

ANÁLISE COMPARATIVA DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS EM MUNICÍPIOS BRASILEIROS

Renato da Silva Coelho ¹; Anai Floriano Vasconcelos ²

RESUMO – A urbanização acelerada no Brasil demanda a transição do modelo de drenagem higienista para o uso de técnicas compensatórias e Soluções Baseadas na Natureza (SBN). Este trabalho objetivou analisar e comparar os parâmetros normativos para a implantação dessas técnicas em 13 municípios brasileiros. A metodologia consistiu em uma pesquisa qualitativa e exploratória baseada na análise documental de manuais técnicos e legislações municipais selecionados via critérios do SINISA 2024. Os resultados revelaram uma acentuada fragmentação normativa, com variações significativas nos tempos de retorno e nas vazões de restrição. Identificou-se a predominância de técnicas consolidadas, como bacias e pavimentos permeáveis, em detrimento de soluções integradas à paisagem, além de uma lacuna crítica quanto às diretrizes de manutenção. Conclui-se que a eficácia da drenagem sustentável depende da uniformização das normas locais e da criação de marcos referenciais que padronizem os critérios de dimensionamento e gestão. A padronização técnica é essencial para superar ações isoladas e promover a resiliência urbana em escala nacional.

Palavras-Chave – técnicas compensatórias, soluções baseadas na natureza, drenagem urbana

ABSTRACT– Accelerated urbanization in Brazil requires a shift from the traditional hygienist drainage model to compensatory techniques and Nature-based Solutions (NbS). This study aimed to analyze and compare normative parameters for implementing these techniques in 13 Brazilian municipalities. The methodology consisted of qualitative and exploratory research based on a documentary analysis of technical manuals and municipal legislation, selected according to SINISA 2024 criteria. Results revealed significant normative fragmentation, with substantial variations in return periods and restricted discharge rates. There was a predominance of consolidated techniques, such as detention basins and permeable pavements, over landscape-integrated solutions, in addition to a critical gap in maintenance guidelines. The study concludes that the effectiveness of sustainable drainage depends on the standardization of local regulations and the creation of reference frameworks for sizing and management criteria. Technical standardization is essential to overcome isolated actions and promote urban resilience on a national scale.

Key-words – compensatory techniques, Nature-based Solutions, urban drainage

1) Universidade Federal de São Carlos, renatocoelho@estudante.ufscar.br

2) Universidade Federal de São Carlos, anai.vasconcelos@ufscar.br

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização acelerada em países em desenvolvimento como o Brasil tem provocado alterações drásticas no ciclo hidrológico urbano. A substituição da cobertura vegetal por superfícies impermeáveis reduz as taxas de infiltração e evapotranspiração, resultando em um aumento significativo do volume de escoamento superficial e da frequência de inundações. Tradicionalmente, o manejo das águas pluviais fundamentou-se no modelo higienista, pautado na rápida drenagem e condução das águas para jusante através de estruturas cinzas e canalizações. Segundo Tucci (2005), esse modelo tradicional de drenagem urbana, acaba transferindo os problemas de inundação para jusante.

Nesse cenário, surgem as técnicas compensatórias, contempladas pelas Soluções Baseadas na Natureza (SBN), que buscam restabelecer o ciclo hidrológico natural por meio da infiltração, retenção e evapotranspiração das águas da chuva (Gonçalves et al., 2016). Embora o conceito de drenagem sustentável venha ganhando espaço na literatura científica brasileira, a sua implementação prática depende diretamente da existência de instrumentos normativos locais que auxiliem no licenciamento e na fiscalização de novos empreendimentos.

Entretanto, observa-se no cenário nacional uma acentuada fragmentação normativa. Dado que a gestão dos sistemas de drenagem é uma atribuição municipal, os critérios de dimensionamento, as tipologias técnicas permitidas e as diretrizes de manutenção variam consideravelmente entre as cidades, muitas vezes sem uma fundamentação técnica coerente. Essa falta de padronização dificulta a disseminação de boas práticas e compromete a eficiência operacional das infraestruturas instaladas.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo identificar, analisar e comparar as técnicas compensatórias inseridas nos manuais e legislações de 13 municípios brasileiros selecionados. Pretende-se, a partir desta análise documental, diagnosticar os parâmetros normativos e diretrizes técnicas para implantação das técnicas, criando um panorama geral do cenário brasileiro.

METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se por uma abordagem qualitativa, de natureza descritiva e exploratória, centrada na análise documental de instrumentos normativos municipais. O delineamento metodológico foi estruturado para identificar as convergências e disparidades técnicas e de gestão na implantação de técnicas compensatórias de drenagem urbana em cidades brasileiras.

Seleção da amostra e critérios de elegibilidade

O universo amostral foi definido a partir do Relatório de Águas Pluviais do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINISA), ano de referência 2024. A seleção dos municípios

obedeceu a um processo de afinilamento baseado em três filtros sequenciais: (i) declaração de existência de medidas compensatórias de drenagem urbana implantadas em vias públicas; (ii) porte populacional superior a 200.000 habitantes, visando captar realidades de maior complexidade técnica e administrativa; e (iii) disponibilidade de manuais técnicos, planos diretores de drenagem ou leis específicas, que contemplem a implantação de técnicas compensatórias, para consulta nos portais eletrônicos das prefeituras.

A aplicação desses critérios resultou em uma amostra de 13 municípios: Araraquara (SP), Belo Horizonte (MG), Campo Grande (MS), Curitiba (PR), Distrito Federal (DF), Goiânia (GO), Jacareí (SP), Joinville (SC), Juiz de Fora (MG), Porto Alegre (RS), Praia Grande (SP), São José dos Campos (SP) e São Paulo (SP).

Procedimentos de análise documental

Os instrumentos localizados foram submetidos a uma análise técnica comparativa, organizada em dois eixos fundamentais:

- **Eixo Técnico:** Focado nos critérios de projeto, incluindo os tempos de retorno (TR) mínimos e máximos adotados, definição de vazões de restrição (Qs), e a diversidade de tipologias das técnicas (jardins de chuva, pavimentos permeáveis, bacias, etc.) detalhadas nos documentos.
- **Eixo de Gestão e Operação:** Dedicado à identificação das atribuições institucionais, mecanismos de fiscalização no licenciamento e, prioritariamente, a existência (ou carência) de diretrizes específicas para a manutenção e conservação das infraestruturas instaladas.

A síntese dessas informações permitiu a construção das matrizes comparativas apresentadas nos resultados, servindo de base para a discussão sobre a situação normativa no cenário nacional.

RESULTADOS

Panorama geral dos documentos analisados

A análise dos documentos dos 13 municípios revelou disparidade tanto na cronologia de criação dos instrumentos normativos quanto na natureza técnica dos manuais. O histórico normativo nacional demonstra o pioneirismo de localidades como Porto Alegre (2005), Distrito Federal (cujo Plano Diretor de Drenagem Urbana remonta a 2008, seguido por manual em 2018) e São Paulo (2012), que possuem diretrizes consolidadas há mais de uma década. No entanto, observa-se um nítido movimento recente de atualizações e elaborações inéditas na gestão pública brasileira. A maioria dos instrumentos analisados encontra-se em suas versões vigentes publicadas ou revisadas entre 2022 e

2025, como as publicações de Araraquara, Jacareí, São José dos Campos, Belo Horizonte, Goiânia e Joinville, e a robusta atualização normativa do próprio manual do Distrito Federal em 2023.

Critérios de dimensionamento e parâmetros hidrológicos

Alguns critérios de dimensionamento variam entre os municípios, conforme sintetizado na Tabela 1. A exemplo, o tempo de retorno (TR) mínimo, usualmente aplicado para a microdrenagem, apresenta a maior disparidade, com uma amplitude de 2 a 10 anos.

Tabela 1 – Parâmetros hidrológicos e de gestão nos manuais municipais

Município	TR Mínimo (anos)	TR Máximo (anos)	Vazão de Restrição (Qs)	Responsabilidade de Manutenção
Campo Grande (MS)	10	100	28,3 L/(s.ha)	Município
Distrito Federal (DF)	10	100	Vazão natural	Proprietário / Município
Goiânia (GO)	5	50	Vazão natural	Município
Araraquara (SP)	2	100	Vazão natural	Proprietário / Município
Belo Horizonte (MG)	2	100	Vazão natural	Proprietário
Jacareí (SP)	10	100	Vazão natural	Proprietário / Município
Juiz de Fora (MG)	2	25	26,6 L/(s.ha)	Proprietário
Praia Grande (SP)	10	100	Vazão natural	Proprietário / Município
S. José dos Campos (SP)	10	100	Pontuação de SBN	Proprietário / Município
São Paulo (SP)	10	100	Vazão natural	Proprietário / Município
Curitiba (PR)	2	100	27,0 L/(s.ha)	Proprietário / Município
Joinville (SC)	5	100	Vazão natural	Proprietário / Município
Porto Alegre (RS)	2	100	20,8 L/(s.ha)	Proprietário / Município

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

A análise comparativa das vazões de restrição (Qs) revela a adoção de diferentes critérios nas exigências normativas, refletindo uma falta de padronização na gestão hidrológica municipal. O valor de 20,8 L/(s.ha), estabelecido por Porto Alegre (2005), consolidou-se como referência, sendo adotado com ligeiras variações por Juiz de Fora (2011) e Curitiba (2012), esta última com 27,0 L/(s.ha). Em contraste, Campo Grande (2015) permite um limite superior de 28,3 L/(s.ha), o que representa uma tolerância aproximadamente 36% maior no lançamento de águas pluviais na rede pública em comparação à capital gaúcha. Instrumentos mais recentes, como os de Belo Horizonte (2022), Distrito Federal (2023) e Joinville (2025), abandonam taxas fixas em favor da manutenção da vazão natural para lançamento. Contudo, observa-se que a definição desse cenário "natural", se solo exposto, pastagem ou mata nativa, nem sempre é explicitada, conferindo subjetividade ao processo de licenciamento. Independentemente de se adotar uma vazão de restrição específica ou uma vazão natural, é essencial que os critérios utilizados para a sua definição sejam apresentados. Por exemplo, a vazão natural pode ser estabelecida para diferentes períodos de retorno, durações de chuvas e curvas

IDF existentes. E a vazão de restrição pode ter sido definida por estas mesmas características, mas já considerando uma determinada curva IDF, duração e TR de chuva de projeto. Estes parâmetros também evidenciam que este critério deve ser local, dada a variabilidade das características pluviométricas dos diferentes locais.

Com relação à manutenção das infraestruturas, identifica-se uma lacuna crítica na maioria dos instrumentos analisados. Embora a responsabilidade pela manutenção e operação seja invariavelmente transferida ao proprietário ou condomínio na maioria dos casos, poucos manuais estabelecem protocolos técnicos ou cronogramas de zeladoria. Enquanto São José dos Campos (2024) e Joinville (2025) inovam ao propor *checklists* e frequências de limpeza para garantir a funcionalidade das técnicas compensatórias, manuais mais antigos e generalistas limitam-se a citar a obrigatoriedade de conservação. A ausência de critérios específicos para a desobstrução de dispositivos infiltrantes e a remoção de sedimentos em bacias de retenção compromete a eficiência hidrológica a longo prazo, podendo transformar medidas compensatórias em passivos ambientais e focos de vetores, mitigando os benefícios das soluções sustentáveis propostas.

Diversidade de técnicas compensatórias

A distribuição das técnicas compensatórias entre os municípios analisados (Quadro 1) evidencia uma clara predominância de medidas estruturais de reservação e infiltração em detrimento de soluções integradas à paisagem.

Quadro 1 – Distribuição das técnicas compensatórias nos manuais municipais

Município	Jardim de Chuva / Biorretenção	Pavimento Permeável	Telhado Verde	Infiltração (Trincheira / Poço)	Detenção / Retenção (Bacias)
Campo Grande (MS)		•		•	•
Distrito Federal (DF)	•	•	•	•	•
Goiânia (GO)	•	•	•	•	•
Araraquara (SP)	•	•	•	•	•
Belo Horizonte (MG)	•	•	•	•	•
Jacaré (SP)		•	•	•	•
Juiz de Fora (MG)		•		•	•
Praia Grande (SP)		•	•		•
S. José dos Campos (SP)	•	•	•	•	•
São Paulo (SP)	•	•	•	•	•
Curitiba (PR)	•	•	•	•	•
Joinville (SC)	•	•	•	•	•
Porto Alegre (RS)		•	•	•	•

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Verifica-se que as bacias de detenção e retenção e os pavimentos permeáveis são unânimes na amostra. Essa preferência justifica-se pelo fato de serem técnicas de engenharia civil já consolidadas, com métodos de dimensionamento, como o Método de Puls, amplamente difundidos em manuais clássicos. Por outro lado, a inserção de jardins de chuva, aparece como um divisor de águas cronológico: enquanto instrumentos mais antigos como os de Campo Grande (2015) e Praia Grande (2015) ignoram essa tipologia, todos os manuais publicados a partir de 2022 a incluem como peça importante do manejo sustentável.

A análise revela ainda que o telhado verde, embora citado em 84% da amostra, é frequentemente tratado de forma simplificada, sem o mesmo rigor de dimensionamento hidráulico dedicado às bacias e trincheiras. Nota-se que os municípios que utilizam sistemas de pontuação para licenciamento, como São José dos Campos (2024), apresentam um detalhamento técnico superior para essas soluções verdes, incentivando sua adoção não apenas como medida estética, mas como componente ativo no amortecimento do pico de cheia.

Quanto à aplicabilidade dos TR para cada técnica, a análise revela uma carência de especificidade na maioria dos instrumentos. Prevalece a adoção de critérios generalistas, onde o TR é definido pela escala do sistema (micro ou macrodrenagem) e não pela tipologia do dispositivo. As exceções ocorrem em Porto Alegre (2005) e São Paulo (2012), que aplicam um duplo critério de TR (2 anos para controle de vazão e 10 anos para segurança de extravasamento), e em São José dos Campos (2024), que estabelece um TR específico de 5 anos exclusivamente para telhados verdes.

CONCLUSÃO

A análise comparativa dos 13 instrumentos normativos municipais permitiu traçar um panorama nacional da evolução e dos desafios do manejo de águas pluviais no Brasil. Os resultados evidenciam que, embora haja um movimento consolidado de transição do modelo higienista para o controle na fonte, a implementação prática ainda é marcada por uma falta de padronização normativa entre os municípios.

Verificou-se que a ausência de diretrizes nacionais unificadas resulta em uma acentuada diferença nos parâmetros de dimensionamento. A variação dos períodos de retorno (TR) mínimos entre 2 e 10 anos e as discrepâncias de até 36% nas vazões de restrição (Qs) sem as devidas justificativas demonstram que critérios fundamentais de engenharia são definidos de forma isolada e, por vezes, imposta por cada municipalidade. Essa fragmentação pode gerar insegurança técnica e jurídica para projetistas e empreendedores, dificultando a replicação de boas práticas e a avaliação regional dos impactos da urbanização sobre os recursos hídricos.

Contudo, a recente publicação da Norma de Referência nº 12/2025 pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (BRASIL, 2025) surge como um marco estratégico para a resolução deste cenário. Ao estabelecer diretrizes nacionais e determinar que a estruturação dos serviços municipais deve priorizar as Soluções Baseadas na Natureza (SBN), a Resolução ANA nº 245/2025 fornece o alicerce necessário para a futura uniformização e aprimoramento dos normativos locais.

No que tange às tipologias técnicas, a pesquisa confirmou a consolidação das bacias de retenção e dos pavimentos permeáveis como soluções universais. Entretanto, a adoção dos jardins de chuva e das biovaletas apenas nos instrumentos publicados a partir de 2022 indica que a adoção de técnicas compensatórias ainda ocorre de maneira pontual, dependendo mais da iniciativa política local do que de uma estratégia de planejamento urbano integrada.

Adicionalmente, identifica-se que a manutenção permanece como o principal gargalo operacional. A carência de protocolos técnicos específicos na maioria dos manuais sugere que o avanço na criação de normas não foi acompanhado por diretrizes de zeladoria, o que pode comprometer a eficiência hidrológica das medidas compensatórias a longo prazo.

Conclui-se que a eficácia da drenagem sustentável no Brasil ultrapassa a execução de projetos, exigindo a uniformização das normas municipais. Recomenda-se a criação de diretrizes técnicas referenciais que padronizem critérios de dimensionamento e manutenção, permitindo que o manejo das águas pluviais evolua de ações locais para uma política nacional de resiliência urbana.

REFERÊNCIAS

ADASA – AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL. *Manual de Drenagem Urbana do Distrito Federal*. Brasília: ADASA, 2023.

ARARAQUARA. Lei Complementar nº 998, de 05 de junho de 2024. *Manual de Drenagem e Manejo Sustentável de Águas Pluviais*. Araraquara: Prefeitura Municipal, 2024.

BELO HORIZONTE. Superintendência de Desenvolvimento da Capital (SUDECAP). *Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Belo Horizonte*. Belo Horizonte: SUDECAP, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. *Resolução ANA nº 245, de 17 de março de 2025. Aprova a Norma de Referência nº 12/2025, que dispõe sobre a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (DMAPU)*. Brasília, DF: ANA, 2025.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINISA): Diagnóstico Temático de Manejo de Águas Pluviais Urbanas - Ano de referência 2024*. Brasília: SNS/MIDR, 2025.

CAMPO GRANDE. Prefeitura Municipal. *Plano Diretor de Drenagem Urbana de Campo Grande*. Campo Grande: Prefeitura Municipal, 2015.

CURITIBA. Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA). *Manual de Drenagem Urbana de Curitiba*. Curitiba: SMMA, 2012.

GOIÂNIA. Secretaria Municipal de Infraestrutura Urbana e Serviços Públicos (SEINFRA). *Plano Diretor de Drenagem Urbana de Goiânia (PDDUG)*. Goiânia: SEINFRA, 2023.

GONÇALVES, Luciana et al. *O uso de técnicas compensatórias de drenagem para controle dos impactos da urbanização*. [S.l.: S.n.]. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/309286239>>.

JACAREÍ. Prefeitura Municipal. *Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Jacareí*. Jacareí: Prefeitura Municipal, 2023.

JOINVILLE. Secretaria de Infraestrutura Urbana (SEINFRA). *Manual de Drenagem Urbana de Joinville*. Joinville: SEINFRA, 2025.

JUIZ DE FORA. Prefeitura Municipal. *Manual de Drenagem Urbana de Juiz de Fora*. Juiz de Fora: Prefeitura Municipal, 2011.

PORTO ALEGRE. Departamento de Esgotos Pluviais (DEP). *Plano Diretor de Drenagem Urbana: Manual de Drenagem Urbana*. Porto Alegre: DEP/IPH-UFRGS, 2005. v. 6.

PRAIA GRANDE. Prefeitura Municipal. *Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de Praia Grande: Manual de Drenagem Urbana*. Praia Grande: FCTH, 2015. v. 7.

SÃO JOSÉ DOS CAMPOS. Prefeitura Municipal. *Manual de Drenagem Sustentável*. São José dos Campos: FCTH/USP, 2024.

SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano (SMDU). *Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais: aspectos tecnológicos; diretrizes para projetos*. São Paulo: SMDU, 2012. v. 3.

TUCCI, C. E. M. *Gerenciamento da drenagem urbana*. Brasília: Ministério das Cidades, 2005.

TUCCI, Carlos et al. *Proposta de governança da regulação para drenagem e manejo de águas pluviais no Brasil*. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 21, n. 1, p. 9– 0, 11 jun. 2024.