

**Aplicação de SuDS em Áreas Vulneráveis: análise de cenários para  
mitigação de inundações em Paraisópolis, São Paulo**

**Renata Priore Lima**

Professora Doutora, UNIP Brasil

[renataprilima@gmail.com](mailto:renataprilima@gmail.com)

ORCID iD 0000-0002-3761-1994)

**Thamires Zelinda dos Santos Souza**

Mestre, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil

[thamireszelinda@gmail.com](mailto:thamireszelinda@gmail.com)

ORCID iD 0009-0008-4205-4855

**Renato Sobral Anelli**

Professor Doutor, Universidade Presbiteriana Mackenzie, Brasil

[renato.anelli@gmail.com](mailto:renato.anelli@gmail.com)

ORCID iD 0000-0002-2036-5897

**Luciano Abbamonte da Silva**

Doutor, Universidade São Judas Tadeu, Brasil

[lucianoalbamonte@gmail.com](mailto:lucianoalbamonte@gmail.com)

ORCID iD 0000-0002-5389-1842

## Aplicação de SuDS em Áreas Vulneráveis: análise de cenários para mitigação de inundações em Paraisópolis, São Paulo

### RESUMO

**Objetivo** - Propor uma metodologia para implementação de Sistemas de Drenagem Sustentável (SuDS) no eixo Morumbi-Paraisópolis (SP), visando mitigar inundações no Córrego Antonico e avaliar sua viabilidade técnica e social.

**Metodologia** - Análise e diagnóstico urbanístico, ensaios projetuais, abordagem quantitativa, combinando modelagem hidrológica, análise de cenários (atual vs. SuDS combinados com sistemas tradicionais) e diretrizes de projeto urbano, desenvolvida pelo grupo CIAM CLIMA.

**Originalidade** - Integra SuDS em áreas de ocupação irregular, associando drenagem sustentável à justiça climática, com modelo replicável para contextos similares.

**Resultados** - A atual infraestrutura da área mostrou-se inadequada para o enfrentamento de eventos extremos, enquanto o cenário com SuDS e reservatórios de retenção reduziu inundações e identificou zonas prioritárias para intervenção.

**Contribuições teóricas/metodológicas** - Metodologia replicável que associa modelagem hidrológica a critérios socioambientais e planejamento e projeto multiescalar.

**Contribuições sociais e ambientais** - Redução de riscos hidrológicos e desigualdades ambientais em territórios vulneráveis, promovendo resiliência comunitária.

**PALAVRAS-CHAVE:** Drenagem urbana sustentável. Modelagem hidrológica. Resiliência urbana.

## Application of SuDS in Vulnerable Areas: scenario analysis for flood mitigation in Paraisópolis, São Paulo

### ABSTRACT

**Objective** - To propose a methodology for implementing Sustainable Drainage Systems (SuDS) in the Morumbi-Paraisópolis axis (São Paulo), aiming to mitigate flooding in the Antonico Stream and assess its technical and social feasibility.

**Methodology** - Urban analysis and diagnosis, design experiments, quantitative approach combining hydrological modeling, scenario analysis (current vs. SuDS combined with traditional systems), and urban design guidelines, developed by the CIAM CLIMA group.

**Originality** - Integrates SuDS in informal settlements, linking sustainable drainage to climate justice, with a replicable model for similar contexts.

**Results** - The area's infrastructure proved inadequate for extreme weather events, while the SuDS scenario reduced flooding and identified priority zones for intervention.

**Theoretical/Methodological Contributions** - A replicable methodology combining hydrological modeling with socio-environmental criteria and multiscale planning and design.

**Social and Environmental Contributions** - Reduction of hydrological risks and environmental inequalities in vulnerable territories, promoting community resilience.

**KEYWORDS:** Sustainable urban drainage. Hydrological modeling. Urban resilience.

## Aplicación de SuDS en Áreas Vulnerables: análisis de escenarios para mitigación de inundaciones en Paraisópolis, São Paulo

**Objetivo** - Proponer una metodología para la implementación de Sistemas de Drenaje Sostenible (SuDS) en el eje Morumbi-Paraisópolis (São Paulo), con el fin de mitigar inundaciones en el Arroyo Antonico y evaluar su viabilidad técnica y social.

**Metodología** - Análisis y diagnóstico urbano, ensayos de diseño, enfoque cuantitativo que combina modelado hidrológico, análisis de escenarios (actual vs. SuDS combinados con sistemas tradicionales) y directrices de diseño urbano, desarrollado por el grupo CIAM CLIMA.

**Originalidad** - Integra SuDS en áreas de ocupación informal, vinculando el drenaje sostenible con la justicia climática, mediante un modelo replicable para contextos similares.

**Resultados** - La infraestructura del área demostró ser inadecuada para enfrentar eventos extremos, mientras que el escenario con SuDS redujo las inundaciones e identificó zonas prioritarias para intervención.

**Aportes teóricos/metodológicos** - Metodología replicable que combina modelado hidrológico con criterios socioambientales, planificación y diseño multiescalar.

**Aportes sociales y ambientales** - Reducción de riesgos hidrológicos y desigualdades ambientales en territorios vulnerables, promoviendo la resiliencia comunitaria.

**PALABRAS CLAVE:** Drenaje urbano sostenible. Modelización hidrológica. Resiliencia urbana.

## RESUMO GRÁFICO

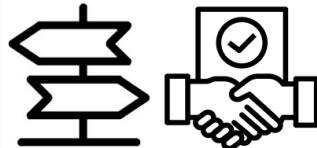
### Aplicação de SuDS em Áreas Vulneráveis: análise de cenários para mitigação de inundações em Paraisópolis, São Paulo

Em contexto de crise climática, destaca-se a importância de uma abordagem sustentável para mitigar impactos de inundações com dispositivos de drenagem compensatórios

Propor uma metodologia para implementação de Sistemas de Drenagem Sustentável (SuDS), a fim de mitigar inundações e avaliar sua viabilidade técnica e social



A metodologia aplicada é quantitativa e espacial, combinando modelagem hidrológica, análise de cenários (actual vs. SuDS) e diretrizes de planejamento urbano



A rede atual mostrou-se defasada para eventos extremos, enquanto o cenário com SuDS reduziu inundações e identificou zonas prioritárias para intervenção



## 1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios do século XXI, com impactos particularmente severos em áreas urbanas, onde se concentra a maior parte da população global (IPCC, 2023). Diante desse cenário, especialistas destacam a urgência de desenvolver soluções inovadoras para a gestão hídrica, com enfoque em infraestruturas de drenagem sustentáveis (Tucci et al., 2005; Canholi et al., 2014). Na cidade de São Paulo, esse desafio se manifesta de forma crítica em áreas de ocupação irregular como a favela de Paraisópolis, onde a combinação entre vulnerabilidade social, impermeabilização do solo e carência de áreas verdes intensifica os riscos de inundações e desigualdades ambientais (Lima et al, 2023; Souza et al., 2024).

Neste contexto, os Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (SuDS) emergem como uma abordagem promissora, capaz de integrar a gestão de recursos hídricos com o aumento da resiliência urbana. Esses sistemas não apenas mitigam os efeitos de eventos extremos, tais como enchentes e ilhas de calor, mas também oferecem oportunidades para promover justiça climática em territórios vulneráveis e apresentam-se como alternativos aos sistemas tradicionais de drenagem cinza.

Este estudo, desenvolvido a partir das pesquisas do grupo Cidades, Infraestrutura e Adaptação às Mudanças do Clima (CIAM CLIMA<sup>1</sup>), analisa a aplicação de SuDS no eixo Morumbi-Paraisópolis, localizado na bacia hidrográfica do rio Pinheiros, com foco na mitigação das inundações recorrentes no Córrego Antonico, afluente do córrego Pirajuçara.

A proposta central deste artigo consiste em apresentar uma metodologia para implementação de SuDS em territórios urbanos consolidados e social e ambientalmente complexos, avaliando sua viabilidade técnica e social por meio da combinação de modelagem computacional, análise espacial, diretrizes de projeto urbano e desenho de sistema de drenagem urbana sustentável – ou combinado com o tradicional. Esses sistemas associam infraestruturas verde-azuis (vegetação e água) às cinzas, agrupando-se em uma abordagem híbrida, denominada Infraestrutura Azul-Verde-Cinza ou BGGI (Blue-Green-Gray Infrastructure, em inglês) (Zhu et al., 2025).

O estudo compara o cenário atual de drenagem com uma alternativa que incorpora reservatórios de contenção de águas pluviais e técnicas de baixo impacto, como jardins de chuva e tetos verdes, tendo como referência experiências internacionais discutidas no II Workshop Internacional Cidades, Infraestrutura e Adaptação às Mudanças Climáticas e no II Curso de Inverno sobre Drenagem Urbana Sustentável e Soluções Baseadas na Natureza (Reino Unido, Índia e Brasil), realizados na Universidade Presbiteriana Mackenzie em junho de 2023.

Além de propor soluções técnicas, a pesquisa busca avaliar como a implementação de Sistemas de Drenagem Sustentável (SuDS) pode contribuir para reduzir riscos hidrológicos em territórios vulneráveis, promovendo simultaneamente a resiliência comunitária, urbana e ambiental, bem como a justiça climática. Para isso, integra princípios e metodologias da arquitetura, urbanismo, engenharia civil e ambiental, alinhando-se aos princípios do urbanismo sustentável, oferecendo assim um quadro de referência multidisciplinar replicável para outras áreas com características semelhantes.

<sup>1</sup> Iniciado como projeto universal CNPq e projeto Mackpesquisa em 2022, o CIAM CLIMA é hoje a sub-rede do Adaptação das Cidades do INCT Klimapolis, que reúne pesquisadores de várias universidades brasileiras.

## 2 OBJETIVOS

O principal objetivo deste artigo é apresentar a metodologia utilizada para desenvolver propostas de soluções de drenagem urbana sustentável (incluindo o dimensionamento de SuDS) no eixo Morumbi-Paraisópolis, fornecendo subsídios para o planejamento de futuras intervenções. Mais especificamente, o estudo tem quatro objetivos principais:

- I. Discussão Conceitual: explorar conceitualmente a drenagem sustentável, abordando os SuDS e outras Soluções baseadas na Natureza (SbN), bem como os desafios da adaptação urbana em territórios vulneráveis.
- II. Caracterização Urbana e Hidrológica do eixo Morumbi-Paraisópolis: caracterizar as condições urbanas e hidrológicas da área de estudo, com foco na favela de Paraisópolis, especialmente no Córrego Antonico, afluente do Córrego Pirajuçara; elaborar um diagnóstico territorial e urbano identificando os principais problemas e sugerir diretrizes de intervenção para melhorar a área do ponto de vista hidrológico.
- III. Soluções de Drenagem: propor estratégias de drenagem para a área, com base nos insights do II Workshop Internacional Cidades, Infraestrutura e Adaptação às Mudanças Climáticas (CIAM Clima) e do II Curso de Inverno sobre Drenagem Urbana Sustentável e Soluções Baseadas na Natureza (Reino Unido, Índia e Brasil).
- IV. Avaliação Metodológica: avaliar a metodologia utilizada para propor essas soluções, incluindo seu potencial para mitigar as desigualdades ambientais em territórios vulneráveis, promovendo resiliência comunitária e justiça climática.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 Materiais

A área de estudo, objeto de modelagem hidrológica e proposições de dispositivos de drenagem desenvolvidas nesta etapa da pesquisa do grupo CIAM CLIMA, compreende dois bairros vizinhos muito distintos: Paraisópolis, uma das maiores favelas de São Paulo, que enfrenta desafios críticos de inundações, agravados pela urbanização informal, impermeabilização do solo e falta de infraestrutura de drenagem adequada; e o bairro do Morumbi, conhecido por suas residências de alto padrão construídas de forma isolada em grandes lotes (Figura 1).



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de imagem do Google Earth Pro (2023) e acervo dos autores (2023).

### 3.2 Método

Para o desenvolvimento deste estudo, inicialmente foi realizada uma análise urbanística do contexto, na qual foi caracterizada a área de estudos segundo os seguintes aspectos: relevo/topografia, hidrografia; aspectos da morfologia urbana, tais como topografia para identificar presença de espaços vazios e sua relação com os cheios; cobertura vegetal; legislação urbanística e densidade. Foram utilizadas ferramentas como QGis, AutoCad e Canva, e dados oficiais de SIG da Prefeitura Municipal de São Paulo, disponíveis no site do Geosampa.

Também houve uma visita de campo, para aferição das medidas de larguras de vias factíveis para a implantação de SuDS. Foram levantados 10 pontos, 7 em Paraisópolis e 3 no Morumbi, sendo observada uma variação nessas medidas. A menor largura de calçada apresenta 1,05 metros, localizada em Paraisópolis, e a maior, 4,95 metros de largura, localizada no Morumbi (Figura 2). Na ocasião, também foi feito um breve mapeamento de áreas verdes do entorno. De maneira complementar, foi realizada uma modelagem computacional do relevo no software QGIS, a fim de compreender a topografia da área (Figura 3).

Figura 2 – Divisão bacias hidrográficas da área e levantamento de campo para aferição de larguras de rua



Fonte: Elaborado pelos autores sobre base digital do MDSP do Geosampa 2023.

A partir da sistematização dos dados técnicos coletados e da análise sensível do território, foi elaborado um diagrama com quadro de análise indicando os principais problemas identificados na área, divididos em duas vertentes: sócio-econômicos e ambientais, que nortearam as análises a partir da ótica de urbanismo/drenagem, áreas verdes e habitação. Daí, se desdobraram as diretrizes de intervenção na área, visando mitigar as enchentes do córrego Antônico e melhorar as qualidades sócio-ambientais da área. A seguir, foram delimitadas duas áreas de projeto, as quais foram denominadas áreas de captação 1 e 2, sendo uma na parte mais alta, na região das nascentes no bairro Morumbi, e a outra na parte mais baixa, em Paraisópolis, e foram calculados os volumes de águas pluviais a serem retidos com base nos gráficos de Chuva de Projeto da cidade de São Paulo de 2 horas para TR de 25 anos. A definição dessas áreas de captação, ou sub-bacias, foi feita com o auxílio dos dados LiDAR (Light Detection and Ranging), utilizando dados planaltimétricos de 2017.

Na sequência, foram identificadas áreas com tipologias distintas, passíveis de

acomodar dispositivos de SuDS e cinzas. Com base nos manuais técnicos e conhecimentos de engenharia civil e hidráulica, arquitetura e urbanismo, e princípios de projeto de urbanismo sustentável, foram elaborados ensaios de projetos de SuDS por meio de diagramas utilizando softwares como AutoCad, Illustrator e Canva.

Por fim, foi realizada uma modelagem complementar para a verificação do efeito dessas intervenções na redução do pico de chuva em 60 minutos. A modelagem hidrológica foi realizada através do Plug-in Soil & Water Assessment Tool (SWAT<sup>2</sup>), no software de georreferenciamento QGIS.

Como mencionado anteriormente, esses levantamentos, análises e propostas foram desenvolvidos durante o II Workshop Internacional Cidades, Infraestrutura e Adaptação às Mudanças Climáticas (CIAM Clima) e o II Curso de Inverno sobre Drenagem Urbana Sustentável e SbN, realizados na FAU Mackenzie em 2023. O evento reuniu estudantes, professores e pesquisadores especialistas em arquitetura, urbanismo, paisagismo, engenharia civil, drenagem urbana, SbN e SuDS, que trabalharam intensamente em sessões de 12 horas diárias durante três dias consecutivos, apresentando e discutindo seus resultados na conclusão do evento<sup>3</sup>. O workshop teve como objetivo discutir os problemas climáticos relativos aos sistemas de drenagem sob a óptica da adaptação e resiliência das cidades em ambientes consolidados e propor soluções como complemento e/ou substituição às infraestruturas cinzas a partir do uso de SbN na Região Metropolitana de São Paulo.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Drenagem sustentável, SuDS e os desafios de intervenção em territórios vulneráveis

Para enfrentar os eventos extremos relacionados a alagamentos de áreas urbanas e outros problemas como poluição atmosférica, efeito estufa e formação de ilhas de calor, surgiu uma linha de atuação relativamente nova no meio técnico e científico, que tira partido das características dos sistemas naturais para modificar, adaptar ou restaurar os ambientes construídos ou naturais danificados, conhecida como Soluções baseadas na Natureza (SbN). As SbNs compreendem estratégias inspiradas, apoiadas ou copiadas da natureza, que visam atender a desafios ambientais, sociais e econômicos, a fim de proporcionar, simultaneamente, bem-estar humano e benefícios à biodiversidade (World Bank, 2021). São aplicáveis em cidades e no campo segundo as características de cada localidade. Para isso, aproveitam ou potencializam sistemas e materiais existentes na natureza utilizando os recursos de forma econômica e eficaz a fim de minimizar os efeitos das ações antrópicas sobre o território e construir ambientes resilientes (European Commission, Directorate-General For Research And Innovation, 2021).

Uma linha de atuação promissora dentro das SbNs é a integração da infraestrutura azul-verde (BGI) com a infraestrutura cinza convencional, que conforma a sigla BGGI (*Blue-*

<sup>2</sup> O SWAT é um modelo em escala de sub-bacia hidrográfica para bacia hidrográfica usado para simular a qualidade e quantidade de águas superficiais e subterrâneas e prever o impacto ambiental do uso da terra, práticas de gestão da terra e mudanças climáticas (Texas A&M University, 2023).

<sup>3</sup> Equipe do workshop responsável pelas propostas do eixo Morumbi-Paraisópolis: Balaji Narasimhan, Carlos Pinheiros, Isaac Bezerra, Krushil Modi, Loyde Abreu-Harbich, Marlon Longo, Pratheep Moses, Renato Anelli, Sarah Daher, Sreethu Subrahmanian, Thamires Souza.

*Green-Gray-Infrastructure)*. Esta tem uma abordagem híbrida que otimiza o gerenciamento de enchentes urbanas. Segundo Zhu et al (2025), a combinação de sistemas de infraestruturas azul-verde-cinza (BGGI) permite desenvolver um conjunto de ações adaptável, escalável e economicamente viável oferecendo um modelo abrangente para mitigar enchentes, melhorar funções ecológicas e aumentar a resiliência climática.

No campo da drenagem urbana, ao harmonizar sistemas naturais e projetados, os dispositivos regulam e absorvem o excesso de águas pluviais, reduzindo o transbordamento, promovem filtragem da água e do ar e colaboram com o microclima local; enquanto a infraestrutura cinza direciona e controla o fluxo em eventos extremos. Além disso, sistemas BGGI de pequena a média escala têm se mostrado eficazes para mitigação localizada, oferecendo às cidades métodos adaptáveis e específicos para suas necessidades hidrológicas.

Os dispositivos de SuDS funcionam como infraestruturas azul-verde-cinza e incluem jardins de chuva, praças alagáveis, biovaletas, lagoas de biorretenção, entre outros, e podem ser implementados em edifícios, bairros ou distritos urbanos, diferindo de intervenções em larga escala (como barreiras contra enchentes em rios). De acordo com Zhu et al (2025), sua vantagem principal é a flexibilidade: podem ser customizados, implementados gradualmente e integrados a áreas urbanas existentes sem grandes reformas, sendo ideais para cidades densas onde soluções maiores são inviáveis.

A adoção dessas soluções está intimamente relacionada a questões de ordenamento territorial, design urbano e paisagismo. Por isso, é fundamental adotar uma abordagem integrada, e preferencialmente simultânea, entre planejamento, projeto urbanístico e manejo de águas pluviais e fluviais (Kumar et al., 2024). Informações técnicas sobre sistemas híbridos de drenagem podem ser encontradas em manuais como o LID Manual de Design para Áreas Urbanas (UACDC, 2010), o Manual de Sistemas de Drenagem Sustentável (SuDS) (Woods-Ballard et al., 2015) e o Avaliando o Impacto de Soluções Baseadas na Natureza: Manual para Profissionais (European Commission, 2021). Essas referências já começam a aparecer em projetos e planos urbanos, como nas diretrizes do Caderno de Bacia Hidrográfica: Bacia do Córrego Pirajuçara (SIURB/PMSP, 2020) – documento que abrange a maior área selecionada para esta pesquisa.

O uso de SbNs tipo BGGI, tais como os como SuDs, alinha-se aos princípios do urbanismo sustentável, definido por (Farr, 2013, p. 37), que visa conectar as pessoas à natureza e aos sistemas naturais, mesmo em densos ambientes urbanos. Representa também uma solução eficaz para reduzir as vulnerabilidades ambientais em favelas e áreas urbanas irregulares, contribuindo diretamente para a justiça climática, reduzindo alagamentos e seus impactos negativos na saúde e na infraestrutura local.

A justiça climática aborda a desigual distribuição dos impactos das mudanças climáticas, destacando que populações historicamente menos responsáveis pelas emissões de carbono são as mais afetadas por seus efeitos. Segundo Borràs (2016), essa injustiça compromete direitos humanos básicos, como acesso à água, alimentação, saúde e habitação digna, enquanto reforça desigualdades globais ligadas à exploração de recursos naturais. Projetos sustentáveis em áreas vulneráveis, como sistemas de drenagem resiliente e infraestrutura verde, tornam-se ferramentas cruciais para combater essa disparidade.

Como aponta o IPCC (2023), mais de 3 bilhões de pessoas vivem em regiões de alta vulnerabilidade climática, agravada por fatores como raça, classe e gênero, e correrem maior risco do que as populações menos vulneráveis, que vivem em ambientes mais seguros e

possuem melhores condições sócio-econômica. Neste sentido, o uso de SbN é muito bem vindo em assentamentos precários. Soluções como trincheiras de infiltração e canais vegetados evitam tragédias durante chuvas intensas e, além de minimizar enchentes, os sistemas sustentáveis ajudam a prevenir deslizamentos em encostas, um risco constante em muitas favelas, inclusive Paraisópolis. A vegetação utilizada nesses projetos também melhora a qualidade do ar e reduz o efeito de ilhas de calor, tornando o ambiente urbano mais habitável. Essas medidas são especialmente importantes em um contexto de mudanças climáticas, onde eventos extremos se tornam mais frequentes e vão de encontro aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU (Lima et al., 2023).

A drenagem sustentável também promove melhorias sanitárias, combatendo a proliferação de doenças relacionadas à água parada, como dengue e leptospirose. Exemplos práticos demonstram o potencial dessas soluções e dificuldades de implantação, tal como explicado por Vasconcelos et al (2022). Quando integrados a políticas públicas inclusivas, os sistemas de drenagem sustentável não apenas mitigam riscos ambientais e hidrológicos, mas também enfrentam legados de marginalização, alinhando-se aos princípios da justiça climática. Neste sentido, a adoção de SuDS em territórios vulneráveis como a favela de Paraisópolis é uma estratégia essencial para construir cidades mais resilientes e justas.

## **4.2 Análise urbanística do eixo Morumbi-Paraisópolis, diagnóstico e diretrizes de intervenção**

### **4.2.1 Caracterização do eixo Morumbi-Paraisópolis**

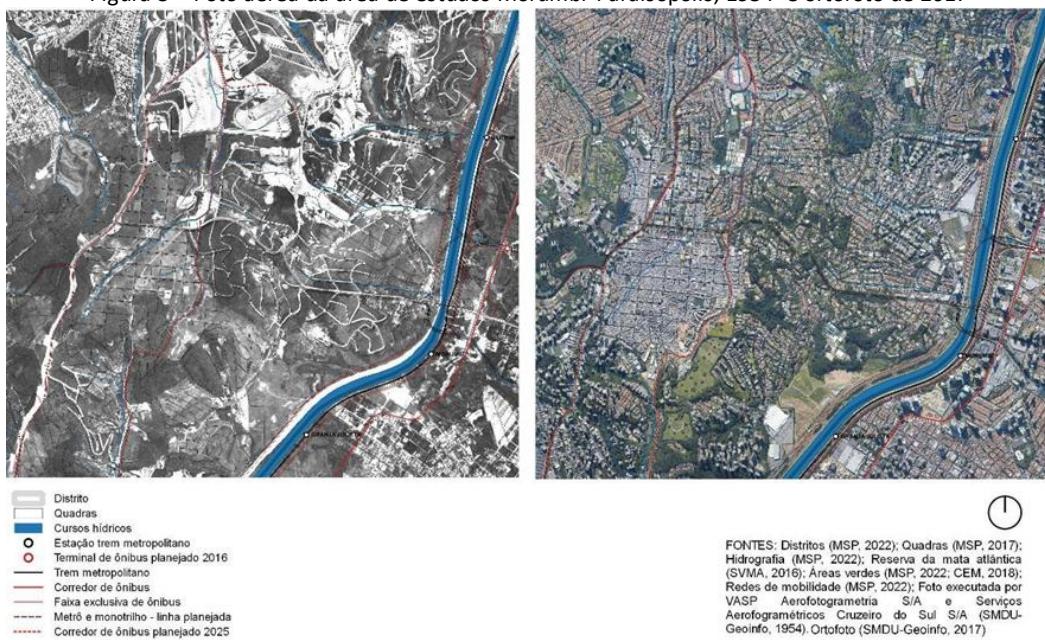
O eixo Morumbi-Paraisópolis, localizado na zona sudoeste de São Paulo, exemplifica contrastes socioambientais marcantes. O Morumbi destaca-se pela alta cobertura vegetal e baixa impermeabilização do solo, enquanto Paraisópolis apresenta densidade arbórea insignificante, elevada impermeabilização e maior vulnerabilidade a alagamentos e ilhas de calor. Essas diferenças ecoam na estratificação social: o primeiro concentra população de alta renda, ao passo que o segundo agrupa residentes em condições precárias, com baixos níveis de renda, escolaridade e formalização empregatícia (Canil et al., 2020; Alves, 2021). Tais disparidades repercutem igualmente em indicadores de saúde pública (Singer et al., 2023).

A análise de imagens aéreas de diferentes períodos da área de estudos revela que, em 1954, a estrutura urbana e sistema viário principal do eixo já estava definida pela Av. Giovanni Gronchi no sentido Norte-Sul, e as atuais Av. Morumbi e Av. Francisco Thomaz de Carvalho no sentido Leste-Oeste (Figura 3). O rio Pinheiros já estava canalizado, mas ainda não existiam as vias expressas marginais, e o córrego Antonico mantinha seu curso natural, com nascentes dentro da atual Paraisópolis. Enquanto o Morumbi avançava como bairro-jardim, a ocupação do loteamento de Paraisópolis não se desenvolvia. Projetado inicialmente como um bairro de alto padrão, mas inviabilizado economicamente principalmente pela topografia acidentada e infraestrutura precária, foi ocupado irregularmente a partir de 1960. Atualmente, Paraisópolis é uma das maiores favelas da cidade, com mais de 100 mil habitantes e condições habitacionais críticas, incluindo escassez de áreas verdes (Lima et al., 2023).

Dentro da favela, a extrema densidade das construções, combinada com o relevo acidentado, desconfigura o desenho original das vias que foram parcialmente apagadas devido a ocupação irregular das moradias, criando uma malha intrincada de caminhos, acessos improvisados e diversos pontos de tensão próximos a zonas de risco, especialmente nas áreas

próximas aos fundos de vale, por onde passa o córrego Antonico. Essa dinâmica resulta em uma desconexão entre a estrutura urbana, os cursos d'água e as características topográficas em Paraisópolis, gerando fragmentação no sistema viário e espaços de urbanização precária (Lima et al, 2023).

Figura 3 – Foto aérea da área de estudos Morumbi-Paraisópolis, 1954 e ortofoto de 2017



Fonte: Lima et al (2023).

Em períodos de chuvas intensas, o córrego Antonico frequentemente transborda, atingindo as moradias erguidas em suas margens, inclusive aquelas construídas sobre seu leito. No entanto, os alagamentos são mais recorrentes nas proximidades do Estádio do Morumbi e ao longo da Avenida Jules Rimet (cota 745 metros), onde o córrego segue canalizado. Essa via, que liga o entorno da favela ao estádio (localizado na cota 740 metros), concentra parte dos problemas. Ali atualmente está sendo construído um piscinão (Souza et al., 2024).

O bairro do Morumbi, classificado como Zona Exclusivamente Residencial pela legislação urbana, caracteriza-se por grandes lotes unifamiliares cercados por áreas verdes, que asseguram sua qualidade ambiental. No entanto, a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016) passou a permitir novos usos e maiores taxas de ocupação (TO) ao longo da Avenida Morumbi – implantada no divisor de águas sudeste da bacia do Córrego Antonico. Essa flexibilização tem levado à impermeabilização integral dos lotes lindeiros à avenida, acarretando um aumento significativo no volume de escoamento superficial direcionado aos braços do Antonico que cortam Paraisópolis. Um dos desdobramentos futuros desta pesquisa consiste justamente em quantificar o impacto hidrológico dessas transformações no uso e ocupação do solo ao longo do eixo viário.

## 4.2.2 Diagnóstico e diretrizes urbanísticas

A análise urbanística do recorte territorial estudado realizada durante o workshop realizado na Universidade Presbiteriana Mackenzie em 2023, permitiu identificar um conjunto de problemas que impactam a qualidade de vida da comunidade local e atingem principalmente

a favela de Paraisópolis (Figura 4).

Figura 4 – Levantamento fotográfico de Paraisópolis com problemas identificados



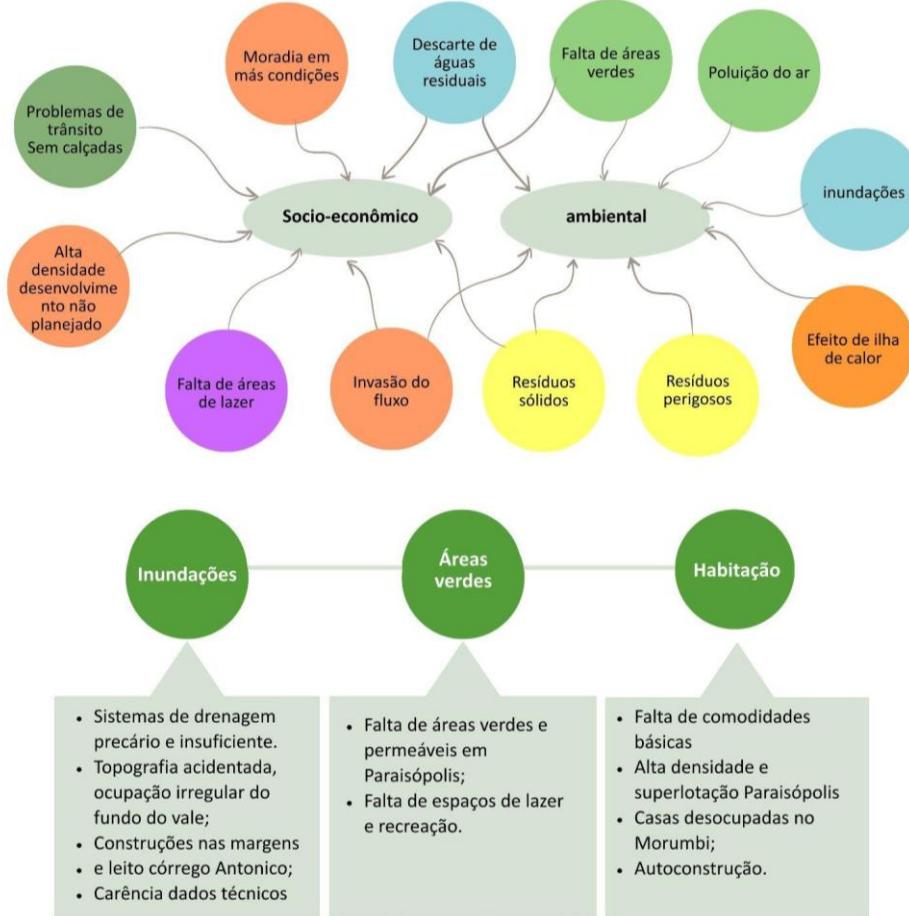
Fonte: Organizado pelos autores com base nos resultados do II CIAM Clima/ II Curso de Inverno sobre Drenagem Urbana Sustentável e SbN, FAU-Mackenzie, 2023.

Esses problemas foram divididos em duas categorias principais: socioeconômicos e ambientais. Entre os principais desafios socioeconômicos estão: moradia precária, alta densidade habitacional e construtiva, desenvolvimento desordenado e falta de infraestrutura básica, como calçadas e sistemas adequados de escoamento de águas pluviais e residuais. Além disso, a ocupação irregular do leito do córrego expõe moradores a riscos constantes, enquanto a ausência de áreas de lazer e verdes agrava a vulnerabilidade social.

Do ponto de vista ambiental, destacam-se as inundações frequentes, o acúmulo de resíduos sólidos e perigosos, a poluição do ar e do córrego, além do efeito de ilha de calor, intensificado pela falta de vegetação e pela impermeabilização do solo. Esses fatores combinados evidenciam a urgência de intervenções sustentáveis para melhorar a resiliência e a infraestrutura da favela. Desse modo, considerando-se desde a densidade construída, com moradias com insuficiência de ventilação e insolação, à gestão dos resíduos e a qualidade dos espaços públicos, como ruas sem calçadas, destacam-se três temas principais a serem encarados: inundações, áreas verdes, e habitação (Figura 5).

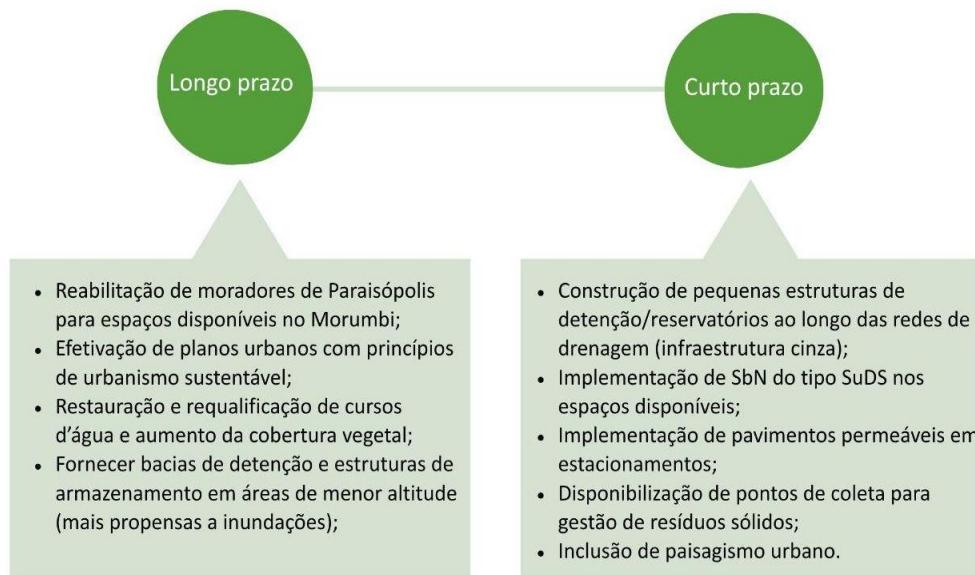
A fim de superar esse quadro de problemas, foram definidas diretrizes com horizontes temporais complementares (Figura 6). No horizonte de longo prazo, destacam-se estratégias como o reassentamento planejado de moradores de Paraisópolis para áreas disponíveis no Morumbi, garantindo não apenas acesso à infraestrutura adequada mas também promovendo uma integração social mais equilibrada. Paralelamente, propõe-se a efetivação de planos urbanísticos que incorporem princípios de sustentabilidade ambiental e equidade socioespacial. A restauração e renaturalização dos cursos d'água, associadas ao aumento da cobertura vegetal, também foram indicadas como medidas essenciais para mitigação de ilhas de calor e redução de alagamentos. No que concerne a drenagem urbana, o fornecimento de bacias de detenção/reservatórios de retenção de pequeno porte em áreas de menor altitude, que são mais propensas a inundações, a diretriz proposta foi distribuir dispositivos por toda a bacia, desenvolvendo a microdrenagem.

Figura 5– Quadro dos principais problemas do eixo Morumbi - Paraisópolis



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados do II CIAM Clima/ II Curso de Inverno sobre Drenagem Urbana Sustentável e SbN, FAU-Mackenzie, 2023.

Figura 6– Diretrizes propostas para a área de longo e curto prazo



Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados do II CIAM Clima/ II Curso de Inverno sobre Drenagem Urbana Sustentável e SbN, FAU-Mackenzie, 2023.

Para resultados mais imediatos, a diretriz foi tirar partido das áreas públicas configuradas pelo traçado viário para construção de pequenas estruturas de retenção de águas pluviais ao longo da rede de drenagem existente, superficial e subterrânea, mediante o uso de cisternas e micro-reservatórios (Figura 6). A aplicação de SuDS em espaços ociosos, também foram apresentadas como alternativa viável para gestão das águas pluviais à curto prazo. Medidas complementares como a substituição de pavimentos impermeáveis por alternativas drenantes em estacionamentos e vias, a instalação de pontos de coleta seletiva para gestão eficiente de resíduos sólidos, e a introdução de paisagismo funcional com vegetação nativa foram indicadas por melhorar simultaneamente a permeabilidade do solo/microdrenagem e o conforto térmico urbano.

A efetiva implementação deste conjunto de diretrizes demanda uma abordagem multiescalar que articule sinergicamente as intervenções de curto prazo com o planejamento estratégico de longo alcance. Enquanto as ações imediatas focam na mitigação de riscos ambientais e no aprimoramento da qualidade de vida através de infraestruturas adaptativas, as transformações mais profundas dependem da integração coerente entre políticas habitacionais, recuperação ambiental e urbanismo sustentável, rompendo com os padrões históricos de segregação que marcaram o eixo Morumbi-Paraisópolis.

#### **4.3 Projeto dos dispositivos de drenagem para a área de estudo**

A partir da análise urbanística e ambiental do eixo Morumbi - Paraisópolis, que incluiu visita de campo, produção de mapas, análises, diagnóstico e elaboração de diretrizes, bem como da consulta ao Manual do SuDS (Woods Ballard et al., 2015), foram desenvolvidos ensaios projetuais de dispositivos para mitigar as enchentes do Antonico, que são mais graves em Paraisópolis que está em uma cota mais baixa em relação ao Morumbi.

Para isso, inicialmente foram selecionados diferentes tipos de áreas de possível implantação de SuDS e reservatórios, a saber: caminhos de vias principais; lotes vazios; áreas de baixa elevação; vias com potencial para implantação de SbNs e paisagismo; estacionamentos. O principal critério utilizado foi a factibilidade de implementação de dispositivos de drenagem de baixo impacto dentro da realidade do território em função de suas limitações, considerando que Paraisópolis, onde o impacto das enchentes é mais severo, é um espaço de alta densidade construtiva, com poucos espaços disponíveis para intervenções de grande porte (Figura 7).

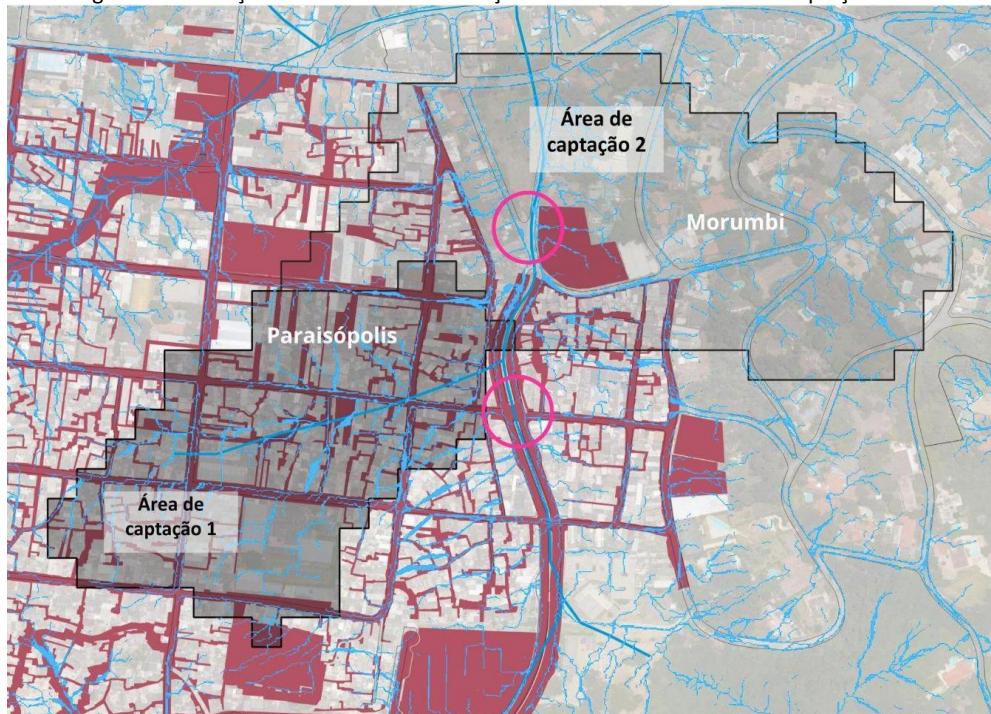
Em seguida, com base nas diretrizes de curto e longo prazo, algumas soluções de intervenção começam a ser desenvolvidas. Dentro do cenário de longo prazo, foi elaborado um recorte da área de estudo, englobando parte dos dois bairros e a interface entre eles, bem como pequenos braços e nascentes do córrego Antonico presentes no Morumbi, mas cujas águas escoam em direção à Paraisópolis. Para efeito de cálculos e projeto, esse recorte foi subdividido em duas áreas de captação de águas pluviais: Área de Captação 1, com 1.650 m<sup>2</sup>, em Paraisópolis; e área de Captação 2, com 2.722 m<sup>2</sup>, no Morumbi (Figura 8). Essa subdivisão foi feita com o auxílio do plug-in SWAT (Soil & Water Assessment Tool) para o QGIS.

Figura 7 – Mapeamento de áreas propícias para implantação de SuDS e suas tipologias



Fonte: Desenvolvido no workshop com base na análise sensível do território através da visita técnica e análise espacial de imagens do Google Earth.

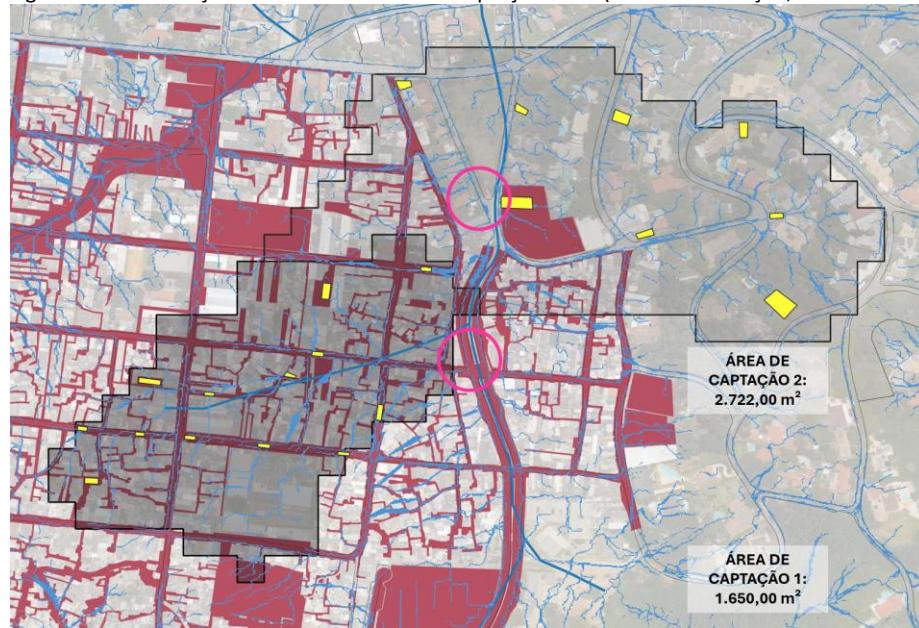
Figura 8 – Definição do recorte de intervenção e subdivisão em áreas de captação 1 e 2



Fonte: Desenvolvido no workshop com uso do plugin SWAT para QGis.

Cruzando as duas áreas de captação (Figura 8) com o mapeamento de tipos de áreas passíveis de implantação de dispositivos de retenção subterrâneos (Figura 7), realizou-se uma somatória das áreas disponíveis em cada um dos recortes, atingindo uma disponibilidade de 404,00 m<sup>2</sup> para a área de captação 1 e 57,00 m<sup>2</sup> para a área de Captação 2.

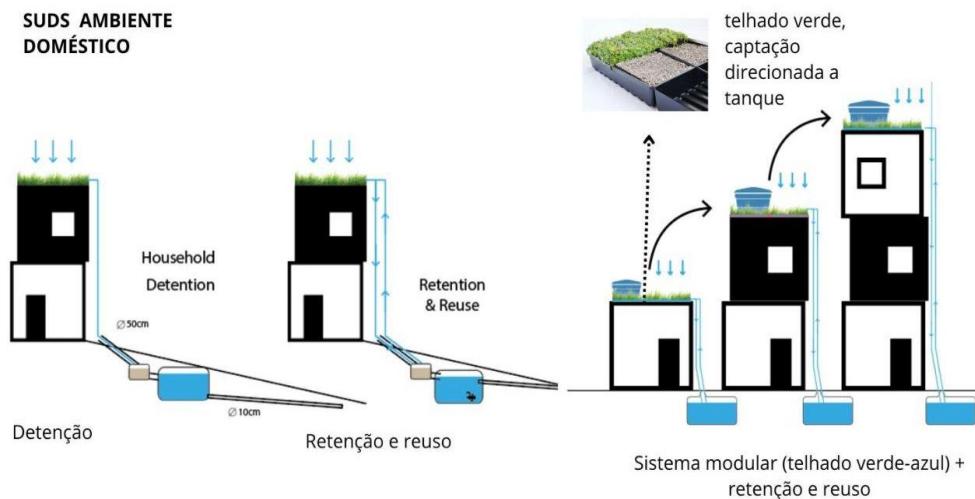
Figura 9 – Distribuição de SuDS nas áreas de captação 1 e 2 (áreas de retenção, em amarelo)



Fonte: Organizado pelos autores com base nos resultados do workshop, 2023.  
localizar no texto figura 9

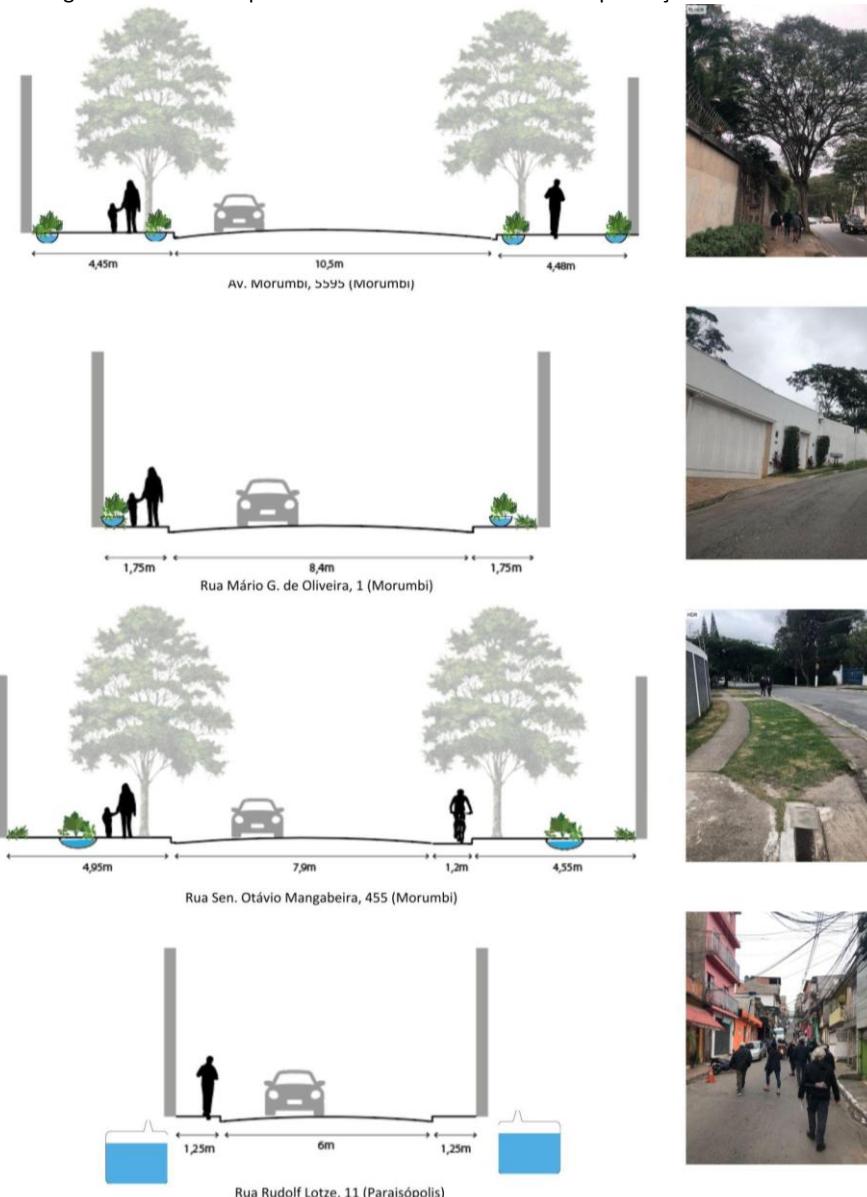
Considerando um cenário de curto prazo, foram pensadas soluções em função de suas dimensões e tipologia, combinando dispositivos cinzas com verde-azuis, como jardins-de-chuva para reter e filtrar a água, adotados principalmente sob os passeios em ruas do bairro Morumbi que têm largura suficiente para isso, tais como a Av. Morumbi. Já em Paraisópolis, onde as ruas são muito estreitas, a retenção foi proposta dentro/sobre ou anexa à unidade habitacional, por meio de cisternas, que podem ser utilizadas apenas para detenção, ou para retenção e reuso. Estas soluções foram combinadas com telhados verdes-azuis modulares que armazenam água da chuva, que pode ser direcionada para um pequeno reservatório, e são cobertos com vegetação. Além da retenção/detenção, podem diminuir a temperatura interna e externa da unidade, contribuindo com o conforto térmico e microclima local. (Figura 10 e 11).

Figura 10 – Esquema de captação e retenção de águas pluviais nos lotes em Paraisópolis



Fonte: Organizado pelos autores com base nos resultados do workshop de 2023.

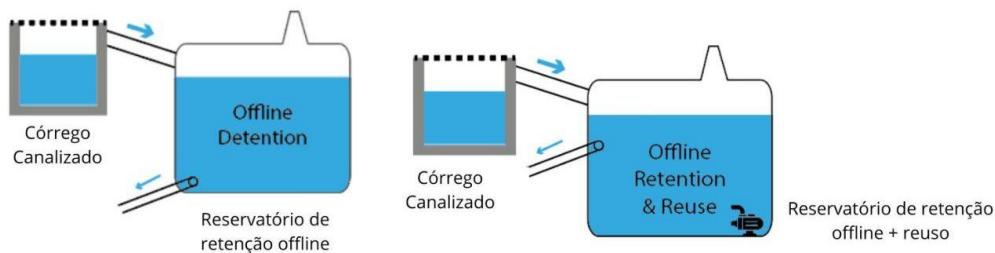
Figura 11 – Corte esquemático das caixas de rua com implantação de SuDS



Fonte: Organizado pelos autores com base nos resultados do workshop de 2023.

Ainda considerando o cenário de um ambiente consolidado como Paraisópolis, outra alternativa de intervenção proposta durante o workshop foi a de sistema de reservatório de retenção offline (figura 12), atuando na escala da microbacia. Esses reservatórios foram propostos no leito carroçável de Paraisópolis nos pontos contíguos ou próximos ao córrego. Esse sistema funciona como método de gestão de águas pluviais que tem por objetivo reduzir o impacto de inundações e melhorar a qualidade da água, uma vez que armazena temporariamente a água da chuva, desviando da rede de drenagem principal e libera gradualmente para o sistema de drenagem, dessa forma diminuindo sobrecargas e picos de vazão (Canholi, 2014).

Figura 12 – Esquema de sistema de reservatório de retenção offline



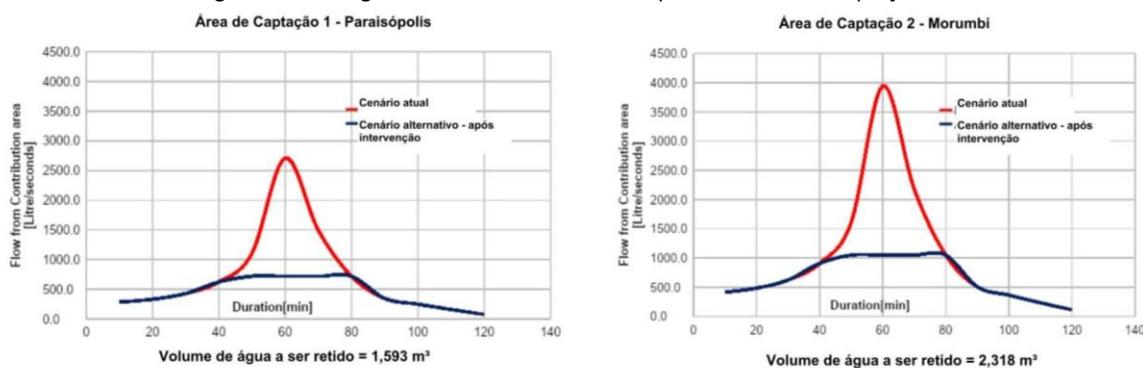
Fonte: Organizado pelos autores com base nos resultados do workshop de 2023.

Por fim, foram mapeadas áreas de estacionamento que apresentavam potencial para projetos de reservatórios, visto que é uma solução interessante pois implanta a infraestrutura cinza em uma área que já é impermeável. Outra parte das áreas de estacionamento foi coberta com piso permeável, possibilitando a infiltração da água no solo, que pode ser devolvida limpa ao lençol freático.

#### 4.4 Avaliação dos resultados

Para aferir quantitativamente qual seria o desempenho dessas áreas efetivas de captação de águas pluviais, foi realizada uma modelagem hidrológica no software SWAT. Para essa modelagem foi utilizada uma “chuva de projeto” com duração de duas horas, para um Período de Retorno de 25 anos. A partir da modelagem hidrológica, foi possível aferir o amortecimento do hidrograma de pico em função de dois cenários, atual e alternativo (após a intervenção), determinando-se o quanto as áreas efetivas de captação de águas pluviais mitigariam situações de inundações. Observando o pico de chuva em 60 minutos, tomou-se como referências para aferição os pontos exutórios das áreas de captação 1 e 2, e foi estipulada uma redução de 26.55%, a qual foi considerada significativa. Assim, para área 1, Paraisópolis, foi atingido um percentual de redução de 2712,1 L/s para 720,2 L/s; e para a área 2, Morumbi, verificou-se a redução de 3947,2 L/s para 1048 L/s (Figura 13).

Figura 13– Hidrogramas de amortecimento de pico das áreas de captação 1 e 2



Fonte: Produzido no workshop pelos participantes.

O amortecimento do hidrograma de pico no cenário alternativo, ou seja, com a implantação do SuDS, demonstra quantitativamente os benefícios da adoção desse tipo de alternativa, que é distribuída, em menor escala, e pode ser implantada progressivamente no

território. Tal alternativa se mostra eficiente para o Período de Retorno de 25 anos e, se sua replicação for bem planejada, pode reduzir a necessidade de grandes estruturas de contenção. Entretanto, para Períodos de Retorno de 50 e 100 anos, a eficácia dos SuDS fica reduzida, como já foi apontado nos Cadernos de Drenagem da SIURB/FCTH, com do Pirajuçara (SIURB/FCTH, 2020).

Os resultados das simulações de modelagem demonstram que os parâmetros projetuais da atual rede de drenagem de São Paulo estão se tornando obsoletos, pois se baseiam quase exclusivamente em sistemas de drenagem cinza, sem incorporar Soluções baseadas na Natureza (SbNs). Dessa forma, a rede não se beneficia dos sistemas de infraestrutura verde-azuais-cinzas (BGGI), tornando-se vulnerável aos eventos de precipitação intensa cada vez mais frequentes. Isso demanda novas abordagens que considerem a implementação de sistemas de drenagem sustentável complementares à rede existente, tal como indicam Canholli, 2014; Tucci, 2005; Zhu, 2025; e outros.

Dentro da metodologia utilizada neste estudo, o workshop realizado se mostrou uma potente ferramenta de trabalho, simulação e análise do uso de SuDS em territórios urbanos complexos, pois permitiu que professores e pesquisadores especialistas das áreas de arquitetura, urbanismo, paisagismo, engenharia civil, drenagem urbana, SbNs, SuDS e outras áreas relacionadas, trabalhassem junto com os estudantes de forma integrada e intensiva, gerando ensaios e resultados relevantes que associaram planejamento e projeto urbano, com modelagem hídrica e *design*.

Do ponto de vista das soluções propostas, nota-se que combinam estratégias de macro e micro drenagem mista, característica das Infraestruturas Verde-Azuis-Cinza - BGGI, por meio de dispositivos SuDS que visam apresentar benefícios tanto a curto prazo, como a longo prazo, entregando uma drenagem de alta qualidade, beneficiando as áreas urbanas a enfrentarem melhor situações com precipitações severas, apresentando-se como alternativa ao sistemas tradicionais. Tais sistemas alinham-se aos princípios do urbanismo sustentável (Farr, 2013) e aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.

Outro aspecto relevante das propostas é que têm caráter multiescalar, que possibilitam atender às especificidades e dificuldades de intervenção nessa área tão escassa em espaços livres e exposta a vulnerabilidade social e climática por meio de SbN. A localização estratégica dos dispositivos de drenagem, considerando as variações altimétricas e as características morfológicas específicas de cada tecido urbano permitiu desenvolver soluções mais assertivas e menos impactantes que os tradicionais piscinões construídos pelo poder público. Particularmente relevante é o potencial de requalificação das amplas áreas internas à favela, atualmente subutilizadas como estacionamentos informais. Quando integradas com SuDS (por meio de pisos permeáveis) e técnicas de paisagismo, essas áreas podem ser transformadas tanto funcional quanto esteticamente, seguindo o modelo bem-sucedido das praças e espaços de lazer implementados sobre reservatórios em favelas em Medellín.

A análise confirmou a viabilidade técnica e social desta abordagem, que se adapta aos espaços livres existentes sem degradar a paisagem, promovendo simultaneamente a gestão sustentável de águas pluviais, a melhoria do conforto térmico, o reuso hídrico, a mitigação de ilhas de calor e a redução do risco de inundações. Ao conciliar funções ecológicas com necessidades urbanas, estas intervenções representam um avanço com impactos positivos na saúde pública, segurança comunitária e bem-estar social e podem contribuir significativamente para a justiça climática e para a redução das disparidades ambientais entre Morumbi e

Paraisópolis.

Além disso, a abordagem híbrida e multidisciplinar adotada, com ênfase nas SbN, aumenta a eficiência do sistema de drenagem, fortalece a resiliência hídrica e ambiental da comunidade que fica melhor preparada para os enfrentamentos dos efeitos das mudanças climáticas. No entanto, persistem desafios importantes, como a necessidade de envolvimento das ações estatais com a população local, a garantia de recursos financeiros, a construção de formas de manutenção contínua das áreas vegetadas, fundamentais para a sustentabilidade a longo prazo das intervenções. Neste sentido, como desdobramento futuro estudo, pretende-se avaliar os efeitos hidrológicos decorrentes das mudanças no uso e ocupação do solo provocadas pela legislação urbanística no Morumbi, cuja flexibilização tem elevado substancialmente o volume de escoamento superficial direcionado ao Córrego Antonico, demandando análises quantitativas sobre seus impactos na drenagem urbana da área.

## **CONCLUSÕES**

Este estudo demonstrou o potencial das Soluções Baseadas na Natureza (SbN), em especial dos Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (SuDS), como estratégia eficaz para a adaptação climática em áreas urbanas densamente ocupadas e socialmente vulneráveis. A aplicação de sistemas híbridos, que integram infraestruturas verde-azuis e cinzas, mostrou-se capaz de reduzir em 26,55% o pico de vazão no córrego Antonico durante eventos extremos, comprovando sua viabilidade técnica mesmo em contextos com limitada disponibilidade de espaços livres.

Os resultados indicam, contudo, que a eficácia dessas soluções é condicionada à intensidade dos eventos climáticos: enquanto se mostraram adequadas para chuvas com período de retorno de 25 anos, sua performance diminui frente a cenários mais críticos, exigindo a combinação com infraestruturas tradicionais. Essa limitação reforça a necessidade de abordagens híbridas, que associem a descentralização das SbN a intervenções estruturais complementares, como reservatórios distribuídos em áreas impermeabilizadas.

Além dos benefícios hidrológicos, as intervenções propostas destacam-se por seu caráter multifuncional: ao mesmo tempo que mitigam riscos de inundação, promovem a requalificação da paisagem urbana, ampliam o conforto ambiental e reduzem desigualdades socioespaciais. A pesquisa evidenciou, ainda, que a efetividade de longo prazo dessas soluções depende da articulação entre duas dimensões críticas: planejamento multiescalar, com diagnóstico preciso das condições urbanas e hidrológicas locais; e integração a políticas públicas que superem a fragmentação setorial, assegurando apropriação social e sustentabilidade.

Como contribuição metodológica, o estudo oferece um modelo replicável para contextos análogos, baseado na conjugação de análise urbana, diretrizes projetuais e modelagem hidrológica (SWAT), capaz de orientar a alocação estratégica de SbN em territórios com restrições espaciais. Por fim, os achados reforçam a urgência de transcender dicotomias entre infraestruturas verde-azuis e cinzas, apontando para a gestão integrada da água como eixo estruturante de cidades resilientes e justas frente às mudanças climáticas.

## **REFERÊNCIAS**

ALVES, H. P. F.. Vulnerabilidade socioambiental nas três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista: uma análise de indicadores socioambientais. **Ambiente & Sociedade**, v. 24. São Paulo, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200030r2vu2021L1AO>.

BORRÀS, Susana. Movimientos para la justicia climática global: replanteando el escenario internacional del cambio climático. **Relaciones Internacionales**, n. 33, p. 97-119, 2016. Disponível em: <https://revistas.uam.es/relacionesinternacionales/article/view/6729>. Acesso em: 7 abr. 2023.

CANIL, K.; LAMPIS, A.; SANTOS, K. L. D. Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na macrometrópole paulista. **Cadernos Metrópole**, v. 22, n. 48, p. 397-416, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4803>.

CANHOLI, Antônio P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

EUROPEAN COMMISSION. **Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners**. Directorate-General for Research and Innovation Directorate C — Healthy Planet. Unit C3 — Climate and Planetary Boundaries. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.2777/244577>.

FARR, D. **Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza**. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GHOFRANI, Z. et al. A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts. **International Journal of Environment and Sustainability**. v. 6 n.1, pp. 15-36, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.24102/ijes.v6i1.728>.

IPCC. **Climate Change 2023: Synthesis Report**. 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 11 ago. 2025.

KUMAR P. et al. Urban heat mitigation by green and blue infrastructure: Drivers, effectiveness, and future needs. **The Innovation**, v. 5, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.xinn.2024.100588>.

LIMA, R. P. et al. **Padrões Urbano-Ambientais do Eixo Morumbi-Paraisópolis e seu Potencial de Transformação frente às Mudanças do Clima**. Artigo apresentado oralmente e publicado nos Anais do XX ENANPUR, ISSN 1984-8781, 2023. Disponível em: <https://anpur.org.br/wp-content/uploads/2023/05/st11-26.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2025.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC). **Impactos, vulnerabilidades e adaptação às mudanças climáticas em áreas urbanas**. São Paulo: PBMC, 2023. Disponível em: [https://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/GT2\\_sumario\\_portugues\\_v2.pdf](https://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/GT2_sumario_portugues_v2.pdf). Acesso em: 10 ago. 2025.

SECRETARIA MUNICIPAL DE INFRAESTRUTURA URBANA E OBRAS (SIURB/PMSP). **Caderno de Bacia Hidrográfica: bacia do córrego Pirajuçara**. São Paulo: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – São Paulo: FCTH/SIURB, 2020.

SINGER, J. M. et al. **Assessing socioeconomic bias of exposure to urban air pollution: an autopsy-based study in São Paulo, Brazil**. **The Lancet Regional Health – Americas**, v. 22, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lana.2023.100500>.

SOUZA, T. Z. S.; LIMA, R. P.; ANELLI, R. L. S. **Infraestrutura de Drenagem Urbana no Córrego Antonico, São Paulo: desafios na implantação de Soluções baseadas na Natureza**. In: Anais ENANPARQ. Rio de Janeiro: FAU/UFRJ, 2024.

TEXAS A&M UNIVERSITY. **Swat Soil & Water Assessment Tool**. 2023. Disponível em: <https://swat.tamu.edu/>.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Porto Alegre: Evangraf, 2005.

UACDC (University of Arkansas Community Design Center). **Low Impact Development, a design manual for urban areas**. Fayetteville: UACDC, 2010.

VASCONCELOS, A. F.; BARBASSA, A. P.; SANTOS, M. F. N.; IMANI, M. A. Barriers to sustainable urban stormwater management in developing countries: The case of Brazil. **Land Use Policy**, v. 112, p. 105821, jan. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105821>. Acesso em: 11 ago. 2025.

WOODS BALLARD, B.; WILSON, S.; UDALE-CLARKE, H.; ILLMAN, S.; SCOTT, T.; ASHLEY, R.; KELLAGHER, R. **The SuDS Manual**. [s. l.]: CIRIA, 2015.

WORLD BANK. **A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience**. Washington, D.C. World Bank Group, 2021. Disponível em: <https://hdl.handle.net/10986/36507>. Acesso em: 20 out 2024.

ZHU, L.; GAO, C.; WU, M.; ZHU, R. Integrating Blue–Green Infrastructure with Gray Infrastructure for Climate-Resilient Surface Water Flood Management in the Plain River Networks. *Land* 2025, 14, 634. <https://doi.org/10.3390/land14030634>.