

Estufa com canteiro de mudas



DRENAGEM SUSTENTÁVEL – SÃO JOSÉ DOS CAMPOS

PLANO DE AÇÃO



 Fundação
Centro Tecnológico
de Hidráulica

 FEHIDRO

 PREFEITURA MUNICIPAL
DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS/SP

 UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

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

PLANO DE AÇÃO

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

PLANO DE AÇÃO

Julho 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
Fernando Garcia	Engenheiro ambiental
Fabio Nogueira	Engenheiro ambiental
Sabrina Domingues Miranda	Estagiária engenharia ambiental
João Francisco Nogueira Spegiordin	Estagiário de Engenharia Civil
Luann Silva Calixto	Estagiário de Engenharia Civil

Projeto gráfico: Mayara Menezes do Moinho

Diagramação: Rafael Valença

Revisão de texto: Simone Oliveira

Foto da capa: Unsplash/Abigail Lynn (@shmabbss)

Emissão: São Paulo, 25 de julho de 2023

Elaborado por: Camila Brandão Nogueira Borges, Stephanie Gonzaga, Fábio Ferreira Nogueira e Lais Ferrer Amorim de Oliveira

Verificado por: José Rodolfo Scarati Martins

Aprovado por: Renato Carlos Zambon



Sumário

Apresentação	11
Introdução	13
1. Medidas não estruturais	15
2. Medidas estruturais	27
2.1 Escala de lote	28
2.2 Escala de bairro.....	30
2.2.1 Microbacia do córrego Senhorinha	32
2.2.2 Microbacia do córrego Santa Júlia.....	36
2.2.3 Microbacia do córrego Santa Hermínia	38
2.3 Escala vale-várzea	40
3. Cronograma	41
4. Bibliografia	45

Lista de figuras

- Figura 1** Fluxograma de notas técnicas associadas a cada produto desenvolvido durante o projeto
- Figura 2** Resumo das medidas não estruturais
- Figura 3** Áreas suscetíveis à inundação
- Figura 4** Estufa com canteiro de mudas
- Figura 5** Edificações públicas para implantação de tecnologias de drenagem sustentável na escala de lote
- Figura 6** Áreas tecnicamente viáveis e projetos básicos – bacia do córrego Senhorinha
- Figura 7** Áreas tecnicamente viáveis e projeto básico – bacia do córrego Santa Júlia
- Figura 8** Áreas tecnicamente viáveis e projeto básico – bacia do córrego Santa Hermínia

Lista de tabelas

- Tabela 1** Principais legislações de São José dos Campos que contribuíram para o desenvolvimento do PDDMAP
- Tabela 2** Classes de enquadramento na legislação dos córregos das bacias com anteprojeto
- Tabela 3** Carga de base a ser removida na bacia do córrego Senhorinha
- Tabela 4** Carga de base a ser removida na bacia do córrego Santa Júlia
- Tabela 5** Carga de base a ser removida na bacia do córrego Santa Hermínia
- Tabela 6** Cronograma de ações para drenagem sustentável

Apresentação

Este produto integra a documentação dos Estudos Especializados para o Desenvolvimento de Tecnologias Aplicadas à Drenagem Sustentável para o Município de São José dos Campos, desenvolvidos pelo Laboratório de Hidráulica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, com a colaboração da Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (FCTH), por meio do contrato nº 428/2022.

O objetivo deste estudo é contribuir para a elaboração da Etapa 2 do Plano Diretor de Drenagem de Manejo Sustentável de Águas Pluviais (PDDMAP) do Município de São José dos Campos, no Estado de São Paulo. Essa contribuição será feita por meio de pesquisa sobre a aplicação de tecnologias de drenagem sustentável no controle quantitativo e qualitativo das águas pluviais, investigando seus impactos em bacias de referência e correlacionando os resultados com o tipo de ocupação local. Dessa forma, será possível desenvolver um manual de referência para as diretrizes de manejo sustentável das águas pluviais, aumentando o conhecimento sobre essas tecnologias e suas aplicações no município.

O estudo foi dividido em cinco produtos principais (**Figura 1**), e cada um deles é composto por notas técnicas que detalham as atividades desenvolvidas. Este documento corresponde ao Produto 3: Plano de Ação.

Este material busca a incorporação das tecnologias estudadas no sistema de tomada de decisão e de planejamento do Município de São José dos Campos, complementado o Plano de Ação do PDDMAP com medidas estruturais e não estruturais nas três microbacias em estudo, objetivando a melhoria do controle da poluição difusa nas águas pluviais nesses locais.

Dessa forma, o Produto 3 interage diretamente com o Produto 2, especificamente com a NT 2-2 Manual de Drenagem, no qual estão apresentadas as referências para dispositivos de drenagem a serem adotadas no Município de São José dos Campos. Este produto também se relaciona com o Produto 4, que apresenta as diretrizes para o alcance da drenagem sustentável propostas por este projeto para as três microbacias em estudo, e com o Produto 5, no qual estão detalhados cinco projetos básicos de tecnologias de drenagem indicadas para a implantação no município.

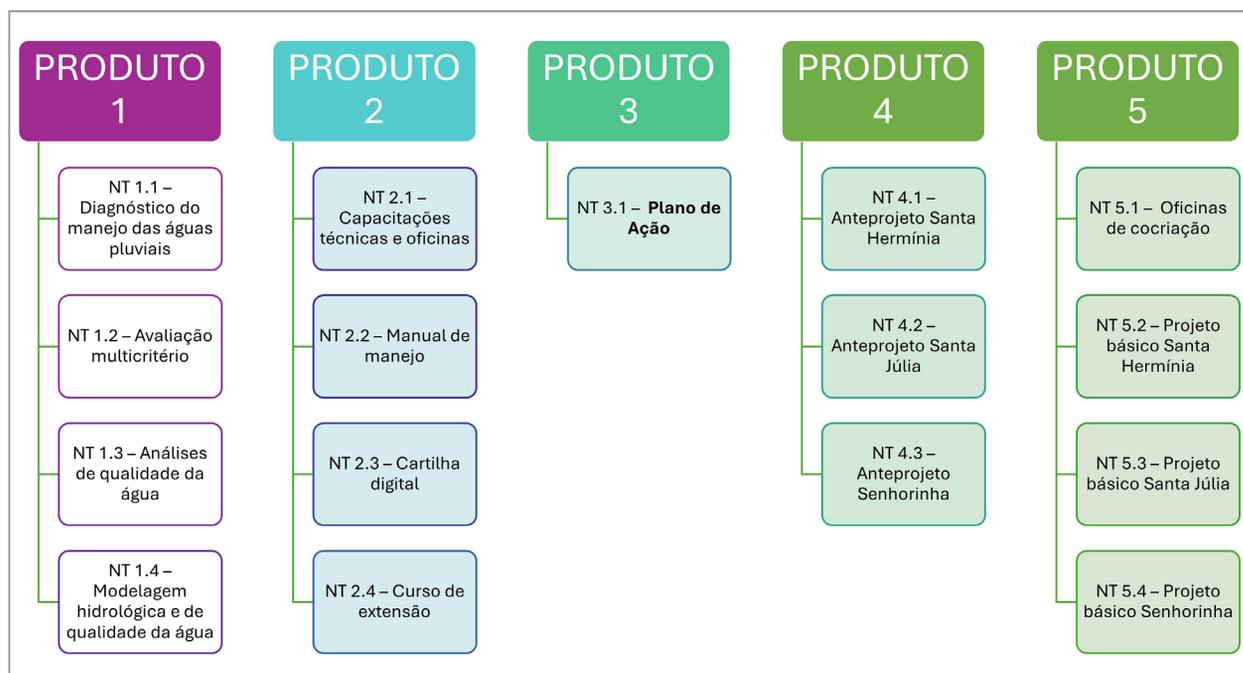


FIGURA 1 Fluxograma de notas técnicas associadas a cada produto desenvolvido durante o projeto

Introdução

Este Plano de Ação baseia-se nos resultados da etapa de Diagnóstico (Produto 1), para identificar as principais carências em relação à drenagem sustentável e às características de uso do solo e saneamento no Município de São José dos Campos. Baseia-se também nas diretrizes de drenagem apresentadas no Manual de Drenagem Sustentável (Capítulo 2 do Produto 2) e na metodologia proposta para a elaboração de anteprojetos de requalificação de bacias hidrográficas, descrita no Produto 4.

As medidas propostas serão divididas em dois tipos: não estruturais e estruturais, sendo que são indicadas para o município como um todo e para os lotes, bairros e áreas de várzea das bacias, de acordo com suas tipologias.

Este documento tem um horizonte de planejamento de 20 anos, com um escalonamento intermediário das metas para 5 anos e 10 anos, sendo apresentado para isso um cronograma de implantação das medidas aqui descritas.

Por tratar-se de um planejamento de médio/longo prazo, recomenda-se o detalhamento das proposições mais genéricas, principalmente as medidas não estruturais, em atividades de curto prazo direcionadas pelo horizonte de planejamento aqui apresentado.

Assim, este documento apresenta um Plano de Ação e recomendações complementares à Etapa 1, considerando as diferentes escalas de projeto descritas no item 2.1 do Manual de Drenagem Sustentável do Município de São José dos Campos (Capítulo 2 do Produto 2).

Medidas não estruturais

As medidas não estruturais são abordagens que não envolvem a construção de infraestruturas nem a intervenção em estruturas preexistentes. Elas viabilizam a melhoria da drenagem urbana por meio de práticas que relacionam os fatores intervenientes, determinando para eles um objetivo comum. Planos de ação como este descrevem a forma como alcançar essa meta.

A **Figura 2** apresenta as medidas não estruturais deste plano de trabalho, com um pequeno resumo de suas ações.

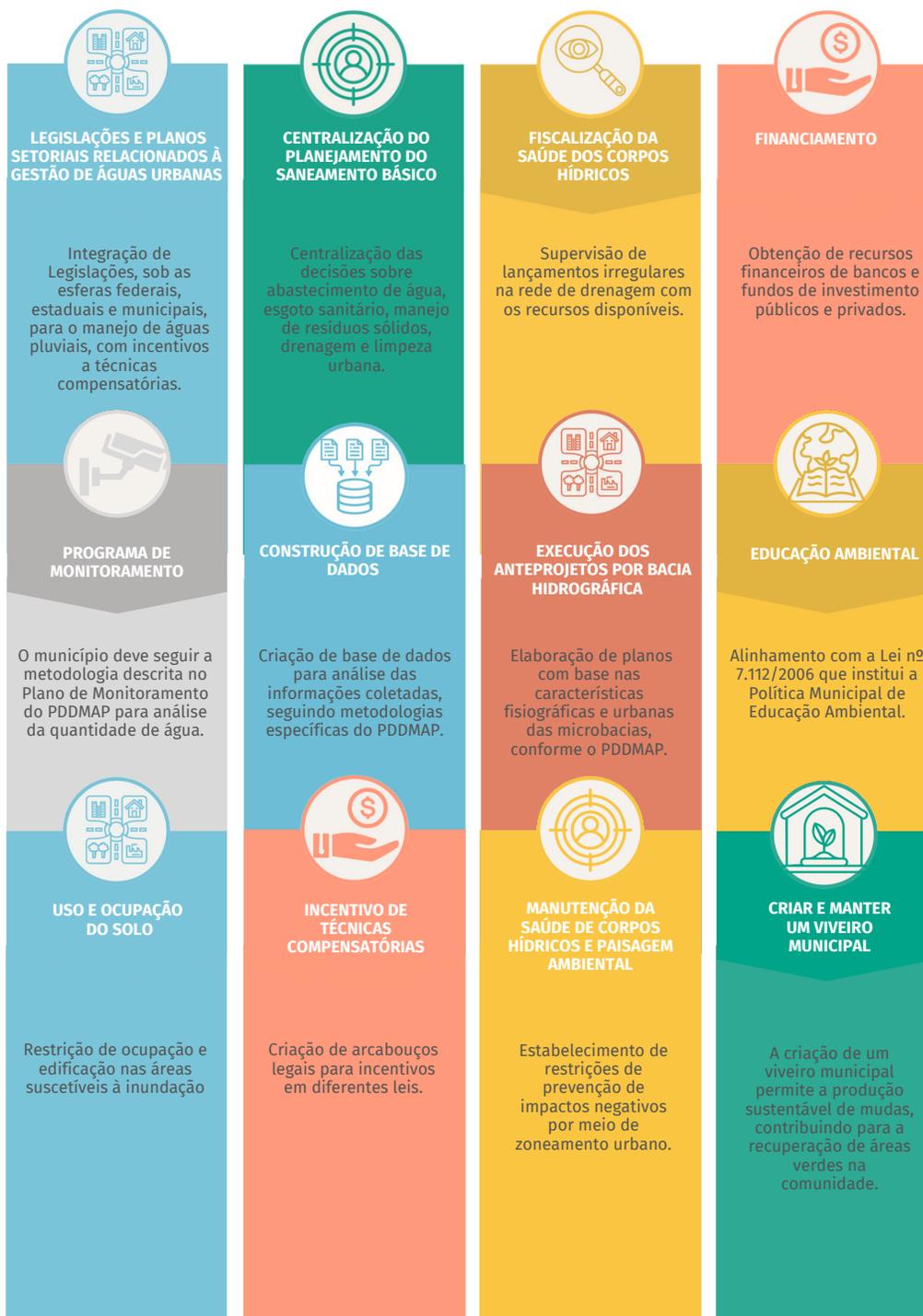


FIGURA 2 Resumo das medidas não estruturais

Trata-se de estratégias que incluem as políticas públicas, o planejamento urbano, a educação ambiental e a definição das diretrizes de gestão e manejo destinadas ao controle e ao tratamento das águas pluviais junto às fontes de origem. Conforme a Etapa 1 do Plano Diretor de Manejo de Água Pluviais (PDDMAP), estudos do Prosab (2009) e a FCTH (2017), destacam-se entre essas soluções as seguintes medidas:

a) Integração das legislações e dos planos setoriais relacionados à gestão de águas urbanas

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). O levantamento de documentos intervenientes teve início com uma análise da legislação federal, estadual e municipal de São José dos Campos no que tange a questões direta ou indiretamente vinculadas à drenagem e ao manejo de águas pluviais. 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. O item 2.1 da Etapa 1 do PDDMAP apresenta algumas leis municipais que disciplinam questões de drenagem e manejo de águas pluviais, e a **Tabela 1**, na página a seguir, complementa essa relação de documentos.

É fundamental que todo ano ocorra a revisão das legislações pertinentes ao assunto que forem publicadas após o desenvolvimento deste Plano de Ação.

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 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.

b) Centralização do planejamento do saneamento básico

Corresponde a centralizar as ações e decisões acerca do abastecimento de água potável, do esgotamento sanitário, da limpeza urbana, do manejo de resíduos sólidos e da drenagem e do manejo de águas pluviais urbanas com uma equipe multidisciplinar destinada ao tema, buscando garantir a gestão integrada desses serviços.

c) Fiscalização de lançamentos irregulares na rede de drenagem e das condições de sistemas individualizados e contribuintes da carga de base¹

A prefeitura deve desenvolver, conforme o cronograma já estabelecido por área responsável, a fiscalização dos lançamentos irregulares com periodicidade compatível com a disponibilidade de recursos humanos e materiais.

d) Financiamento para implementação de medidas estruturais, não estruturais e de manutenção

Captar os recursos em fontes financiadoras como bancos (públicos e privados),

fundos de investimentos públicos e privados, como o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Fehidro), entre outras fontes de fomento, visando viabilizar a implantação das medidas descritas nos planos de ação do PDDMAP Etapa 1 e Etapa 2.

e) Implantar um programa de monitoramento estratégico qualitativo e quantitativo mensal em corpos hídricos

Para a implantação desse monitoramento, o município pode se basear na metodologia descrita no Plano de Monitoramento do PDDMAP, Etapa 2, Produto 1, Capítulo 3: “Análise de qualidade da água” (item 2 do Plano de Monitoramento). Na primeira fase, deve-se estabelecer os principais corpos hídricos a serem monitorados e definir metas para melhorar sua qualidade e expandir a rede de monitoramento.

f) Construção de base de dados dedicada à análise das informações coletadas

Sugere-se adotar a metodologia descrita no PDDMAP Etapa 2, Produto 1, Capítulo 3: “Análise de qualidade da água”; item 2

1. Carga de base corresponde a todos os constituintes que alcançam os cursos d'água, independentemente da ocorrência de precipitações. Ela composta por lançamentos pontuais regularizados, lançamentos irregulares e carga difusa que não depende da lavagem de superfície. A carga de base é lançada de forma não rastreável no curso d'água.

do Plano de Monitoramento; item 3 dos Relatórios de Visita de Campo; e item 4 da Compilação dos Dados. Neste último, foram criadas planilhas contendo informações como os canais onde as amostras foram coletadas, o período hidrológico e o número de amostras e de eventos; posteriormente, foi criada uma tabela com as informações de código da área de estudo, latitude e longitude por microbacias hidrográficas; foram elaborados ainda os relatórios das visitas de campo; e, por último, os dados foram compilados com análises gráficas que comparam resultados de campo com padrões da legislação.

g) Execução dos anteprojetos por bacia hidrográfica, conforme definido no Produto 4 do PDDMAP Etapa 2

A elaboração deve ter como base características das microbacias com informações de referência, como dados fisiográficos, do espaço urbano, do saneamento e de drenagem das microbacias. Para a execução desses anteprojetos, sugere-se adotar a metodologia proposta pelo PDDMAP Etapa 2, com um diagnóstico local (Produto 1), a identificação das cargas afluentes, um levantamento de documentos de referência e a definição das áreas disponíveis e

áreas demandadas, conforme apresentado no Produto 4.

h) Programa de educação ambiental para conscientização da população sobre o manejo de águas pluviais e práticas sustentáveis

Essa medida vai de acordo com o que determina o Capítulo 3, artigos 4º e 5º da Lei nº 77.112/2006, que institui a Política Municipal de Educação Ambiental e dá outras providências. Essa política tem como objetivo promover processos de educação ambiental, de caráter formal e não formal, por meio dos setores públicos e da sociedade civil, para o desenvolvimento de conhecimentos e o resgate de valores humanistas, habilidades, atitudes e competências que contribuam para a participação cidadã na construção de um município justo, ecologicamente responsável, economicamente viável, culturalmente diverso e politicamente atuante.

i) Restrição de ocupação e edificação nas áreas suscetíveis à inundação

Conforme consta no item 5.2.1 do PDDMAP Etapa 1, orienta-se a restrição de ocupação e edificação nas áreas

suscetíveis à inundação (**Figura 3**), indicadas nos estudos hidráulico-hidroológicos desenvolvidos do PDDMAP Etapa 1. Tais regiões precisam garantir sua funcionalidade para o controle de cheias, minimizando a ocorrência de danos durante as épocas de cheia.

j) Construir arcabouços legais que incentivem técnicas compensatórias nos modelos já existentes no Município de São José dos Campos
 Conforme consta no item 5.2.2 do

PDDMAP Etapa 1, deve-se construir arcabouços legais que incentivem técnicas compensatórias nos modelos já existentes no Município de São José dos Campos. Alguns exemplos de aplicação dessa medida são: o sistema de detenção que consta no fator de sustentabilidade associado à outorga onerosa do direito de construir, instituído pelo PDDI (Lei Complementar nº 612/2018); a área sustentável, instituída pela LPUOS (Lei Complementar nº 623/2019), que incentiva a implantação de técnicas

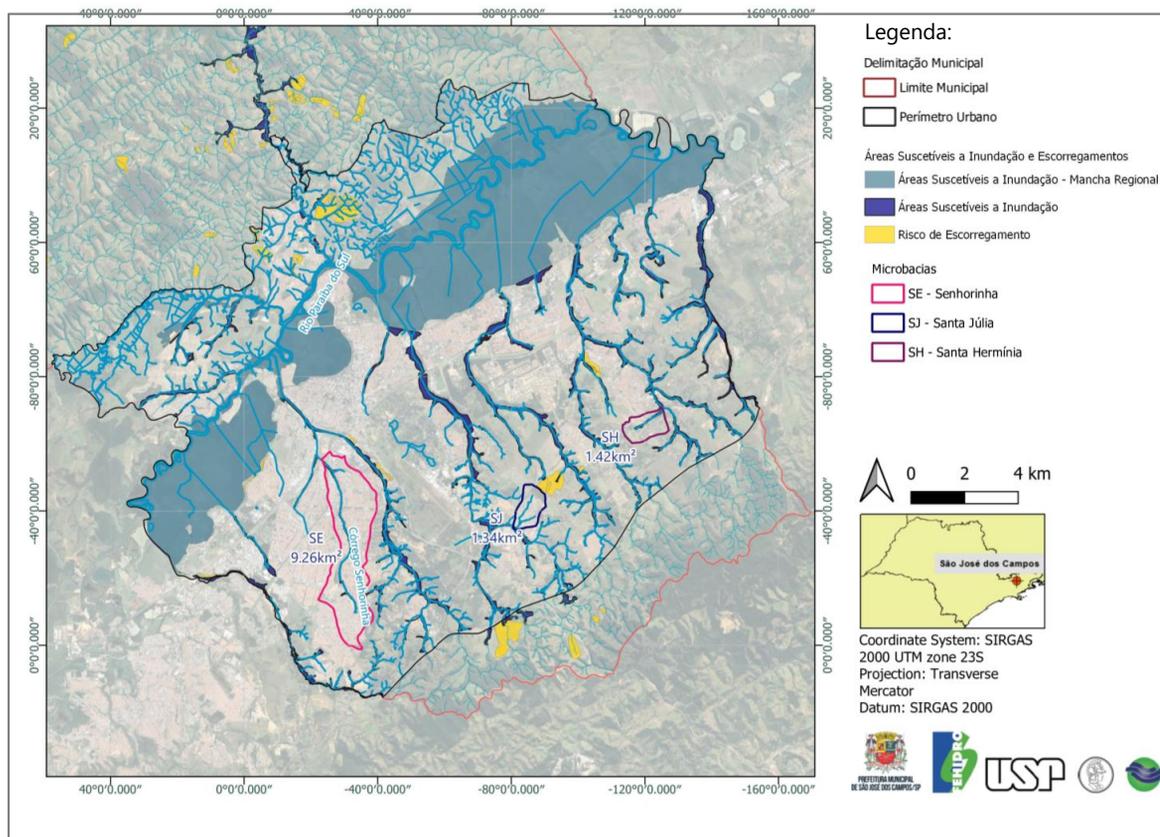


FIGURA 3 Áreas suscetíveis à inundação

compensatórias de drenagem e manejo de águas pluviais e incentivos tributários; e o programa IPTU Verde, instituído na Lei Complementar nº 596/2017.

k) Priorização da manutenção da saúde dos corpos hídricos e da paisagem ambiental

As políticas de desenvolvimento do zonamento urbano devem priorizar a manutenção da saúde dos corpos hídricos e da paisagem ambiental. Para tanto, deve-se estabelecer as restrições urbanísticas capazes de prevenir a ocorrência de impactos negativos significativos nessas áreas.

l) Criar e manter um viveiro municipal

Tendo em vista as técnicas e estruturas de drenagem desde Plano (técnicas de biorretenção, especialmente os jardins de chuva e as biovaletas) e o incentivo para a adoção delas nas ações municipais públicas e privadas, é importante o município manter um viveiro permanente disponível. Esse local tem a função de produzir e fornecer mudas de espécies nativas do município a longo prazo, as quais estarão disponíveis para serem utilizadas em estruturas de drenagem sustentáveis.

As etapas para implantação do viveiro são:

- 1) *Pesquisa e planejamento*: pesquisar as espécies de plantas nativas da região que podem ser mais utilizadas para atender os objetivos do município, considerando fatores como clima, solo e demanda local. É de suma importância que seja desenvolvido um plano detalhado, que inclua a infraestrutura necessária, os custos estimados e um cronograma de atividades.
- 2) *Localização e infraestrutura*: a escolha do local adequado deve levar em conta a disponibilidade de espaço e os acessos à água e à luz solar. A alternativa sugerida é o Parque da Cidade do Município de São José dos Campos. Há necessidade de construção e adaptação de estruturas como estufas, canteiros, bancadas e sistemas de irrigação, de acordo com as necessidades das plantas que serão cultivadas, conforme demonstra a **Figura 4**.
- 3) *Coleta de sementes ou mudas*: para um viveiro de plantas nativas, há a necessidade de sementeiros que façam à coleta de sementes ou mudas

provenientes de áreas próximas, para garantir a adaptação das plantas ao ambiente local.

Iniciar o processo com as medidas não estruturais possibilita a adesão mais efetiva da sociedade na aceitação e manutenção dos sistemas de drenagem sustentável adotados.

- 4) *Preparação do substrato*: é preciso preparar um substrato adequado para o cultivo das plantas nativas, incluindo a mistura de terra, areia e matéria orgânica, dependendo das particularidades das espécies que serão cultivadas. É fundamental ainda esterilizar o substrato, para evitar a propagação de doenças.
- 5) *Plantio e manejo*: cada espécie tem sua peculiaridade com relação ao plantio e manejo, cabendo ao coordenador do viveiro orientar os funcionários com relação a cada característica de plantio e manejo.
- 6) *Monitoramento e controle*: cada espécie apresenta características própria de desenvolvimento, fazendo-se necessário o monitoramento regular para identificar e controlar pragas, doenças ou outras condições adversas, além de manter registros detalhados das atividades realizadas e dos resultados obtidos.



FIGURA 4 Estufa com canteiro de mudas

2

Medidas estruturais

O planejamento das medidas estruturais está dividido por escala de projeto, sendo elas a escala de lote, a escala de bairro e a escala de vale-várzea.

Em casos de maior escala, poderá ser realizada a metodologia descrita nos Produtos 1, 2 e 4, com as etapas de diagnóstico (Produto 1), estimativa de geração de carga (Produtos 1 e 2) e escolha de áreas mais indicadas para implantação das tecnologias (Produto 4).

As medidas estruturais aplicáveis para cada modalidade buscam incentivar a adoção de práticas de drenagem sustentável que podem ser consideradas em escala de lote, de bairro e de vale-várzea.

2.1 ESCALA DE LOTE

As ações previstas para a escala de lote são baseadas pela medida não estrutural de regulamentação de empreendimentos de construção civil (Código de Obras, Etapa 1 do PDDMAP, e Manual de Estratégias Sustentáveis).

Como medida estrutural, a Prefeitura de São José dos Campos deve implantar dispositivos de controle na fonte nos equipamentos públicos existentes, onde houver viabilidade técnica.

O município possui mais de 130 escolas municipais. Tendo em vista que ações de educação ambiental estão contempladas como medidas não estruturais deste Plano, coloca-se como meta a construção de dispositivos em no mínimo 20% delas (total de 26), escalonada temporalmente de acordo com o cronograma apresentado no item 5. Serão priorizadas bacias do distrito urbano em áreas consideradas críticas.

Além do aumento de resiliência do sistema de drenagem, a presença da infraestrutura física operando dentro do ambiente educacional colabora pedagogicamente para o ensino dos temas ciclo hidrológico e drenagem sustentável, entre outros.

Outros edifícios públicos, municipais ou não, podem receber dispositivos de controle na fonte, desde que isso seja tecnicamente

viável e em harmonia com a implantação prioritária nas escolas.

Os tipos de dispositivo possíveis dependem das características específicas de cada escola e de sua área construída. Além disso, devem seguir o exposto nos itens 6.4 e 6.5 do PDDMAP Etapa 1 e do item 4.1.2 do Manual de Drenagem Sustentável, de acordo com o contexto. A **Figura 5** apresenta a localização das escolas e de outros edifícios públicos cujos lotes são passíveis de implantação.

2.2 ESCALA DE BAIRRO

As áreas onde medidas estruturais na escala de bairro podem ser implantadas são fruto da aplicação da metodologia de anteprojeto, apresentada no item 4.1.1 do Manual de Drenagem Sustentável do Município de São José dos Campos. Portanto, o Plano de Ação para a escala de bairro tem como premissa a elaboração do anteprojeto para cada bacia da cidade. Nele, estão apresentadas as informações das áreas impermeáveis, tecnicamente viáveis e consideradas críticas (item 4.3) para carga de lavagem e os percentuais de remoção necessários para o atendimento da classe (item 4.1).

A área delimitada no anteprojeto como área tecnicamente viável considera aspectos na escala de bairro, com condições locais a serem cheçadas para verificar a real viabilidade de implantação dos dispositivos, como guias rebaixadas para a passagem de veículos, a presença de postes ou de outros equipamentos urbanos, entre outras.

Dentro da Etapa 2 do PDDMAP, foram desenvolvidos os anteprojetos para as microbacias dos córregos Senhorinha, Santa Júlia e Santa Hermínia, apresentados no Produto 4. A escolha das três microbacias se deu com base em suas características individuais em relação a fatores de influência qualitativos e quantitativos de drenagem, como tipo de

ocupação e nível de urbanização, descritas a seguir:

- Tipo 1 – área com alto grau de urbanização, bem-consolidada, com sistema de saneamento com alta cobertura de coleta: microbacia do córrego Senhorinha.
- Tipo 2 – área com médio grau de urbanização, com presença de grandes áreas verdes e sistema de saneamento, porém com irregularidades: microbacia do córrego Santa Júlia.
- Tipo 3 – área de regularização recente, com presença de muitos terrenos com solo exposto e sistema de saneamento em implantação: microbacia do córrego Santa Hermínia.

A partir do estudo dessas áreas, são propostas medidas estruturais de acordo com as peculiaridades identificadas durante o estudo para cada tipologia de espaço. Após a execução dessas soluções, a prefeitura pode elaborar diretrizes para a adoção de medidas de drenagem sustentáveis em outras regiões do município, por comparação de suas características com as das áreas de referência.

De acordo com a metodologia de anteprojeto, o objetivo é atender ao enquadramento de classe do corpo hídrico em 90% do tempo ao final do horizonte de planejamento.

A seguir, apresenta-se o Plano de Ação para a escala de bairro para as três micro-bacias com anteprojetos desenvolvidos. Os enquadramentos dos córregos principais das três bacias são apresentados na **Tabela 2**.

As ações dividem-se em duas frentes: carga de base e carga de lavagem. As medidas de controle na fonte têm impacto direto na carga de lavagem, oriunda do carreamento de poluentes da superfície da bacia pelo escoamento gerado pela chuva, e a carga de base demanda intervenções relacionadas principalmente a outro serviço de saneamento básico, o de coleta e afastamento de esgoto residencial e comercial.

A meta para a carga de lavagem visa obter um percentual mínimo de área construída, com dispositivos de medida de controle na fonte na escala de bairro por área impermeabilizada da bacia. De acordo com o diagnóstico realizado por este estudo e os resultados da modelagem de qualidade da

água, sugere-se o valor de referência de 5 m²/ha para ser atingido até o horizonte final de planejamento e de maneira temporalmente escalonada. Ressalta-se que esse valor não inclui as medidas na escala de lote. Os dispositivos a serem implantados na escala de bairro são:

- Biorretenção;
- Biovaleta;
- Telhado verde;
- Pavimento permeável;
- Bacias de detenção;
- Facilitadores de infiltração;
- Reservatórios de detenção no lote.

O atendimento da meta para a carga de base tem relação com o percentual de tempo em que a classe de enquadramento do córrego é atendida. Dessa forma, é necessário remover uma parcela da carga de base aportante, expressa tanto na forma

Tabela 2 Classes de enquadramento na legislação dos córregos das bacias com anteprojeto (FCTH, 2024)

Córrego	Classe C onama 357
Senhorinha	Classe 4*
Santa Júlia	Classe 2
Santa Hermínia	Classe 2

* A classe de enquadramento é 4, mas as recomendações são relativas à classe 3.

percentual como em população equivalente, para atender a meta do enquadramento de classe do corpo hídrico em 90% do tempo ao final do horizonte de planejamento.

As referências de população equivalente para as variáveis de qualidade da água consideradas são apresentadas na **Tabela 2.1** do Manual de Drenagem Sustentável do município.

Entre as ações necessárias para atingir esse objetivo, temos:

- Investigação e manutenção de estruturas que apresentem falhas;
- Execução de rede completa de coleta e afastamento de esgoto.

As ações de fiscalização de lançamentos irregulares na rede de drenagem estão contempladas nas medidas não estruturais.

Nos itens subsequentes, é detalhada a aplicação dessas medidas estruturais nas microbacias estudadas para o alcance das metas estabelecidas.

2.2.1 MICROBACIA DO CÓRREGO SENHORINHA

Área representante da Tipologia 1: regiões com alto grau de urbanização, com uso do solo bem consolidado e sistema de saneamento existente.

Carga de lavagem

A área impermeável atual da bacia do córrego Senhorinha é de 7,4 km² (740 ha, 80% do total), de modo que a meta para essa bacia é construir ao menos 3.700 m² de dispositivos de medidas de controle na fonte.

De acordo com o anteprojeto da bacia (Produto 4), há cerca de 93.874 m² tecnicamente viáveis para a implantação de tais medidas, sendo 28.766 m² em áreas consideradas críticas. Portanto, escalonando temporalmente em três etapas de implantação, tem-se como meta para essa bacia a construção de 925 m² de dispositivos em até 5 anos, mais 925 m² em até 10 anos e mais 1.850 m² ao final do horizonte de planejamento, totalizando 3.700 m² em áreas consideradas críticas.

Três projetos básicos de dispositivos de controle na fonte foram desenvolvidos para essa bacia (Produto 5 – PB01, PB02 e PB03),

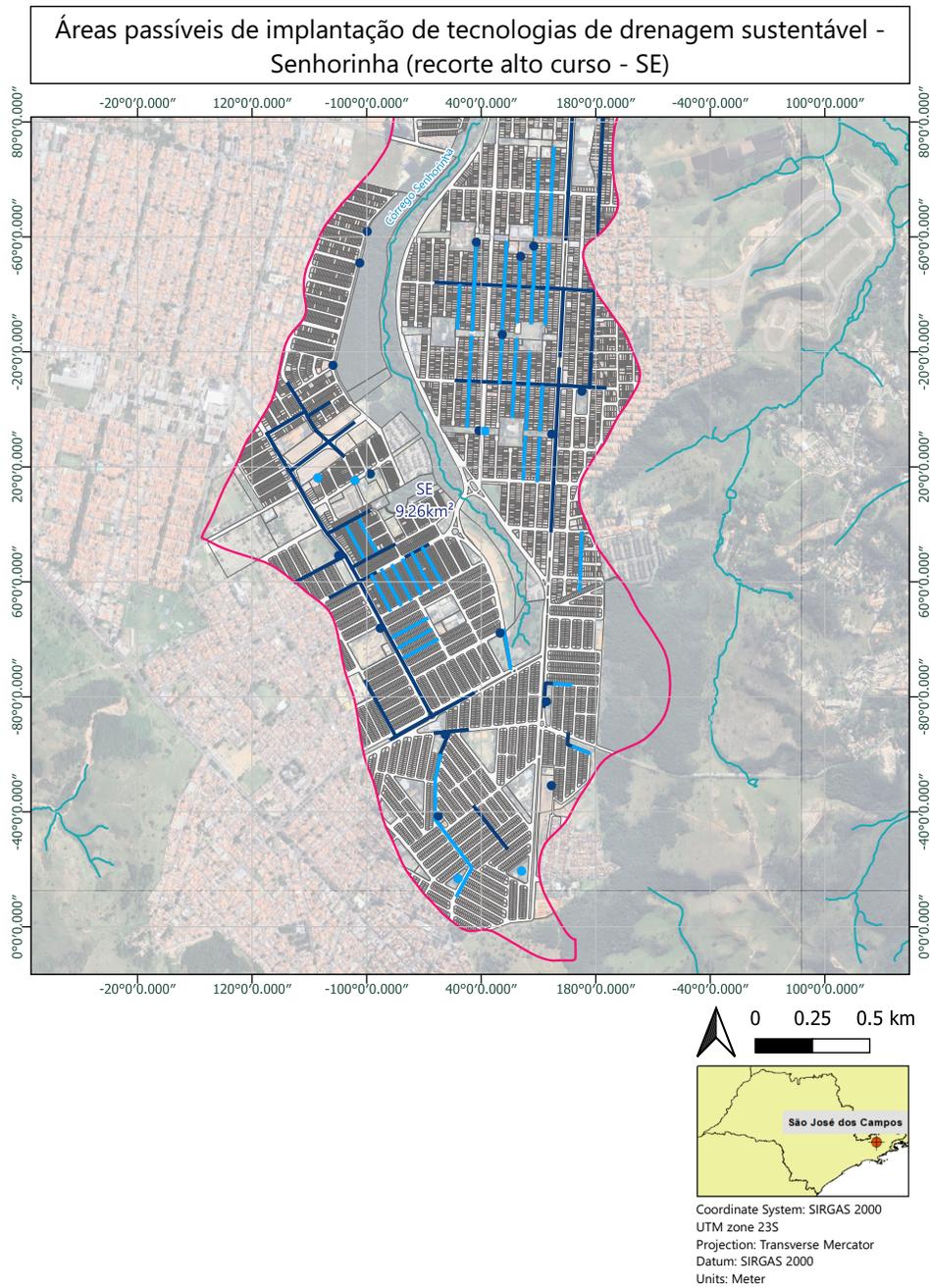
totalizando 1.268 m² dos dispositivos indicados para implantação nos primeiros 5 anos. A **Figura 6** apresenta as áreas tecnicamente viáveis, incluindo os projetos básicos, para a bacia do córrego Senhorinha.

Carga de base

A partir dos resultados do diagnóstico (Produto 1) e seguindo a metodologia de requalificação da microbacia proposta no Produto 4, a carga de base a ser removida na bacia do Senhorinha é apresentada na **Tabela 3**.

Tabela 3 Carga de base a ser removida na bacia do córrego Senhorinha (FCTH, 2024)

Variável	Classe Conama 357	Classe Conama 357
DBO	-	-
Fósforo total	85%	7.134
Nitrogênio amoniacal	-	-



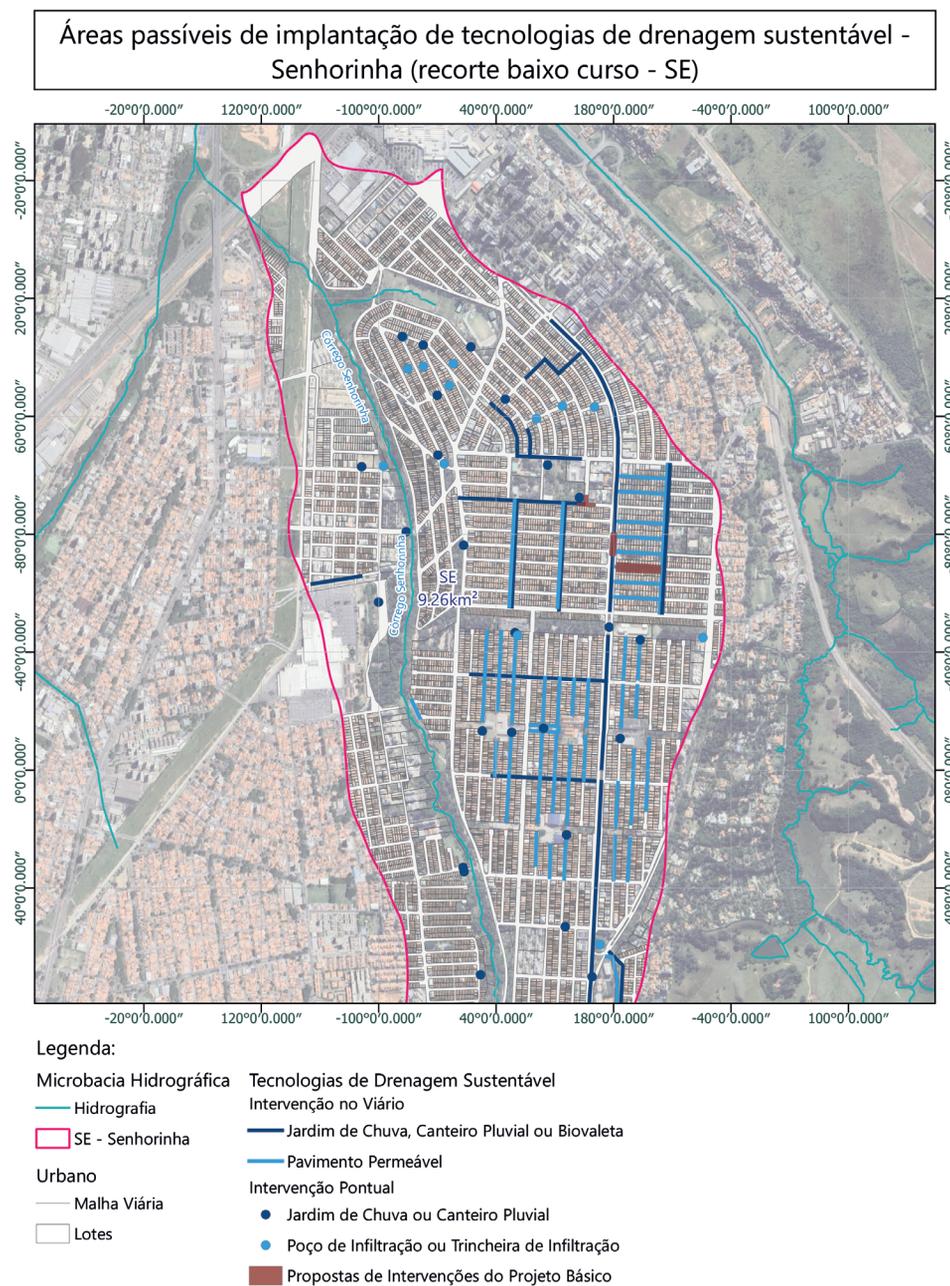


FIGURA 6 Áreas tecnicamente viáveis e projetos básicos – bacia do córrego Senhorinha (FCTH, 2024)

2.2.2 MICROBACIA DO CÓRREGO SANTA JÚLIA

Área representante da Tipologia 2: região de médio grau de urbanização, com presença de grandes áreas verdes e sistema de saneamento, porém com irregularidades.

Carga de lavagem

A área impermeável atual da bacia do córrego Santa Júlia é de 0,59 km² (59 ha, 44% do total), de modo que a meta para essa bacia é construir ao menos 300 m² de dispositivos de medidas de controle na fonte.

De acordo com o anteprojeto da microbacia (Produto 4), há cerca de 7.400 m² tecnicamente viáveis para a implantação de tais medidas, sendo 700 m² em áreas consideradas críticas. Portanto, escalonando temporalmente em três etapas de implantação, tem-se como meta para essa bacia

a construção de 75 m² de dispositivos até um quarto do horizonte de planejamento, mais 75 m² até a metade, e outros 150 m² ao final, totalizando 300 m² em áreas consideradas críticas.

Um projeto básico de dispositivo de controle na fonte foi desenvolvido para essa microbacia (Produto 5 – PB04), com 45 m² de área e indicado para implantação nos primeiros 5 anos.

A **Figura 7** apresenta as áreas tecnicamente viáveis, incluindo os projetos básicos, para a bacia do córrego Santa Júlia.

Carga de base

A partir dos resultados do diagnóstico (Produto 1) e seguindo a metodologia de requalificação da microbacia proposta no Produto 4, a carga de base a ser removida na bacia do Santa Júlia é apresentada na **Tabela 4**.

Tabela 4 Carga de base a ser removida na bacia do córrego Santa Júlia (FCTH, 2024)

Variável	Percentual de remoção	População equivalente (hab)
DBO	75%	19
Fósforo total	85%	144
Nitrogênio amoniacal	88%	253

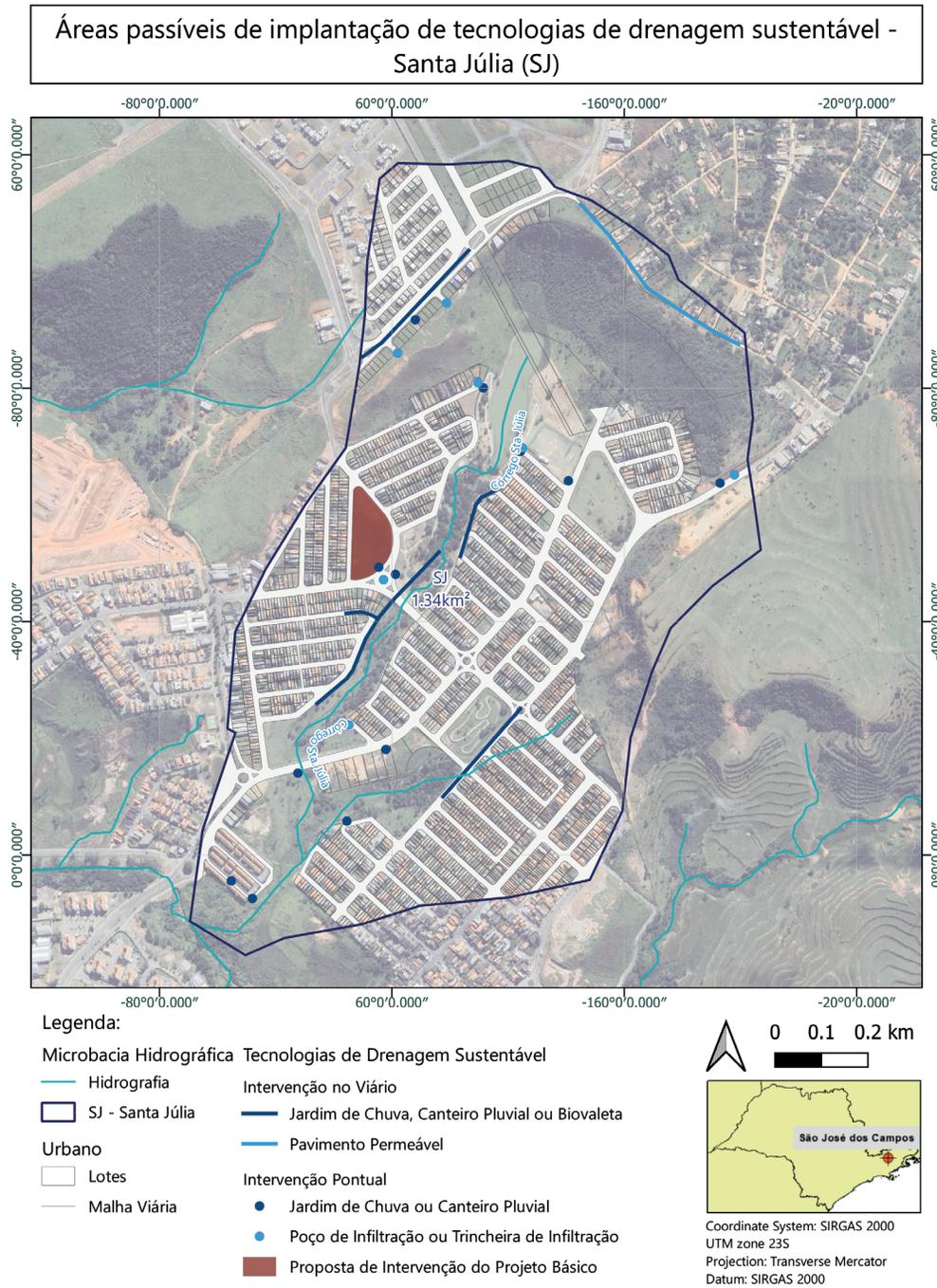


FIGURA 7 Áreas tecnicamente viáveis e projeto básico – bacia do córrego Santa Júlia (FCTH, 2024)

2.2.3 MICROBACIA DO CÓRREGO SANTA HERMÍNIA

Área representante da Tipologia 3: região de recente regularização, com presença de muitos terrenos de solo exposto e sistema de saneamento em implantação.

Carga de lavagem

A área impermeável atual da bacia do córrego Santa Hermínia é de 0,74 km² (74 ha, 52% do total), de modo que a meta para essa bacia é construir ao menos 370 m² de dispositivos de medidas de controle na fonte.

De acordo com o anteprojeto da bacia (Produto 4), há cerca de 6.000 m² tecnicamente viáveis para implantação de tais medidas, sendo 15 m² em áreas consideradas críticas. Portanto, escalonando temporalmente em três etapas de implantação, tem-se como

meta para essa bacia a construção de 92,5 m² de dispositivos até um quarto do horizonte de planejamento, contemplando as áreas consideradas críticas, mais 92,5 m² até a metade, e outros 185 m² ao final, totalizando 370 m².

Um projeto básico de dispositivo de controle na fonte foi desenvolvido para essa bacia (Produto 5 – PB04), com 128,8 m² de área e indicado para implantação nos primeiros 5 anos.

A **Figura 8** apresenta as áreas tecnicamente viáveis, incluindo os projetos básicos, para a bacia do Santa Hermínia.

Carga de base

A partir dos resultados do diagnóstico (Produto 1) e seguindo a metodologia de requalificação da microbacia proposta no Produto 4, a carga de base a ser removida na bacia do Santa Hermínia é apresentada na **Tabela 5**.

Tabela 5 Carga de base a ser removida na bacia do córrego Santa Hermínia (FCTH, 2024)

Variável	Percentual de remoção	População equivalente (hab)
DBO	85%	50
Fósforo total	98%	385
Nitrogênio amoniacal	90%	680

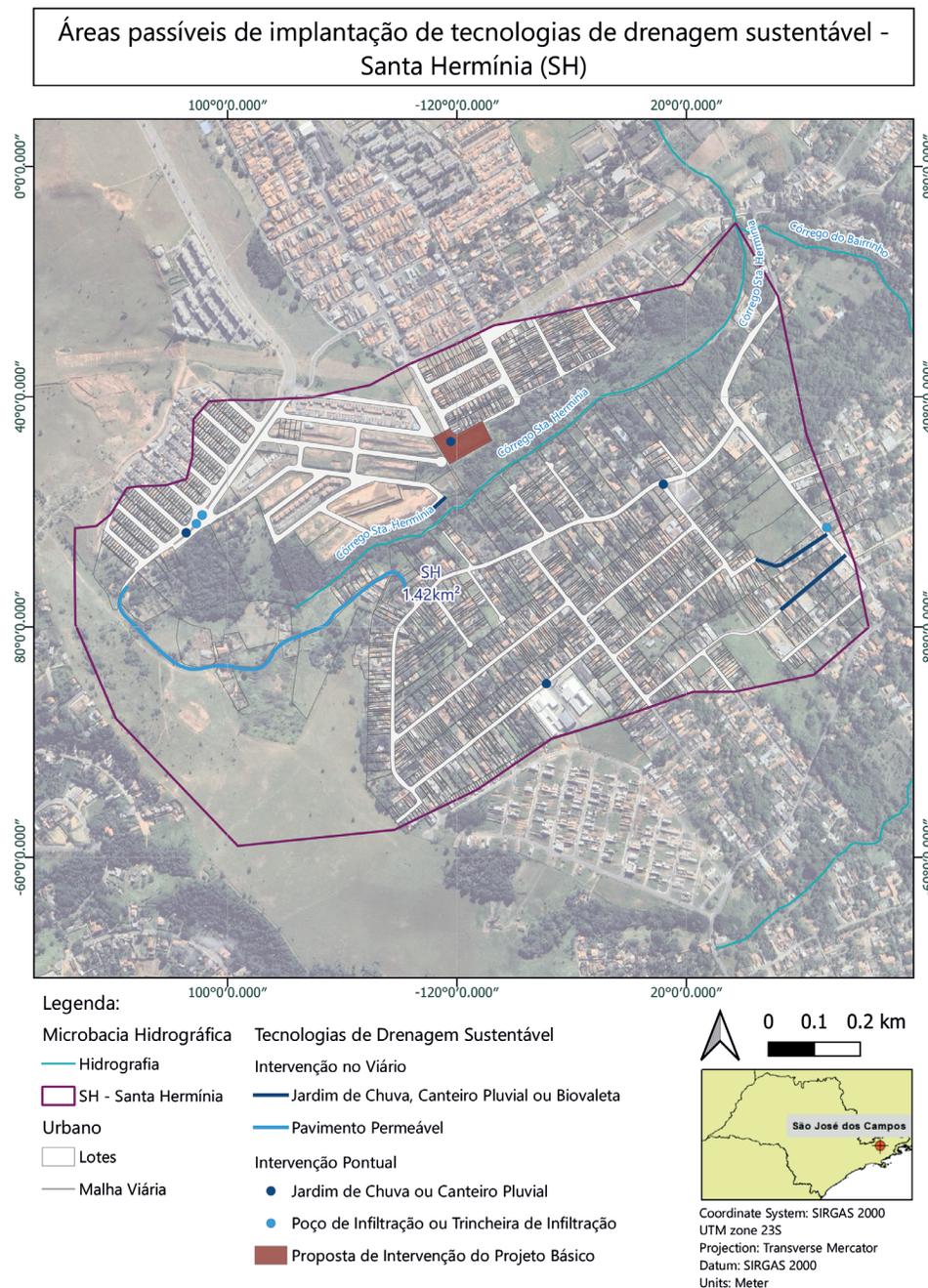


FIGURA 8 Áreas tecnicamente viáveis e projeto básico – bacia do córrego Santa Hermínia (FCTH, 2024)

2.3 ESCALA VALE-VÁRZEA

Nessa escala, estão previstos na Etapa 1 do PDDMAP, apresentados no item 5.1.1.1, 5 obras de canalização aberta, 13 intervenções em travessias e 28 reservatórios de amortecimento de cheias, devendo seguir o cronograma proposto por essa etapa. Tais medidas estruturantes são fundamentais para o sistema de drenagem suportar eventos de cheias para o risco projetado.

Para as obras de canalização, recomenda-se a avaliação da possibilidade de trechos com parques lineares, cujo leito maior escoar as águas das cheias durante os eventos mais intensos. Além disso, os parques lineares cumprem funções paisagísticas e urbanísticas.

Já para as obras de reservatório de amortecimento de cheias, recomenda-se a avaliação da possibilidade de reservatórios multiuso, que exerçam, além de sua função hidráulica de amortecimento de cheias, funções de retenção de carga e integração paisagística e urbanística com o entorno.

Dessa forma, as recomendações e metas propostas são:

- Dos 6 km de canalização previstos, recomenda-se que ao menos 20% deles contemplem parques lineares.

- Dos 28 reservatórios previstos, recomenda-se que ao menos quatro deles sejam multiuso. Reservatórios enterados sobre os quais houver equipamento urbano integrado à paisagem também são considerados multiuso.

Cronograma

A **Tabela 6** apresenta o cronograma de medidas divididas em estruturais e não estruturais e por escala de projeto. Ressalta-se que o foco são ações de drenagem sustentável, com detalhamento sobre medidas de controle na fonte.

É importante salientar que esse cronograma precisa ser revisto anualmente.

Tabela 6 Cronograma de ações para drenagem sustentável (FCTH, 2024)

Ação		5 anos	10 anos	20 anos
Medidas não estruturais	Integração dos planos setoriais			
	Centralização do planejamento do saneamento básico			
	Fiscalização da carga de base			
	Financiamento			
	Monitoramento estratégico	Mensal	Mensal	Mensal
	Construção de base de dados			
	Execução dos anteprojetos	Córrego Ressaca, Córrego Vidoca, Ribeirão Lavapês, Banhado, Vertente Santa Rita, Córrego Cambuí, Rio Alambari, Córrego Buararema e Rio Pararangaba	Rio Comprido, Córrego Nossa Senhora da Ajuda do Bom Retiro, Ribeirão Vermelho, Rio Jaguari, Rio do Peixe, Ribeirão do Cascudo, Rio Buquira, Ribeirão Piuva e Ribeirão do Cabuçu	
	Educação ambiental			
	Restrição de ocupações em áreas suscetíveis a inundação			
	Incentivo de técnicas compensatórias			
	Manutenção de corpos hídricos e de paisagem ambiental			
	Criação de viveiro municipal			

		Ação		5 anos	10 anos	20 anos
Medidas estruturais	Escala de lote	Dispositivos em escolas municipais por bacia		2 Córrego Vidoca, 1 Ribeirão Lavapés, 1 Banhado, 1 Córrego Cambuí, 1 Rio Alambari, 1 Córrego Buararema e 1 Rio Pararangaba	1 Córrego Vidoca, 1 Rio Pararangaba, 1 Ribeirão Lavapés, 1 Rio Comprido, 1 Córrego Nossa Senhora da Ajuda do Bom Retiro, 1 Rio do Peixe, 1 Rio Buquira e 1 Ribeirão Piuva	2 Córrego Vidoca, 1 Rio Pararangaba, 2 Córrego Cambuí, 1 Rio Alambari, 1 Ribeirão Lavapés, 1 Rio Comprido, 1 Rio Buquira e 1 Banhado
	Escala de bairro	Bacia do Senhorinha	Carga de lavagem	925 m ² (PB01, PB02 e PB03)	925 m ²	1.850 m ²
			Carga de base	50% do tempo	90% do tempo	
		Bacia do Santa Júlia	Carga de lavagem	75 m ² (PB04)	75 m ²	150 m ²
			Carga de base	50% do tempo	90% do tempo	
		Bacia do Santa Herminia	Carga de lavagem	92,5 m ² (PB05)	92,5 m ²	185 m ²
			Carga de base	50% do tempo	90% do tempo	
	Demais bacias do município			Bacias com anteprojetos executados no primeiro quarto	Bacias com anteprojetos executados no segundo quarto	
	Escala vale-várzea	Parques lineares		300 m	300 m	600 m
		Reservatórios multiuso		1 reservatório	1 reservatório	2 reservatórios

Bibliografia

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

FINEP; CNPq. *Programa de Pesquisas em Saneamento Básico (Prosab).* Rio de Janeiro: Finep, 2009. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/apoio-e-financiamento-externa/historico-de-programa/prosab/produtos>. Acesso em: 5 ago. 2024.

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

