento com os ODS de forma direta?	Sim ou Não
Existe alinhamento com os ODS de forma indireta?	Sim ou Não
Qual ODS?	17 opções de ODS
Qual meta?	169 opções de metas
Quais dispositivos de drenagem foram mencionados?	Resposta Discursiva
Impactos positivos da drenagem urbana sustentável	Resposta Discursiva
Principais resultados e contribuições	Resposta Discursiva
Principais conclusões dos autores	Resposta Discursiva
Categoria	5 opções de categorias

Fonte: Autores, 2025.

3.3 Critério de exclusão

O critério de exclusão dos artigos foi conduzido a partir de um processo de categorização, cujo objetivo principal foi diferenciar os estudos de acordo com o grau de aderência ao tema central da pesquisa.

Foram estabelecidas categorias que reuniam os artigos conforme suas características predominantes: (1) Aplicação prática (múltiplos sistemas): estudos que apresentavam aplicações práticas de dois ou mais sistemas sustentáveis de drenagem urbana simultaneamente; (2) Estudo teórico: artigos baseados exclusivamente em análises de caráter teórico, como por exemplo: fórmulas, indicadores, variáveis, métricas, calibração de software, conceitos e índices; (3) Aplicação prática (sistema individual): estudos que apresentavam aplicações práticas específica de um único sistema sustentável de drenagem urbana; (4) Inovação: artigos direcionados ao desenvolvimento de soluções inéditas para a superação do problema; e, por fim, (5) Viabilidade econômica: publicações direcionadas à análise econômico-financeira dos sistemas.

Essa classificação serviu como critério fundamental para a exclusão dos artigos na etapa final de análise. Optou-se por manter apenas aqueles enquadrados nas categorias que evidenciavam aplicações práticas de sistemas sustentáveis de drenagem urbana e inovações, uma vez que o foco do estudo reside na observação de experiências reais e em sua efetiva contribuição para a gestão das águas pluviais em contexto urbano.

Os demais trabalhos, embora relevantes para discussões conceituais ou metodológicas, foram excluídos por não atenderem ao requisito de apresentar utilizações concretas ou protótipos aplicados. A Figura 2 apresenta a distribuição dos artigos por categorias, permitindo observar aqueles que foram mantidos para análise (representados pelas barras azuis) e os que foram excluídos do estudo (representados pelas barras vermelhas).

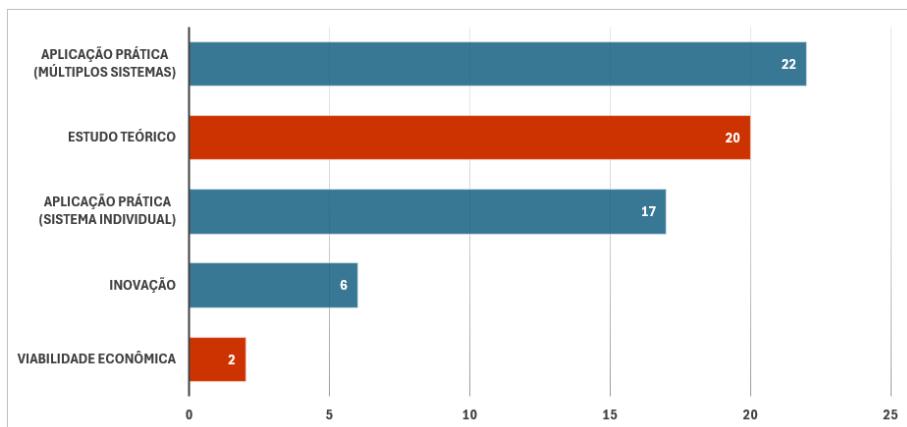
Por meio do processo de categorização, foram excluídos 22 artigos, sendo 20 pertencentes à categoria de estudos teóricos e 2 à categoria de viabilidade econômica. Assim,



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

do total de 67 artigos pré-selecionados até esse processo, chegou-se a um conjunto final de 45 artigos, que compõem a base de análise dos resultados deste estudo. Essa etapa contribuiu para assegurar a objetividade e a consistência dos critérios adotados, garantindo que a investigação permanecesse alinhada ao seu objetivo central.

Figura 2 – Categorização dos artigos



Fonte: Autores, 2025.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Soluções Urbanas de Drenagem Sustentável (SUDS) desempenham um papel crucial na abordagem de várias metas das Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Assembleia Geral das Nações Unidas. A análise dos 45 artigos selecionados revelou um panorama abrangente sobre o estado da arte da drenagem urbana sustentável e sua articulação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Após a leitura integral e a análise de cada artigo, elaborou-se uma tabela que reúne todos os dados obtidos, destacando quais foram as soluções de drenagem urbana sustentável mencionadas ou implementadas, bem como as metas específicas de cada ODS que apresentam relação com o tema abordado em cada estudo (Tabela 3).

Os resultados foram organizados em três eixos principais: a Seção 4.1 identifica os sistemas sustentáveis de drenagem urbana mais abordados, a Seção 4.2 apresenta o mapeamento das metas específicas dos ODS mencionadas nos estudos e a Seção 4.3 demonstra a relevância global de cada ODS no contexto das pesquisas analisadas. Essa abordagem permitiu compreender não apenas as soluções mais difundidas, mas também os direcionamentos que a literatura científica tem adotado para alinhar as práticas de drenagem urbana às metas globais de sustentabilidade.



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

Tabela 3. Referências dos artigos científicos estudados, seguido das soluções mencionadas e conexões com ODS e metas da Agenda 2030.

Artigo	Soluções Mencionadas	Metas / ODS
Sonebi, M., Bassuoni, M., Yahia, A. (2016)	PP	11.1, 11.4, 11.5
Campisano, A., Modica, C. (2016)	RE	6.3, 11.1, 11.3, 11.5, 12.2
Paredes, D. (2018)	VI, BI, BD	3.3, 3.9, 11.4, 11.5
Marchionni, M., Becciu, G. (2018)	PP	11.1, 11.4, 11.5
Camañó, J., Arumí, J.L. (2018)	PP, TV, JC e RE	3.3, 3.9, 6.3, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2, 13.2
Tang, Y. et al. (2018)	TV, VI, JC, EV, AU, PP	6.6, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 13.2, 15.1
Krasnogorskaya, N. et al. (2019)	TV	11.1, 11.3, 11.5
Liang, Z., Hewitt, R.R., Du, Y. (2019)	JC, EE, EV, AU, TV, PP, RE	6.3, 6.6, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2, 13.1, 15.1
Ariza, S.L.J. et al. (2019)	VI, PP, AU, ZB, FA, BI, BD, RE e TV	1.5, 3.3, 3.9, 6.3, 6.6, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2, 15.1
Wang, Y., Meng, F., Liu, H., Zhang, C., Fu, G. (2019)	TV, RE, VI, PP	6.3, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 12.2, 13.1
Vercruyse, K., Dawson, D.A., Wright, N. (2019)	TV, RE, VI, PP	6.3, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 12.2, 13.1
Alves, P.B.R. et al. (2020)	TV, PP e JC	11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 13.2
De Miguel Arbones, E. et al. (2020)	PP com cerâmica e JC	9.1, 11.1, 11.4, 11.5, 11.7
Senosain, J.L. (2020)	TV, fachadas verdes, ZB e PP, EE	6.3, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 13.2
Dawson, D.A., Vercruyse, K., Wright, N. (2020)	TV, EV, BI	11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 13.1
Sadr, S.M.K., Casal-Campos, A., Fu, G., Ward, S., Butler, D. (2020)	PP, TV e JC	11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 13.1
Archer, N.A.L., Bell, R.A., Butcher, A.S., Bricker, S.H. (2020)	PP e EV	11.1, 11.4, 11.5, 11.7
Aguiar, C.R.D., Nuernberg, J.K., Leonardi, T.C. (2020)	RE, PP, TV e JC	6.3, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2, 13.1
Raimondi, A., Becciu, G. (2021)	TV	11.1, 11.3, 11.5
Joshi, P., Leitão, J.P., Maurer, M., Bach, P.M. (2021)	ZB, PP, RE e TV	6.3, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2
Castillo-Rodríguez, J.T. et al. (2021)	PP com cerâmica e JC	3.9, 9.1, 11.1, 11.4, 11.5, 11.7
Seyedashraf, O., Bottacin-Busolin, A., Harou, J.J. (2021)	PP, VI, ZB, JC, RE e TV	3.9, 6.3, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2, 13.1
Fernández-Gonzalvo, M. et al. (2021)	PP	3.9, 11.1, 11.4, 11.5
Raimondi, A. et al. (2022)	TV	11.1, 11.3, 11.5
Poulsen, S.E., Andersen, T.R., Tordrup, K.W. (2022)	Estrada Climática	9.1, 11.4, 11.5
Öhrn Sagrelius, P. et al. (2022)	ZB	3.3, 6.3, 11.1, 11.4, 11.5, 11.7
Ramírez, M.G., Correa, V.A.D. (2022)	AU, BD, TV, PP, RE, VI e ZB	6.3, 6.6, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2, 13.2, 15.1
Seyedashraf, O., Bottacin-Busolin, A., Harou, J.J. (2022)	PP, ZB, JC, TV, RE, e VI	1.5, 6.3, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2
de Oliveira, A.K.B. et al.(2022)	Parque fluvial	3.3, 3.9, 6.6, 11.1, 11.4, 11.5, 11.7, 13.1, 15.1
Ramísio, P.J., Brito, R.S., Beceiro, P. (2022)	TV, JC	1.5, 3.3, 3.9, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 13.1
Xie, K., Kim, J.-S., Hu, L., Zhang, S., Liu, Y. (2023)	Agendamento inteligente	9.1, 11.4, 11.5, 12.2
Salihu, C. et al. (2023)	CFTV para tubulações	6.3, 9.1, 11.1, 11.5, 12.2
Ko, M.J., Choi, Y.H. (2023)	RE	6.3, 11.1, 11.3, 11.5, 12.2, 13.1
Wu, W., Jamali, B., Zhang, K., Marshall, L., Deletic, A. (2023)	TV, PP, ZB, AU e RE	6.3, 6.6, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2, 13.1, 15.1
Hosseinzadeh, A. et al. (2023)	BR	3.3, 6.6, 11.4, 11.5, 15.1
García-Haba, E. et al.(2023)	PP	3.9, 11.1, 11.4, 11.5
Madrazo-Uribeetxebarria, E. et al. (2023)	PP	11.1, 11.4, 11.5
Lustosa, K.L., Dos Santos Júnior, F.L.D.S., Oliveira, H.S.C. (2023)	PP	3.3, 11.1, 11.4, 11.5
Al Amin, M.B., Sujono, J., Triatmadja, R. (2024)	ZB, JC, PP, RE e poços de recarga	6.3, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2, 13.1
Sebicho, S.W., Lou, B., Anito, B.S. (2024)	Medidor de água inteligente	6.3, 9.1, 11.4, 11.5, 12.2
Ahmed, F., Loc, H.H., Babel, M.S., Stamm, J. (2024)	ZB	3.9, 6.3, 11.1, 11.4, 11.5, 11.7, 13.1
Fayomi, G.U., Onyari, E.K., Jaiyeola, A.T. (2024)	RE, PP, EV, VI, FA, BD, BR, AU	3.3, 3.9, 6.3, 6.6, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5, 11.7, 12.2, 13.1, 15.1



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

Figueroa-Avalos, S.J. et al. (2024)

RE e TV

6.3, 11.1, 11.3, 11.5, 12.2

Rosa, A. et al. (2025)

ZB

3.9, 6.3, 11.1, 11.4, 11.5, 11.7, 13.1

Akhtar, M.N., Albatayneh, O., Akhtar, J.N., Koting, S. (2025)

PP

11.1, 11.4, 11.5

PP = Pavimento Permeável

VI = Valas de Infiltração

BI = Bacia de Infiltração

TV = Telhado Verde

AU = Áreas Úmidas

FA = Filtros de Areia

RE = Reservatório e reuso de água pluvial

EV = Espaços Verdes

EE = Estacionamento Ecológico

JC = Jardins de Chuva

BD = Bacia de Detenção

BR = Bacia de Retenção

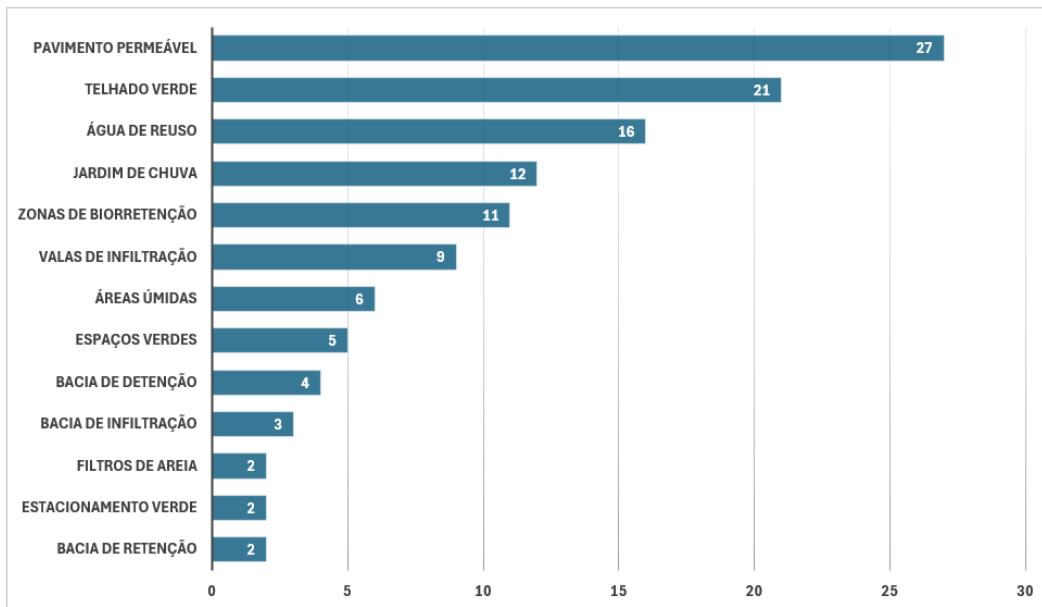
ZB = Zonas de Biorretenção

Fonte: Autores, 2025.

4.1 Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana

A Figura 3 apresenta a frequência de menções dos sistemas sustentáveis de drenagem urbana identificados nos artigos. Entre as 13 tipologias catalogadas, destacam-se Pavimento Drenante (27 citações), Telhado Verde (21) e Água de reuso (16), representando juntos mais de 50% de todas as ocorrências. Outras soluções com presença significativa foram Jardins de Chuva (12), Zonas de Biorretenção (11) e Valas de infiltração (9), todas associadas a estratégias de infiltração local e mitigação do escoamento superficial.

Figura 3 – Identificação das soluções sustentáveis mencionadas nos artigos



Fonte: Autores, 2025.

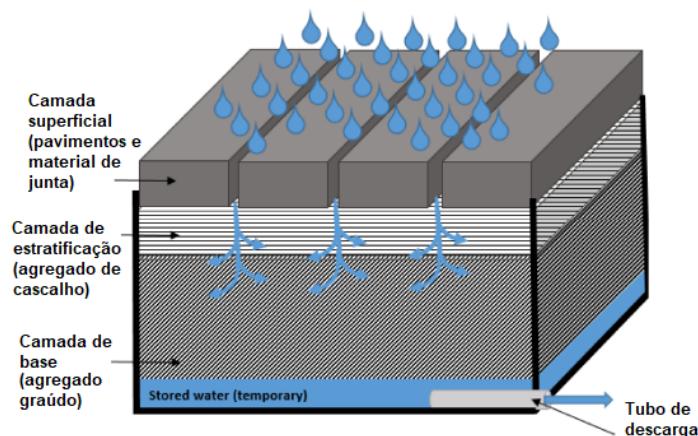
Os sistemas menos citados, como Bacias de Retenção, Filtros de Areias e Estacionamentos Ecológicos (2 citações cada), demonstram menor aplicação prática ou menor difusão na literatura recente. Essa tendência pode estar relacionada a limitações de espaço urbano disponível, custos de implantação ou menor visibilidade em políticas públicas. Os sistemas que receberam apenas uma menção foram excluídos da pesquisa por apresentarem representatividade praticamente nula.

Estudos anteriores apontam que esses dispositivos, embora eficazes na retenção de águas pluviais e na redução de picos de escoamento, exigem áreas disponíveis relativamente

extensas, o que dificulta sua implementação em cidades densamente urbanizadas (Sonebi; Bassuoni; Yahia, 2016). Além disso, os custos de implantação e manutenção, somados à baixa inclusão dessas soluções em políticas públicas de drenagem, contribuem para sua limitada difusão (Bakhshipour et al., 2021).

As três soluções que obtiveram maior destaque correspondem a sistemas com elevado potencial de aplicação em áreas altamente urbanizadas, o que é particularmente relevante, considerando que essas regiões concentram os maiores riscos e apresentam maior complexidade para o controle de enchentes. A predominância do uso de pavimentos permeáveis reflete uma estratégia recorrente em áreas urbanas consolidadas, por permitir a integração da drenagem sustentável à malha viária existente, minimizando intervenções estruturais. A Figura 4 ilustra a estrutura de um pavimento permeável, projetado para permitir que a água da chuva infiltre através das suas camadas ao invés de escoar pela superfície.

Figura 4 – Diagrama conceitual de um pavimento permeável



Fonte: Adaptado de Hill e Beecham 2018

O aumento da adoção de telhados verdes evidencia a tendência de alinhamento a soluções baseadas na natureza, favorecendo não apenas o controle do escoamento, mas também a melhoria das condições microclimáticas e a valorização paisagística. Tanto os telhados verdes quanto os reservatórios para coleta de água de reuso são amplamente mencionados, pois, além de contribuírem para a mitigação das enchentes e redução da vazão de escoamento, apresentam aplicabilidade em quase todos os tipos de edificações, tanto em propriedades públicas quanto particulares.

4.2 Metas dos ODS Relacionadas à Drenagem Urbana

Com o intuito de representar os resultados referentes à identificação das metas específicas dos ODS, elaborou-se a Figura 5, o qual demonstra a frequência de ocorrência de

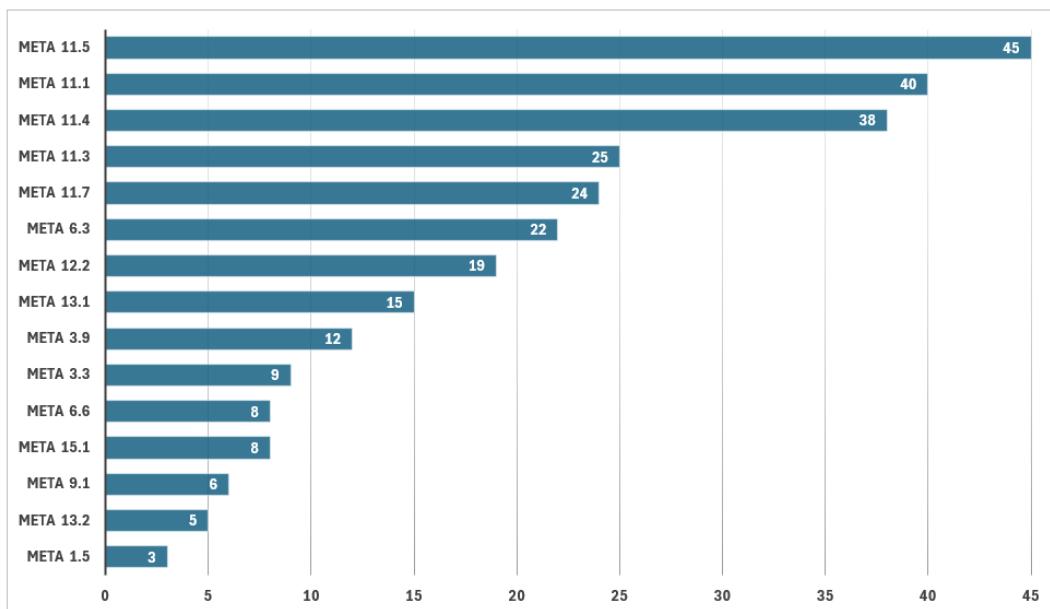


Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

cada meta nos artigos analisados, evidenciando o grau de correlação estabelecido em cada caso. Durante a análise dos artigos selecionados, observou-se a forte predominância de metas vinculados ao ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), visto que é o objetivo que mais se enquadra na temática de drenagem urbana sustentável.

A principais metas abordadas foram: 11.5 (45 ocorrências), 11.1 (40), 11.4 (38), 11.3 (25) e 11.7 (24), que tratam, respectivamente, da redução de impactos de desastres naturais, acesso a habitação segura, preservação do patrimônio natural e cultural, aumento da urbanização inclusiva e sustentável, e por último, acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes. Essa concentração indica que a drenagem urbana sustentável é frequentemente abordada como uma ferramenta para tornar as cidades mais resilientes e habitáveis.

Figura 5 – Identificação das metas nos artigos



Fonte: Autores, 2025.

Outras metas com destaque foram 6.3 (22 ocorrências), 12.2 (19) e 13.1 (15), relacionadas ao tratamento da água, uso sustentável de recursos naturais e capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima, evidenciando a interconexão entre a drenagem urbana e a gestão hídrica e ambiental mais ampla. Por outro lado, metas como 1.5 (3 ocorrências) – reduzir vulnerabilidade de populações pobres e 13.2 (5) – integração de mudanças climáticas em políticas públicas apresentaram baixa incidência, revelando um potencial pouco explorado para vincular a drenagem sustentável a estratégias públicas de adaptação climática e redução de desigualdades sociais.



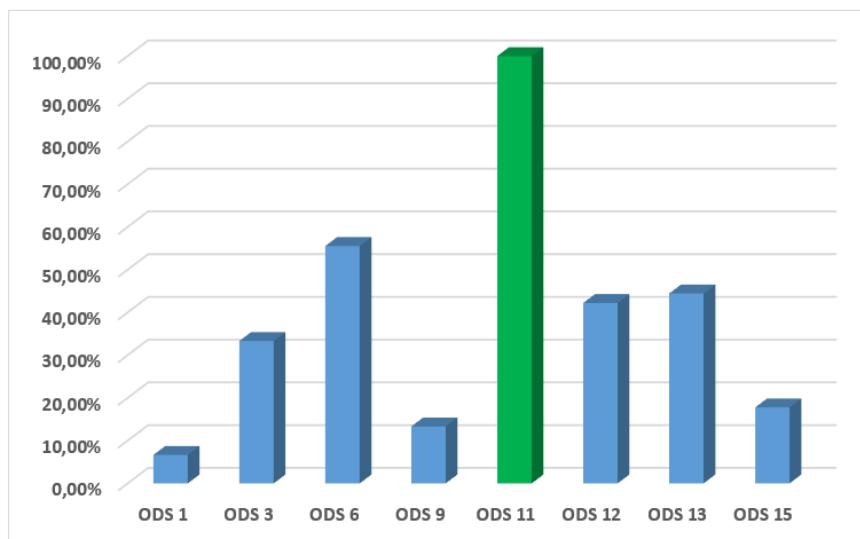
4.3 Relevância Global dos ODS no Contexto da Drenagem Urbana

A figura 6 consolida a frequência das metas em nível de ODS, permitindo observar a representatividade geral de cada objetivo. O ODS 11 obteve maior relevância, seguido por ODS 6 – Água Potável e Saneamento e ODS 13 – Ação contra a mudança global do clima. Esses três ODS compõem o núcleo das pesquisas atuais, evidenciando o alinhamento da drenagem urbana sustentável com agendas que priorizam a infraestrutura resiliente, a conservação da água e a mitigação dos impactos climáticos.

No que se refere ao ODS 6 (Água Potável e Saneamento), foram analisadas a presença em 25 dos 45 artigos estudados, contabilizando uma relevância de 55,56%. Embora os municípios apresentem avanços no tratamento de esgoto e abastecimento de água, a drenagem ainda carece de soluções integradas que considerem a gestão das águas pluviais como parte do saneamento básico. A ausência de ações estruturais eficazes em determinadas áreas periféricas dificulta o controle de enchentes e impacta negativamente o meio ambiente e a saúde da população.

A drenagem urbana sustentável está diretamente relacionada a esse objetivo, na medida em que promove a gestão responsável dos recursos hídricos em áreas urbanas. Sistemas de drenagem devidamente planejados desempenham funções essenciais, como a captação, o tratamento e a infiltração das águas pluviais, contribuindo significativamente para a mitigação da poluição hídrica e para a melhoria da qualidade da água disponível para o consumo humano.

Figura 6 – Comparativo da frequência de ODS nos artigos selecionados



Fonte: Autores, 2025.

Em relação ao ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), foram analisadas a presença em 45 dos 45 artigos estudados, contabilizando uma relevância de 100%. Observou-



se que Planos Diretores e Planos Municipais de Saneamento e Mobilidade mencionam a necessidade de modernização da infraestrutura urbana, incluindo medidas de adaptação às mudanças climáticas. No entanto, em muitos municípios ainda são limitadas as ações voltadas à infraestrutura verde, como a ampliação de áreas permeáveis, criação de jardins de chuva e implementação de sistemas de captação e reuso de águas pluviais.

A drenagem urbana sustentável é muito importante para construir cidades mais resilientes e preparadas para o futuro, ajudando a organizar melhor o espaço urbano, reduzindo os impactos das enchentes e melhorando o dia a dia das pessoas. Além disso, quando bem planejados, esses sistemas transformam os espaços públicos em lugares mais agradáveis e acessíveis, fortalecendo o convívio social e o sentimento de pertencimento entre os moradores.

Quanto ao ODS 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima), foram analisadas a presença em 20 dos 45 artigos estudados, contabilizando uma relevância de 44,44%. As cidades já enfrentam os efeitos do aumento do nível do mar e da frequência de chuvas intensas, fenômenos potencializados pelas mudanças climáticas. Foram identificadas iniciativas municipais em parceria com instituições de pesquisa e organismos internacionais para monitoramento climático e elaboração de planos de adaptação. Entretanto, a integração entre essas ações e o planejamento urbano ainda se mostra incipiente.

Com as mudanças no clima se tornando cada vez mais visíveis, investir em soluções como a drenagem urbana sustentável é uma forma eficaz de enfrentar seus impactos. Esses sistemas ajudam a controlar melhor a água da chuva, diminuindo o risco de enchentes e os danos que elas causam. Além disso, tornam as cidades mais preparadas para lidar com eventos extremos, protegendo tanto as estruturas urbanas quanto a vida das pessoas. Ao adaptar os espaços urbanos às novas condições climáticas, essas iniciativas também contribuem para tornar o ambiente urbano mais seguro e saudável.

No presente estudo, observou-se que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3 e 12 foram aqueles que apresentaram média relevância em termos de frequência e destaque nas análises realizadas. Apesar disso, é importante ressaltar que esses ODS não foram desconsiderados. Pelo contrário, foram devidamente contabilizados e incluídos no levantamento, garantindo que todos os objetivos fossem contemplados na pesquisa. Essa abordagem reforça o compromisso com a análise integral e imparcial dos dados, assegurando que mesmo os temas com menor evidência relativa tivessem sua representatividade registrada no estudo.

O ODS 3 – Saúde e Bem-Estar (33,33%) buscam assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades. Nesse contexto, a drenagem urbana sustentável se mostra essencial ao melhorar a qualidade do ambiente urbano. Sistemas de drenagem eficientes reduzem significativamente o risco de doenças de veiculação hídrica, como a cólera e a leptospirose, além de limitar a proliferação de vetores de doenças como os mosquitos transmissores da dengue, zika e chikungunya. Com isso, proporcionam ambientes mais seguros e salubres para a população, especialmente nas áreas urbanas mais vulneráveis.



Já o ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis (42,22%) visa assegurar padrões sustentáveis de produção e consumo, promovendo o uso eficiente dos recursos naturais e a redução de resíduos. Nesse contexto, a drenagem urbana sustentável desempenha um papel relevante ao incentivar soluções que priorizam o uso racional dos materiais, além da retenção e posterior reutilização da água pluvial para diversas finalidades, contribuindo para minimizar o desperdício de recursos e reduzir a pressão sobre os sistemas convencionais de drenagem.

ODS relacionados à indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9 – 13,33%) e à biodiversidade terrestre (ODS 15 – 17,78%) apresentaram representatividade secundária, enquanto ODS de caráter social, como o Erradicação da pobreza (ODS 1 - 6,67%), mostraram baixa conexão direta. Esse cenário reforça a percepção de que as práticas de drenagem urbana sustentável ainda são tratadas predominantemente sob a ótica da engenharia e da infraestrutura, com menor articulação a estratégias de mitigação social de largo alcance.

No decorrer da análise, os ODS 2, 4, 5, 7, 8, 10, 14, 16 e 17 foram descartados por apresentarem baixa representatividade, com apenas uma ou nenhuma ocorrência registrada na pesquisa. A decisão de excluí-los da análise final se deu com base na insuficiência de dados, o que comprometeria a validade de quaisquer interpretações ou conclusões relacionadas a esses objetivos.

A abordagem utilizada mostra-se coerente diante dos desafios imediatos enfrentados por cidades em rápido processo de urbanização, mas também revela duas lacunas estratégicas importantes. A primeira é a baixa diversidade na implementação de sistemas integrados, uma vez que parte significativa dos estudos (17 artigos selecionados) analisa dispositivos de forma isolada, limitando o potencial de sinergia entre soluções complementares, como a combinação de zonas de biorretenção com pavimentos permeáveis. A segunda lacuna refere-se à pouca atenção dada à mensuração de impactos a longo prazo, já que poucos trabalhos avaliam o desempenho desses sistemas ao longo de períodos prolongados, dificultando não apenas a criação de indicadores de eficiência duradouros, mas também a elaboração de projetos e orçamentos mais precisos devido à escassez de informações e resultados disponíveis.

Diante desses resultados, torna-se claro que os sistemas sustentáveis de drenagem urbana podem desempenhar um papel estratégico na promoção de cidades mais resilientes, desde que sejam implementados de forma integrada com políticas de uso do solo, mobilidade urbana e adaptação às mudanças climáticas. Para isso, recomenda-se que as pesquisas futuras avancem no desenvolvimento de modelos híbridos, que conciliem tanto a engenharia azul e verde, baseada na natureza, quanto a engenharia cinza, baseada em infraestruturas convencionais, além de incorporarem métricas socioeconômicas capazes de mensurar os benefícios gerados para populações em situação de vulnerabilidade.



5 CONCLUSÃO

Os resultados desta revisão indicam que a drenagem urbana sustentável desempenha papel estratégico na promoção de metas estabelecidas pela Agenda 2030, com destaque para os ODS 6 (Água Potável e Saneamento), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), e 13 (Ação contra a Mudança Global do Clima). Ao mapear a frequência e a relevância das metas abordadas em 69 artigos científicos, o estudo demonstrou que a literatura possui soluções consolidadas, como pavimentos drenantes, telhados verdes e sistemas de reuso de água, aplicáveis em contextos urbanos.

Os sistemas de drenagem pluvial urbana constituem instrumentos essenciais para o controle hidrológico, contribuindo para a mitigação de volumes acumulados de água e promovendo uma interface funcional entre a expansão urbana e os princípios do desenvolvimento sustentável. Apesar dos avanços teóricos e normativos, persistem limitações significativas quanto à eficácia dos sistemas existentes, evidenciando a necessidade de soluções mais integradas, resilientes e baseadas em infraestruturas sustentáveis.

O mapeamento das metas dos ODS revelou que os estudos se concentram principalmente em aspectos relacionados à resiliência urbana e mitigação de riscos climáticos, em especial nas metas 11.1, 11.3 e 11.5. Contudo, metas voltadas à redução de desigualdades sociais e à integração das mudanças climáticas nas políticas públicas (como as metas 1.5 e 13.2) foram pouco representadas, o que indica lacunas importantes para pesquisas futuras.

Dentre as lacunas identificadas estão metas voltadas à redução de desigualdades sociais e à integração das mudanças climáticas nas políticas públicas (como as metas 1.5 e 13.2) permanecem pouco exploradas, assim como a mensuração de impactos de longo prazo e a avaliação integrada de sistemas complementares de drenagem. Essas ausências indicam oportunidades para novas pesquisas e para o desenvolvimento de modelos híbridos que combinem infraestrutura verde e azul com abordagens convencionais, incorporando métricas sociais e econômicas capazes de mensurar os benefícios gerados em populações vulneráveis.

Assim, este estudo contribui ao demonstrar, de forma sistematizada, a relevância da drenagem urbana sustentável na literatura científica e sua conexão com os ODS, oferecendo subsídios teóricos e metodológicos para orientar políticas públicas, inovação tecnológica e estratégias urbanas que fortaleçam a sustentabilidade e a resiliência das cidades. Para ampliar sua efetividade em direção às metas da Agenda 2030, torna-se necessário integrar dimensões ainda pouco exploradas, como a sustentabilidade social, a governança participativa e a articulação entre infraestrutura verde e políticas urbanas inclusivas.



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGUIAR, C.R.D., NUERNBERG, J.K., LEONARDI, T.C. **Multicriteria GIS-Based Approach in Priority Areas Analysis for Sustainable Urban Drainage Practices: A Case Study of Pato Branco, Brazil.** Eng, 1(2), 6, 2020

AHMED, F., LOC, H.H., BABEL, M.S., STAMM, J. **A community-scale study on nature-based solutions (NBS) for stormwater management under tropical climate: The case of the Asian Institute of Technology (AIT), Thailand.** Journal of Hydroinformatics, 26(5), pp. 1080–1099, 2024

AKHTAR, M.N., ALBATAYNEH, O., AKHTAR, J.N., KOTING, S. **Porous asphalt pavement design by incorporating recycled coarse aggregate for sustainable urban drainage: An experimental study.** Results in Engineering, 25, 103751, 2025

AL AMIN, M.B., SUJONO, J., TRIATMADJA, R. **Urban Flood Mitigation by Implementing LIDs (Case Study: Bendung Watershed in Palembang City).** Journal of Water Management Modeling, 32, C526, 2024

ALMEIDA, Isis de Castro. **Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana: Uma proposta para a bacia hidrográfica do córrego São Pedro, em Juiz de Fora – MG.** Trabalho Final de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal de Juiz de Fora, JUIZ DE FORA – MG, 2020. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2020/10/TFC2-Isis-de-Castro-Almeida1.pdf>

ALVES, P.B.R., RUFINO, I.A.A., FEITOSA, P.H.C., DJORDJEVIĆ, S., JAVADI, A. **Land-use and legislation-based methodology for the implementation of sustainable drainage systems in the semi-arid region of Brazil.** Sustainability Switzerland, 12(2), 661, 2020

ARCHER, N.A.L., BELL, R.A., BUTCHER, A.S., BRICKER, S.H. **Infiltration efficiency and subsurface water processes of a sustainable drainage system and consequences to flood management.** Journal of Flood Risk Management, 13(3), e12629, 2020

ARIZA, S.L.J., MARTÍNEZ, J.A., MUÑOZ, A.F., CAMACHO, L.A., DÍAZ-GRANADOS, M. **A multicriteria planning framework to locate and select sustainable urban drainage systems (SUDS) in consolidated urban areas.** Sustainability Switzerland, 11(8), 2312, 2019

BAKHSHIPOUR, A.E., DITTMER, U., HAGHIGHI, A., NOWAK, W. **Toward Sustainable Urban Drainage Infrastructure Planning: A Combined Multiobjective Optimization and Multicriteria Decision-Making Platform.** Journal of Water Resources Planning and Management, 147(8), 04021049, 2021

CAMAÑO, J., ARUMÍ, J.L. **Challenges and evolution of urban drainage in Chile | Desafíos y evolución del drenaje urbano en Chile.** Tecnología Y Ciencias Del Agua, 9(6), pp. 132–152, 2018

CAMPISANO, A., MODICA, C. **Rainwater harvesting as source control option to reduce roof runoff peaks to downstream drainage systems.** Journal of Hydroinformatics, 18(1), pp. 23–32, 2016

CASTILLO-RODRÍGUEZ, J.T., ANDRÉS-DOMÉNECH, I., MARTÍN, M., PERALES-MOMPALAR, S., MIRA-PEIDRO, J. **Quantifying the Impact on Stormwater Management of an Innovative Ceramic Permeable Pavement Solution.** Water Resources Management, 35(4), pp. 1251–1271, 2021

DAWSON, D.A., VERCUYSSE, K., WRIGHT, N. **A spatial framework to explore needs and opportunities for interoperable urban flood management.** Philosophical Transactions of the Royal Society A Mathematical Physical and Engineering Sciences, 378(2168), 20190205, 2020

DE MIGUEL ARBONES, E., GONZÁLEZ, E.F.-V., PEIDRO, J.M., GARCÍA, J.C. **Life cersuds: A proposal to adapt our cities to climate change | Life cersuds: una propuesta para adaptar nuestras ciudades al cambio climático.** Revista Proyecto Progreso Arquitectura, (22), pp. 102–117, 2020



Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes

Technical and Scientific Journal Green Cities

ISSN 2317-8604 Suporte Online / Online Support

Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

DE OLIVEIRA, A.K.B., BATTEMARCO, B.P., BARBARO, G., VERÓL, A.P., MIGUEZ, M.G. **Evaluating the Role of Urban Drainage Flaws in Triggering Cascading Effects on Critical Infrastructure, Affecting Urban Resilience.** Infrastructures, 7(11), 153, 2022

DE OLIVEIRA, G. T., et al. **Problemas causados pela impermeabilização do solo devida à urbanização.** Salão do Conhecimento, v. 6, n. 6, 2020.

FAYOMI, G.U., ONYARI, E.K., JAIYEOLA, A.T. **Quantitative assessment of open drainage and storm water runoff capacity in Nigeria: Consequences and way forward.** Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 9, 100766, 2024

FERNÁNDEZ-GONZALVO, M., HERNÁNDEZ-CRESPO, C., MARTÍN, M., ANDRÉS-DOMÉNECH, I. **Comparison of permeable pavements effluent under Atlantic and Mediterranean rainfall regimes: A mid-term laboratory experience.** Building and Environment, 206, 108332, 2021

FIGUEROA-AVALOS, S.J., CORREA-FUENTES, D.A., LÓPEZ-DE-La-Cruz, J., GUTIÉRREZ-VALENCIA, J.A., BARAJAS-Ávalos, I. **Evaluation of Rain Barrels and Green Roofs for Flood Mitigation in a Warm Sub-Humid Climate – State of Colima, Mexico.** Habitat Sustentable, 14(2), pp. 86–97, 2024

GARCÍA-HABA, E., NAVES, J., HERNÁNDEZ-CRESPO, C., ANTA, J., ANDRÉS-DOMÉNECH, I. **Influence of sediment characteristics on long-term hydrology and water quality behaviour during the clogging process of a permeable asphalt.** Journal of Water Process Engineering, 53, 103658, 2023

HESARKAZZAZI, S., HAJIBABAEI, M., BAKHSHIPOUR, A.E., HAGHIGHI, A., SITZENFREI, R. **Generation of optimal (de)centralized layouts for urban drainage systems: A graph-theory-based combinatorial multi-objective optimization framework.** Sustainable Cities and Society, 81, 103827, 2022

HIDALGO-MONROY, G., VASQUEZ-AVILA, S., ARAYA, F. **Qualitative Analysis Of The Social Sustainability Of Urban Drainage Systems In Chile.** Habitat Sustentable, 12(1), pp. 44–57, 2022

HILL, K. D.; BEECHAM, S. **The Effect of Particle Size on Sediment Accumulation in Permeable Pavements.** Water, [S.I.], v. 10, n. 4, p. 403, 2018.

HOSSEINZADEH, A., BEHZADIAN, K., ROSSI, P., ARDESHIR, A., TORABI HAGHIGHI, A. **A new multi-criteria framework to identify optimal detention ponds in urban drainage systems.** Journal of Flood Risk Management, 16(2), e12890, 2023

JOSHI, P., LEITÃO, J.P., MAURER, M., BACH, P.M. **Not all SuDS are created equal: Impact of different approaches on combined sewer overflows.** Water Research, 191, 116780, 2021

KO, M.J., CHOI, Y.H. **Development of a Multi-Objective Optimal Design Approach for Combined Water Systems.** Applied Sciences Switzerland, 13(9), 5474, 2023

KRASNOGORSKAYA, N., LONGOBARDI, A., MOBILIA, M., KHASANOVA, L.F., SHCHELKHOVA, A.I. **Hydrological modeling of green roofs runoff by nash cascade model.** Open Civil Engineering Journal, 13(1), pp. 163–171, 2019

LIANG, Z., HEWITT, R.R., DU, Y. **Research on design method for the blue-Green ecological network system to deal with urban flooding: A case study of Charleston peninsula.** International Journal of Design and Nature and Ecodynamics, 14(4), pp. 275–286, 2019

LUSTOSA, K.L., DOS SANTOS JÚNIOR, F.L.D.S., OLIVEIRA, H.S.C. **The Use of Permeable Asphalt fot the Benefit of Drainage Systems in Urban Areas – A Literature Review.** Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications, 9(44), pp. 18–24, 2023



Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

MADRAZO-URIBEETXEBARRIA, E., GARMENDIA ANTÍN, M., ALBERRO EGUILGOR, G., ANDRÉS-DOMÉNECH, I. **Analysis of the hydraulic performance of permeable pavements on a layer-by-layer basis.** Construction and Building Materials, 387, 131587, 2023

MARCHIONI, M., BECCIU, G. **Infiltration-exfiltration system for stormwater runoff volume and peak attenuation.** International Journal of Safety and Security Engineering, 8(4), pp. 473–483, 2018

ÖHRN SAGRELIUS, P., BLECKEN, G., HEDSTRÖM, A., ASHLEY, R., VIKLANDER, M. **Environmental impacts of stormwater bioretention systems with various design and construction components.** Journal of Cleaner Production, 359, 132091, 2022

PAREDES, D. **Hydraulic analysis of urban drainage systems with conventional solutions and sustainable technologies: Case study in Quito, Ecuador.** Journal of Water Management Modeling, 2018, C440, 2018

PEREIRA, Dionizio; SIMPLÍCIO, Eduardo; DONADI, Pedro. Cidades Sustentáveis. **TCC. Programa de Pós-Graduação em Administração e de Pós-Graduação em Economia FEA/PUC-SP.** São Paulo, 2019.

PEREIRA, E. B. P. **A importância dos espaços livres públicos em estratégias de adaptação de áreas urbanas costeiras sujeitas à inundaçāo no contexto da mudança climática.** Rio de Janeiro: Editora PUC-Rio, 2018. Disponível em: <https://www.editora.puc-rio.br/media/import%C3%A2ncia%20dos%20espa%C3%A7os%20livres%20p%C3%BAblicos%20em%20estrat%C3%A9gias%20de%20adapta%C3%A7%C3%A3o.pdf>.

POULSEN, S.E., ANDERSEN, T.R., TORDRUP, K.W. **Full-Scale Demonstration of Combined Ground Source Heating and Sustainable Urban Drainage in Roadbeds.** Energies, 15(12), 4505, 2022

RAIMONDI, A., BECCIU, G. **Performance of Green Roofs for Rainwater Control.** Water Resources Management, 35(1), pp. 99–111, 2021

RAIMONDI, A., MARCHIONI, M., SANFILIPPO, U., STROPPIA, F.F., BECCIU, G. **Probabilistic Estimation of Runoff from Green Roofs.** International Journal of Computational Methods and Experimental Measurements , 10(1), pp. 13–25, 2022

RAMÍREZ, M.G., CORREA, V.A.D. **Blue-green infrastructure and the intermediate scale | Infraestructura verde-azul y la escala intermedia.** Dearq, 2022(34), pp. 67–81, 2022

RAMÍSIO, P.J., BRITO, R.S., BECEIRO, P. **Accessing Synergies and Opportunities between Nature-Based Solutions and Urban Drainage Systems.** Sustainability Switzerland, 14(24), 16906, 2022

REZAEI, A.; ISMAIL, Z.; NIKSOKHAN, M. H.; DAYARIAN, M. A. **Investigating the effective factors influencing surface runoff generation in urban catchments – A review.** Water Science and Technology, v. 80, n. 11, p. 2071-2095, 2019

ROCHA, Serginho; ALENCAR, Karina de Moura Costa. **Drenagem Urbana Sustentável,** 2021. Disponível em: <https://envolverde.com.br/drenagem-urbana-sustentavel/>.

RODRIGUES, A. L. M. **Técnicas compensatórias no controle de drenagem em bacias hidrográficas urbanas: diagnóstico, viabilidade e modelagem.** 2020. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2020.

ROSA, A., PROKOPIUK, M., DE MACEDO, M.B., DE SOUZA, V.C., MENDIONDO, M.E. **Bioretention as a control to urban drainage system with an ecohydrological base: GIS as a tool on decision making.** Sustainable and Resilient Infrastructure, 10(1), pp. 102–117, 2025

SADR, S.M.K., CASAL-CAMPOS, A., FU, G., WARD, S., BUTLER, D. **Strategic planning of the integrated urban wastewater system using adaptation pathways.** Water Research, 182, 116013, 2020

SALIHU, C., MOHANDES, S.R., KINEBER, A.F., ELGHAISH, F., ZAYED, T. **A Deterioration Model for Sewer Pipes Using CCTV and Artificial Intelligence.** Buildings, 13(4), 952, 2023



Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes

Technical and Scientific Journal Green Cities

ISSN 2317-8604 Suporte Online / Online Support

Edição em Português e Inglês / Edition in Portuguese and English - Vol. 13, N. 45, 2025

SEBICHO, S.W., LOU, B., ANITO, B.S. **A Multi-Parameter Flexible Smart Water Gauge for the Accurate Monitoring of Urban Water Levels and Flow Rates.** Eng, 5(1), pp. 198–216, 2024

SENOISAIN, J.L. **Urban regreeneration: Green urban infrastructure as a response to climate change mitigation and adaptation.** International Journal of Design and Nature and Ecodynamics, 15(1), pp. 33–38, 2020

SEYEDASHRAF, O., BOTTACIN-BUSOLIN, A., HAROU, J.J. **A design framework for considering spatial equity in sustainable urban drainage infrastructure.** Sustainable Cities and Society, 85, 103960, 2022

SEYEDASHRAF, O., BOTTACIN-BUSOLIN, A., HAROU, J.J. **Many-Objective Optimization of Sustainable Drainage Systems in Urban Areas with Different Surface Slopes.** Water Resources Management, 35(8), pp. 2449–2464, 2021
SONEBI, M., BASSUONI, M., YAHIA, A. **Pervious concrete: Mix design, properties and applications.** Rilem Technical Letters, 1, pp. 109–115, 2016

TANG, Y.-T., CHAN, F.K.S., O'DONNELL, E.C., HIGGITT, D.L., THORNE, C.R. **Aligning ancient and modern approaches to sustainable urban water management in China: Ningbo as a “Blue-Green City” in the “Sponge City” campaign.** Journal of Flood Risk Management, 11(4), e12451, 2018

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas.** Brasília: Ministério das Cidades, 2005. Disponível em: https://www.academia.edu/6714312/Gest%C3%A3o_de_%C3%81guas_Pluviais_Urbanas

VERCRUYSSSE, K., DAWSON, D.A., WRIGHT, N. **Interoperability: A conceptual framework to bridge the gap between multifunctional and multisystem urban flood management.** Journal of Flood Risk Management, 12, e12535, 2019

WANG, Y., MENG, F., LIU, H., ZHANG, C., FU, G. **Assessing catchment scale flood resilience of urban areas using a grid cell based metric.** Water Research, 163, 114852, 2019

WU, W., JAMALI, B., ZHANG, K., MARSHALL, L., DELETIC, A. **Water Sensitive Urban Design (WSUD) Spatial Prioritisation through Global Sensitivity Analysis for Effective Urban Pluvial Flood Mitigation.** Water Research, 235, 119888, 2023

XIE, K., KIM, J.-S., HU, L., ZHANG, S., LIU, Y. **Intelligent Scheduling of Urban Drainage Systems: Effective Local Adaptation Strategies for Increased Climate Variability.** Water Resources Management, 37(1), pp. 91–111, 2023



DECLARAÇÕES

CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e design do estudo:** André dos Santos Ramos
 - **Curadoria de dados:** André dos Santos Ramos
 - **Metodologia:** André dos Santos Ramos
 - **Análise formal:** André dos Santos Ramos e Ana Paula Branco do Nascimento
 - **Investigação:** André dos Santos Ramos
 - **Redação – versão original:** André dos Santos Ramos
 - **Revisão crítica:** André dos Santos Ramos
 - **Revisão e edição final:** Ana Paula Branco do Nascimento
 - **Supervisão:** Ana Paula Branco do Nascimento
 - **Aquisição de financiamento:** *Não se aplica*
-

DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, **André dos Santos Ramos e Ana Paula Branco do Nascimento** declaramos que o manuscrito intitulado **“Soluções Sustentáveis de Drenagem Urbana e sua Conexão com ODS da Agenda 2030”**:

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui. Este trabalho foi apoiado pelo Programa de Pós Graduação Mestrado Profissional em Engenharia Civil.
2. **Relações Profissionais:** Eu professa e mantenho vínculo empregatício na Universidade São Judas Tadeu.
3. **Conflitos Pessoais:** Não possui.