

## MICRODRENAGEM SUSTENTÁVEL E SUA APLICAÇÃO NA TRANSFORMAÇÃO DE BAIRROS-JARDIM

### Experiências projetuais na Vila Ipojuca, São Paulo<sup>1</sup>

Sustainable micro drainage and its application in the transformation of garden  
neighborhoods

Urban design experiences in Vila Ipojuca, São Paulo

**Renata Priore Lima**

Universidade Paulista/ Universidade Presbiteriana Mackenzie, [renataprili@gmail.com](mailto:renataprili@gmail.com)

**Laura Soares Gundim**

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, [laurasoaresgundim@gmail.com](mailto:laurasoaresgundim@gmail.com)

**Renato Sobral Anelli**

Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, [renato.aneli@gmail.com](mailto:renato.aneli@gmail.com)

### RESUMO

O uso de jardins de chuva e de outras Soluções baseadas na Natureza (SbN) em projetos contemporâneos indica mudanças na forma de construir cidades relacionadas às necessidades de adaptação às mudanças climáticas. Dentro deste tema, este artigo aborda as possibilidades da aplicação de sistemas de drenagem sustentável como estratégias de microdrenagem e qualificação ambiental de tecidos urbanos consolidados, a partir do estudo de um bairro-jardim em São Paulo, a Vila Ipojuca. A metodologia adotada inclui a revisão da literatura; o estudo urbanístico do bairro, realizado a partir de bases cartográficas, imagens aéreas e outros documentos oficiais como plantas do loteamento e projetos de drenagem; visitas a campo, e exercícios de projeto urbano realizados com estudantes em ateliês e workshops. Os resultados preliminares indicam que a aplicação de tipologias de microdrenagem sustentável, combinadas com tradicionais, contribui para maior eficiência técnica e ambiental das infraestruturas e para a qualificação do ambiente urbano.

**Palavras-chave:** Projeto Urbano, Soluções baseadas na Natureza, Bairros-jardim, Adaptação urbana.

**Bloque temático:** Espacio público y proyecto urbano en la metrópolis contemporánea.

### ABSTRACT

The use of rain gardens and other nature-based solutions in contemporary projects indicate changes in the way cities are built in relation to the needs of adaptation to climate change. Within this theme, this paper addresses the possibilities of applying sustainable drainage systems as microdrainage strategies and environmental qualification of consolidated urban fabrics, based on the study of garden neighborhoods in São Paulo. The methodology adopted includes the literature review, the urban study of a garden neighborhood, Vila Ipojuca, carried out from cartographic bases, aerial images and other official documents such as subdivision plans and drainage projects; field visits, and urban design exercises carried out with students in workshops. Preliminary results indicate that the application of sustainable microdrainage typologies, combined with traditional ones, contributes to greater technical and environmental efficiency of infrastructures and the urban environment quality.

**Keywords:** Urban Project, Nature-based Solutions, Garden Neighborhoods, Urban Adaptation.

**Topic:** Public space and urban design in the contemporary metropolis.

---

<sup>1</sup> Este trabalho obteve financiamento do CAPES PROEX auxílio1513/2024 (Universidade Presbiteriana Mackenzie), processo 88887.973748/2024-00, e integra as atividades da Rede de pesquisa CIAM Clima coordenada pelo prof. Dr. Renato Luiz Sobral Anelli GT02 que tem apoio do CNPq / Processo:409032/2021-2 e do Mack Pesquisa Projeto nº 18481.

## Introdução

A gestão das águas urbanas é um tema determinante para o projeto das cidades, que se torna especialmente latente com o agravamento dos eventos extremos desencadeados pelas mudanças climáticas. No Brasil, são recorrentes os problemas de inundação e alagamento de áreas urbanas consolidadas, que provocam perdas irreparáveis. Por esses motivos, ganha espaço no debate urbanístico a revisão do modelo tradicional de infraestrutura urbana e cresce a demanda por atuações e desenvolvimento de projetos mais integrados com o meio ambiente natural. Experiências e estudos recentes indicam a necessidade e possibilidade de combinar métodos tradicionais com Soluções baseadas na Natureza (SbN), trazendo esperança para pensar o futuro com cidades mais verdes, mais azuis, mais vivas e mais humanas.

Entretanto, a maioria dos projetos e obras de urbanização em curso em São Paulo continua sendo pautada pelo modelo tradicional, onde predominam as infraestruturas cinzas, que demandam um alto investimento público e privado e desconsideram os benefícios paisagísticos, sociais e ambientais do uso de soluções sustentáveis.

Nesta perspectiva, este artigo aborda o tema da microdrenagem sustentável e dos dispositivos que podem ser incorporados ao projeto urbano. O recorte da pesquisa consiste na bacia do córrego Tiburtino com foco na Vila Ipojuca, em São Paulo, cujo loteamento foi inspirado no modelo de Cidade-Jardim, mas que contribui com os alagamentos do córrego Tiburtino que drena este território. Os objetivos compreendem: (i) discutir teoricamente sobre os sistemas de drenagem sustentável e identificar os principais dispositivos disponíveis em manuais de drenagem sustentável relacionados com projeto urbano; (ii) compreender a influência do modelo de cidade-jardim no projeto da Vila Ipojuca, que ocupa grande parte da bacia do Tiburtino; (iii) analisar as características biofísicas (topografia, hidrografia e áreas verdes), urbanísticas e morfológicas da bacia do Tiburtino, dentro de uma perspectiva histórica; (iv) avaliar os benefícios e desafios da implantação de sistemas de drenagem sustentável nesta bacia a partir de projetos desenvolvidos em *workshops* experimentais como referência de adaptação das cidade às mudanças climáticas.

A metodologia adotada se apoia na revisão da literatura especializada e de manuais de drenagem sustentável tais como SuDS (Susdrain, 2015), *Low Impact Development - LID* (UACDC, 2010), Cadernos de Bacias Hidrográficas (FCTH/SIURB, 2023) e planos urbanos como o *NYC Green Infrastructure* (2022). Inclui também a produção de material gráfico, como mapas elaborados a partir de bases cartográficas, imagens aéreas, mapas históricos, plantas de loteamento, projetos de drenagem e outros documentos oficiais; bem como visitas a campo e o resultado de exercícios projetuais realizados na disciplina de Projeto Urbano e Paisagismo com estudantes do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Paulista em 2023.

A hipótese em estudo é que os bairros planejados segundo o modelo de Cidade-Jardim, tais como a Vila Ipojuca e sua vizinha City Lapa, configuram-se como cenários propícios à implantação de SbNs, pois o projeto original considerou as características naturais do território, como relevo e hidrografia, o que poderia facilitar a implantação de dispositivos de drenagem sustentável associados à infraestrutura tradicional preexistente.

## 1. Sistemas de drenagem sustentável e seus dispositivos

As Soluções baseadas na Natureza com foco nos sistemas de drenagem sustentável emergem na atualidade como abordagens inovadoras para enfrentar os desafios ambientais por meio da integração da natureza no planejamento de cidades resilientes. Esses enfoques são fundamentados em princípios essenciais relacionados a ecossistemas e biodiversidade, proporcionando um quadro sistêmico que destaca a imitação de processos naturais, a restauração de áreas degradadas, a conservação ativa da biodiversidade e a integração interdisciplinar na tomada de decisões (Braat & de Groot, 2012).

As SbNs são desenvolvidas de acordo com as características de cada localidade. São como um guarda-chuva que abriga linhas conceituais e metodológicas como Infraestrutura Verde-azul (IVA), Sistemas de Drenagem Sustentável (SuDS), entre outras.

Os sistemas de drenagem sustentável recebem nomenclaturas distintas, tais como Sistemas de Drenagem Sustentável (SuDS) na Inglaterra e Low Impact Development (LID) nos EUA, e abarcam diferentes escalas, da regional (macrodrenagem) a local (microdrenagem), combinando arquitetura, urbanismo, engenharia, paisagismo e outras disciplinas.

Os SuDS são projetados para replicar processos hidrológicos naturais, como percolação, retenção e o tratamento das águas da chuva na origem, por meio da topografia do terreno, da permeabilidade das margens dos córregos e da diminuição do escoamento superficial. Promovem a filtragem da água e do ar, prevenindo sua contaminação, e colaboram com a manutenção das áreas verdes e naturais. Permitem assim que a água se infiltre, seja armazenada e liberada lentamente, evitando a sobrecarga dos sistemas cinzas, e reduzindo os processos de arraste e erosão. Isto ajuda a manter o equilíbrio natural da água no ambiente, melhorando o microclima e a paisagem local, que pode se desenvolver como espaços de lazer e de trocas sociais (Susdrain, 2015).

Os SuDS abrangem uma série de ações e de dispositivos construtivos de microdrenagem que incluem tecnologias alternativas como jardins de chuva, biovaletas, e outros como poços de infiltração, lagoas secas, trincheiras, valas de infiltração e detenção, bacias de biorretenção, os quais geralmente são recobertos por vegetação ou por seixos. Incluem também superfícies permeáveis, recobertas por pavimentação porosa. A recomendação é que sejam planejados como sistemas de biodrenagem e organizados por elementos interconectados entre si e à rede de drenagem tradicional (Fig. 01).



Fig. 01: Sistema de microdrenagem sustentável. Fonte: NYC (2022).

Os jardins de chuva, que, junto com as biovaletas, estão entre os tipos de SuDS mais utilizados em São Paulo, consistem em estruturas simples, formadas por depressões pouco profundas e revestidas com uma camada de substrato (solo preparado para plantio) e plantas. Possuem alta eficiência na remoção de poluentes e contribuem para a valorização do espaço urbano com o incremento de áreas verdes. Sua função é promover filtração, infiltração e detenção e seu fundo e laterais são permeáveis ou semipermeáveis, de forma que a água captada fica retida, e infiltra lentamente no solo. A biovaleta é também um dispositivo de

biorretenção, pois, enquanto conduz o escoamento superficial também reserva e trata as águas pluviais. Sua função no sistema de microdrenagem é de condução, filtração e detenção (FCTH/ SIURB, 2023) (Fig. 02).

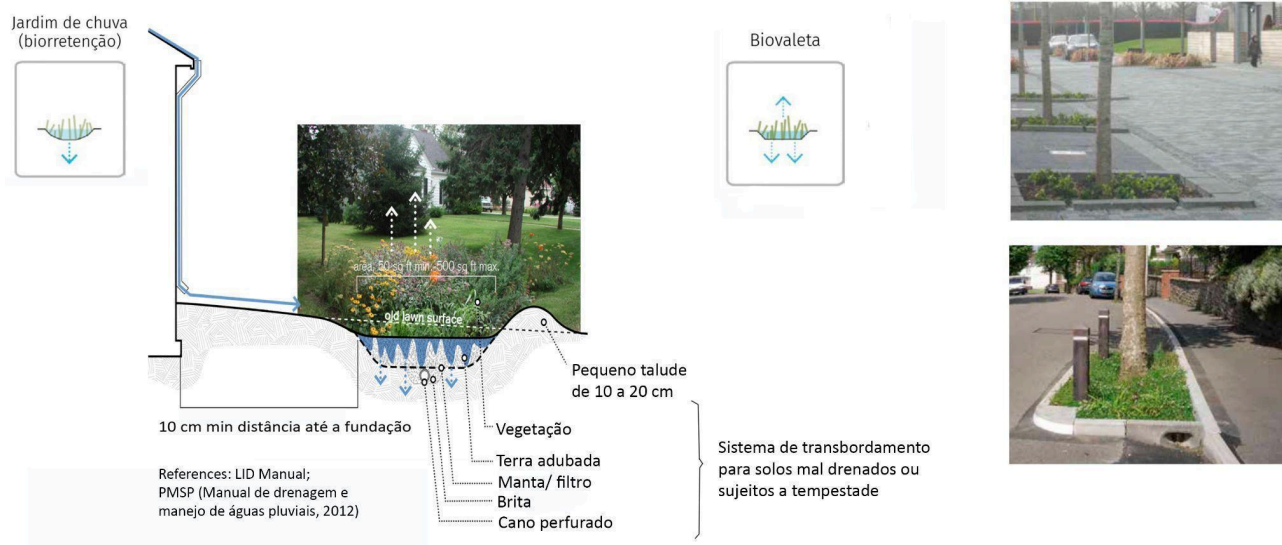


Fig. 02: Jardins de chuva e biovaletas. Fonte: UACDC (2010), FCTH/SIURB (2023).

Oferecem assim um conjunto de ferramentas para transformar áreas urbanas consolidadas em ambientes mais sustentáveis, resilientes e agradáveis.

## 2. Bairros-jardim e a bacia hidrográfica do córrego Tiburtino

A forma como a cidade de São Paulo se expandiu e o tipo de infraestrutura utilizada foram embasados por métodos de planejamento urbano que negligenciaram as características biofísicas do território e sua relação com a natureza, originando problemas ambientais e urbanos como crise hídrica, enchentes, inundações, poluição do ar e de corpos d'água, ilhas de calor e deslizamentos de terra. Entretanto, apesar dessas características da maior parte da área urbanizada, a cidade possui bairros arborizados, muitos dos quais implantados nos anos 1920-30 segundo os princípios das Cidade-Jardim. Nestes bairros, predominam residências de baixa densidade construtiva, com praças conectadas aos seus córregos e nascentes, com farta arborização. Entre essas áreas, destacam-se a Vila Ipojuca e a City Lapa, localizadas na sub-bacia do córrego Tiburtino, afluente do rio Tietê.

No Brasil, o modelo de Cidade-Jardim desenvolvido por Ebenezer Howard (1902) foi amplamente utilizado em cidades como Rio de Janeiro e São Paulo, que se expandiram ao ritmo da industrialização nascente. Neste período, novas epidemias se proliferavam e sanear tornava-se o grande desafio para urbanistas e gestores. Esse debate materializou-se na construção de bairros que deram origem a um novo desenho de cidade.

Em 1911, foi fundada em São Paulo uma filial da empresa de urbanização britânica, a Cia City. Sua atuação foi abrangente, sendo responsável pela implantação de quase cinquenta bairros e cerca de 32 milhões de m<sup>2</sup> em quatro estados brasileiros, muitos dos quais construídos nos moldes dos bairro-jardim para um público de alto poder aquisitivo. Na década de 1930, a Cia City estendeu sua atuação para a região da Lapa, em São Paulo, quando contratou o arquiteto Barry Parker para projetar os bairros Alto da Lapa e Bela Aliança (hoje conhecido como City Lapa).

A Vila Ipojuca, que ocupa praticamente toda a área de cabeceira do córrego Tiburtino, é vizinha à City Lapa. Apesar de não ser um empreendimento da Cia City, seguiu padrões semelhantes de urbanização e sua forma de lotear terrenos muito acidentados.

## 2.1. A bacia do córrego Tiburtino

O córrego Tiburtino é um afluente do rio Tietê e possui uma rica história geográfica e hidrológica. Localizada na Zona Oeste da cidade, sua trajetória se estende por aproximadamente 3,5 km, percorrendo a Vila Ipojuca, parte da Bela Aliança, Vila Romana, Lapa e Lapa de Baixo, onde está sua foz no encontro com o Tietê. Alimentado por cerca de sete nascentes e três braços em sua cabeceira, tem sua origem no ponto mais elevado do espigão paulista, próximo à avenida Cerro Corá. (Fig. 03).

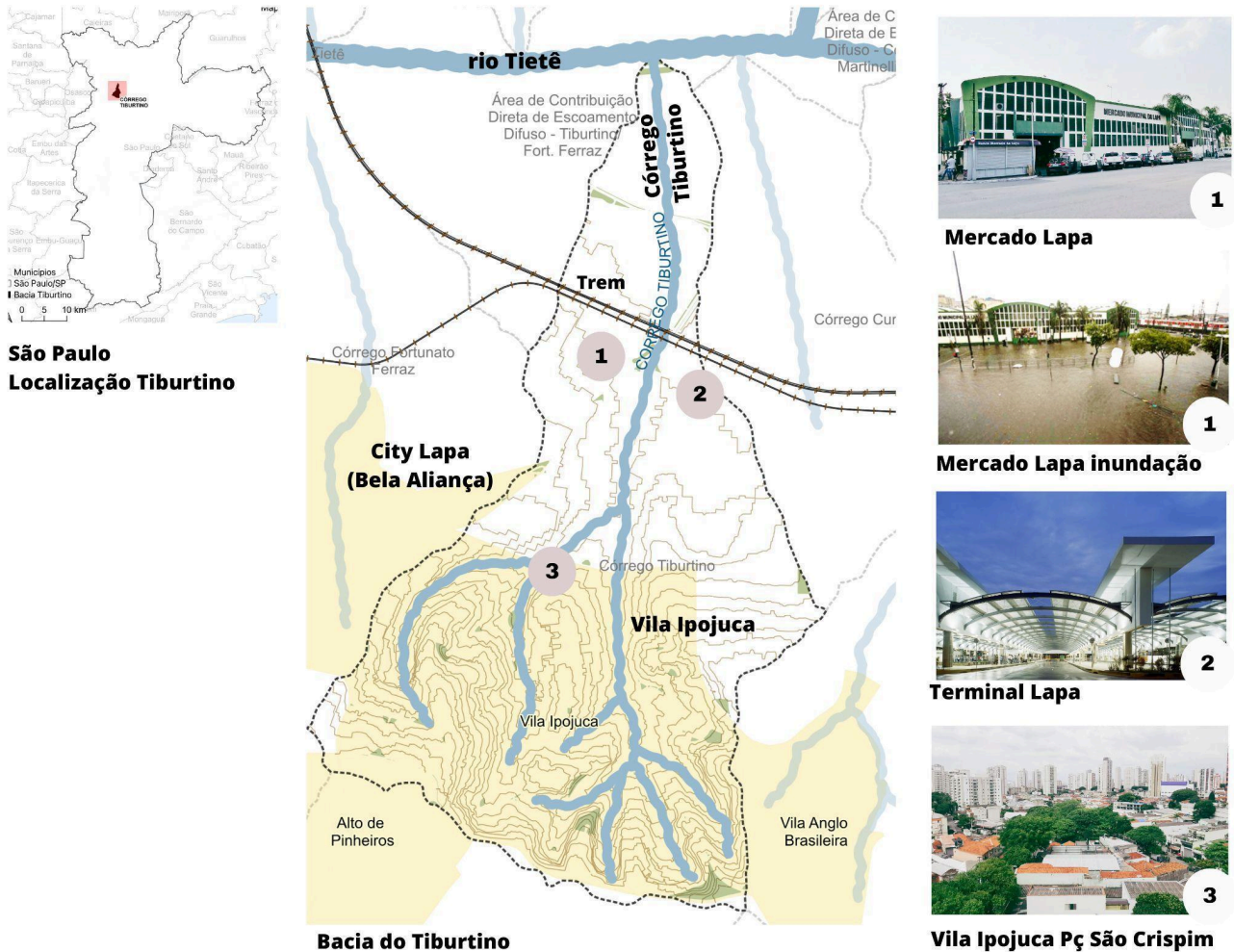


Fig. 03: Mapa de localização da bacia hidrográfica Tiburtino. Fonte: Elaboração própria com base em dados do Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024). Sistema de projeção UTM 23s; DATUM SIRGAS 2000 e Google Images (2024).

Historicamente, a ocupação da região de topografia mais elevada da Lapa, localizada ao sul, começou a se mostrar expressiva em meados da década de 1920, com a implantação da Vila Ipojuca. O loteamento ocupou uma área de colinas e fundos de vale. À jusante, a ocupação foi marcada pela implantação da ferrovia no século XIX, seguida da ocupação fabril, quando a área atraiu olarias, fábricas e indústria. Nos anos 1940, teve início a implantação da Bela Aliança, atual City Lapa, que ocupou uma pequena área da bacia. Nesta década também ocorreu a retificação e canalização do rio Tietê nas proximidades do Mercado da Lapa e a canalização do córrego Tiburtino (Fig. 04).

Com a alta impermeabilização do solo subsequente, a velocidade do escoamento das águas da chuva aumentou, agravando os alagamentos nas proximidades do Mercado da Lapa, onde o córrego é interceptado pela ferrovia. Nesse ponto, as enchentes são recorrentes, gerando desconforto para os moradores e usuários. Esta situação evidencia a ineficiência do sistema de drenagem implantado e a necessidade de ampliação da sua capacidade.

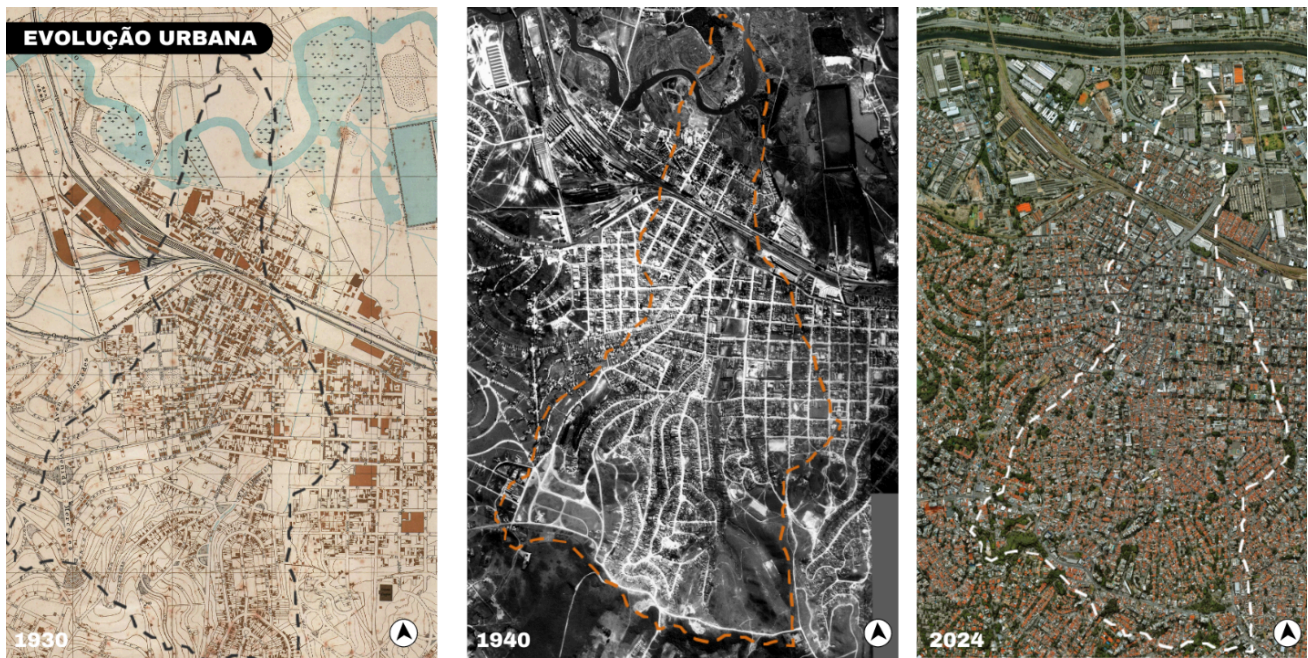


Fig. 04 Evolução urbana da bacia do Tiburtino (1930, 1940 e 2024). Fonte: Elaboração própria com base em Geosampa (2024).

O uso do solo na Vila Ipojuca é, desde sua origem, predominantemente residencial. Ao longo das vias principais, localizam-se serviços e comércio local. Destacam-se suas áreas verdes generosas e praças arborizadas, entre as quais a praça São Crispim, que esteve ameaçada de ser desmatada, mas cujas ações da sociedade civil conseguiram preservá-la. Foram identificadas nascentes e cursos de água sob vielas e praças como a São Crispim e a Olavo Peres Velasco, bem como sob a viela Hotelo Telles que acompanham o percurso do córrego (Fig. 05).



Fig. 05: Praça São Crispim, Vila Ipojuca. Fonte: foto dos autores, 19/08/2021.

A ocupação do solo na bacia é heterogênea, predominam edificações baixas, o uso do solo é misto e inclui o uso industrial no extremo norte da bacia, na área de topografia mais baixa, localizada na região de várzea, entre a ferrovia e o rio Tietê. Nas proximidades do Mercado da Lapa há uma centralidade comercial significativa na escala de cidade que se potencializa pela presença de duas estações de trem, um terminal de ônibus e uma conexão viária. À montante (ao sul), a topografia da bacia é organicamente integrada ao traçado das ruas, acompanhando as curvas de nível para proporcionar rampas de inclinação suave. Localizado nessa porção da bacia, o bairro da Vila Ipojuca é majoritariamente horizontal, com edificações de dois pavimentos, com alguns prédios altos pulverizados na paisagem urbana (Fig. 06).

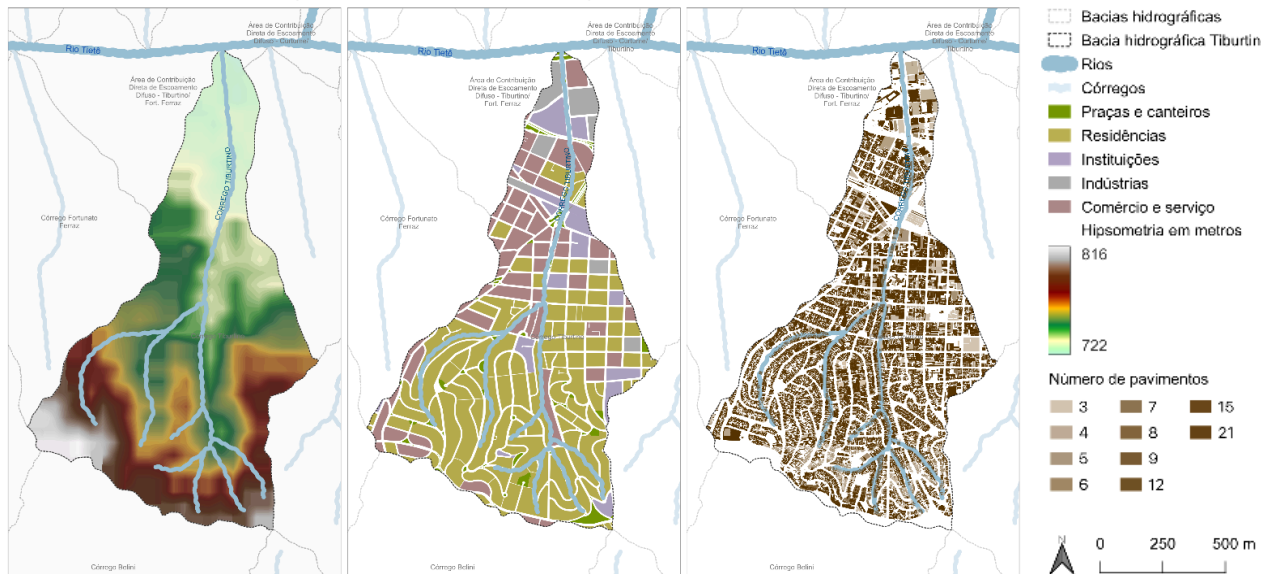


Fig. 06: Mapas de hipsometria, uso do solo predominante por quadra e gabarito de altura por edificação. Elaboração própria com base em dados do Mapa Digital da Cidade de São Paulo (2024). Sistema de projeção UTM 23s; DATUM SIRGAS 2000.

### 3. Propostas de microdrenagem sustentável para a bacia hidrográfica Tiburtino

Apesar da abundância de áreas verdes, da baixa densidade populacional e da predominância de construções residenciais unifamiliares que caracterizam boa parte da bacia do Tiburtino, o sistema de drenagem, que está baseado no sistema tradicional cinza, é antigo e está subdimensionado. E assim como a maior parte da cidade, o córrego e suas nascentes foram canalizados e tamponados, no entanto, continuam "vivos" sob as ruas, vielas e praças, apresentando grande potencial para a implantação de drenagem sustentável (Fig. 07).



Fig. 07: Vial sanitária que conecta praça São Crispim à Olavo de Peres Velasco. Fonte: foto dos autores, 19/08/2021.

Em 2019, um grupo de moradores da área se reuniu com residentes e técnicos da prefeitura para desenvolver um novo plano de drenagem para a bacia, pensado para ampliar a capacidade e a eficiência do sistema, e potencializar a qualidade ambiental do bairro. Paralelamente, com a atuação dos residentes, estudantes de graduação de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Paulista desenvolveram, em ateliê, propostas de microdrenagem associadas ao projeto urbano e de paisagismo que incorporaram soluções sustentáveis. Ao todo, oito setores potenciais de projeto foram identificados na bacia: Foz dos Tiburtino, Mercado da Lapa, Praça Nicola Festa, Hospital Sorocabana, Praça São Crispim, Vial Hotelo Telles de Andrade, Praça Olavo de Peres Velasco e Avenida Ricardo Medina (Fig. 08).

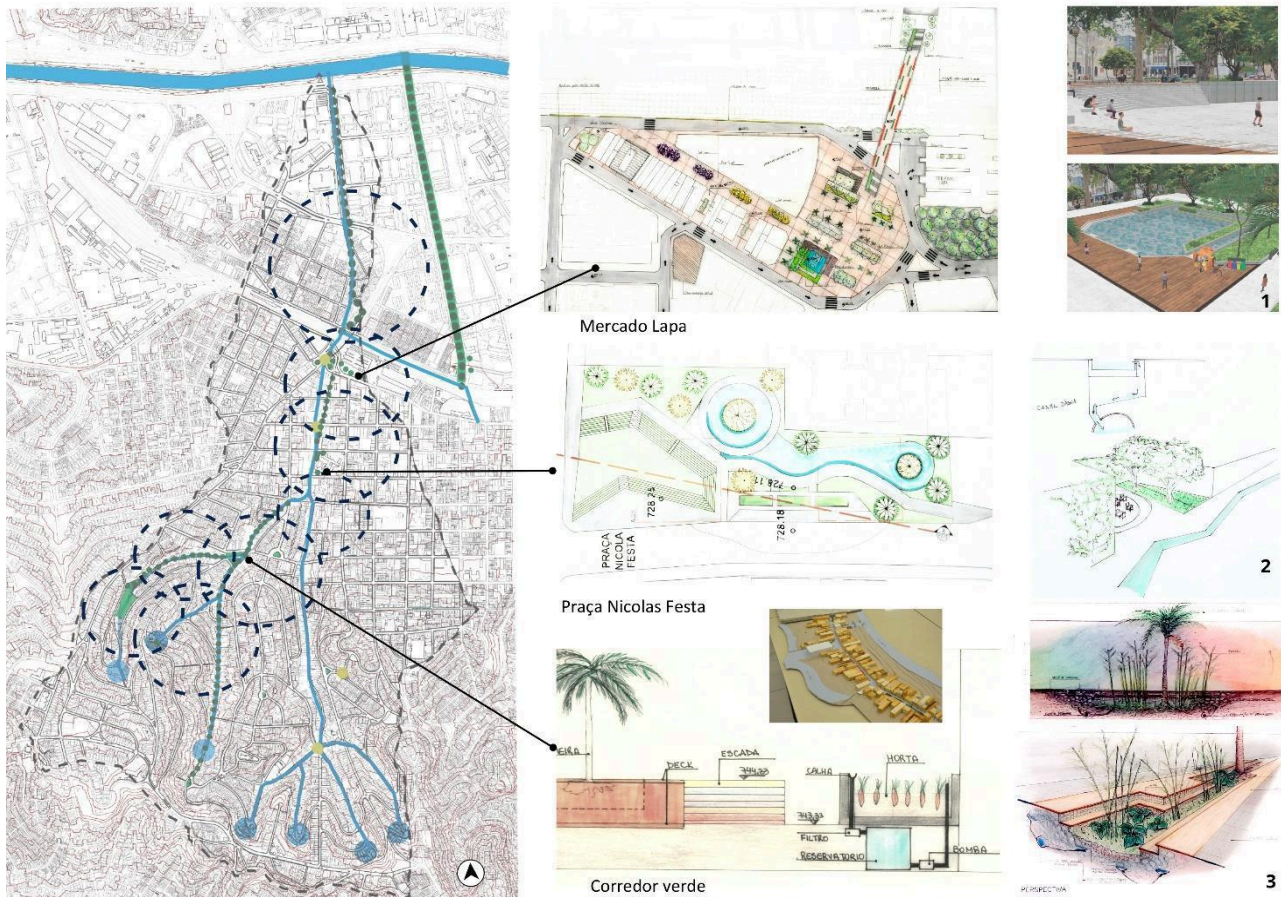


Fig. 08: Projetos desenvolvidos por alunos de Arquitetura e Urbanismo UNIP. Autores: 1. Bianca Santos, João Victor Albuquerque, Tiago de Lima, Franciny Garcia, Thabata Cunha; 2. Ângelo de Aquino Júnior, Bianca de Souza, Matheus Henrique da Silva, Matheus M. de O Souza; Cristiane da Silva Caetano; Davi Emanuel Silva; Emanuelle Almeida; Luise Eduarda de Sousa.

Uma proposta que surgiu entre os moradores, e que também foi desenvolvida pelos alunos, foi a de conectar as praças São Crispim e a praça Olavo Peres Velasco através da passagem Hotelo Telles que acompanha o percurso do rio por fundos de lotes, criando um corredor verde entre elas. Atualmente essa passagem está completamente pavimentada com concreto, mesmo assim, o córrego aflora insurgente sobre a superfície impermeabilizada em dias de chuvas fortes. Ao longo deste percurso, foram incorporados jardins de chuva e biovaletas para coletar a água limpa, pavimentação permeável para permitir a infiltração, bem como valas e trincheiras pluviais para a reduzir a velocidade do escoamento superficial das águas pluviais. O aumento da cobertura vegetal também foi adotado como medida central dos projetos (Fig. 09).





Fig. 09: Proposta de corredor verde na área de contribuição da praça São Crispim. Fonte: Fotos e elaboração dos autores sobre imagem do Google Earth 2022.

Outras propostas interessantes surgiram ao longo deste processo, abrindo novas perspectivas para o desenho das infraestruturas urbanas. Os resultados preliminares indicam que a aplicação de tipologias de microdrenagem sustentável, como dispositivos de biorretenção, pode aprimorar as condições de drenagem em diferentes escalas, trazendo inúmeros benefícios tais como redução das dimensões do reservatório e do aporte de sedimentos incorporados às corredeiras; preservação dos corpos d'água; incremento da cobertura verde; ampliação das possibilidades de uso dos espaços públicos, potencializando as condições sociais e ambientais e a resiliência climática urbana.

Mas apesar da potencialidade de ampliação do desempenho dos sistemas de drenagem existentes combinados com SbNs, há muitos desafios e limitações para sua materialização. Em termos quantitativos, Sosnoski e Conde (2023), ao estudarem a redução das manchas de inundação utilizando SbNs na bacia hidrográfica do Aclimação, no centro de São Paulo, analisaram dois cenários de intervenção. No cenário 1 houve o uso exclusivo de infraestrutura de drenagem tradicional (incluindo a construção de 6 piscinões), enquanto no cenário 2 foram combinadas SbNs com infraestrutura tradicional (incluindo 6 reservatórios menores). Dos 7,7 km<sup>2</sup> da área da bacia, 3,25 km<sup>2</sup> foram convertidas em SbNs, sendo 0,68 km<sup>2</sup> de pavimentação permeável, 1,19 km<sup>2</sup> de jardins de chuva e 1,40 km<sup>2</sup> de telhados desconectados. Os cálculos, realizados com o uso do software SWMM, indicaram que para TR de 2 anos, a redução de manchas inundáveis e volume dos reservatórios foi de 73%, enquanto para TR de 100 anos, a redução foi de 17%. Concluíram assim que o uso de SbNs demanda ações combinadas que dependem de amplas superfícies para sua implantação, e ainda assim, não suprem a necessidade de sistemas tradicionais, especialmente diante de eventos extremos.

Implantar SbNs ao longo e sob as vias; conectar praças e vielas sanitárias por corredores verdes; ou desapropriar terrenos ociosos para a construção de reservatórios em bairro-jardim como a Vila Ipojuca, onde o projeto original considerou as características naturais do território, são caminhos que podem ser trilhados para solucionar essas questões, assim como indicado nos projetos desenvolvidos por estudantes em *workshops* de projeto, bem como nas sugestões dos moradores. A efetiva implantação de SbNs enfrenta também a dificuldade de mudança da cultura urbanística, ancorada nos sistemas tradicionais. A necessidade de conhecimento mais aprofundado das técnicas, de formação de mão de obra especializada para projetá-las, dimensioná-las e implantá-las, bem como a manutenção futura desses sistemas são desafios que ainda precisam ser superados.

## Conclusão

Este estudo abordou as possibilidades de implantação de dispositivos de microdrenagem sustentável como solução alternativa ao sistema tradicional por sua capacidade de qualificação ambiental, urbanística e social. Além disso, demonstrou que os bairros do tipo Cidade-Jardim em São Paulo oferecem boas condições e têm vocação para acomodar esses dispositivos, devido às suas características morfológicas e à relação pré-estabelecida com o ambiente natural. Isso também levanta a questão da necessidade de preservação dos bairros-jardins da cidade, que estão ameaçados pela especulação imobiliária. Neste sentido, recomenda-se que projetos urbanos presentes e futuros incorporem e tirem partido das Soluções baseadas na Natureza e que, em parceria com sociedade civil, possam influenciar a necessária e urgente revisão dos parâmetros de urbanização com vistas à adaptação das cidades às mudanças climáticas.

## Referências

- BRAAT, L. C., & de Groot, R. (2012). The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. *Ecosystem Services*, 1(1), 4-15. DOI: 10.1016/j.ecoser.2012.07.011
- CITY INCORPORADORA (2018). Planta do loteamento Bela Aliança. <http://www.cityincorporadora.com.br/projeto.php?i=30&t=alto-da-lapa> (Consulta: 05/03/2024).
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA/SIURB (2023). Caderno de bacia hidrográfica: bacias dos córregos Belini e das Corujas. São Paulo: FCTH/SIURB.
- HOWARD, E. (2012) [1902]. *Cidades Jardim do Amanhã*. São Paulo: Hucitec.
- NEW YORK CITY (2022). NYC Green Infrastructure Plan. NYC: NYC Environmental Protection.
- SOSNOSKI, A. S. B.; CONDE, FI. Perspectives on drainage system adjustments using nature-based solutions - Aclimação basin. XXV Brazilian Symposium on Water Resources, Sergipe, Novembro 19-24, 2023.
- SUSDRAIN (2015). *The SuDS Manual*. London: CIRIA/ Susdrain.
- UACDC/University of Arkansas Design Community Center (2010). *Low Impact Development: a design manual for urban areas*. <http://uacdc.uark.edu/work/low-impact-development-a-design-manual-for-urban-areas>. Acesso: 05/03/2024.