

---

# Jardins de Chuva: Conceitos, Práticas e Desempenhos

Estrabão  
Vol(4):125 –136  
©The Author(s) 2023  
Reprints and permission:  
DOI: 10.53455/re.v4i.81



**Fernando Sérgio Okimoto<sup>1</sup> and Kliscia Condução dos Santos<sup>2</sup>**

## Resumo

Este texto trata de uma revisão bibliográfica dos conceitos e práticas dos jardins de chuva e seu desempenho reconhecido enquanto elementos de drenagem urbana que podem agregar outras funções socioambientais e fragilizados. apresenta a evolução dos conceitos e algumas práticas consolidadas em cidades que as tornam resilientes às chuvas intensas. Foram pesquisadas fontes de alto impacto, principalmente periódicos de alto extrato. Percebe-se que os jardins de chuva podem ser soluções de baixo custo financeiro e técnico que tornam as cidades mais resilientes, mais atrativas, mais agradáveis aos seus habitantes.

## Palavra-chaves

jardim de chuva. Chuvas intensas. Infraestrutura verde. Drenagem urbana.

## Introdução, justificativas e objetivos

O presente trabalho trata de uma revisão bibliográfica narrativa sobre os jardins de chuva (JC). Objetivou-se identificar e qualificar as vantagens da implantação de JC, alinhando-os à drenagem tradicional das águas pluviais a fim de minimizar os efeitos negativos da urbanização e do sistema de drenagem urbana tradicional. Além disso, outros apontamentos podem ser realizados sobre os JC, por exemplo, os benefícios ambientais proporcionados pelo aumento de vegetação na área urbana, tais como melhorias no conforto térmico, o embelezamento da paisagem, a participação ativa no ciclo natural da água, a redução de gases poluentes, entre outros e os benefícios sociais, tais como o aumento necessário das áreas de lazer e de socialização da população urbana, atualmente oferecidas, devido a esses atrativos que os JC proporcionam.

---

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil

<sup>2</sup> Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, UNESP, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil

## Corresponding author:

Fernando Sérgio Okimoto  
Email: fs.okimoto@unesp.br

Este trabalho estuda os conceitos envolvidos e as práticas usuais na produção de Jardins de Chuva como uma tecnologia ambiental mais sustentável capaz de auxiliar na drenagem urbana. De maneira geral, jardins de chuva são depressões vegetadas projetadas para capturar água (YUAN; DUNNETT, 2018, p. 2), geralmente proveniente de chuvas. Estrategicamente projetados em áreas de alagamento ou acúmulo de água, os JC são usados para contribuir com o sistema de drenagem urbana tradicional que, normalmente, escoar as águas de maneira rápida e linear, desconsiderando o ciclo hidrológico natural (OLIVEIRA; BEZERRA; PERNA, 2021, p. 148). Os JC possuem um viés mais sustentável, priorizando a infiltração, ampliando a permeabilidade urbana, minimizando o escoamento superficial, além de deixar a cidade mais agradável e atrair pássaros e outros animais. As técnicas utilizadas pelos JC foram desenvolvidas na década de 80 pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US-EPA) e são conhecidas como técnicas de Low Impact Development (LID) e têm sido aplicadas em diversos projetos ao redor do mundo. Por necessitarem de uma pequena área para instalação os JC podem ser facilmente replicados em calçadas, jardins domésticos, parques etc.

Enchentes são fenômenos naturais, que podem ocorrer por alguns motivos, como: ocorrência de chuvas de elevada magnitude, transbordamento de cursos d'água ou devido a urbanização (POMPÊO, 1999, p. 156). O desmatamento e a impermeabilização do solo são fatores que impedem a infiltração destas águas no solo urbano, aumentando o escoamento superficial, desafiando os setores de gestão de águas e o planejamento urbano (ROSENBERGER; LEANDRO; PAULEIT; ERLWEIN, 2021, p. 9).

Estima-se que mais da metade da população mundial vive nas cidades e em 2050 serão cerca de dois terços (FAO, 2019, p. 6) e, por isso, medidas compensatórias, que buscam minimizar os efeitos da urbanização, são cada vez mais comuns. Neste caso, são necessárias soluções que permitam que as cidades se comportem como “esponjas”, ou seja, que elas se tornem capazes de absorver o fluxo de água superficial (LIN; WANG; JIM; LI; DENG; LIU, 2020, p. 7). Assim sendo, os JC são aplicados com intuito de mitigar os impactos da urbanização no ciclo hidrológico (ERCOLANI; CHIARADIA; GANDOLFI; CASTELLI; MASSERONI, 2018, p. 3).

No aspecto econômico, JC são alternativas em relação aos reservatórios subterrâneos artificiais que são instalados com a intenção de reduzir enchentes em áreas urbanas já consolidadas que, entretanto, possuem alto custo de instalação e manutenção. Tais custos seriam diluídos e minimizados com a implantação dos JC (POMPÊO, 1999, p. 158). Além disso, alguns benefícios provenientes do uso dos JC também afetam indiretamente a economia das cidades. Na Suécia, por exemplo, foram implantados 30.000 jardins de chuva, os quais produzem aproximadamente 10% dos vegetais consumidos no país (BARTHEL; FOLKE; COLDING, 2010, p. 2). Além de possibilitar economia na renda familiar, a prática da jardinagem também aumenta o contato entre os membros da sociedade, apoiando também a saúde pública e o bem-estar das pessoas reduzindo o stress e diminuindo a ocorrência de doenças cardiovasculares (IOJã; BADIU; HAASE; HOSSU; NIță, 2021, p.1). Além disso, pode suprir a atual e crescente demanda das cidades por espaços de convivência (ROSENBERGER; LEANDRO; PAULEIT; ERLWEIN, 2021, p. 2).

Ademais, os JC também são aliados na manutenção do microclima urbano, pois contribuem: -para o sequestro de carbono, processo que retira CO<sub>2</sub> do ar atmosférico e transforma em O<sub>2</sub>; -na diminuição das ilhas de calor; e -no processo de evapotranspiração. Detalhando a importância ambiental e estética das infraestruturas verde e azuis em geral (LI; WANG; NI; CHEN; XIA, 2020, p. 1), alguns estudos sugerem uma importante participação de JC no sequestro de carbono e nitrogênio (MEHRING; HATT; KRAIKITTIKUN; ORELO; RIPPY; GRANT; GONZALEZ; JIANG; AMBROSE; LEVIN, 2016, p. 1), como também o papel deles na manutenção do conforto térmico (LI; WANG; NI; CHEN; XIA, 2020,

p. 2) que reflete diretamente na redução da necessidade do uso de ares condicionados (LI *et al.*, 2020, p. 1). A evapotranspiração (ET) é um mecanismo eficiente na redução do volume das águas superficiais, além de ser um dos principais agentes do ciclo hidrológico, que depende de fatores meteorológicos e as propriedades dos jardins (EBRAHIMIAN; WADZUK; TRAVER, 2019, p. 3).

O objetivo geral deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica dos jardins de chuva, sistematizando os principais conceitos atuais e as boas práticas e seus desempenhos.

Para fundamentar tal objetivo, foi necessário realizar um levantamento que permitisse:

- Compreender a problemática da drenagem urbana tradicional;
- Entender os elementos dos JC e suas interfaces com a solução da problemática;
- Entender quais têm sido as boas práticas em JC e quais as suas efetivas contribuições na drenagem urbana.

## Material e Métodos

O recorte temático deste trabalho foi nos Jardins de Chuva enquanto estruturas ambientais destinadas à retenção, ao retardamento e à infiltração de águas de chuva inseridos no sistema de drenagem urbana. Quando se mencionar estruturas cinzas de drenagem, estar-se-á referindo as sarjetas, guias, bocas de lobo, coletores horizontais, emissários, aduelas e canais em concreto armado.

Foi realizada uma Revisão Bibliográfica Narrativa da Literatura sobre as definições de Jardins de Chuva, sobre conceitos teóricos envolvidos nos seus funcionamento e desempenho e sobre os principais exemplos de aplicação realizados até o momento.

## Resultados e Discussão

### *Chuvas intensas e sinistros*

As mudanças climáticas tendem a intensificar o ciclo hidrológico global, principalmente tornando a distribuição espaço-temporal da precipitação mais desigual, resultando no aumento da frequência e gravidade dos desastres hídricos (inundações) em regiões do mundo. Além disso, nos últimos anos, as mudanças climáticas e a urbanização trouxeram chuvas mais extremas e exacerbaram o risco de desastres alimentares, colocaram em risco a vida e a propriedade dos residentes e causaram mais perdas (CHEN *et al.*, 2021, p. 2)

Inundações são um dos desastres naturais mais comuns e podem causar danos econômicos significativos e perda de vidas em muitas regiões do mundo (GAUME, 2009; STEFANIDIS, STATHIS, 2013; WOODRUFFET, 2013 apud CHEN *et al.*, 2021, p. 1) Segundo a COBRADE- Codificação Brasileira de Desastres, inundações são fenômenos hidrológicos naturais caracterizados pela submersão de áreas que normalmente não se encontram submersas, geralmente ocasionadas por chuvas prolongadas em áreas de planície (Quadro 1). Além das inundações as enxurradas também são problemas urbanos comuns durante grandes tempestades e definida pela COBRADE- Codificação Brasileira de Desastres como escoamento superficial de alta velocidade, provocada por chuvas intensas e concentradas, normalmente concentradas em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta alto poder destrutivo (Quadro 1). Os alagamentos são classificados pelo

mesmo órgão como extrapolação da capacidade de escoamento de sistema de drenagem urbana, causando o acúmulo de água em ruas calçadas e outras estruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.

Apesar do desenvolvimento dos sistemas de drenagem urbana nos últimos séculos, ainda existem muitos desafios para o uso efetivo de tais sistemas. Os principais objetivos destes continuam sendo a higiene pública, a proteção contra enchentes e, nas últimas décadas, a proteção ambiental. Os problemas de qualidade da água, em particular, estão emergindo rapidamente como resultado da urbanização, aumentando a variedade e a quantidade de patógenos microbianos, poluentes e nutrientes em corpos d'água receptores (US EPA, 2004 apud SALERNO; GAETANO; GIANNI, 2018, p. 1).

A retificação e a canalização de rios causadas pela urbanização, a ocupação de áreas suscetíveis a inundações próximas a eles e a impermeabilização dos solos são alguns dos fatores que aumentam a ocorrência de enchentes e alagamentos nas cidades.

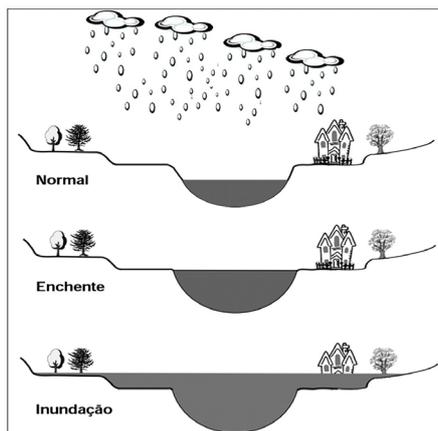
A COBRADE- Codificação Brasileira de Desastres, classifica os desastres hidrológicos naturais como apresentado na Quadro 1.

2. Hidrológico	1. Inundações	0	0	Submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.	1.2.1.0.0	
	2. Enxurradas	0	0	Esgoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial. Apresenta grande poder destrutivo.	1.2.2.0.0	
	3. Alagamentos	0	0	Extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.	1.2.3.0.0	

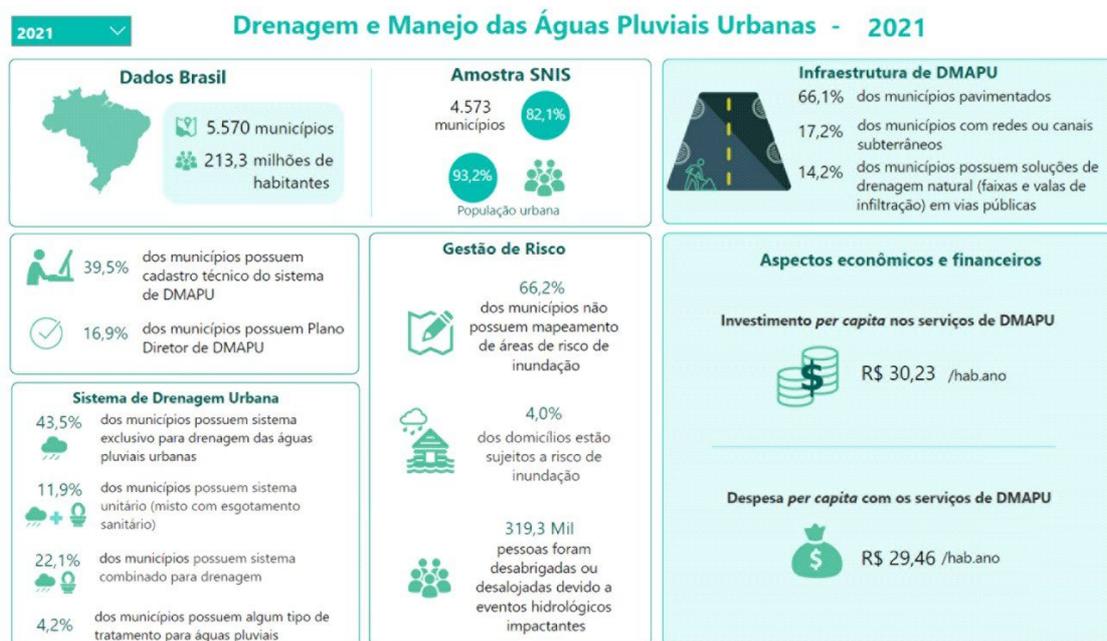
**Quadro 1.** Classificação dos desastres hidrológicos de acordo com a COBRADE  
Fonte: COBRADE, S/D apud JOSUÉ, 2020

Ademais, enchentes são processos que ocorrem de maneira natural, quando há transbordamento dos leitos dos rios, mares, lagos ou córregos, ou devido a urbanização, quando há o aumento de áreas impermeáveis e redução da infiltração de água no solo (TUCCI, 1995, p. 24) como pode ser visualizado no figura 1.

Ainda, segundo o Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), em 2021, 66,1% dos municípios são pavimentados, porém apenas 14,2% dos municípios possuem soluções de drenagem natural (faixas e valas de infiltração) em vias públicas. O mesmo documento, mostra que apenas 4,2% dos municípios possuem algum tipo de tratamento para águas pluviais e ainda que, em 2021, 319,3 mil pessoas foram desabrigadas ou desalojadas devido a eventos hidrológicos impactantes (figura 1).



**Figura 1.** Processos de transbordamento dos leitos dos rios, mares, lagos ou córregos, ou devido a urbanização



**Figura 2.** Infográficos sobre a drenagem nos municípios Brasileiros

### **Urbanização e infraestruturas cinzas**

Estes, por sua vez, não respeitam o ciclo hidrológico natural (OLIVEIRA *et al*, 2021, p. 148), pois priorizam a escoamento das águas e não sua infiltração, gerando diversos problemas socioambientais decorrentes, também, da rápida urbanização ocorrida durante as décadas de 1960 e 1980 nos países da América Latina (MACEDO *et al*; 2021, p. 2).

Por detrás dessa degradação estão as aparentemente imparáveis necessidades de novos terrenos de construção e utilização de recursos, que acelera a mudança climática e causa poluição severa por compostos orgânicos e inorgânicos (IOJã *et al*, 2021, p. 1). Tais pressões diminuem tanto a quantidade como a área de espaços azuis naturais (IOJã *et al*, 2018, p. 1) e a disponibilidade de água e impactam a qualidade da água (IOJã *et al*. 2021, p. 2), reduzem a permeabilidade dos ambientes urbanos (IOJã *et al*, 2021, p. 4) e limitam o contato social com a natureza (IOJã *et al*, 2021, p. 1).

### **Problemas urbanos e/ou ambientais**

Mais recentemente, várias cidades descobriram que a integração de estratégias de infraestrutura verde e azul, o planejamento e a gestão do uso podem elevar o status socioeconômico da comunidade por meio de instrumentos de políticas inovadoras. Isto porque, o desmatamento, além da impermeabilização do solo, é um fator que diminui a infiltração das águas no solo urbano, aumentando o escoamento superficial, desafiando os setores de gestão de águas e o planejamento urbano. O desmatamento, além da impermeabilização do solo, é um fator que diminui a infiltração das águas no solo urbano, aumentando o escoamento superficial, desafiando os setores de gestão de águas e o planejamento urbano (ROSENBERGER *et al*, 2021, p. 2).

Recentemente, várias cidades descobriram que a integração de estratégias de infraestrutura verde e azul, o planejamento e a gestão do uso podem elevar o status socioeconômico da comunidade por meio de instrumentos de políticas inovadoras.

As cidades contemporâneas oferecem muitas oportunidades para os humanos, incluindo oportunidades de emprego, e criam 80% do produto nacional bruto mundial. Embora representem apenas 3% da superfície da Terra, as áreas urbanas também consomem de 60% a 80% de toda energia e produzem três quartos de todas as emissões de gases do efeito estufa (XU *et al*, 2021, p. 1). É amplamente reconhecido que as concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa têm aumentado significativamente devido à revolução industrial causada pelas atividades humanas (CHEN *et al*, 2021, p. 2).

Estudos sugerem que os aumentos das superfícies impermeáveis e a redução do espaço verde enfraquece o fluxo de calor latente e a evapotranspiração nas áreas urbanas e transformam mais energia no fluxo de calor sensível. Essas mudanças no fluxo de calor de superfície resultam no efeito da ilha de calor urbana, tornando as áreas urbanas mais quentes do que as regiões rurais circunvizinhas (LIN *et al*, 2020, p. 2).

Além dos efeitos sobre os extremos de temperatura, a urbanização também pode afetar eventos extremos de precipitação, impactando a formação e o desenvolvimento de convecção local, nuvens, aerossóis e assim por diante (LIN *et al*, 2020, p. 1). Tais efeitos

urbanos terão um impacto significativo no consumo de energia para resfriamento, ondas de calor e chuvas urbanas extremas (DARMANTO; VARQUEZ; KAWANO; KANDA, 2019, p. 1).

### ***Infraestruturas verdes e azuis***

Infraestrutura Verde ou Green Infrastructure (GI) é aquela que sistematicamente e estrategicamente implementa elementos naturais como áreas vegetadas e corpos d'água no desenvolvimento urbano. Já a Infraestrutura Verde e Azul ou Green and Blue Infrastructure (BGI) utilizam corpos d'água e suas funções no sistema urbano e é usado principalmente como recurso técnico em hidrologia e estudos de engenharia (MACEDO *et al*, 2021, p. 1).

Apesar de ser um importante componente do ecossistema urbano, as GBI sofreram uma considerável perda de superfície e degradação da qualidade sob a crescente urbanização e densificação urbana (IOJã *et al*, 2021, p. 1). Mesmo sendo um investimento altamente viável e de baixo custo ela ainda não é significativamente utilizada como solução para problemas sociais e ambientais urbanos comuns no mundo em desenvolvimento, exceto na China onde estudos examinaram vários casos de utilização de GBI (MACEDO *et al*, 2021, p. 6). Em geral, GBI não apenas regulam o microclima urbano, mas também reduzem o consumo de energia, razões pelas quais elas são capazes de otimizar a atribuição de recursos e maximizar os benefícios ao ecossistema urbano (LI *et al*, 2020, p. 1).

### ***Jardins de chuva: conceitos fundamentais***

Como já mencionado, jardins de chuva são, de maneira geral, depressões vegetadas projetadas para capturar água (YUAN; DUNNETT, 2018, p. 1). Com intuito de mitigar os impactos das chuvas em áreas urbanas, abordagens como o Design Urbano Sensível à Água são cada vez mais comuns. Sistemas de biofiltração, como os JC, são uma tecnologia popular de tratamento de águas pluviais que utilizam solo vegetativo - ou filtros à base de areia para atenuar fluxos, reduzir volumes de escoamento, e melhorar a qualidade da água através de sedimentação, filtração, sorção, absorção biológica e evapotranspiração e transpiração (AL-AMERI *et al*, 2018, p. 1).

A água superficial se infiltra e atravessa as diferentes camadas do jardim, podendo ser devolvido à atmosfera através de processos de evapotranspiração ou drenados para o esgoto (AUTIXIER *et al*, 2014, p. 6).

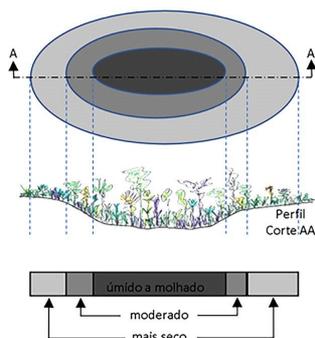
Um jardim de chuva típico possui três zonas de umidade incluindo uma depressão frequentemente encharcada, uma vez por outra inclinação lateral inundada com um estado de umidade moderada, e uma inclinação seca, margem montanhosa (YUAN; DUNNETT, 2018, p. 2)

### ***Jardins de chuva: práticas***

A Organização Mundial de Saúde (OMS) sugere uma área verde mínima de 12m<sup>2</sup> por pessoa\*. Nesse sentido, há uma demanda crescente em desenvolver soluções naturais ou infraestruturas verdes para mitigar os impactos ambientais no ciclo hidrológico (CHEN; CHEN, 2021, p. 1).

---

1 REDE SOCIAL BRASILEIRA POR CIDADES JUSTAS E SUSTENTÁVEIS. Disponível em <https://www.redesocialdecidade.org.br/area-verde-por-habitante>. Acessada em 17 de fevereiro de 2023.



**Figura 3.** Zonas de um Jardim de Chuva

Fonte: YUAN; DUNNETT, 2018, p. 2

Desde 2015, 30 cidades pilotos na China desenvolveram projetos de LID. De acordo com o Conselho de Estado Chinês mais de 80% das áreas urbanas devem cumprir requisitos de tratamento de águas pluviais através do LID até 2030 (MA *et al*, 2020, p. 2).

Na cidade de Seattle/Washington, E.U.A., por exemplo, um projeto piloto de reconstrução da 2ª avenida (200m; Street Edge Alternative Street Project) ganhou grande reconhecimento por reduzir 99% do escoamento superficial e promover ambiente mais convidativo à população, pelo plantio de 100 árvores e 1100 arbustos integrados a dispositivos de controles de águas pluviais e mudança para um traçado sinuoso da via, reduzindo a velocidade de automóveis e conferindo maior segurança, além de amenidades relacionadas à presença de vegetação (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012, p. 9)

### ***Jardins de chuva: desempenhos***

Melhorar o microclima urbano é essencial, principalmente em climas áridos quentes, devido a relação entre o microclima e o conforto humano, mitigando a formação de ilhas de calor e reduzindo a demanda do uso de ar-condicionado (LI *et al*, 2020, p. 1). Infraestruturas verde e azuis são importantes aliadas à manutenção do microclima urbano, podendo influenciar no conforto e na estética urbana. Isto porque, o verde urbano pode também aumentar a resiliência da vida urbana às alterações climáticas através da redução da temperatura e da economia de energia durante o verão (EBRAHIMIAN; WADZUK; TRAVER, 2019, p. 1). Estudos mostram que, em Israel, a temperatura de regiões sombreadas é 3°C mais baixa que a temperatura das áreas adjacentes (LI *et al*, 2020, p. 2).

Não obstante, os JC aumentam as taxas de evapotranspiração (ET), importante componente do ciclo hidrológico, quando as árvores e superfícies com vegetação cobrem porções notáveis da área urbana. Após um evento de chuva, há um período de recuperação onde a infiltração e a ET recuperam a porosidade do solo para o próximo evento de chuva. Após as chuvas, a infiltração no solo diminui, mas a ET continua atuando durante o período sem chuva (EBRAHIMIAN; WADZUK; TRAVER, 2019, p. 3). Na figura 4 é possível observar as diferenças da evapotranspiração entre um jardim de chuva e o telhado verde.



**Figura 4.** Modelo de Evapo-Transpiração

Fonte: (EBRAHIMIAN; WADZUK; TRAVER, 2019, p. 1)

### *Comparativo cinzas versus jardins de chuva*

No início do Século XX, a política de saneamento básico consistia na evacuação de efluentes urbanos o mais rápido possível para jusante na tentativa de minimizar a proliferação de doenças. No final da Década de 1960, tornam-se evidentes os impactos negativos desta estratégia. No final dos anos 1990, a ciência passou a reconhecer o papel do solo e da vegetação (sistemas naturais de drenagem) no controle da quantidade de águas pluviais, ao promover a infiltração, a evapotranspiração e o contato da água com bactérias e plantas. (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012, p. 9). No Brasil, o Ministério das Cidades tem estimulado sua utilização para implantação e ampliação de sistemas de drenagem urbana sustentáveis, conforme descrito no manual para apresentação de propostas municipais (BRASIL, 2006 apud SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012, p. 11). Na tabela 1, pode-se comparar as vantagens de um sistema jardim de chuva com a drenagem urbana tradicional.

Segundo o dicionário Michaelis, infraestrutura é o conjunto de serviços de base indispensáveis em uma cidade ou sociedade, tais como abastecimento e a distribuição de água, gás e energia elétrica, rede telefônica, serviços básicos de saneamento, de transporte público etc. O acréscimo de “verde” à palavra infraestrutura mantém o sentido de suporte às atividades, mas denota um viés de sustentabilidade ao termo, em que o aparato de suporte à vida humana está aliado aos processos naturais (MOURA, 2013, p. 29). As infraestruturas convencionais - principalmente as relacionadas ao fornecimento de recursos naturais, a circulação de pessoas e mercadorias e as que deveriam proteger as cidades dos fenômenos naturais- tendem quase sempre a monofuncionalidade e a mera sobreposição, cada uma sendo operada de forma exclusiva e com manutenção independente. Essa desconexão produz uma ineficiência crescente no funcionamento geral das cidades, exigindo maiores gastos de recursos materiais e energia, desperdiçados pela desintegração dos mecanismos de suporte e sujeitas a efeitos de retroalimentação que provocam uma mútua deterioração. A multifuncionalidade, portanto, aliada a visão dos espaços naturais em um sistema, consiste no conceito diferencial da infraestrutura verde como ferramenta de planejamento e desenho, esse conceito difere das leituras convencionais sobre os recursos naturais por perceber a conservação como um aliado ao desenvolvimento e as infraestruturas antrópicas (MOURA, 2013, p. 32).

**Table 1.** Vantagens do jardim de chuva em relação aos projetos tradicionais de drenagem.

JARDIM DE CHUVA	DRENAGEM URBANA TRADICIONAL
Redução do volume de escoamento e da taxa de pico dos hidrogramas de maneira sustentável, devido à retenção e armazenamento do volume escoado na superfície do sistema.	O uso de uma detenção para diminuir a vazão máxima e reduzir o pico dos hidrogramas leva estes projetos a custos, muitas vezes, insustentáveis
Recarga das águas subterrâneas e restabelecimento do fluxo de base, devido ao processo de infiltração e redistribuição.	Reduz o escoamento subterrâneo devido à ausência de infiltração
Melhora a qualidade das águas, pela retenção e remoção de poluentes e redução no transporte de contaminantes carregados pelas águas pluviais	A canalização do escoamento diminui a evapotranspiração e causa fortes alterações no ciclo hidrológico.
Menor custo de implantação e manutenção, por não utilizar tubulações tradicionais, mas sim, adotar materiais alternativos e menos onerosos para a composição do sistema, como brita e areia	Custos muito maiores de implantação e manutenção, bem como aumento dos prejuízos em eventuais sobrecargas do sistema

Fonte: (OLIVEIRA; RABELO; PATRY; LEO; FERREIRA, 2020, p. 2) adaptado de MUTHANNA (2008) E TUCCI (2003)

## Considerações Finais

Dado o exposto, é possível concluir que a urbanização acelerada, o uso de infraestruturas tradicionais e a ocupação de áreas naturalmente alagáveis são fatores que intensificam os problemas urbanos causados pelas chuvas, como alagamentos, enxurradas, enchentes e inundações. Isto porque, essas ações interferem no ciclo natural da água, dificultando sua infiltração e alterando a frequência e a intensidade dos eventos de chuvas devido, principalmente, às mudanças climáticas causadas pela ação humana. Para minimizar tais eventos é essencial utilizar infraestruturas verdes, como os JC, para minimizar os efeitos da urbanização no ciclo hidrológico e melhorar a qualidade de vida da população urbana, bem como diminuir os riscos causados por alagamentos, uma vez que esse tipo de infraestrutura prioriza o ciclo natural dos eventos climáticos, como a chuva.

## Referências

- Al-Ameri, Mohammed, ., Hatt, Belinda, ., Coustumer, S., Le, ., Fletcher, T. ., Payne, Emily, ., and Deletic, A. Accumulation of heavy metals in stormwater bioretention media: a field study of temporal and spatial variation. *Journal Of Hydrology*, 567:721–731.
- Autixier, L. ., Maillhot, A. ., Bolduc, Samuel, ., Madoux-Humery, A.-S., Galarneau, ., Prévost, M. ., Michèle, ., and Dorner, S. (2014). Evaluating rain gardens as a method to reduce the impact of sewer overflows in sources of drinking water. *Science of the Total Environment*, pages 238–247.
- Barthel, S. ., Folke, Carl, ., and Colding, J. (2010). Social-ecological memory in urban gardens-Retaining the capacity for management of ecosystem services. *Global Environmental Change*, pages 255–265.

- Chen, X. ., Zhang, Han, ., Chen, Wenjie, ., and Huang, G. (2021a). Urbanization and climate change impacts on future flood risk in the Pearl River Delta under shared socioeconomic pathways. *Science of the Total Environment*, pages 143144–143144.
- Chen, Y.-C., Chen, and Zih-An (2021b). Water retention capacity and runoff peak flow duration of the urban food garden: a city-based model and field experiment. *Ecological Engineering*, pages 106073–106073.
- Darmanto, N., Setyo, ., Varquez, A. C., Galang, ., Kawano, Natsumi, ., and Kanda, M. (2019).
- Ebrahimian, A. ., Wadzuk, B. ., and Traver, R. (2019). Evapotranspiration in green stormwater infrastructure systems. *Science of the Total Environment*, 688:797–810.
- Ercolani, Giulia, ., Chiaradia, E., Antonio, ., Gandolfi, C. ., Castelli, Fabio, ., and Masseroni, D. (2018). Evaluating performances of green roofs for stormwater runoff mitigation in a high flood risk urban catchment. *Journal of Hydrology*, pages 830–845.
- Fao (2019).
- Goerl, R. F. and Kobiyama, M. (2005). Considerações sobre as inundações no Brasil. *João Pessoa. Anais...João Pessoa*, pages 16–16.
- Iojă, Ioan-Cristian, ., Osaci-Costache, Gabriela, ., Breuste, Jürgen, ., Hossu, C., Alina, ., Grădinaru, S. R. ., Onose, D., Andreea, ., Nită, M., Răzvan, ., and Skokanová, H. (2018).
- Iojă, C. I. ., Badiu, Denisa, L. ., Haase, D. ., Hossu, A. C., Niță, and Mihai, R. (2021). How about water? Urban blue infrastructure management in Romania. *Cities*.
- Ítalo José Oliveira, Santos, . L. D., Rabelo, M., Gonçalves, . B., Patry, N., Chaves, ., Leo, J., De, . R., Ferreira, J., and Paulo. Benefícios da Implantação dos Jardins de Chuva no Meio Urbano. *Vitória/Es: Ibeas, 2020*, pages 1–8.
- Josué, L., Alexandrina, and Santos (2020).
- Li, J. ., Wang, Yafei, ., Ni, Zhuobiao, ., Chen, Shaoqing, ., and Xia, B. An integrated strategy to improve the microclimate regulation of green-blue-grey infrastructures in specific urban forms. *Journal of Cleaner Production*, pages 122555–122555.
- Lin, L. ., Gao, Tao, ., Luo, Ming, ., Ge, Erjia, ., Yang, Yuanjian, ., Liu, Zhen, ., Zhao, Yongquan, ., and Ning, G. (2020a). Contribution of urbanization to the changes in extreme climate events in urban agglomerations across China. *Science of the Total Environment*, pages 140264–140264.
- Lin, Y. ., Wang, Zifeng, ., Jim, C., Yung, ., Li, Jinbao, ., Deng, Jinsong, ., and Liu, J. (2020b). Water as an urban heat sink: blue infrastructure alleviates urban heat island effect in mega-city agglomeration. *Journal of Cleaner Production*, pages 121411–121411.
- Ma, Y. ., Gong, Manli, ., Zhao, Hongtao, ., and Li, X. (2020). Contribution of road dust from Low Impact Development (LID) construction sites to atmospheric pollution from heavy metals. *Science of the Total Environment*, pages 134243–134243.
- Macedo, L. S., De, . V., Picavet, M. E., Barda, ., Oliveira, J., De, . A. P., and Shih, W.-Y. Urban green and blue infrastructure: a critical analysis of research on developing countries. *Journal of Cleaner Production*.
- Mehring, A. S. ., Hatt, B. E. ., Kraikittikun, Diana, ., Orelo, B. D. ., Rippy, M. A. ., Grant, S. B. ., Gonzalez, J. P. ., Jiang, S. C. ., Ambrose, R. F. ., and Levin, L. A. (2016). Soil invertebrates in Australian rain gardens and their potential roles in storage and processing of nitrogen. *Ecological Engineering*, pages 138–143.
- Moura, N. C., De, B., and Biorretenção (2013). Tecnologia ambiental urbana para manejo das Águas de chuva. 2013. 299 f. tese (doutorado) - curso de arquitetura e urbanismo.
- Oliveira, A., Bezerra, M. C., and Perna, I. (2021). *Infraestruturas Baseadas na Natureza para as Águas Urbanas: Explorando o Potencial das Áreas Verdes de Brasília. In: V SiBOGU - Simpósio Brasileiro Online de Gestão*

- Urbana*, volume 2021. ANAP, Tupã/SP.
- Pompêo, C. and Augusto (1999).
- Rosenberger, L. ., Leandro, J. ., Pauleit, Stephan, ., and Erlwein, S.
- Salerno, Franco, ., Gaetano, Viviano, ., and Gianni, T. (2018). Urbanization and climate change impacts on surface water quality: enhancing the resilience by reducing impervious surfaces. *Water Research*, pages 491–502.
- Saneamento, S. and Sobre, N. D. I. (2019).
- Souza, C. ., Cruz, M. ., Tucci, C., Baixo, D. U. D., and Impacto (2012). *planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas urbanas*. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, pages 9–18.
- Tucci, C. E. M. and Água No Meio Urbano (1997).
- Tucci, C. E. M., Urbanas, I., Tucci, C. E. M., Porto, R. L., and Barros, M. T. *Drenagem urbana*. Porto Alegre.
- Xu, D. ., Gao, Jun, ., Lin, Wenpeng, ., and Zhou, W. (2021).
- Yuan, J. . and Dunnett, N. (2018).

Créditos: **Fernando Sérgio Okimoto**: supervisão e redação final;

**Kliscia Conduto dos Santos**: Redação original e pesquisa.