

Exemplo de telhado verde, uma técnica de drenagem sustentável

ISBN: 978-65-89429-19-7



9 786589 429197

DRENAGEM SUSTENTÁVEL – SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

CARTILHA DIGITAL



ESTUDO PARA O DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS APLICADAS À  
DRENAGEM SUSTENTÁVEL PARA O MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

**CARTILHA DIGITAL**

Universidade de São Paulo  
Escola Politécnica  
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental  
Laboratório de Hidráulica

ESTUDO PARA O DESENVOLVIMENTO DE  
TECNOLOGIAS APLICADAS À DRENAGEM  
SUSTENTÁVEL PARA O MUNICÍPIO  
DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

**CARTILHA DIGITAL**

Agosto de 2024



Fundação  
Centro Tecnológico  
de Hidráulica



## EQUIPE TÉCNICA

### Prefeitura do Município de São José dos Campos

Nome	Função
Anderson Farias	Prefeito

### Secretaria de Urbanismo e Sustentabilidade

Nome	Função
Eng. Marcelo Pereira Manara	Secretário de Urbanismo e Sustentabilidade
Eng. Oswaldo Vieira de Paula Júnior	Diretor de Planejamento Urbano
Eng. Juarez Domingues de Vasconcelos	Diretor de Gestão Ambiental

### Apoio técnico

Nome
Eng. Carina Ferreira Chaves
Eng. Denise Itajahy Sasaki Gomes Venturi
Eng. Gabriela de Nadai
Eng. Guilherme Diniz Santini
Eng. Juliana Regina Campos Faria
Eng. Pedro Salgado de Araújo
Eng. Robson Rodrigues Leite
Eng. Rodrigo Romanini Matsukura

Empreendimento: Ações para o controle da poluição difusa e o manejo sustentável das águas pluviais no município de São José dos Campos

Financiamento: FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos

Contrato Fehidro – PSJC: 212/2021

Contrato PSJC – FCTH: 428/2022

Convênio USP nº 1014756



PREFEITURA  
SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

## EQUIPE TÉCNICA

### Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Nome	Função
Prof. Dr. José Carlos Bernardino	Coordenador do projeto
Prof. Dr. José Carlos Mierzwa	Vice-coordenador

### Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica

Nome	Função
Prof. Dr. José Rodolfo Scarati Martins	Diretor-presidente
Prof. Dr. Renato Carlos Zambon	Diretor técnico-científico
Profa. Dra. Amarilis Lucia C. F. Gallardo	Diretora administrativa-financeira
Lais Ferrer Amorim de Oliveira	Coordenadora técnica do estudo
Camila Brandão Nogueira Borges	Coordenadora administrativa do estudo
Stephanie Gonzaga	Arquiteta e urbanista
Juliana Alencar	Consultora do estudo
Fábio Ferreira Nogueira	Engenheiro ambiental pleno
Fernando Garcia	Engenheiro ambiental
João Francisco Nogueira Spejorin	Estagiário
Luann Silva Calixto	Estagiário

Projeto gráfico e capa: Mayara Menezes do Moinho

Diagramação: Rafael Valença

Revisão de texto: Simone Oliveira

Foto da capa: Unsplash/CHUTERSNAP (@chuttersnap)

Emissão: São Paulo, 7 de agosto de 2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Estudos especializados para o desenvolvimento de tecnologias aplicadas à drenagem sustentável para o município de São José dos Campos [livro eletrônico] : cartilha digital. -- São Paulo : FCTH, 2024.  
PDF

Vários autores.  
Vários colaboradores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-89429-19-7

1. Água - Abastecimento 2. Água - Abastecimento - São José dos Campos (SP) 3. Drenagem 4. Engenharia hidráulica 5. Sustentabilidade.

24-227367

CDD-627

Índices para catálogo sistemático:

1. Engenharia hidráulica 627

Eliete Marques da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9380





# Sumário

<b>Apresentação</b> .....	<b>11</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>13</b>
<b>1. Drenagem e manejo de águas pluviais no município de São José dos Campos</b> .....	<b>17</b>
<b>1.1</b> Hidrografia de São José dos Campos.....	18
<b>1.2</b> Legislações municipais.....	20
<b>1.3</b> O Plano Diretor de Drenagem de Manejo Sustentável de Águas Pluviais.....	23
<b>2. Drenagem sustentável</b> .....	<b>27</b>
<b>2.1</b> Escalas de projeto.....	30
<b>2.2</b> Microdrenagem.....	35
<b>2.3</b> Macrodrenagem.....	44
<b>3. Conclusão</b> .....	<b>49</b>
<b>4. Bibliografia</b> .....	<b>51</b>



# Lista de figuras

- Figura 1** Diferenças do balanço hídrico entre os períodos pré e pós-urbanização
- Figura 2** Mapa da hidrografia do Município de São José dos Campos
- Figura 3** Medidas estruturais e não estruturais elaboradas no PDDMAP – Etapa 1
- Figura 4** Método para a elaboração de anteprojetos de drenagem sustentável e de infraestrutura verde
- Figura 5** Microdrenagem e macrodrenagem
- Figura 6** Escalas de projeto
- Figura 7** Diagrama de escala de lote
- Figura 8** Diagrama de escala de bairro
- Figura 9** Diagrama de escala de vale-várzea
- Figura 10** Diagrama de escala de bacia hidrográfica
- Figura 11** Corte esquemático de biorretenção fechada

**Figura 12** Corte esquemático de biovaleta

**Figura 13** Corte esquemático de telhado verde

**Figura 14** Corte esquemático de pavimento permeável – bloco permeável com dreno integrado

**Figura 15** Corte esquemático de bacia de retenção vegetada

**Figura 16** Corte esquemático de bacia de retenção impermeável

**Figura 17** Corte esquemático de trincheira de infiltração

**Figura 18** Corte esquemático de reservatório de retenção no lote

**Figura 19** Corte esquemático de canal sustentável

**Figura 20** Corte esquemático de parque linear

**Figura 21** Corte esquemático de reservatório multiuso

# Listas de tabelas

**Tabela 1** Principais legislações de São José dos Campos que contribuíram para o desenvolvimento do PDDMAP



# Apresentação

O Município de São José dos Campos se destaca como pioneiro no Estado de São Paulo ao integrar a discussão sobre planejamento urbano com a gestão de drenagem sustentável. Desde 2014, a prefeitura do município trabalha no desenvolvimento de estudos sobre os impactos das mudanças climáticas e as soluções técnicas para o sistema de drenagem. Nesse esforço, a cidade de São José dos Campos tem elaborado vários planos setoriais visando o desenvolvimento urbano sustentável.

O Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais (PDDMAP) reflete essa abordagem, ao propor uma metodologia estruturada em duas etapas: **Etapa 1 – Drenagem urbana** e **Etapa 2 – Manejo sustentável**. A Etapa 1 atua na gestão da infraestrutura urbana no que diz respeito ao escoamento das águas pluviais e dos rios, consolidando mecanismos e instrumentos de planejamento e gestão dos sistemas de drenagem urbana. A Etapa 2 aborda diretrizes técnicas e a aplicação de tecnologias de drenagem sustentável, com ênfase na melhoria da qualidade das águas pluviais.

Nesse contexto, foi concebida a Cartilha Digital de Manejo Sustentável de Águas Pluviais de São José dos Campos, com base nos resultados obtidos na Etapa 2 do PDDMAP. Esta publicação tem como finalidade apresentar à sociedade civil conceitos-chave sobre o manejo sustentável de águas pluviais e as diferentes técnicas de drenagem sustentável que podem ser aplicadas no município.

# Introdução

Historicamente, as cidades se formam em lugares com condições favoráveis à vida das pessoas. Diversos fatores influenciam nessa escolha, como o relevo, a disponibilidade de água, o clima e, também, aspectos históricos, econômicos e tecnológicos. Áreas planas, especialmente planícies perto de rios e lagos, são propícias ao crescimento urbano por oferecerem água potável, solo fértil para a agricultura, recursos pesqueiros e facilidade de transporte por vias fluviais.

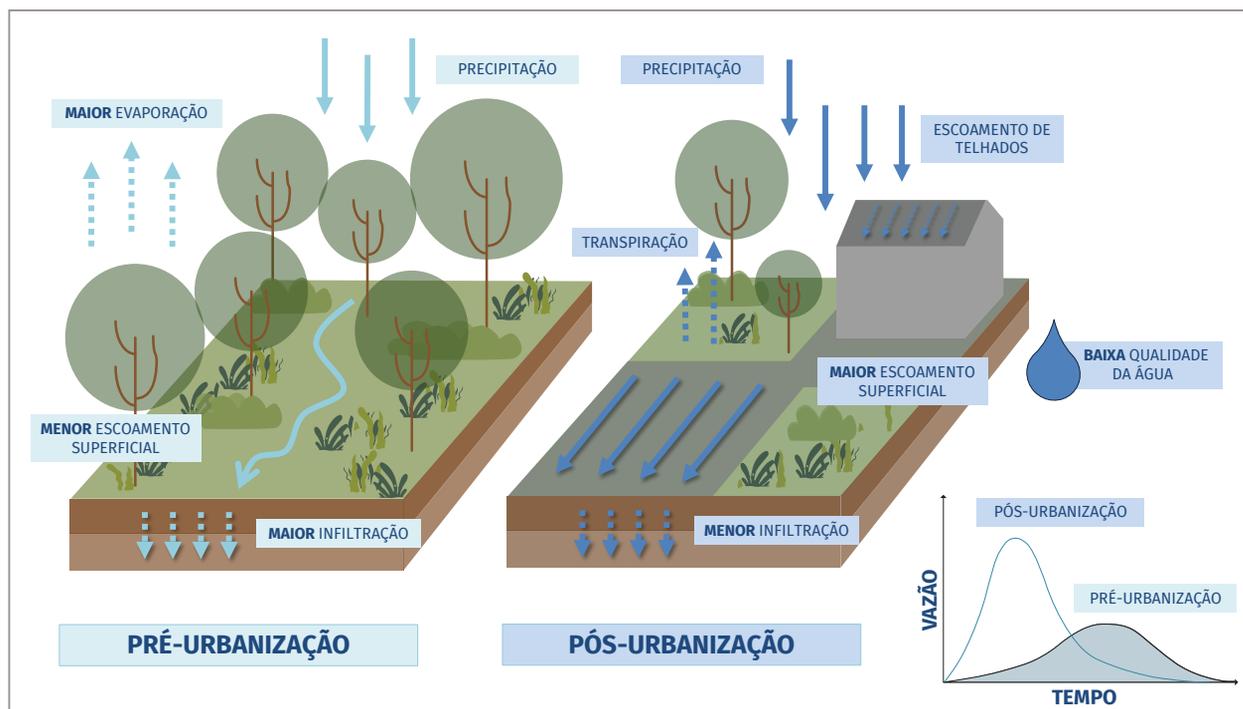
Antes da urbanização, o ciclo da água em uma bacia hidrográfica ocorria de maneira equilibrada, com cada elemento desempenhando sua função. As áreas verdes e naturais, por exemplo, desaceleravam a água da chuva ao longo das encostas, e as matas ciliares protegiam as margens dos rios contra a erosão. Esse ambiente natural favorecia a infiltração da água no solo, reduzindo o escoamento superficial e mantendo o fluxo constante nos rios.

Durante o processo de crescimento urbano, geralmente ocorre a remoção da cobertura vegetal, o que acarreta impactos no ciclo da água,

uma vez que, sem a vegetação, a evapotranspiração diminui e, conseqüentemente, há temperaturas mais elevadas e menos umidade no ar. Além disso, o solo exposto sofre compactação e, sem a proteção das raízes da cobertura vegetal, a capacidade desse solo de absorver água é reduzida.

Adicionalmente a isso, o nivelamento do terreno altera a topografia existente e remove áreas naturais que retenham água. Por sua vez, o solo torna-se mais propenso

a processos erosivos, o que contribui para deslizamentos e assoreamento dos canais de drenagem. Ademais, a impermeabilização do solo para a construção de vias e edificações reduz a capacidade de infiltração do solo, o que causa a diminuição da alimentação de águas subterrâneas em aquíferos e lençóis freáticos. A **Figura 1** demonstra a mudança dessas dinâmicas do ciclo hidrológico em função da urbanização.



**FIGURA 1** Diferenças do balanço hídrico entre os períodos pré e pós-urbanização (FCTH, 2024)

Além da urbanização, as mudanças climáticas podem agravar problemas na gestão da drenagem. As projeções indicam que o aumento da temperatura média global pode desencadear ainda mais a recorrência de eventos extremos de chuva, tempestades e períodos de seca.

Especialmente em países em que a urbanização ocorre desordenadamente, esse cenário torna as cidades mais suscetíveis a problemas relacionados à quantidade e qualidade das águas. As áreas urbanas enfrentam um aumento na vulnerabilidade a riscos como inundações, assoreamentos, processos erosivos, deslizamentos e poluição das águas de abastecimento.

No que se refere à quantidade das águas urbanas, destaca-se que a urbanização agrava problemas de inundações e enchentes ao aumentar o volume e a velocidade das águas que chegam à rede de drenagem, seja esta natural ou artificial. Isso causa danos aos diversos sistemas urbanos, como viário, habitacional, de áreas comerciais ou industriais, de transporte público, de esgotamento sanitário, de resíduos sólidos, entre outros.

Quanto à qualidade das águas, o impacto da urbanização está atrelado à poluição e à contaminação de corpos d'água. A poluição pode ser classificada em dois tipos:

- **Poluição pontual:** é identificável e rastreável, como o esgoto doméstico e os efluentes industriais que são despejados diretamente em rios e córregos. Também inclui efluentes tratados lançados em corpos d'água.
- **Poluição difusa:** não tem origem facilmente identificável e está distribuída pela bacia. Ocorre quando poluentes depositados na superfície, incluindo a poluição atmosférica, são levados pela água da chuva para a rede de drenagem. Atividades humanas como a lavagem de calçadas também contribuem para a poluição difusa.

A combinação dos problemas decorrentes da urbanização com o cenário previsto das mudanças climáticas aponta para a urgência de uma abordagem integrada e adaptativa do manejo de águas urbanas. Nesse contexto, ao longo das últimas décadas e sob influência do desenvolvimento sustentável, conceitos como Infraestrutura Verde (IV) e Soluções baseadas na Natureza (SbN) têm apresentado estratégias para a gestão de águas pluviais.

A drenagem sustentável atua no controle qualiquantitativo por meio da adoção

de ações de gestão e da implantação de dispositivos espacialmente dispersos na bacia hidrográfica. Essas novas soluções promovem a infiltração da água no solo e a redução do volume e da velocidade do escoamento superficial de águas pluviais, além de buscarem a melhoria da qualidade da água. Desse modo, o manejo sustentável das águas pluviais contribui para um melhor equilíbrio do ciclo hidrológico, para a mitigação dos impactos adversos das inundações e da poluição das águas e para a adaptação às mudanças climáticas.

# Drenagem e manejo de águas pluviais no município de São José dos Campos

Diante dessa temática, a cidade de São José dos Campos tem se dedicado a investir em planos e estudos voltados para a construção de uma cidade verde e resiliente. A drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas, parte do saneamento básico, têm importante papel nesse esforço. Por meio da gestão integrada e de novas técnicas de drenagem, pode-se garantir benefícios ecológicos associados às águas urbanas e benefícios socioculturais e econômicos, contribuindo para o aumento da biodiversidade, a qualidade urbana, valores estéticos e culturais, o lazer e o desenvolvimento econômico.

É apresentada a seguir a hidrografia de São José dos Campos, com as principais sub-bacias e os corpos d'água da área urbana do município. A partir do reconhecimento do território, são abordados os objetivos e resultados do Plano Diretor de Drenagem de Manejo Sustentável de Águas Pluviais de São José dos Campos, divididos em Etapa 1 e Etapa 2, e as legislações municipais relacionadas.

## 1.1 HIDROGRAFIA DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

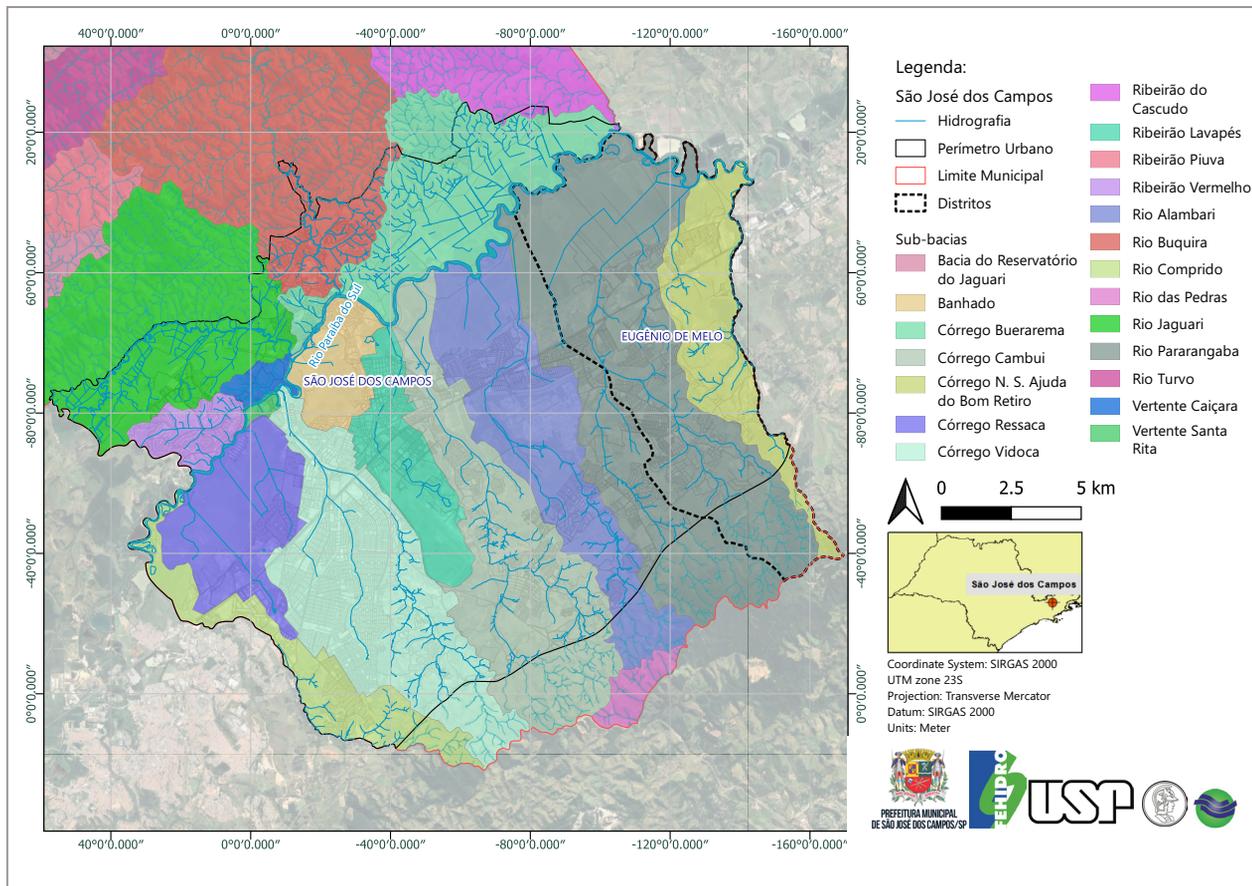
Localizado no interior do Estado de São Paulo, o Município de São José dos Campos faz parte da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (que é o principal curso d'água da cidade), segue na direção nordeste e divide o território em duas partes.

A margem esquerda do Rio Paraíba do Sul concentra a maior parte da área rural do município e recebe os rios e córregos da Serra da Mantiqueira, que têm maior volume de água. Entre esses rios destacam-se o Buquira e do Peixe, afluentes importantes do Rio Jaguari e que ocupam uma extensa porção da região norte do município. No Rio Jaguari encontra-se a barragem Jaguari, construída pela Companhia Energética de São Paulo (Cesp).

A margem direita, por sua vez, tem menor volume de água e recebe rios e córregos da Serra do Mar. É ocupada principalmente pela área urbana, que abrange a maior parte do sistema de drenagem da cidade. Entre esses afluentes, destacam-se os córregos Vidoca, Senhorinha, Lavapés e Cambuí e os rios Comprido e Pararangaba. Estes últimos, por serem rios urbanos, enfrentam grandes desafios associados a inundações e à poluição. A maior parte dessas sub-bacias

corresponde a áreas prioritárias para intervenções de drenagem.

São José dos Campos tem mais de 300 mananciais e uma rede hidrográfica de cerca de 3.050 km. São 25 sub-bacias hidrográficas, das quais 13 estão inseridas ou parcialmente inseridas na mancha urbana. Essa rede de rios é importante tanto para o meio ambiente quanto para a economia da cidade, apoiando os setores industrial e agrícola. A **Figura 2** apresenta o perímetro urbano do município de São José dos Campos e a divisão de suas sub-bacias hidrográficas.



**FIGURA 1** Mapa da hidrografia do Município de São José dos Campos (adaptado de Geosanja; FCTH, 2024)

## 1.2 LEGISLAÇÕES MUNICIPAIS

Em 2015, a Organização das Nações Unidas elaborou a Agenda 2030, com 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O Objetivo 11 trata de cidades e comunidades sustentáveis e, para alcançá-lo, é fundamental adotar políticas e planos para um uso eficiente dos recursos naturais (ONU, 2024).

Desse modo, foram identificados planos e legislações federais, estaduais e de São José dos Campos relacionados direta ou indiretamente à drenagem e ao manejo de águas pluviais. A **Tabela 1** apresenta o levantamento desses documentos.

No âmbito federal, destaca-se a Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020, que aprimora as condições estruturais do saneamento básico. Já na esfera estadual, o Estado de São Paulo estabelece normas para a contenção de enchentes e a destinação de águas pluviais na Lei nº 12.526, de 2 de janeiro de 2007.

**TABELA 1** Principais legislações de São José dos Campos que contribuíram para o desenvolvimento do PDDMAP

Ano	Documento	Conteúdo
2008	<i>Contrato de Programa nº 157/2008</i>	Trata da análise dos serviços de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário prestados pela Sabesp de 2008 a 2038.
2012	<i>Plano Municipal de Saneamento Básico</i>	O objetivo principal é assegurar com qualidade o abastecimento de água potável; a coleta e o tratamento de esgoto; e a coleta e a destinação adequadas de resíduos sólidos em todo o município de São José dos Campos (PMSJC, 2012).
2015	<i>Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos</i>	Consolida as diretrizes para a gestão e o manejo correto dos resíduos sólidos do município, em consonância com o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, instituído em 2010. Abrange o planejamento e a limpeza da região urbana, bem como a varrição, a coleta, o transporte, o transbordo e o tratamento dos diferentes tipos de resíduos sólidos, tais como orgânicos, recicláveis, de poda e capina, especiais, hospitalares e de construção civil. Além disso, busca o reaproveitamento ou a destinação final ambientalmente correta desses resíduos, em prol de uma gestão mais sustentável (PMSJC, 2015).
2016	<i>Sistematização de Informações sobre a Arborização Urbana</i>	Ferramenta de planejamento urbano que visa trazer diretrizes para implantar, monitorar, conservar e expandir a arborização no município (PMSJC, 2016). Seus objetivos são: quantificar as coberturas arbóreas da cidade; diagnosticar quantidade e qualidade das árvores já plantadas; mapear áreas que necessitam de maior arborização, estabelecendo metas de plantio; e realizar o manejo e a manutenção geral das árvores já existentes e das que serão plantadas. Sua atuação se dá por meio do plantio de mudas em Áreas de Preservação Permanentes (APP) e do trabalho de educação ambiental nas escolas situadas no entorno de nascentes.
2016	<i>Lei complementar nº 576/2016 – Política Municipal de Mobilidade Urbana</i>	Seus objetivos centrais são: favorecer a integração entre os transportes público e privado; estimular o uso de transporte coletivo e não motorizado; e proporcionar condições de mobilidade para toda a população, especialmente para a residente em áreas desprovidas de infraestrutura (PMSJC, 2016). A busca pelo desenvolvimento sustentável socioeconômico e ambiental também é um aspecto importante dessa política municipal.
2017	<i>Plano Municipal de Redução de Risco</i>	Seu objetivo consiste em avaliar as áreas consideradas de risco, que incluem regiões com perigo de escorregamento ou suscetíveis à inundação (PMSJC, 2017). O plano é dividido em diagnóstico, proposição de medidas, estimativa de custos e critérios de priorização e compatibilização com outros programas do governo.
2018	<i>Lei complementar nº 612/2018 – Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de São José dos Campos (PDDI)</i>	Estabelece os objetivos da política de desenvolvimento urbano, rural, social, ambiental e econômico. Esse plano é a base para os agentes públicos e privados desenvolverem a cidade com equilíbrio social e territorial. Determina que o município deve promover políticas que desenvolvam a cidade de forma ambientalmente equilibrada, economicamente viável e socialmente justa (PMSJC, 2018). Estabelece diretrizes de desenvolvimento da cidade pensando na função social da propriedade no município.

Ano	Documento	Conteúdo
2019	<i>Lei complementar nº 623/2019 – Lei de Zoneamento e de Uso e Ocupação do Solo</i>	Tem como objetivo ordenar o crescimento urbano e rural do município (PMSJC, 2019). Estabelece diretrizes e normas para o uso do solo, determinando as áreas destinadas para habitação, comércio, indústria, entre outras atividades. Além disso, a Lei de Zoneamento estabelece parâmetros para a construção de novos imóveis, como altura máxima, recuo obrigatório e coeficiente de aproveitamento.
2019	<i>Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica e do Cerrado de São José dos Campos (PMMAeC)</i>	Seu objetivo principal é conservar e proteger os fragmentos e remanescentes de vegetação nativa dos biomas Mata Atlântica e Cerrado, bem como recuperar áreas degradadas no município (PMSJC, 2019). Também apresenta um diagnóstico das áreas de vegetação remanescentes, além de planos e programas já existentes na região. Traz diretrizes alinhadas às normas ambientais vigentes, como a Lei nº 11.428/2006 (Lei da Mata Atlântica), o Decreto nº 6.660/2008 e a Lei nº 13.550/2009 (Lei de Proteção do Cerrado).
2020	<i>Revitalização de Nascentes</i>	A Lei nº 10.108/2020 autoriza o Município de São José dos Campos a instituir o programa de revitalização de nascentes, com o objetivo de proteger e conservar as que estão localizadas em áreas públicas urbanas, em parceria com a comunidade local, instituições e empresas.
2020	<i>Lei complementar nº 633/2020</i>	Dispõe sobre a construção, ampliação, regularização, instalação e transformação de atividade de empreendimentos classificados ou não como Polo Gerador de Tráfego (PGT). Foi regulamentada pelo Decreto nº 19.665/2024, que disciplina as vagas de estacionamento, os acessos, as vias de circulação interna, a área de manobra e a acumulação de veículos.
2021	<i>Decreto nº 18.966/2021 – Etapa 1 do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais (PDDMAP)</i>	Teve como objetivo criar um mecanismo de gestão de infraestrutura urbana a partir da tendência temporal e espacial de ocupação e distribuição pluviométricas.
2022	<i>Lei complementar nº 651/2022 – Código de Edificação</i>	Disciplina a construção, a ampliação, a regularização, a transformação, a reclassificação de atividade, a reconstrução, a reforma, o <i>retrofit</i> , a demolição e a instalação de equipamentos dentro dos limites do imóvel, orientando e determinando os processos de sua aprovação e fiscalização. O Anexo 1 do Decreto nº 19.032/2022 regulamenta essa lei complementar quanto à adoção de estratégias sustentáveis no licenciamento da atividade edilícia. Esse documento estabelece 87 estratégias sustentáveis divididas em seis categorias: qualidade do ambiente edificado e urbano, envoltória, materiais e métodos construtivos, eficiência energética, gestão da água e certificações.

### 1.3 O PLANO DIRETOR DE DRENAGEM DE MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS

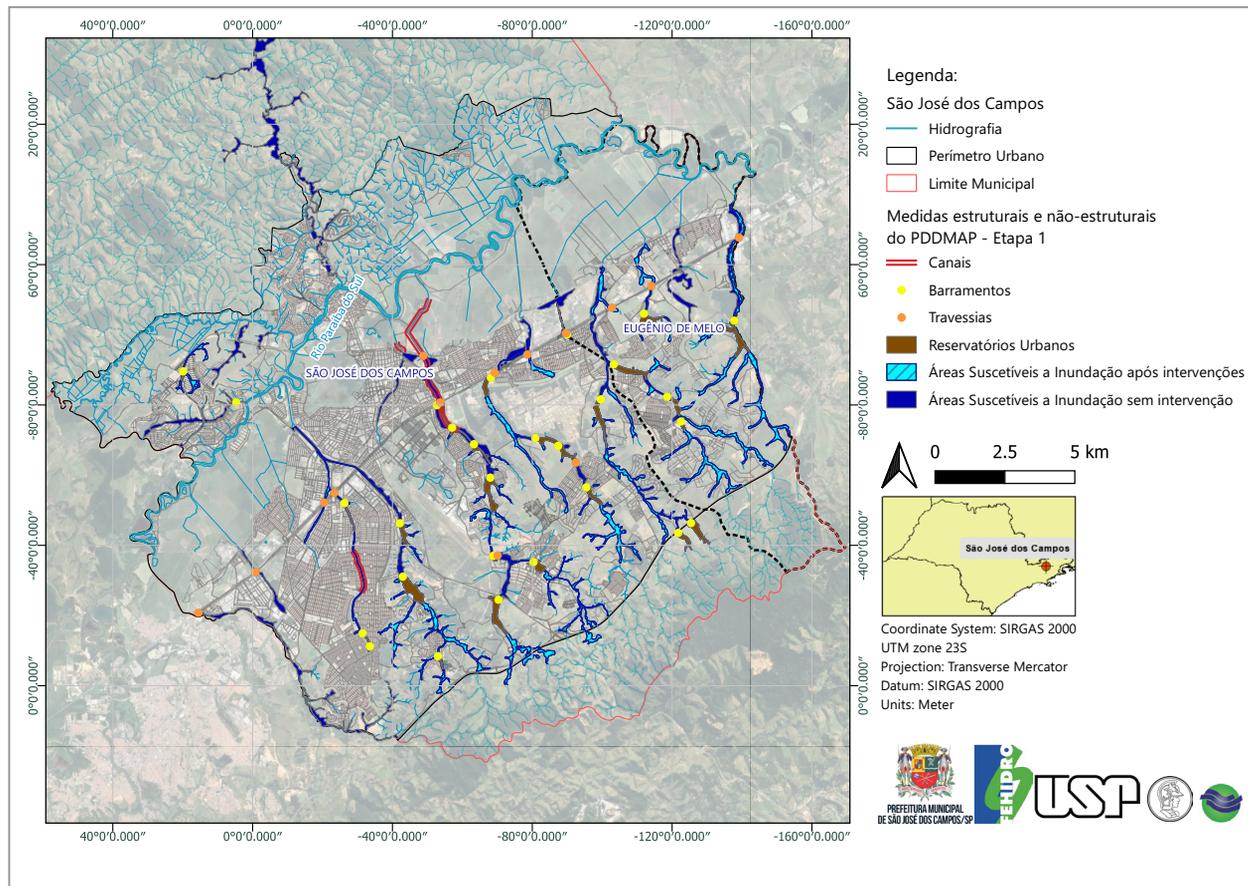
Em 2014, a Prefeitura de São José dos Campos consolidou um marco no manejo das águas da chuva com a criação do Plano Diretor de Macrodrenagem Urbana, que continuou a evoluir com planos mais específicos. Em 2018, o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado (PDDI) foi publicado, integrando várias políticas para o desenvolvimento urbano sustentável da cidade. Esse plano foi oficializado pela Lei nº 612, de 30 de novembro de 2018.

O Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais (PDDMAP) é um dos resultados desse trabalho e se divide em duas etapas:

- **Etapa 1 – Drenagem urbana:** criou formas de gerenciar a infraestrutura urbana, considerando como a cidade está ocupada e a distribuição de chuvas. Essa etapa consolidou ferramentas para planejar e gerenciar o sistema estruturante de drenagem urbana, ajudando a planejar onde e como a água da chuva pode ser alocada para evitar maiores danos à cidade.

- **Etapa 2 – Manejo sustentável:** objetiva lidar de maneira sustentável com a água da chuva. Essa etapa apresentou técnicas de drenagem sustentável e consolidou estratégias a serem implantadas na cidade para aumentar sua resiliência, com foco na melhoria da qualidade das águas pluviais.

Na Etapa 1, estudos identificaram áreas propensas a inundações e sugeriram obras de macrodrenagem para prevenir e reduzir impactos. O planejamento incluiu medidas de curto, médio e longo prazos, como a criação de reservatórios, canais e travessias para ajudar no controle das águas durante



**FIGURA 3** Medidas estruturais e não estruturais elaboradas no PDDMAP – Etapa 1 (adaptado de PMSJC, 2021)

as chuvas. A **Figura 3** apresenta essas proposições.

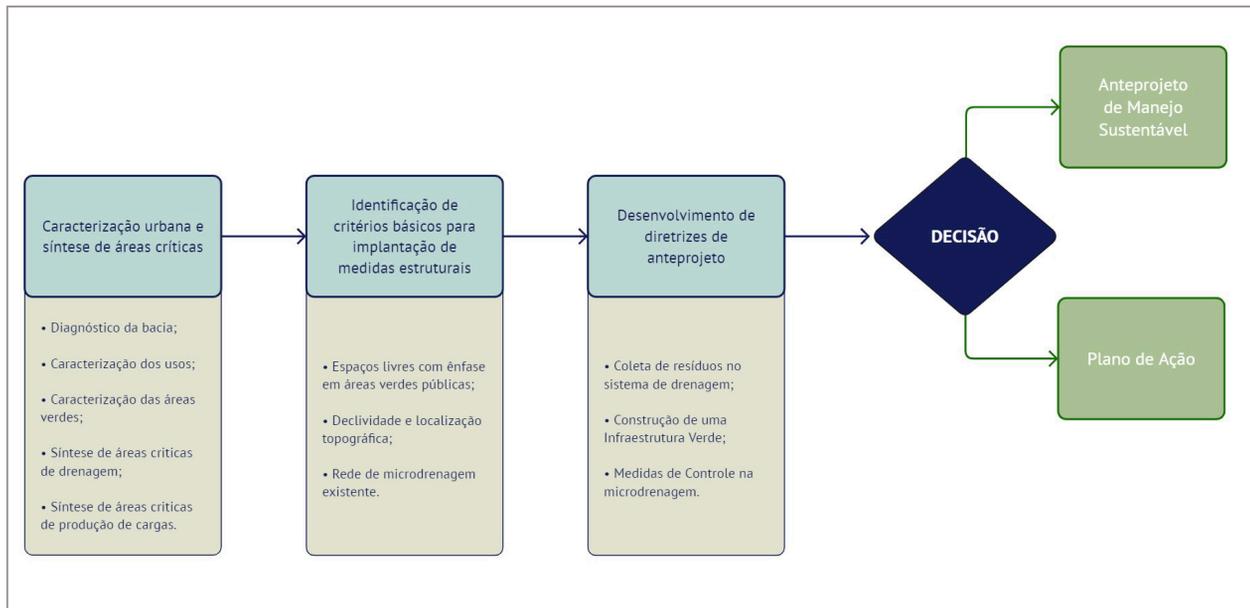
A Etapa 2 do PDDMAP busca aumentar o conhecimento local sobre a drenagem sustentável. O intuito é o de orientar a implementação de tecnologias que proporcionem maior infiltração da água no solo e a redução da poluição difusa. Com isso, busca-se aumentar a resiliência da cidade, contribuindo não apenas para a redução de alagamentos, mas, em especial, para a

melhoria da qualidade da água nos rios e córregos.

Desse modo, o estudo foi desenvolvido para identificar técnicas de drenagem sustentável adequadas ao contexto das bacias hidrográficas de São José dos Campos. A metodologia elaborada permite determinar a localização e as tipologias das tecnologias a serem empregadas, bem como a quantidade de carga poluente que deve ser removida,

a fim de assegurar a qualidade da água em conformidade com a legislação vigente.

A **Figura 4** expõe um fluxograma que resume a metodologia proposta, que consta descrita detalhadamente no Manual de



**FIGURA 4** Método para a elaboração de anteprojetos de drenagem sustentável e de infraestrutura verde (FCTH, 2024)

Drenagem Sustentável do Município de São José dos Campos.

A aplicação dessa metodologia pode ser estendida a todo o perímetro urbano do Município de São José dos Campos, possibilitando a integração de tecnologias de drenagem sustentável ao sistema convencional existente. A partir dos resultados encontrados, é possível desenvolver diretrizes para o planejamento e o projeto, bem como

elaborar planos de ação para o manejo das águas pluviais no curto, médio e longo prazos.

A Etapa 2 também apresenta e detalha as principais tipologias e os critérios construtivos e de dimensionamento de tecnologias sustentáveis. Esses elementos são fundamentais para promover o desenvolvimento urbano sustentável e apoiar políticas públicas que garantam a implementação eficaz dessas ações.



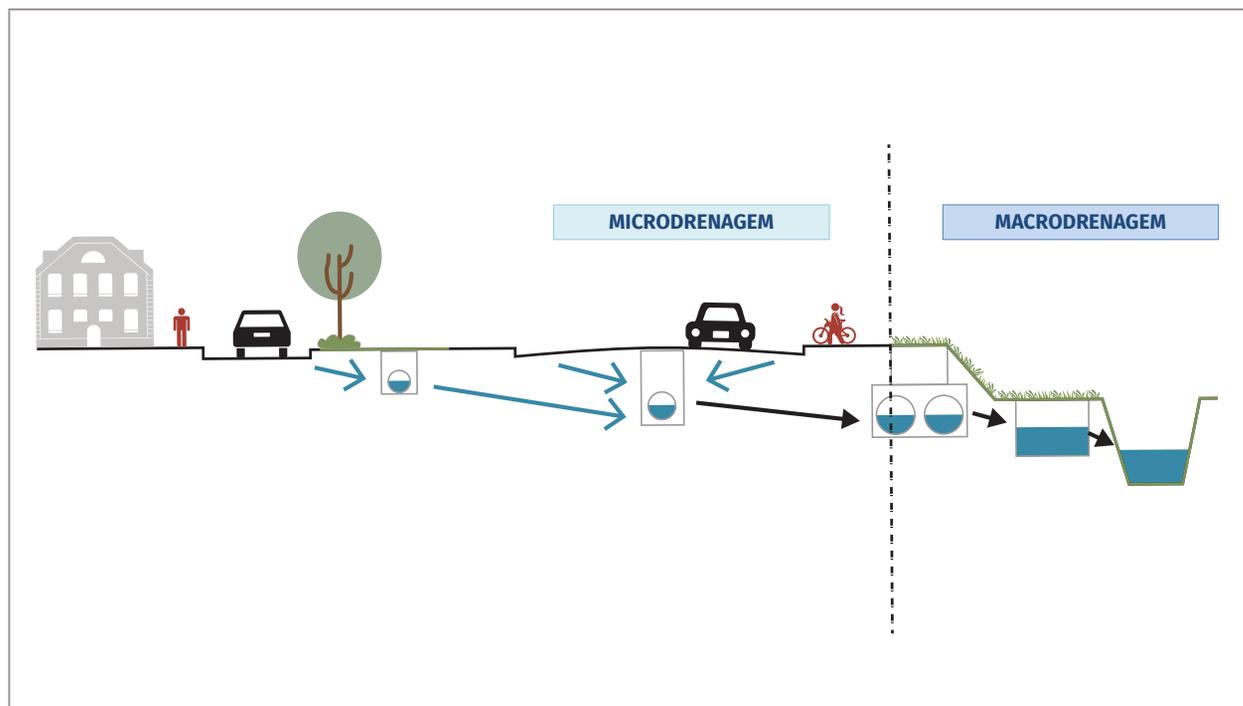
## Drenagem sustentável

Os sistemas de drenagem se originaram a partir da necessidade de lidar com as águas pluviais nas áreas urbanas. Esses sistemas são constituídos por conjuntos de infraestrutura e por instalações para a coleta, o transporte, a detenção, a retenção, o tratamento e o lançamento final das águas pluviais. Esses sistemas apresentam duas categorias principais, especificadas a seguir e ilustradas na **Figura 5**.

- **Microdrenagem:** a microdrenagem inclui estruturas que captam e conduzem águas pluviais principalmente de elementos viários (como ruas, praças e avenidas), de edificações e de lotes do entorno. Atua como via de entrada do sistema de drenagem nas áreas urbanas, sendo composta por elementos construídos e associados à pavimentação, a fim de manter o tráfego e o conforto dos usuários. A microdrenagem visa controlar o escoamento local, prevenindo sobrecargas na rede de drenagem e melhorando a qualidade da água que retorna aos corpos d'água.

- **Macro drenagem:** envolve o gerenciamento de grandes volumes de água em uma escala mais ampla, abrangendo elementos como rios e córregos naturais e suas ampliações e canalizações.

A macro drenagem é responsável por conduzir e armazenar grandes volumes de água em uma bacia, e essa água, por sua vez, é captada por diversos sistemas de micro drenagem.



**FIGURA 5** Microdrenagem e macrodrenagem (FCTH, 2024)

Inicialmente, esses sistemas de águas pluviais foram planejados sob a lógica do rápido escoamento, a fim de liberar as áreas urbanas ocupadas pelas águas excedentes. Contudo, como visto anteriormente, diante da urbanização excessiva e das mudanças climáticas, a drenagem sustentável surge como uma abordagem inovadora. Ela busca integrar o gerenciamento das águas pluviais com o ambiente urbano, promovendo benefícios ecológicos, socioculturais e econômicos.

Ao contrário dos métodos tradicionais, que priorizam o rápido escoamento da água e o controle de inundações, a drenagem sustentável evolui para soluções alternativas de manejo das águas pluviais, como o planejamento urbano e a utilização de técnicas para o aumento da capacidade de infiltração, evapotranspiração e armazenamento das águas superficiais. Assim, busca-se reduzir o impacto das chuvas intensas, promover a melhoria da qualidade da água e recuperar áreas naturais, rios e córregos.

A vegetação desempenha um papel importante para a drenagem sustentável. A cobertura vegetal contribui para a infiltração e a evapotranspiração e ajuda a melhorar a qualidade da água ao absorver nutrientes e poluentes presentes nas águas pluviais. Além disso, a vegetação reduz a velocidade do escoamento ao interceptar e absorver a água da chuva, o que diminui a erosão e o

risco de inundações. O uso da vegetação também promove a integração paisagística, tornando as áreas urbanas mais agradáveis e funcionais.

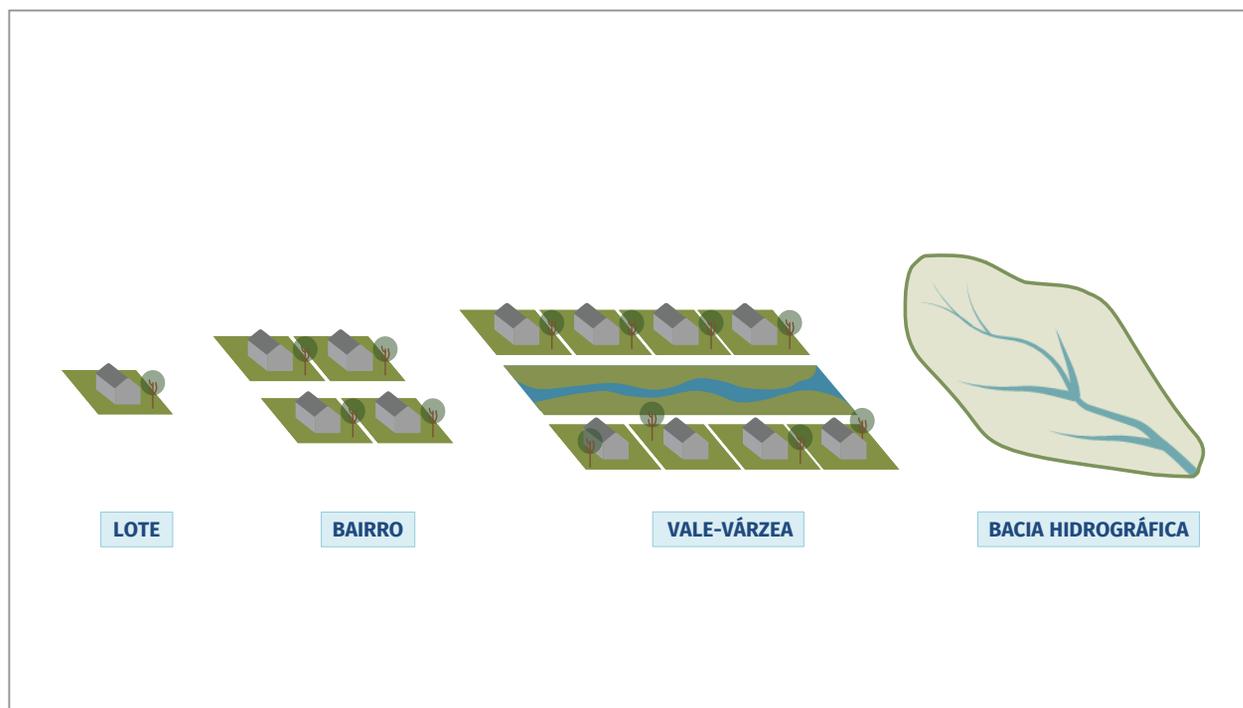
No âmbito econômico, destaca-se que a adoção de técnicas sustentáveis, além de minimizar danos causados por inundações e deslizamentos, pode apresentar uma redução de custos se comparada às infraestruturas convencionais. A drenagem sustentável pode ainda contribuir para a valorização imobiliária e gerar economia com operação e manutenção, tornando-se uma solução economicamente viável e sustentável.

Ao oferecerem uma alternativa ao sistema tradicional de drenagem, as técnicas de drenagem sustentável se integram à micro e à macrodrenagem convencionais, a fim de restaurar condições semelhantes ao balanço hidrológico natural e melhorar a qualidade das águas urbanas. A seguir, são apresentadas as diferentes escalas de projeto para a drenagem sustentável, bem como suas aplicações na microdrenagem e na macrodrenagem.

## 2.1 ESCALAS DE PROJETO

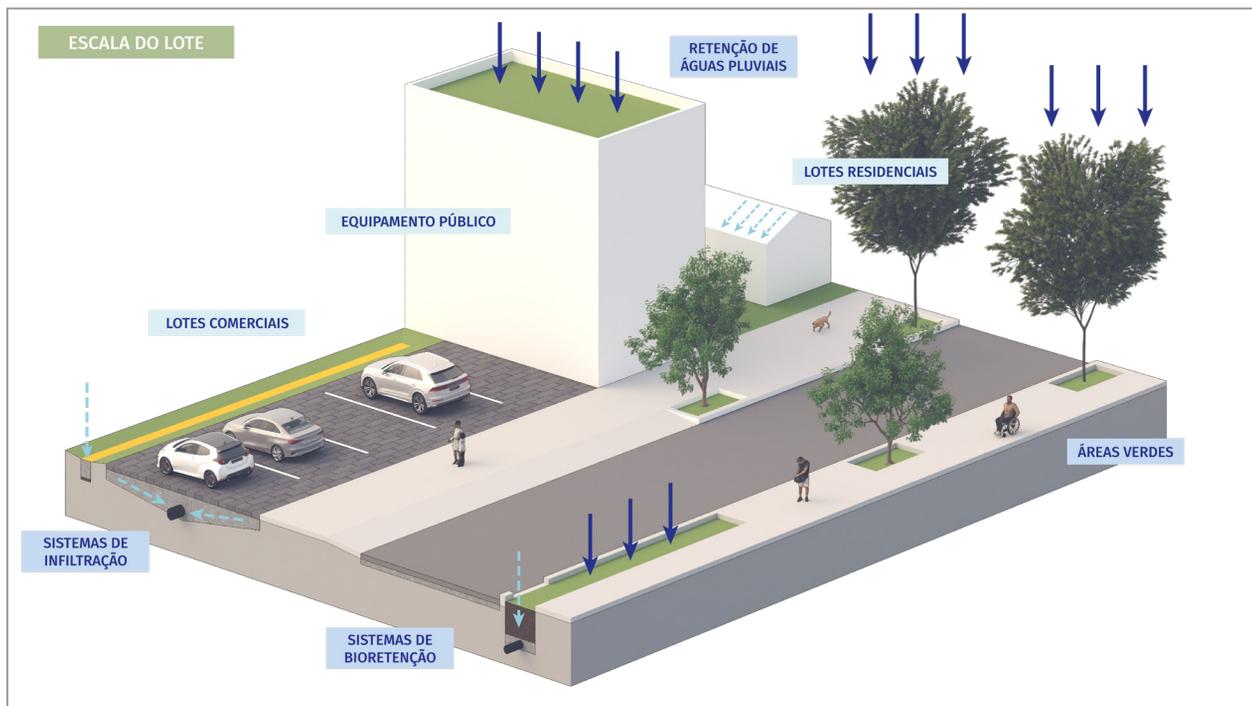
No planejamento da drenagem urbana, o conceito de escala de projeto nos auxilia a compreender o tipo de solução, estrutural ou não, a ser aplicada em cada contexto,

visando à redução do risco quantitativo e à melhoria qualitativa da rede hídrica. A **Figura 6** apresenta as quatro escalas de projeto para o planejamento da drenagem urbana.



**FIGURA 6** Microdrenagem e macrodrenagem (FCTH, 2024)

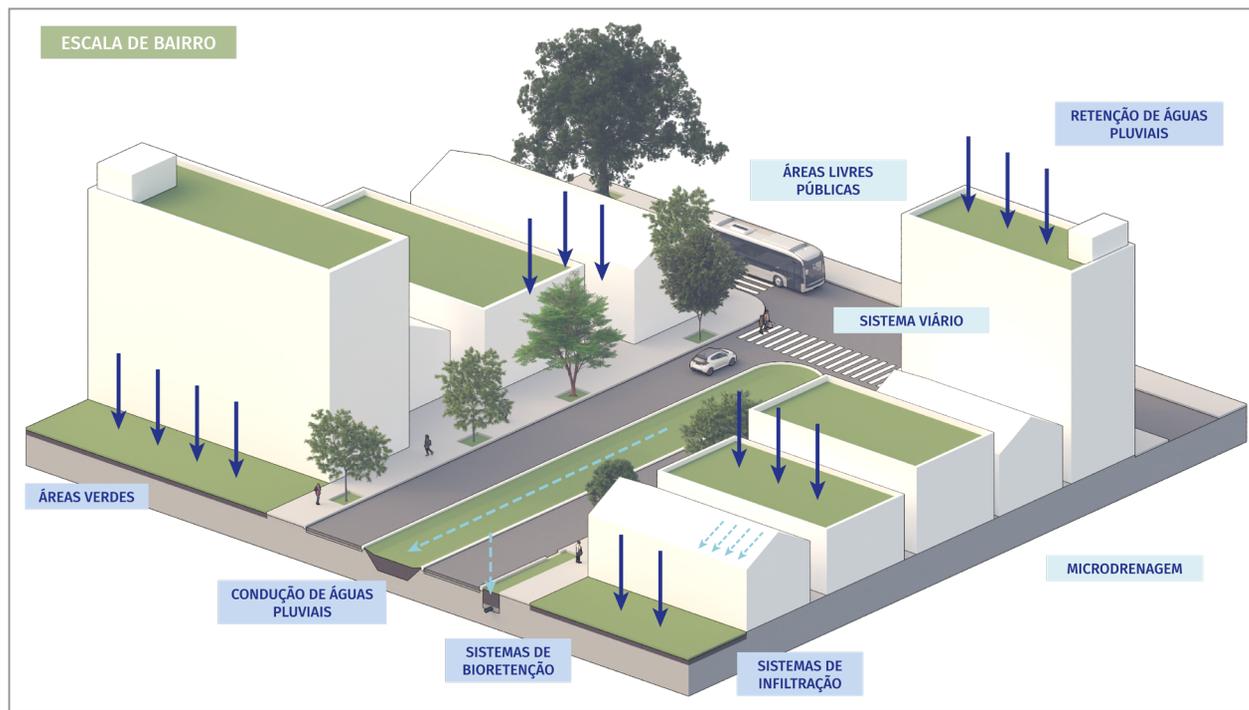
- **Escala de lote:** refere-se a soluções de resiliência dentro de uma área específica, como um terreno residencial, comercial, industrial ou público. O responsável deve seguir as normas de ocupação do terreno, que impactam a drenagem e outros serviços de saneamento.



**FIGURA 7** Diagrama de escala de lote (FCTH, 2024)

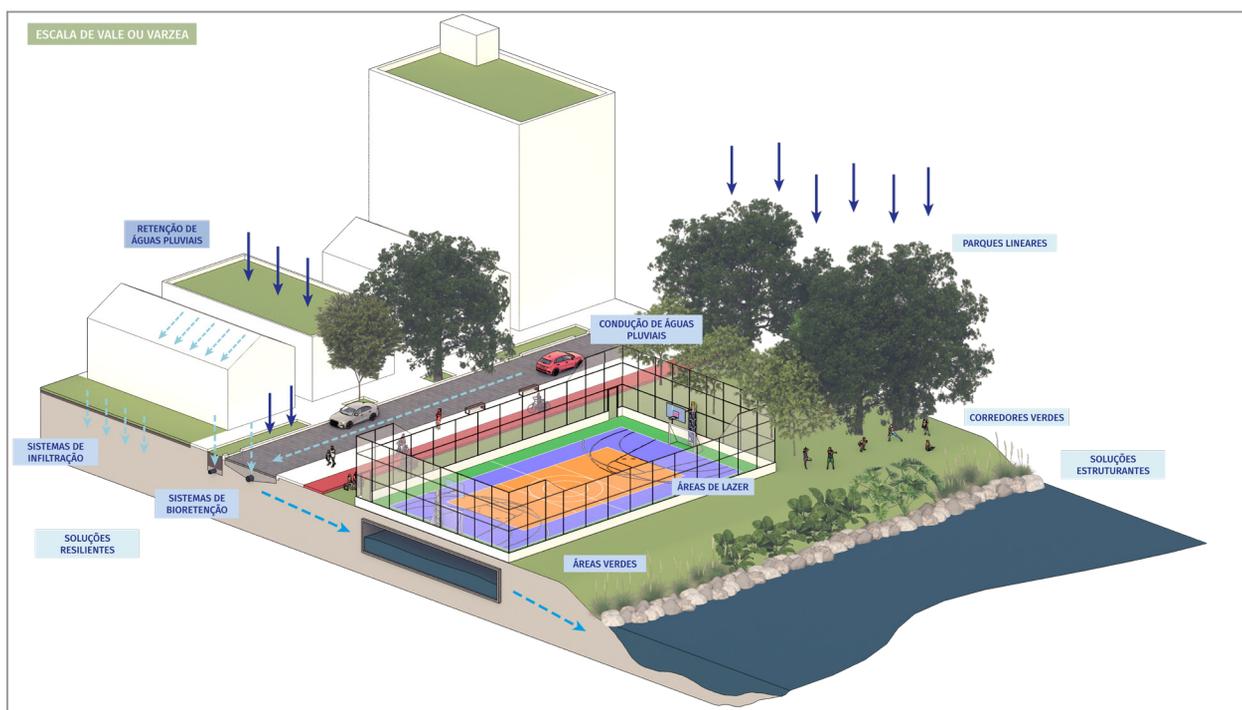
- **Escala de bairro:** inclui soluções de resiliência para microdrenagem e vias públicas. Áreas públicas entre os lotes são de interesse e responsabilidade do governo.

As soluções nessas duas primeiras escalas (lote e bairro) são chamadas de **soluções resilientes**, pois aumentam a capacidade do sistema de lidar com enchentes.



**FIGURA 8** Diagrama de escala de bairro (FCTH, 2024)

- **Escala de vale-várzea:** é dedicada a soluções estruturantes na rede hidrográfica e em seu entorno. Essas áreas requerem uma abordagem multidisciplinar, considerando aspectos hídricos, geotécnicos, urbanísticos e socioambientais.



**FIGURA 9** Diagrama de escala de vale-várzea (FCTH, 2024)

- **Escala de bacia hidrográfica:** é a mais ampla das quatro escalas e é essencial para o planejamento geral. Ela ajuda a priorizar a implementação de soluções e a verificar o desempenho das outras escalas combinadas.

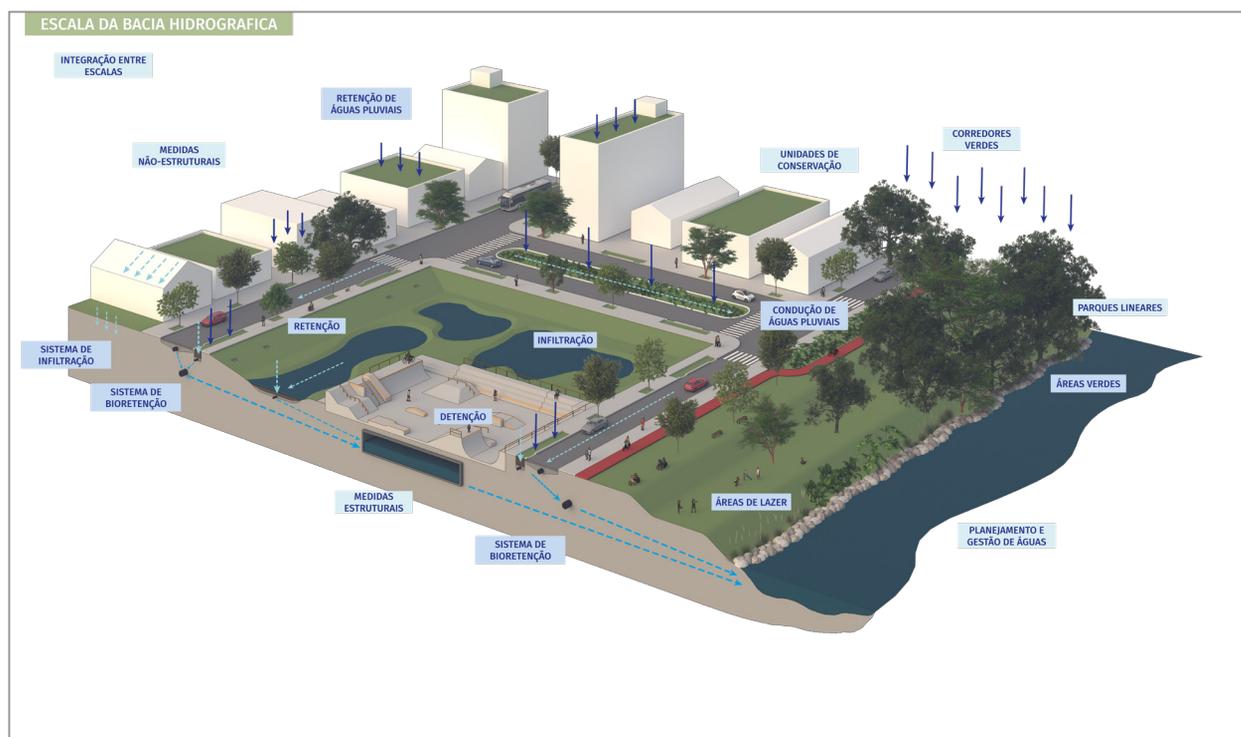


FIGURA 10 Diagrama de escala de bacia hidrográfica (FCTH, 2024)

## 2.2 MICRODRENAGEM

A microdrenagem é constituída de estruturas de captação e condução de águas pluviais que chegam a elementos viários como ruas, praças e avenidas. Essas águas são provenientes não apenas da precipitação direta sobre esses elementos, mas também das captações existentes nas edificações e nos lotes lindeiros. Pode-se entender a microdrenagem como o conjunto de estruturas de entrada no sistema de drenagem das bacias urbanas.

Existem diversas técnicas de drenagem sustentável na microdrenagem, com diferentes particularidades e terminologias. Na Etapa 2 do PDDMAP, foram apresentadas sete tecnologias sustentáveis, com seus respectivos critérios de locação, construção e dimensionamento.

Essas sete tipologias são: biorretenções, biovaletas, telhados verdes, pavimentos permeáveis, bacias de detenção, facilitadores de infiltração e reservatórios de detenção no lote. Cada uma delas é detalhada nas páginas a seguir.

## Biorretenção

A biorretenção consiste em uma depressão vegetada rasa, projetada para receber e infiltrar o escoamento das águas pluviais. Esse dispositivo usa uma combinação de solo e vegetação apropriados para remover poluentes e reduzir o volume de escoamento que atinge os corpos d'água. Entre esses sistemas, destacam-se os jardins de chuva e os canteiros pluviais. A **Figura 11** apresenta um exemplo de biorretenção.

A principal função desses sistemas é a infiltração, a retenção das águas pluviais e a melhoria da qualidade das águas do

escoamento superficial. Entre suas vantagens, destacam-se a presença de vegetação, o que permite uma integração paisagística; o resfriamento do microclima local pela evapotranspiração; o aumento da biodiversidade de fauna e flora; entre outros benefícios ecológicos e socioculturais.

As biorretenções demandam manutenção da vegetação, ações de limpeza como poda e remoção de resíduos sólidos e ações de manutenção preventiva, como reparos estruturais e o replantio de espécies.



**FIGURA 11** Corte esquemático de biorretenção fechada (FCTH, 2024)

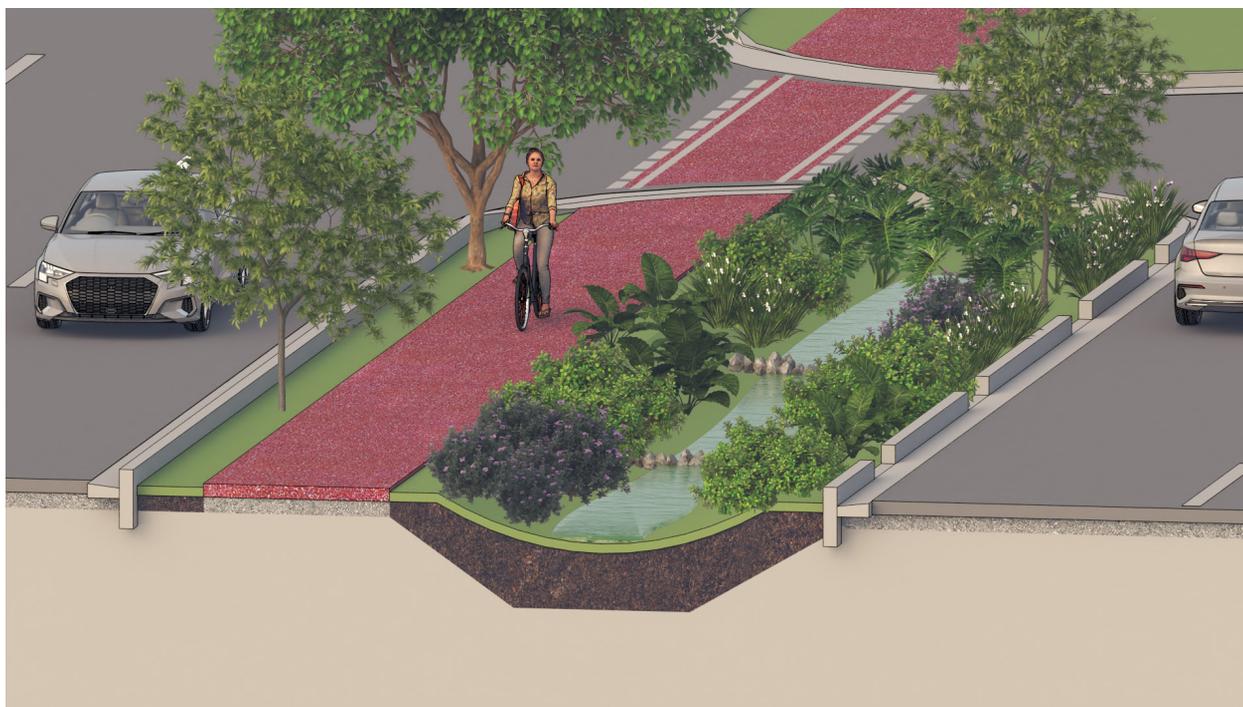
## Biovaleta

A biovaleta é um dispositivo linear que corresponde a uma vala escavada e vegetada conectada ao sistema de drenagem, projetada para conduzir e infiltrar o escoamento superficial das chuvas. Ela também contribui para a redução de cargas poluentes, a recarga dos aquíferos e a restauração de habitats. Sua implantação é basicamente regida pela declividade do terreno. A **Figura 12** apresenta um corte esquemático dessa tecnologia de drenagem sustentável.

A principal função das biovaletas é conduzir as águas pluviais nas escalas de bairro e

de lote, promovendo uma redução da velocidade do escoamento superficial. Em adição, essa tecnologia contribui para a infiltração e a retenção das águas, além de permitir conexões de áreas verdes e a preservação de corredores ecológicos.

Assim como as biorretenções, essa infraestrutura demanda manutenção da vegetação e ações de limpeza e de manutenção preventiva, como poda, remoção de resíduos sólidos, reparos estruturais e replantio de espécies.



**FIGURA 12** Corte esquemático de biovaleta (FCTH, 2024)

### Telhados verdes

Telhados verdes são soluções aplicadas na escala de lote ou bairro, consistindo em áreas de vegetação instaladas nas coberturas de construções e edificações – desde pontos de ônibus até arranha-céus. Esses telhados são projetados para armazenar a água da chuva que incide sobre eles, atenuando a velocidade desse escoamento até o sistema de drenagem e melhorando o isolamento térmico dos edifícios. A **Figura 13** apresenta um corte esquemático desse dispositivo de drenagem sustentável.

A principal função desses telhados é o armazenamento da água da chuva, podendo

também influenciar positivamente a qualidade da água, dependendo do tipo de vegetação e da eficácia da manutenção. Entre os benefícios dos telhados verdes, destacam-se o valor estético e ecológico, a melhora nas temperaturas urbanas e a diminuição do escoamento superficial de águas pluviais.

A operação e a manutenção dos telhados verdes dependem das especificidades do tipo de vegetação plantada e das camadas construtivas, podendo incluir até mesmo sistemas de irrigação. Além disso, esse dispositivo exige manutenção regular, como poda da vegetação e reparos gerais da estrutura do telhado.



**FIGURA 13** Corte esquemático de telhado verde (FCTH, 2024)

### Pavimentos permeáveis

Os pavimentos permeáveis permitem a infiltração da água da chuva em suas camadas drenantes, reduzindo o escoamento superficial e retendo parte da carga poluente. São usados em áreas de tráfego leve, como calçadas, ciclovias, ruas de baixo movimento e estacionamentos. A **Figura 14** retrata dois exemplos de pavimentos permeáveis: asfalto poroso e bloco intertravado drenante.

A manutenção desses pavimentos requer a remoção periódica de sedimentos e resíduos acumulados, utilizando varrições, jatos de alta pressão e limpeza dos drenos subterrâneos. Além disso, é importante realizar reparos estruturais para garantir a segurança do tráfego.



**FIGURA 14** Corte esquemático de pavimento permeável – bloco permeável com dreno integrado (FCTH, 2024)

## Bacias de retenção

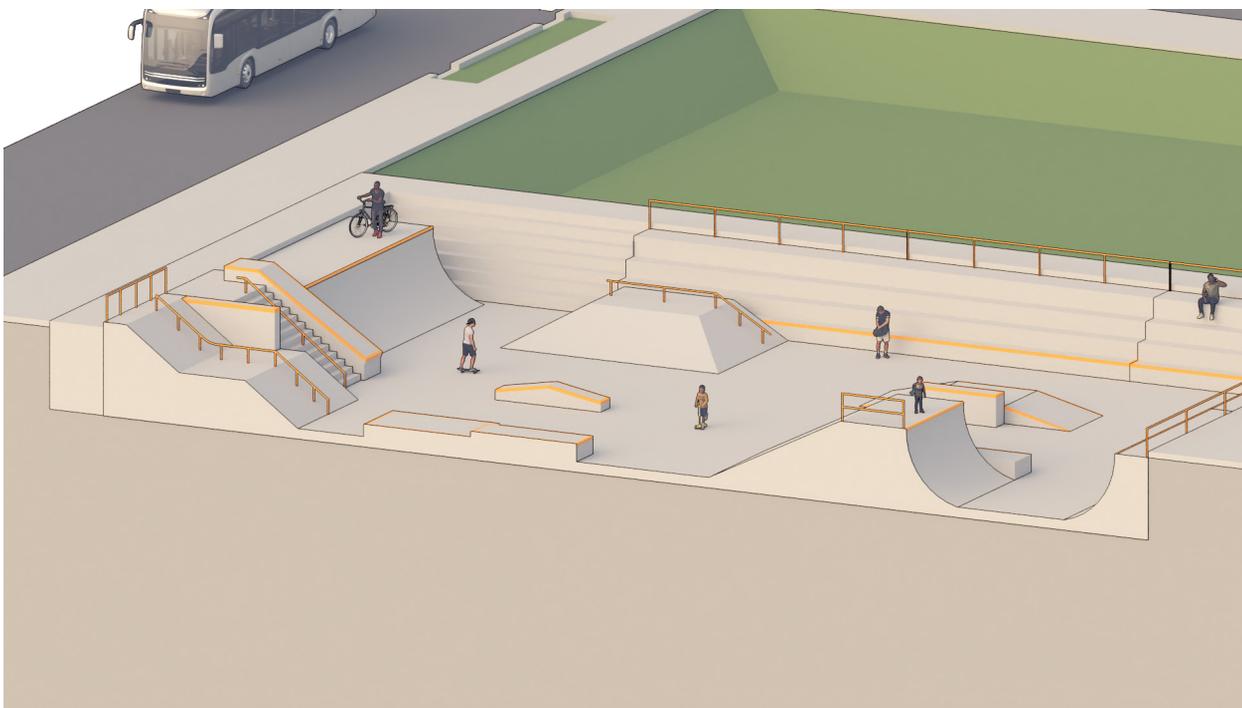
As bacias de retenção são depressões projetadas para armazenar temporariamente grandes volumes de águas pluviais durante chuvas intensas, liberando-as gradualmente para evitar a sobrecarga nos sistemas de drenagem. Essas estruturas podem ser vegetadas, atuando também na retenção de poluentes, e impermeáveis, focadas apenas no controle do escoamento superficial. A **Figura 15** e a **Figura 16** trazem exemplos de bacias de retenção com cobertura vegetada e superfície impermeável, respectivamente.

A principal função desse sistema é a retenção das águas pluviais e o controle de cheias. Ele pode ainda desempenhar funções socioculturais, como a criação de áreas de lazer e contemplação e a valorização paisagística do espaço urbano.

A manutenção desse tipo de dispositivo envolve a remoção de sedimentos e resíduos, a poda da vegetação (quando presente) e a limpeza dos drenos subterrâneos.



**FIGURA 15** Corte esquemático de bacia de detenção vegetada (FCTH, 2024)



**FIGURA 16** Corte esquemático de bacia de detenção impermeável (FCTH, 2024)

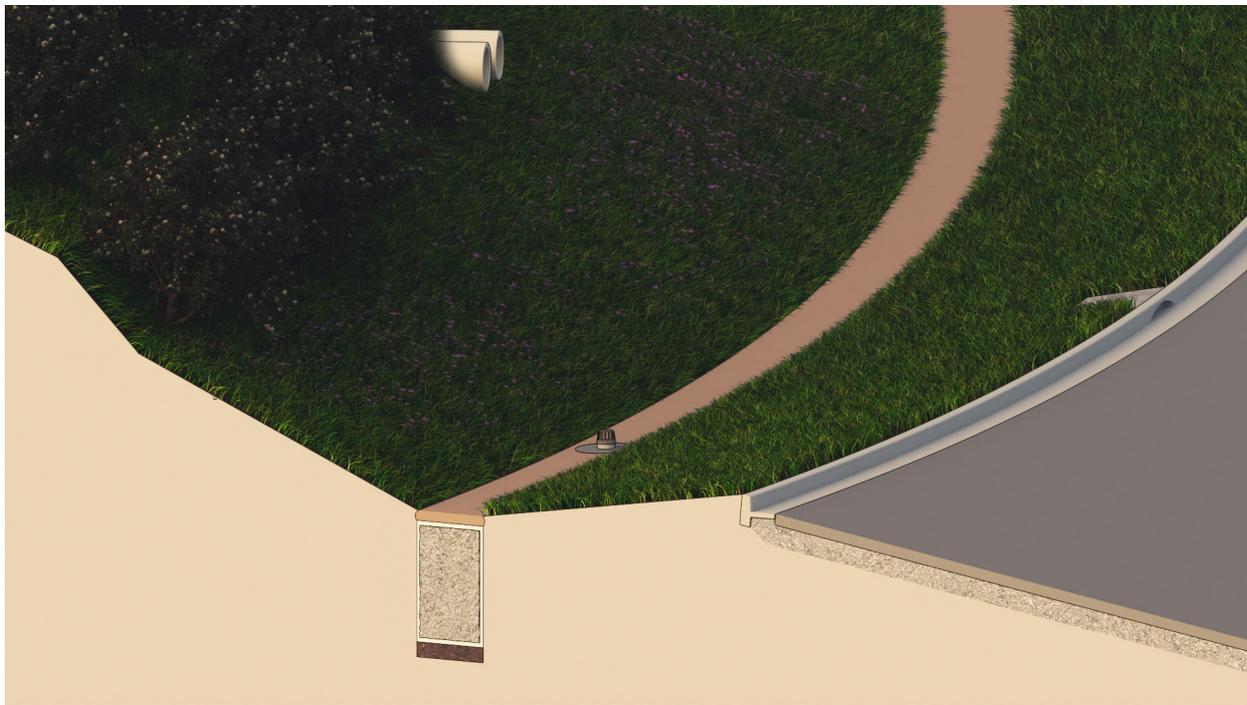
### Facilitadores de infiltração

Facilitadores de infiltração, como poços, bacias, valas e trincheiras de infiltração, são estruturas preenchidas com material drenante que aumentam a capacidade do solo de infiltrar águas pluviais, reduzindo o escoamento superficial e retendo poluentes difusos. A **Figura 17** traz um exemplo de trincheiras de infiltração.

Além de promover a infiltração da água da chuva, esses sistemas contribuem para a recarga de aquíferos subterrâneos, ajudando a manter o ciclo hidrológico equilibrado. As camadas drenantes também filtram a água

e melhoram sua qualidade, reduzindo sedimentos e metais pesados no escoamento superficial.

A manutenção periódica dos facilitadores de infiltração deve incluir a remoção de sedimentos e resíduos acumulados, a inspeção dos drenos subterrâneos e reparos estruturais nas fronteiras da escavação, além de revolvimento e substituição parcial do meio filtrante quando necessário.



**FIGURA 17** Corte esquemático de trincheira de infiltração (FCTH, 2024)

### Reservatórios de retenção no lote

Os reservatórios de retenção no lote são pequenas estruturas projetadas para armazenar temporariamente águas pluviais, sendo indicadas para áreas residenciais e comerciais e espaços públicos. Podem ser enterrados ou abertos e apresentam um sistema de barramento que cria uma lâmina d'água permanente. A **Figura 18** ilustra um exemplo de reservatório de retenção no lote.

A principal função desses reservatórios é controlar o escoamento superficial e garantir que o excedente seja encaminhado de forma segura para áreas a jusante. Alguns desses

sistemas integram a retenção com o reúso de água de chuva, promovendo também a integração paisagística, a preservação de habitats naturais e a manutenção da biodiversidade local.

A manutenção periódica do sistema deve incluir ações de limpeza e inspeção, poda de vegetação, remoção de lixo e sedimentos, limpeza do dreno, remoção de espécies invasoras, replantio de espécies danificadas e reparos estruturais no barramento.



**FIGURA 18** Corte esquemático de reservatório de retenção no lote (FCTH, 2024)

## 2.3 MACRODRENAGEM

As obras de macrodrenagem compreendem soluções estruturais para a condução e o armazenamento das águas da chuva, geralmente situadas nos elementos de drenagem, como rios e córregos naturais, além de suas ampliações e canalizações, abrangendo a escala de vale-várzea da bacia. A macrodrenagem atua como concentradora e condutora das águas pluviais da bacia, recebendo as contribuições de diversos subsistemas de microdrenagem.

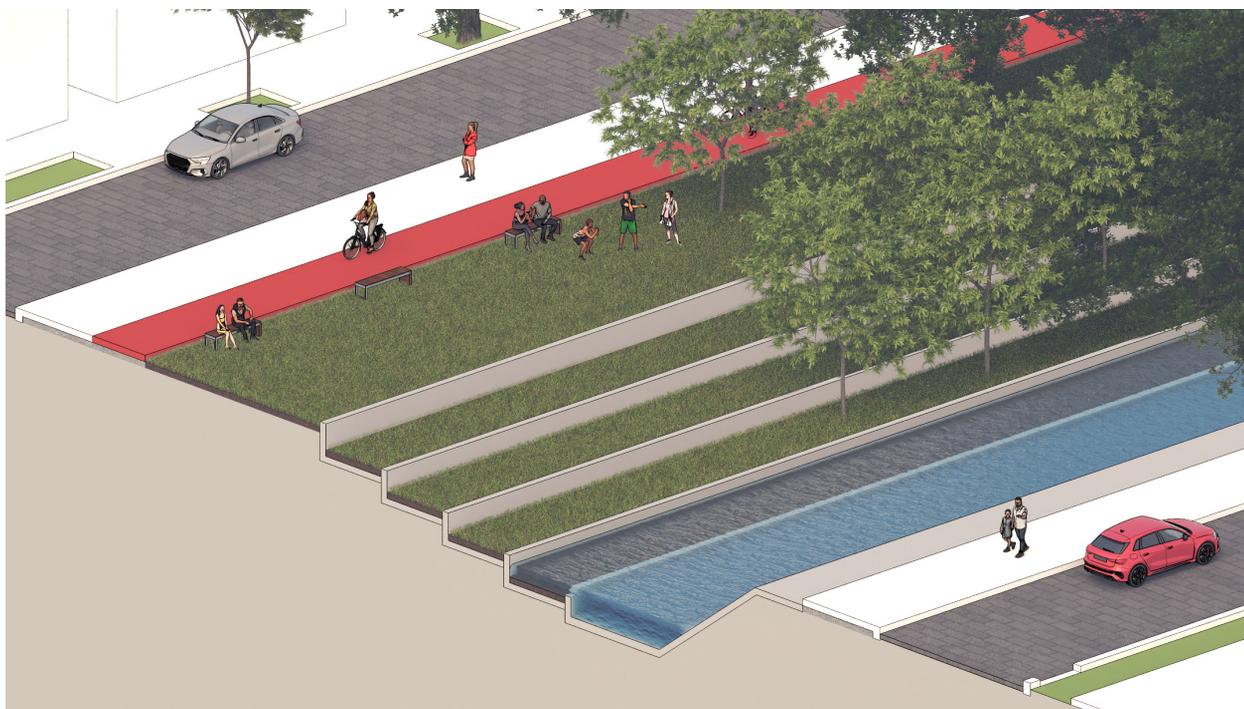
Essas estruturas seguem diretrizes específicas de dimensionamento hidráulico, que incluem a determinação de seções hidráulicas, declividades, volumes, revestimentos, entre outros parâmetros, para garantir sua eficácia dentro do sistema de drenagem urbana. Também são realizados estudos hidrológicos para dimensionar as estruturas de macrodrenagem, a fim de calcular as vazões referentes a eventos de chuva com um período de retorno de 100 anos ( $T_r$  100 anos), parâmetro fundamental para o desenvolvimento das soluções estruturais.

No contexto da drenagem em escala de vale-várzea, destacam-se três soluções estruturais sustentáveis: canais sustentáveis, parques lineares e reservatórios multiuso, que serão esmiuçados a seguir.

## Canais sustentáveis

Canais sustentáveis são estruturas de bioengenharia que conduzem águas pluviais através de corredores verdes, utilizando revestimentos vegetados ou combinando vegetação com estruturas construídas em seus taludes. Esse tipo de canal simula a vegetação ciliar natural dos rios, reduzindo a velocidade do fluxo, promovendo infiltração e melhorando a qualidade da água. A **Figura 19** apresenta um exemplo esquemático dessa estrutura de drenagem sustentável.

Essa técnica oferece vantagens significativas, como a estabilização de taludes para evitar deslizamentos e degradação de margens, a redução da velocidade do escoamento e a integração paisagística, que transforma áreas funcionais em elementos estéticos e de valor para a cidade.



**FIGURA 19** Corte esquemático de canal sustentável (FCTH, 2024)

## Parques lineares

Parques lineares são corredores verdes que seguem o curso de rios ou córregos urbanos, combinando funções recreativas com a gestão de águas pluviais. Seu comprimento é significativamente maior que sua largura. Eles atuam de forma semelhante à dos canais sustentáveis, porém agregando outras funções ao ambiente urbano. A **Figura 20** mostra um modelo de parque linear.

Esses parques são fundamentais no controle de cheias, permitindo a infiltração de água e melhorando sua qualidade. Além de oferecer espaços para lazer e atividades físicas, gerando melhoria da qualidade de vida urbana, ajudam a preservar corredores ecológicos, conectando áreas naturais e sustentando habitats para a fauna e a flora locais.



**FIGURA 20** Corte esquemático de parque linear (FCTH, 2024)

## Reservatórios multiuso

Reservatórios multiuso são estruturas projetadas para armazenar águas pluviais. Eles apresentam diversos fins, como controle de cheias, lazer, conservação ambiental e até mesmo geração de energia elétrica. Esses reservatórios são úteis em áreas onde é necessário controlar grandes volumes de água durante eventos de chuva intensa, uma vez que a rede de drenagem local se encontra saturada pela consolidação da urbanização na bacia. A **Figura 21** mostra um exemplo de reservatório multiuso.

Esses reservatórios podem ser abertos ou fechados. Os abertos podem incluir espelhos d'água e áreas vegetadas, contribuindo para a paisagem e oferecendo espaços de lazer. Os fechados mantêm a função de armazenar e controlar águas pluviais e permitem o uso do espaço acima para outras finalidades, como praças e parques.



**FIGURA 21** Corte esquemático de reservatório multiuso (FCTH, 2024)



## Conclusão

A drenagem sustentável oferece uma série de benefícios que vão além do simples controle das águas pluviais. Contribui para a melhoria da qualidade da água, reduzindo a poluição e promovendo a infiltração natural. A redução da velocidade do escoamento e o aumento de áreas verdes ajudam a prevenir erosões e inundações, e a integração paisagística melhora o ambiente urbano, criando espaços mais agradáveis e funcionais.

A adoção de práticas de drenagem sustentável é crucial para enfrentar os desafios da urbanização e das mudanças climáticas. A implementação dessas práticas em nível local ajuda a proteger as comunidades contra os impactos de eventos climáticos extremos e, igualmente, promove um ambiente urbano mais saudável e resiliente. Além disso, essas práticas incentivam a participação da comunidade e contribuem para a valorização dos espaços urbanos.

Para avançar na implementação da drenagem sustentável, é fundamental educar a comunidade e os profissionais sobre os seus benefícios e melhores práticas. Nesse contexto, esta Cartilha Digital teve como objetivo

apresentar conceitos, diretrizes e tipos de dispositivos relacionadas à drenagem sustentável, complementando as orientações presentes na Etapa 1 – Drenagem urbana, do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais de São José dos Campos.

## Bibliografia

**ADASA.** *Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal*. Brasília, DF: Adasa; Unesco, 2023.

**ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R.** Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “economia dos ecossistemas”. *Texto para discussão*, IE/UNICAMP, n. 159, 2009.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 9574: execução de impermeabilização*. ABNT: Rio de Janeiro, 2008.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** *NBR 16416: pavimentos permeáveis de concreto – requisitos e procedimentos*. ABNT: Rio de Janeiro, 2015.

**BALLARD, B.** et al. *The SUDS Manual*. Londres: Ciria, 2015.

**BERTANZA, G.; BOIOCCHI, R.** Interpreting per capita loads of organic matter and nutrients in municipal wastewater: A study on 168 Italian agglomerations. *Science of The Total Environment*, v. 819, p. 153236, 2022.

**BRASIL.** Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução nº 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil: Brasília, DF, 18 mar. 2005.

**BRASIL.** *Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020*. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, entre outras disposições. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil: Brasília, DF, 16 jul. 2020.

**BROWN, J.; ISAACS, D.** World Café Community. *The World Cafe: Shaping Our Futures Through Conversations That Matter*. São Francisco: Berrett-Koehler, 2005.

**DAGENAIS, D.; BRISSON, J.; FLETCHER, T. D.** The Role of Plants in Bioretention Systems:

Does the Science Underpin Current Guidance? *Ecological Engineering*, v. 120, p. 532-545, 2018.

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL RESOURCES.** *Bioretention Manual*. Maryland: Environmental Services Division, 2009.

**DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA.** *Instrução DPO nº 002*. São Paulo: Secretaria de Estado de Saneamento e Energia, 2007.

**FCTH.** *Desenvolvimento de metodologia e projeto piloto de revitalização de bacia urbana, replicável para as demais bacias da região metropolitana (bacia do córrego Jaguaré)*. São Paulo: FCTH, 2017.

**FLETCHER, T. D.** SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The Evolution and Application of Terminology Surrounding Urban Drainage. *Urban Water Journal*, v. 12, n. 7, p. 525-542, 2015.

**GOVERNMENT OF MALAYSIA.** *Urban Stormwater Management Manual*. 2. ed. Kuala Lumpur: Department of Irrigation and Drainage (DID) Malaysia, 2012.

**HUNT, W. F.** *Plant Selection for Bioretention Systems and Stormwater Treatment Practices*. Cham: Springer Nature, 2015.

**JOHNSON, D.; GEISENDORF, S.** Are Neighborhood-Level SUDS Worth it? An Assessment of the Economic Value of Sustainable Urban Drainage System Scenarios Using Cost-Benefit Analyses. *Ecological Economics*, v. 158, p. 194-205, 2019.

**MAGALHÃES, A. A.** *The Dynamic of Seasonal Nonpoint Pollution in Complex Watersheds*. São Paulo: EP-USP, 2022.

**MUERDTER, C. P.; WONG, C. K.; LEFEVRE, G. H.** Emerging Investigator Series: The Role of Vegetation in Bioretention for Stormwater Treatment in the Built Environment: Pollutant Removal, Hydrologic Function, and Ancillary Benefits. *Environmental Science: Water Research & Technology*, v. 4, p. 592-612, 2018.

**NOVOTNY, V.; OLEM, H.** *Water Quality: Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. Nova York: Van Nostrand Reinhold, 1994.

**PAYNE, E.** *et al. Adoption Guidelines for Stormwater Biofiltration Systems – Summary Report: Cities as Water Supply Catchments – Sustainable Technologies*. Melbourne: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, 2015.

**PINHEIRO, M. B.** *Plantas para infraestrutura verde e o papel da vegetação no tratamento das águas urbanas de São Paulo: identificação de critérios para seleção de espécies*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2017.

**PMSJC (Prefeitura do Município de São José dos Campos).** *Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais*. São José dos Campos: PMSJC, 2021.

**POLETO, C.** SUDS (*Sustainable Urban Drainage Systems*): uma contextualização histórica. *Revista Thema*, v. 8, n. 1, p. 5-30, 2011.

**PORTO, M.** Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas. In: TUCCI, C.; PORTO, R.; BARROS, M. *Drenagem urbana*. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 1995, p. 387-414.

**RIGHETTO, A. M.** (coord.). *Manejo de águas pluviais urbanas*. Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (Prosab). v. 4. Rio de Janeiro: Finep, 2009. Disponível em: [http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5\\_tema\\_4.pdf](http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_4.pdf). Acesso em: 5 ago. 2024.

**ROSSI, M.** *Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado.* São Paulo: Instituto Florestal, 2017.

**RUZISKA, A. A.; SUGUIO, K.** Impactos ambientais sobre os recursos hídricos para abastecimento público em São José dos Campos. *Revista Universidade de Guarulhos*, v. 7, n. 1, p. 5-30, 2008.

**SILVA, T. F.** (2017). *Tecnologia alternativa em drenagem urbana: telhado verde.* Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.

**SKOROBOGATOV, A.** The Impact of Media, Plants and their interactions on Bioretention Performance: A Review. *Science of the Total Environment*, v. 715, p. 136.918, 2020.

**UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.** *Bioretention Design Handbook: Designing Holistic Bioretention for Performance and Longevity.* EPA, 2023.

**VON SOPERLING, M.** *Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal.* Londres: IWA Publishing, 2007.

