

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

EFICIÊNCIA NA RETENÇÃO DE ÁGUA NOS JARDINS DE CHUVA INSTALADOS NO BRASIL: REVISÃO SISTEMÁTICA

Maysa Malva¹

Resumo: Este artigo apresenta uma revisão sistemática sobre a eficiência dos jardins de chuva instalados no Brasil na retenção e infiltração de águas pluviais. A pesquisa abrange o período de 2000 até os dias atuais, com base em artigos científicos, dissertações e teses obtidos nas plataformas Scopus, Scielo e CAPES. Apesar da relevância crescente da infraestrutura verde no cenário urbano brasileiro, os resultados mostram que há um número ainda reduzido de estudos que investigam diretamente a eficiência hidráulica dos jardins de chuva no país.

Foram selecionados cinco trabalhos que abordam, de forma prática e experimental, a implantação e o desempenho desses dispositivos. Os resultados demonstram eficiências elevadas, com retenções médias variando de 20% a mais de 97%, a depender das condições de solo, intensidade de chuvas e configurações técnicas dos sistemas. Os estudos destacam ainda benefícios secundários, como o aumento da permeabilidade urbana, conforto térmico e requalificação de espaços públicos.

Contudo, a escassez de dados e o baixo número de dispositivos efetivamente monitorados indicam a necessidade de mais investimentos em pesquisa e políticas públicas que incentivem a aplicação da infraestrutura verde. O jardim de chuva se revela como uma alternativa eficaz e sustentável para mitigar os impactos da impermeabilização urbana, contribuindo para cidades mais resilientes.

Palavras-Chave – Jardim de chuva, canteiro de chuva e infraestrutura verde.

OBJETIVO

O presente estudo tem o objetivo de realizar uma revisão sistemática dos jardins de chuva (o termo canteiros de chuva, apesar de possuir diferenças em relação aos jardins, será levado em conta, pois as nomenclaturas no Brasil ainda não são bem definidas) instalados no Brasil, seja em projeto piloto ou em funcionamento nas áreas urbanizadas e quais são, ou foram, em algum momento, monitorados para verificação de eficiência na questão de retenção e controle de águas pluviais. Os dados serão a partir dos anos 2000 até a presente data, no Brasil, nos idiomas português e inglês. As bases de obtenção de dados serão a Scopus, Scielo e Base de teses de dissertações da CAPES. Espera-se, com este artigo, portanto, se vislumbrar a direção da aplicação deste dispositivo nas cidades brasileiras.

1) Aluna especial do curso de Mestrado da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Bauru, (14) 99661-5161, maysa.malva@unesp.br

INTRODUÇÃO

A infraestrutura verde (IV), também conhecida como desenvolvimento de baixo impacto (LID), sistema de drenagem urbana sustentável (SUDS), desenvolvimento urbano sensível a água, melhores práticas de gestão (BMP), cidade esponja e Soluções Baseadas na Natureza (SbN), conforme o país que à aplica, segundo Gondim (2024), vem ganhando notoriedade nos últimos anos no Brasil, apesar de ser um tema que é estudado e aplicado há mais de 30 anos (Benedict e McMahon, 2006), ainda causam dúvidas, sejam nos profissionais da área, dos gestores públicos e na população em geral. O jardim de chuva, que é um dispositivo que faz parte desta terminologia geral, talvez seja o mais fácil de visualizar pela percepção popular e, também, pela fácil adaptabilidade paisagística.

No Brasil, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA, através da Norma de Referência nº 12/2025, de 17 de março de 2025, que trata de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, se preocupa em definir a infraestrutura verde, porém ela não distinguiu os dispositivos que estariam no seu guarda-chuva. Já o Caderno de Tipologias Urbanas Modulares, elaborado em fevereiro de 2025, pelo governo do estado de São Paulo, buscou organizar e orientar os termos aplicados, sendo, então, divididos em manejo de águas pluviais como termo principal, drenagem, um dos termos filho, o qual é dividido entre: Bacia de infiltração, Biovaleta, Canteiro de chuva e Jardim de chuva, os quais se diferem entre quantidade de volume captado, condução, retenção e modo construtivo.

Segundo Guohao (2021), o jardim de chuva é um dos dispositivos mais largamente utilizados no mundo, sendo assim, no Brasil, o crescimento deste é esperado também. Apesar desse aumento, ainda é difícil encontrá-los pelas cidades brasileiras. As funções do jardim de chuva são diversas, as quais incluem: redução de alagamentos, tratamento das águas pluviais e valorização da paisagem. No presente artigo, o foco será a eficiência na retenção das águas pluviais, seja através da reservação como na infiltração destas.

METODOLOGIA

Primeiramente, a amostra temporal foi delimitada a partir do ano 2000 até a atualidade, o país de implantação do dispositivo em tela foi definido como Brasil e foram definidas as palavras chaves para as buscas nas bases Scopus, que foram *rain garden*, *green infrastructure*, *sustainable drainage systems*, *low impact developed*, *bioretention*, *Brazil*, jardins de chuva, jardim de chuva, canteiro de chuva e biorretenção e Brasil, que poderiam estar no título, resumo ou nas palavras chaves, o qual resultou em 219 itens, que após análises dos resumos, somente 3 tinham o dispositivo jardim de chuva como objeto de estudo, sendo que um destes artigos é referente à uma dissertação de mestrado encontrada na base de teses e dissertações da Capes. Na base de dados da Scielo, retornaram 32 trabalhos, que nenhum tratava da eficiência de jardim de chuva e na base de teses e dissertações da CAPES retornaram 29 trabalhos, sendo 3 tratando do assunto em tela.

A partir destes resultados, foi feito elaborado um compilado sobre esses artigos, onde foram categorizados como:

- Utilização da Infraestrutura Verde (ou SbN): abordando a aplicação prática da IV em diferentes contextos urbanos e ambientais, discutindo desde a simulação de benefícios até as melhores combinações dos dispositivos.

- Saúde: que os temas englobam relação entre áreas verdes e a saúde pública (desde a saúde mental até a respiratória), especialmente na melhoria da qualidade de vida urbana e controle de vetores de doenças.
- Verde *versus* Sociedade: os quais abordam sobre interação entre as áreas verdes e a dimensão social, como justiça ambiental, acesso desigual à infraestrutura verde e o papel das comunidades urbanas.
- Agricultura: Tratam da agricultura urbana e da segurança alimentar no contexto de cidades sustentáveis, integrando produção de alimentos à paisagem urbana.
- Recuperação de Áreas Degradadas: Discutem estratégias e tecnologias aplicadas à recuperação ecológica e à restauração de ecossistemas impactados.
- Políticas Públicas: Abordam políticas públicas relacionadas à implementação e incentivo à infraestrutura verde, instrumentos legais e estratégias governamentais.
- Mercado de Carbono: Focam no papel das soluções baseadas na natureza na compensação de emissões e em sua inserção em mercados de carbono.
- Restauração Florestal: Relacionam a infraestrutura verde a estratégias de restauração ecológica, especialmente de florestas urbanas.
- Pagamento por Serviços Ambientais: Discutem mecanismos de compensação financeira para a preservação ou recuperação de áreas verdes e funções ecossistêmicas.
- Cidades Costeiras: Estudam o papel das soluções baseadas na natureza na proteção e adaptação de áreas costeiras frente às mudanças climáticas.
- Percepção da População sobre Drenagem Sustentável: Analisam como as populações urbanas compreendem e se relacionam com soluções de drenagem sustentável.
- Infraestrutura Verde e Azul: Exploram de forma integrada o papel de áreas verdes (vegetação) e azuis (corpos d'água) na resiliência urbana.
- Segurança Alimentar: Relaciona a infraestrutura verde com o aumento da produção e acesso a alimentos saudáveis em centros urbanos.
- Floresta Urbana: Dedicar-se ao estudo do planejamento e manutenção de florestas em áreas urbanizadas.
- Inteligência Artificial para Implementar Infraestrutura Verde: Investiga o uso de inteligência artificial como ferramenta de suporte à tomada de decisão na implementação de infraestrutura verde.
- Mudança Climática: Apontam a infraestrutura verde como ferramenta de mitigação e adaptação às mudanças climáticas em diferentes escalas.
- Área Verde: Os textos tratam da importância das áreas vegetadas no meio urbano, suas funções e desafios.

Na etapa seguinte, foram excluídos os trabalhos que não abordavam jardim de chuva, seja ele instalado em área urbana ou dentro de instituições de ensino, construído como objeto de estudo, restando 8 trabalhos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ano de 2019, Batalini de Macedo, verificou o sistema de biorretenção na cidade de São Carlos, SP, que demonstrou uma eficiência média de retenção de escoamento de 65% durante um ano hidrológico completo, com uma variação entre 9% e 100%. Essa eficiência foi maior durante a estação seca, atingindo 73%, e menor durante a estação chuvosa, com 61%. A performance do sistema no controle de enchentes também incluiu a atenuação do pico de vazão, com uma redução média de 54%, que variou de 4% a 100%, além de um atraso de 10 minutos ou mais no pico de vazão. Embora o sistema tenha sido capaz de reter uma quantidade maior de volume de escoamento, tornando a eficiência de retenção mais eficaz, ele opera abaixo de sua capacidade máxima de armazenamento, o que pode ser atribuído ao tipo de solo em regiões subtropicais com alto teor de argila, afetando a infiltração da água.

Barros, em sua tese de mestrado em 2021, verificou a eficiência na detenção de água na fonte e na infiltração direta no solo, onde o sistema conseguiu gerenciar chuvas intensas, incluindo eventos classificados como muito extremos (198,40 mm/h em 27 minutos), e promoveu a filtragem da água pluvial em aproximadamente 5 horas antes que ela acessasse as camadas de solo mais profundas. Com uma capacidade de detenção de 2,48 m³ (superior aos 1,04 m³ pré-dimensionados) devido ao uso de agregado granular reciclado com maior volume de vazios, o jardim operou com menos de 80% de sua capacidade total mesmo na simulação mais crítica de 156,63 mm/h, confirmando sua eficácia para chuvas rápidas e intensas. Adicionalmente, o projeto proporcionou melhorias visuais e conforto térmico no ambiente, revitalizando um espaço ocioso e transformando-o em um local de convivência.

De Oliveira, em 2021, em seu artigo relata a eficiência do sistema de biorretenção o qual foi avaliada em escala de laboratório, utilizando uma caixa de biorretenção que simulava os processos de um sistema real, dimensionada para metade do tamanho de um sistema de campo existente. Em termos de desempenho hidráulico, o sistema demonstrou uma redução média do pico de vazão entre 48% e 62% (para configurações sem e com zona submersa, respectivamente) e uma eficiência média de retenção de volume de 20,9% a 23,4%. Isso significa que o sistema libera entre 76,6% e 79,1% do volume de entrada, que pode ser armazenado e reutilizado. Os autores concluem que o sistema funciona para mitigação de inundações e como tratamento de água urbana, mas para o reuso de águas pluviais, modificações no projeto devem ser testadas e mais experimentos monitorados para atender a propósitos de reuso mais restritivos.

O jardim de chuva estudado no Colégio Eliezer Max, no Rio de Janeiro, por Gondim, em sua tese de doutorado em 2024, demonstrou alta eficiência na gestão de águas pluviais e prevenção de alagamentos. Durante o período de análise, a estrutura não apresentou extravasamento, mesmo em eventos de chuva considerados fortes, com intensidades de até 47 mm/h. Embora o jardim ocupe 11% da área de captação de água, cálculos indicaram que ele seria funcional mesmo com uma área equivalente a 6,3% dos telhados. A eficácia na retenção de volume de água é atribuída principalmente à elevada taxa de infiltração do solo do jardim, estimada em 40 mm/h, o que é considerado muito alto. Modelagens hidrológicas com o software Hydrus-1D confirmaram que o jardim foi capaz de reter todo o volume precipitado da área de captação dos telhados monitorados, permitindo a infiltração da água no solo, mesmo durante o evento de chuva mais intenso registrado no estudo (107 mm em 8h45min). A capacidade de retenção ociosa calculada foi de 4,40 m³.

No ano de 2025, Chaves em sua dissertação de mestrado, analisou um jardim de chuva que demonstrou uma alta eficácia na mitigação do escoamento superficial em ambiente tropical urbano. Durante o período monitorado, a estrutura alcançou uma eficiência de retenção hídrica média de 97,6% \pm 7,8%, com 78% dos eventos apresentando 100% de eficiência, ou seja, sem

transbordamentos. O sistema foi capaz de gerenciar um volume total de 168 m³ de água, correspondendo a 91% do volume total recebido. A capacidade de utilização das camadas de armazenamento superficial e subsuperficial, com médias de 47,8% e 50,9% respectivamente, indica que o sistema está operando dentro do desempenho projetado. Os resultados mostraram que a eficiência é influenciada pela magnitude da precipitação, intensidade média de precipitação, intensidade máxima de precipitação e duração da precipitação.

CONCLUSÃO

A presente revisão sistemática mostra que, embora o jardim de chuva seja um dispositivo com ampla aplicação em outros países e apresente resultados promissores na retenção e infiltração de águas pluviais, sua adoção no Brasil ainda é pouca. Apesar da presente revisão sistemática não ter um padrão de comparação de eficiência que pode-se efetivamente compará-los, os estudos analisados demonstraram eficiências significativas, o que revela o potencial dessa solução baseada na natureza para aliviar os impactos do crescimento e da consequente impermeabilização nas cidades brasileiras.

Contudo, a escassez de pesquisas voltadas especificamente à eficiência hidráulica dos jardins de chuva no Brasil levanta uma questão importante: ainda se carece de dados, monitoramento contínuo e políticas públicas que incentivem sua implantação em larga escala. O jardim de chuva, para além de uma infraestrutura verde, se apresenta como uma conexão entre o ambiente construído e os ciclos naturais da água.

Espera-se que este trabalho possa contribuir não apenas para a disseminação do conhecimento técnico sobre o tema, mas também para despertar uma visão mais sensível e integrada do planejamento urbano, com políticas públicas as quais poderiam servir de base para construção destes sistemas, onde soluções simples, sustentáveis e inspiradas na natureza possam, de fato, transformar nossas cidades em espaços mais resilientes, verdes e humanos

REFERÊNCIAS

BARROS, E. N. JARDIM DE CHUVA: TÉCNICA EM MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS, ALTERNATIVA MITIGATÓRIA DE ALAGAMENTOS NO ESPAÇO INTERNO DA POLI. [s.d.].

BATALINI DE MACEDO, M. et al. Bioretention performance under different rainfall regimes in subtropical conditions: A case study in São Carlos, Brazil. *Journal of Environmental Management*, v. 248, p. 109266, out. 2019.

BENEDICT, M. A.; McMAHON, E. T. *Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities*. Washington, DC: Island Press, 2006.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). Resolução nº 245, de 17 de março de 2025: Dispõe sobre a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/>. Acesso em: 25 mar. 2025.

CHAVES, M. T. R. et al. Vegetation adaptability in a tropical urban rain garden: A study in northeast Brazil. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 107, p. 128810, maio 2025.

DE OLIVEIRA, T. R. P. et al. Different Configurations of a Bioretention System Focused on Stormwater Harvesting in Brazil. *Journal of Environmental Engineering*, v. 147, n. 12, p. 04021058, dez. 2021.

GONDIM, F. R. (2024). “*Jardim de chuva: uma análise teórica e experimental para a implementação no Brasil*”. Tese de Doutorado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 20 p

GUOHAO LI; JIAQING XIONG; JUNGUO ZHU; YANZHENG LIU; MAWULI DZAKPASU (2021). “Design influence and evaluation model of bioretention in rainwater treatment: A review”. *Science of The Total Environment*. Volume 787 (2021) 147592

HOYLE, H. E.; SANT’ANNA, C. G. Rethinking ‘future nature’ through a transatlantic research collaboration: climate-adapted urban green infrastructure for human wellbeing and biodiversity. *Landscape Research*, v. 48, n. 4, p. 460–476, 19 maio 2023.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO. Caderno de Tipologias Urbanas Modulares. Disponível em: <https://bibliotecavirtual.sp.gov.br/external-files/SDUH/Banners/Caderno%20de%20Tipologias%20Urbanas%20Modulares.pdf> Acesso em: 10 maio 2025.