

A INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL NA MITIGAÇÃO DE CHEIAS URBANAS: UM ESTUDO DE CASO EM MARECHAL HERMES

JULIA DE OLIVEIRA MIDÃO¹
CLARA FERREIRA DE OLIVEIRA¹
GIULIA FIGUEIREDO FERREIRA¹
ELISABETH GUEDES DE OLIVEIRA¹

MARIA VITÓRIA RIBEIRO GOMES²
LUCIANA FERNANDES GUIMARÃES³
ALINE PIRES VERÓL⁴

julia.midao@fau.ufrj.br maria.gomes@fau.ufrj.br
clara.oliveira@fau.ufrj.br lucianafg@poli.ufrj.br
giulia.ferreira@fau.ufrj.br alineverol@fau.ufrj.br
elisabeth.oliveira@fau.ufrj.br

RESUMO ABSTRACT

A urbanização intensifica processos como a impermeabilização da superfície do solo e a redução de áreas biologicamente vitais, fragilizando o ambiente e impactando negativamente no ciclo natural da água.

Assim, as cidades ficam mais expostas ao risco de inundações e a população sofre com os decorrentes danos aos sistemas urbanos, como de saneamento e mobilidade. Um exemplo de local que sofre com cheias urbanas frequentes é o bairro de Marechal Hermes, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Acari, Rio de Janeiro. Frente a essa problemática e com vistas à resiliência urbana, é necessário repensar a relação entre as cidades e a natureza, por meio de um manejo hídrico mais sustentável e da promoção de espaços livres. Dessa forma, o estudo busca propor o uso de Infraestrutura Verde e Azul em um recorte de Marechal Hermes, com foco na mitigação das inundações locais e explorando a multifuncionalidade dos espaços livres.

Palavras-chave: Infraestrutura Verde e Azul, cheias urbanas, resiliência urbana, espaços livres multifuncionais.

Blue-Green Infrastructure in Urban Flood Mitigation: A Case Study in Marechal Hermes

Urbanization intensifies processes such as soil surface sealing and the reduction of biologically vital areas, weakening the environment and negatively impacting the water cycle. Thus, cities are more exposed to the risk of flooding, and the population suffers from the resulting damage to urban systems, such as sanitation and mobility. An example of a place that suffers from frequent urban floods is the neighborhood of Marechal Hermes, located in the Acari River Basin, Rio de Janeiro. Faced with this problem and aiming to achieve urban resilience, it is necessary to rethink the relationship between cities and nature, through more sustainable water management and open spaces promotion. In this way, the study seeks to propose Blue-Green Infrastructure implementation in a case study in Marechal Hermes, focusing on the mitigation of local floods and exploring the multifunctionality of open spaces.

Keywords. Blue-Green Infrastructure, urban floods, urban resilience, multifunctional open spaces.

- ¹ Graduandas da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ² Arquiteta e Urbanista, Pós-Graduada do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura- PROARQ-FAU/UFRJ.
- ³ Engenheira Civil vinculada Programa de Pós-Graduação em Arquitetura - PROARQ-FAU/UFRJ e a Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.
- ⁴ Engenheira Civil, Mestre e Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora Adjunta da UFRJ. Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura- PROARQ-FAU-UFRJ.

OS PROCESSOS DECORRENTES DA

urbanização, como a intensificação do uso e ocupação do solo, a impermeabilização de superfícies e a redução de áreas consideradas biologicamente vitais, impactam negativamente a natureza e o ciclo hidrológico. Assim, o crescimento das cidades, apesar de determinante para o desenvolvimento das sociedades, culminou em uma série de conflitos entre a qualidade de vida do ser humano e as dinâmicas do ambiente natural, tornando as inundações urbanas mais frequentes. Como consequência deste cenário, observa-se uma maior exposição da população a estes eventos, o que é capaz de levar

ao empobrecimento progressivo das áreas afetadas (MIGUEZ; MASCARENHAS; MAGALHÃES, 2007). Em geral, os impactos gerados sobre as infraestruturas urbanas afetam os sistemas de saneamento básico, mobilidade, habitação e a economia local (GOMES; VERÓL, 2020).

Tradicionalmente, o gerenciamento de inundações se baseia em soluções convencionais de drenagem urbana, denominadas “infraestruturas cinzas”. Estas correspondem a soluções de engenharia totalmente artificiais e impermeáveis, que incluem canalizações, bocas de lobo, sarjetas, sistemas de bombeamento e reservatórios subterrâneos, por exemplo. Além disso, estas técnicas são baseadas em medidas corretivas de caráter local, ou seja, têm como objetivo transportar ou remover grandes volumes de águas pluviais do meio urbano, com o intuito de evitar a ocorrência de inundações (REZENDE *et al.*, 2019). No entanto, ao atuar de forma local, entende-se que estas soluções são capazes de transferir as inundações para regiões a jusante na bacia hidrográfica, podendo afetar locais densamente ocupados. Isto significa que projetos baseados somente em infraestruturas cinzas oferecem baixa sustentabilidade (VOJINOVIC, 2015), além de baixa resiliência aos sistemas. Diante dessa conjuntura, e ainda considerando-se a urgência do debate sobre mudanças climáticas, nota-se um crescente interesse, por parte dos agentes urbanos, na adoção de medidas de drenagem urbana mais sustentáveis e multifuncionais. Devido ao constante aumento da densidade urbana, há cada vez menos espaço nas cidades para que redes de infraestrutura cumpram um único papel e, portanto, é positivo articular os sistemas de drenagem com áreas de lazer e um paisagismo de valor ambiental e estético.

Diversos conceitos que integram o grupo de Soluções baseadas na Natureza (SbN) já promoveram alterações nas metodologias empregadas nos sistemas de drenagem, criando a oportunidade de implantação de soluções multifuncionais. Fletcher *et al.* (2014) discorrem sobre alguns desses conceitos, como o *Low Impact Development* (Desenvolvimento de Baixo Impacto Hidrológico), *Water Sensitive Urban Design* (Projeto Urbano Sensível à Água), *Sustainable Urban Drainage Systems* (Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável), *Best Management Practices* (Melhores Práticas de Gestão),

Green Infrastructure (Infraestrutura Verde), entre outros. O objetivo é alcançar uma gestão sustentável do manejo de águas pluviais, a fim de reduzir o escoamento superficial e o encaminhamento imediato dessas águas para a rede de drenagem. Dessa maneira, evita-se que o sistema seja sobrecarregado rapidamente e, eventualmente, pare de funcionar, ocasionando falhas na rede de micro e macrodrenagem (KIMIC; OSTRYSZ, 2021).

Como exemplo de SbN, as Infraestruturas Verdes e Azuis (IVA) surgem como um conceito capaz de atenuar os efeitos das inundações por meio de medidas de infiltração e armazenamento (GHOFRANI; SPOSITO; FAGGIAN, 2017). Segundo Farah (2013), o sistema verde se relaciona com as áreas vegetadas, naturais ou projetadas, no espaço urbano, como praças e parques, enquanto o sistema azul está associado à rede de corpos hídricos da cidade, representada pelos rios, córregos e lagos. Em adição a esta definição, Benini (2019) explica que a adoção das IVA em projetos urbanos promove espaços multifuncionais, unindo drenagem urbana, convivência com a natureza, lazer e recreação para a comunidade, entre outros usos.

As IVA também podem ser caracterizadas por meio de tipologias artificiais que podem ser implementadas dependendo do objetivo central e da escala do projeto (AHMED; MEENAR; ALAM, 2019). Os jardins de chuva, por exemplo, consistem em pequenas depressões topográficas projetadas para infiltrar o escoamento de águas pluviais (UACDC, 2010), que podem ser recebidas diretamente pela precipitação ou através das sarjetas. Parte do volume que infiltra no solo é responsável pela recarga de aquíferos, pelo resfriamento e umidificação do solo, contribuindo para a redução das ilhas de calor e auxiliando nos processos de evapotranspiração (SOLERA, 2020). De modo semelhante, os canteiros pluviais correspondem a jardins de chuva compactados (CORMIER; PELLEGRINO, 2008). Já a tipologia de parque linear consiste em um parque multifuncional, que apresenta uma área destinada a receber o extravasamento de córregos, e oferece uma ampla gama de serviços para a população (BONZI, 2015). Por fim, as bacias de retenção e de detenção são áreas que permitem o armazenamento de uma parcela do escoamento superficial.

Devido ao seu caráter multifuncional, ou seja, a capacidade de desempenho de diversas funções em um mesmo espaço urbano (LÄHDE *et al.*, 2019), as tipologias de IVA têm potencial de aplicação nos espaços públicos da cidade, integrando-se ao Sistema de Espaços Livres (SEL). Os SEL correspondem a todas as áreas abertas/não edificadas de uma cidade que são voltadas para o uso comum e democrático da população, admitindo as mais diversas apropriações. Nesse sentido, praças, parques e ruas podem ser exemplificados como espaços livres públicos capazes de acomodar as tipologias de IVA. De acordo com Guimarães *et al.*(2018), os espaços livres de uma cidade apresentam uma propensão para o emprego de soluções sustentáveis quando encarados como um sistema multifuncional, capaz de contribuir para a drenagem urbana, bem como ser utilizado para atividades esportivas, de lazer e/ou recreação da população.

É importante ressaltar que um projeto que articule infraestruturas verde, azul e cinza provavelmente resultará na melhor estratégia de adaptação, pois as três alternativas tendem a se complementar. Destaca-se, ainda, a relação das IVA com um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 das Nações Unidas para o Desenvolvimento Sustentável, o ODS11, que diz respeito à promoção de cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis (NAÇÕES UNIDAS, 2021). Isto porque as IVA proporcionam um aumento na resiliência das cidades e combatem os efeitos negativos das mudanças climáticas, por meio de benefícios como economia de água, economia de energia devido ao menor uso de refrigeração, melhoria da qualidade do ar e sequestro de carbono (ALVES *et al.*, 2019).

Diante deste contexto, o objetivo do presente trabalho é propor o uso de IVA em um recorte urbano consolidado, a fim de mitigar as inundações locais e explorar a multifuncionalidade dos espaços livres. Para isso, a Bacia Hidrográfica do Rio Acari, localizada na Zonas Norte e Oeste do Rio de Janeiro, foi escolhida como objeto de estudo. Esta bacia é uma das maiores da Região Metropolitana, com área aproximada de 108 km², distribuídos em trinta e um bairros, e sofre com intensa degradação do ambiente urbano agravada pela ação antrópica, como despejo irregular de efluentes nos rios e ocupação desordenada das áreas de várzea (OLIVEIRA, 2018). Considerando

os impactos das inundações que afetam principalmente os bairros mais a jusante da bacia, definiu-se uma delimitação territorial com o intuito de conceber um projeto de intervenção voltado para as áreas livres e utilizando soluções sustentáveis.

MÉTODO

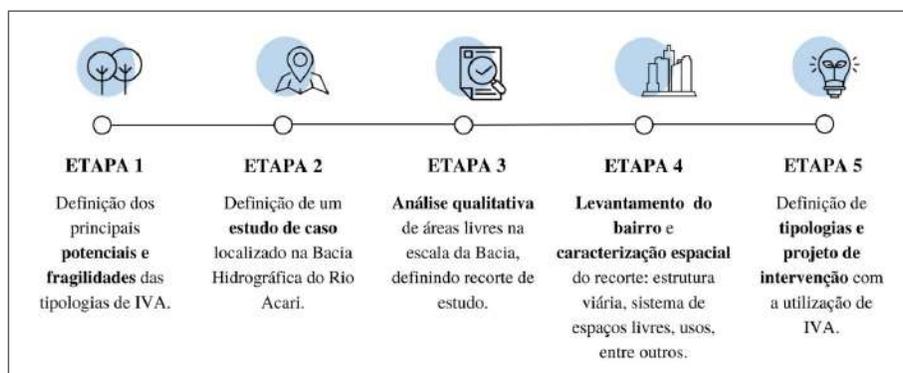
O processo metodológico consiste em cinco etapas. Primeiro, definiu-se os principais potenciais e fragilidades das tipologias de IVA, visando a identificação dos possíveis benefícios de sua implantação em locais densos e consolidados, onde há carência de serviços, degradação do ambiente urbano, entre outros problemas.

Em seguida, partiu-se para a definição do recorte de estudo em uma bacia hidrográfica da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Optou-se pela Bacia Hidrográfica do Rio Acari, considerando a sua criticidade de inundações. Tendo em vista o objetivo deste trabalho, que se propõe a elaborar um projeto com detalhamento das soluções de IVA, foi necessário estabelecer um recorte local. A terceira etapa, então, tratou da análise qualitativa de áreas livres na escala da bacia, com foco em praças e espaços livres residuais capazes de acomodar um projeto com tecnologias de IVA. A altura das lâminas de inundação também foi um fator determinante para a escolha do local de estudo. Para isso, foram utilizadas ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para coletar e mapear as seguintes informações: identificação das lâminas de inundação e suas respectivas alturas; localização dos espaços livres públicos; possibilidade de conexão entre espaços livres; possibilidade de integração com usos pré-existentes; e classificação das vias em arteriais, coletoras ou locais. Ao fim dessa fase, definiu-se um recorte de estudo, considerando as vias públicas e os espaços livres a serem trabalhados.

A partir da definição do recorte de estudo, a quarta etapa deste processo metodológico contempla o levantamento histórico do bairro no qual o recorte está inserido, além das propostas antecedentes para a região de estudo, buscando compreender as demandas da população. Em seguida, foi feita a caracterização espacial do recorte, com foco na estrutura viária e nas áreas

livres. Então, observou-se os usos e as apropriações, a quantidade de espaço disponível, a disposição da vegetação já existente, os elementos construídos que eram importantes para a população local, entre outros. O objetivo dessa etapa era sintetizar a malha urbana em alguns grupos de vias semelhantes que, posteriormente, teriam uma abordagem de projeto equivalente e apropriada. Além disso, era importante entender as dinâmicas das praças e como as vias públicas as conectam. Todo esse processo foi realizado por meio de imagens de satélite do *Google Maps* e plantas cadastrais, com o auxílio do *Google Street View*, analisando os trechos de cada rua e buscando identificar características em comum para a definição dos grupos de vias.

Por fim, definiram-se as tipologias de IVA a serem propostas no recorte escolhido, bem como o projeto de intervenção pautado na multifuncionalidade. Nessa etapa, adotou-se como foco o projeto das praças escolhidas, unindo as soluções de IVA com a vegetação existente e equipamentos públicos. Além disso, as ruas definidas também receberam desenhos com as possíveis intervenções urbanísticas e soluções de IVA, promovendo uma integração dos espaços centrais/núcleos – que correspondem às praças – por meio de corredores verdes. A Ilustração 1 sintetiza as etapas apresentadas.

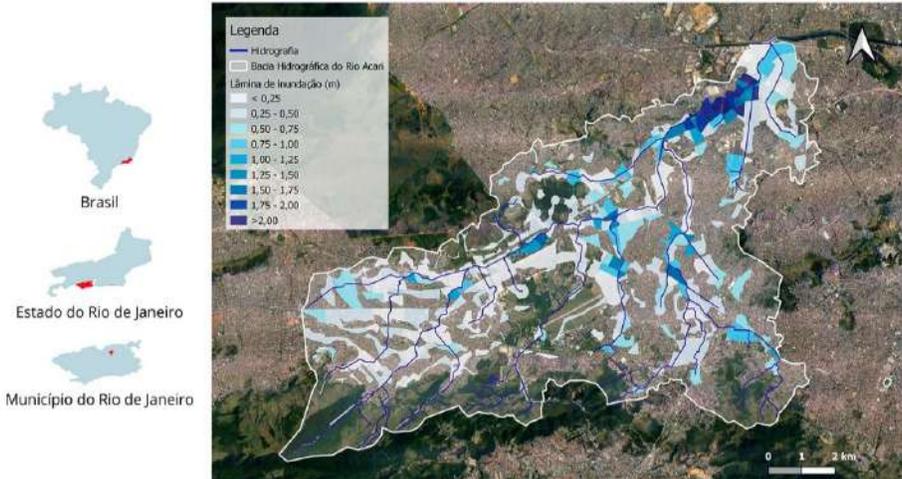


Il. 1: Fluxograma das etapas desenvolvidas para o método.

Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.

A partir da análise das lâminas de inundação na Bacia Hidrográfica do Rio Acari (Il. 2), buscou-se definir um recorte desta bacia, objetivando mitigar as inundações recorrentes. Assim, escolheu-se uma área no bairro de Marechal Hermes, com cenário crítico de inundações (lâminas de até 1,50 m), que dispõe de praças e espaços livres próximos entre si, e com possibilidade

de integração e presença de diversos bens de valor histórico e cultural tombados. A Ilustração 3 apresenta a disposição dos patrimônios culturais presentes na região da bacia e as áreas com lâminas de inundação maiores do que 0,50 m, o que foi preponderante para a seleção do recorte de atuação. Como complemento, desenvolveu-se um diagnóstico do bairro, a fim de potencializar as escolhas de intervenção.

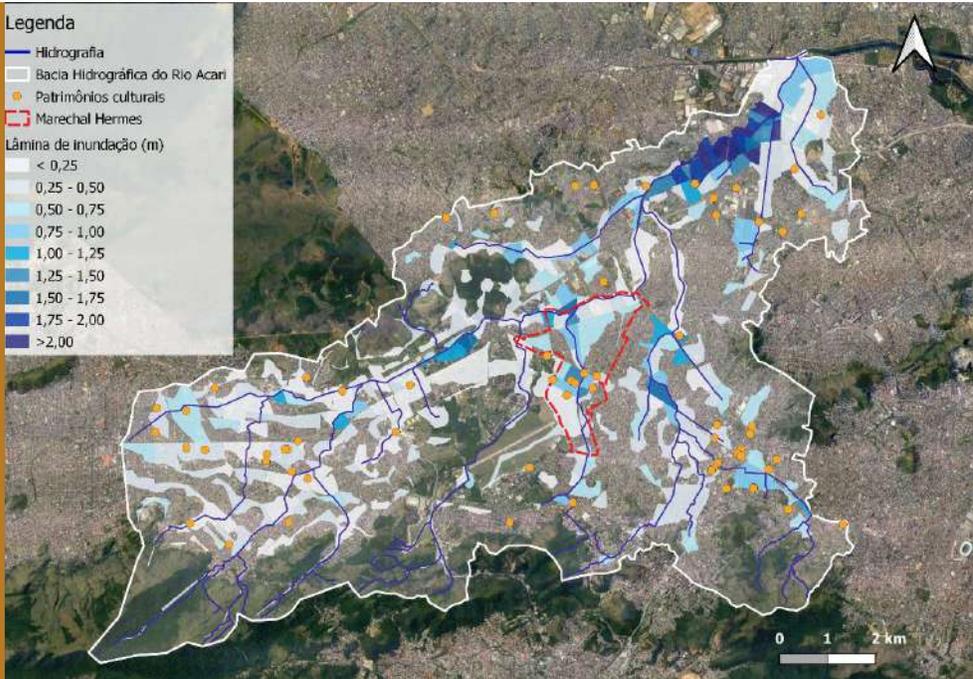


Il. 2: Mapa das lâminas de inundação na Bacia do Rio Acari.

Fonte: Mapa elaborado pelas Autoras com base em OLIVEIRA (2018).

Il. 3: Mapa de patrimônios culturais e lâminas de inundação na Bacia do Rio Acari.

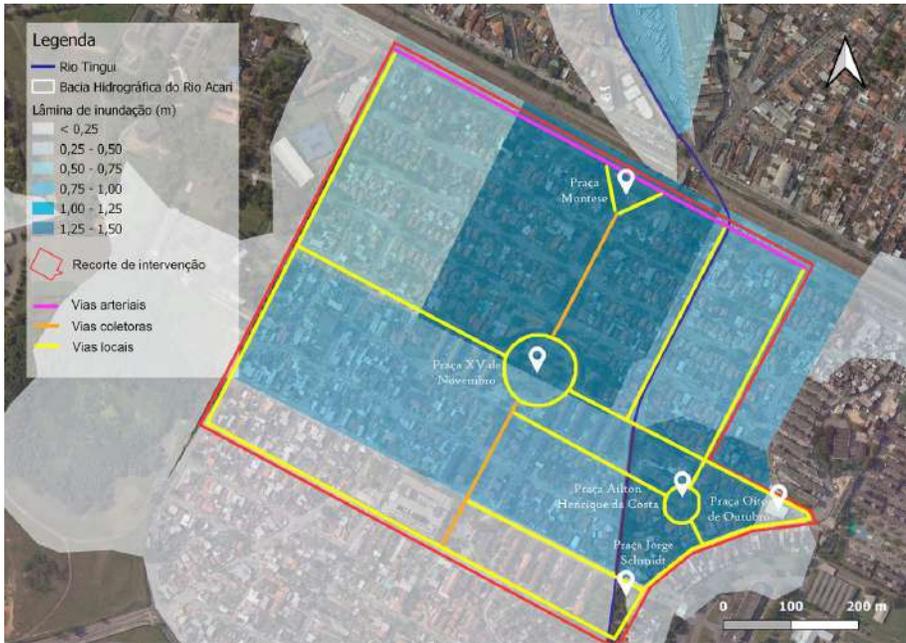
Fonte: Mapa elaborado pelas Autoras com base em OLIVEIRA (2018) e MPRJ.



Marechal Hermes, fundado em 1º de Maio de 1913, é um bairro planejado que se desenvolveu em torno da Estação Ferroviária Marechal Hermes. Este foi o primeiro bairro operário do Brasil e o terceiro planejado do país, idealizado para suprir as carências de moradias populares (DRUMMOND; REGO; VERÓL, 2015). Possui uso predominantemente residencial e relevantes equipamentos públicos, como o Hospital Carlos Chagas (1934), o Teatro Armando Gonzaga (1954), projetado por Affonso Eduardo Reidy, e a Estação Ferroviária, que segue o modelo de estação inglesa do século XIX. Nesse âmbito, Drummond e Rego (2019) apontam que, como um bairro representativo para a história da cidade, possui muitos exemplares arquitetônicos e qualidade ambiental que necessitam de preservação. No entanto, as falhas no sistema de drenagem urbana têm dificultado a busca por preservação desses aspectos, uma vez que, ao analisar a Bacia Hidrográfica do Rio Acari, Oliveira (2018) diagnosticou o bairro de Marechal Hermes como um dos mais críticos do município do Rio de Janeiro no que diz respeito ao impacto das inundações sobre os diversos eixos de planejamento da cidade, impactando pontos de interesse patrimonial, além de regiões de setores de saúde e áreas com equipamentos sociais.

Portanto, a partir da análise dos sistemas de espaços livres do recorte, constatou-se a possibilidade de utilização de cinco pontos-chave para o projeto de mitigação de cheias urbanas, sendo estes as Praças XV de Novembro, Montese, Ailton Henrique da Costa, Oito de Outubro e Jorge Schmidt, localizadas próximo a vias estruturantes e ao tecido urbano consolidado do bairro. Tais praças condensam atividades e atendem usuários diversos, sendo duas delas em maior escala, mais centrais, e as demais com uso mais local/residencial. As análises também permitiram a identificação de um afluente do Rio Acari, denominado Rio Tingui, que possui extensão total de aproximadamente 3.460 m, sendo 1.573 m em galeria, e os outros 1.887 m em trechos abertos e canalizados. A Ilustração 4 apresenta o recorte de intervenção definido, além de mostrar as lâminas de inundação que impactam a região e que serviram de base para as escolhas projetuais.

De modo complementar, buscou-se por estudos e projetos prévios propostos para a região, a fim de compreender as demandas locais e as intenções



Il. 4: Mapa das lâminas de inundação no recorte de intervenção.

Fonte: Mapa elaborado pelas Autoras com base em OLIVEIRA (2018).

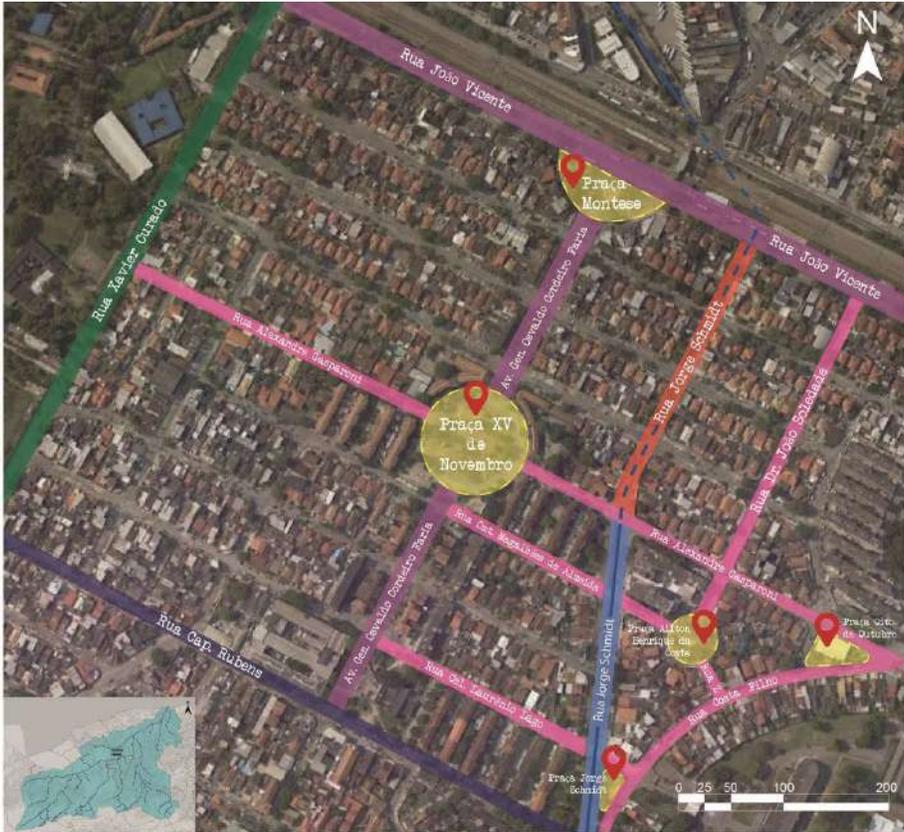
projetuais defendidas para os sistemas de espaços livres. Analisou-se, inicialmente, o projeto de intervenção Rio Cidade, elaborado em 1998, onde se identificou a busca por melhorias urbanas por meio de um projeto paisagístico dos espaços livres públicos. O projeto, além de contemplar a inserção de árvores no eixo central que integra a Praça Montese à Praça XV de Novembro e nas vias adjacentes, também contemplava a inserção de ciclovias, de modo a melhorar a conectividade e a mobilidade da região. Em seguida, analisou-se o trabalho final de graduação em arquitetura de Gomes (2014), no qual é proposta uma requalificação urbana no entorno da estação ferroviária de Marechal Hermes. Tendo em vista as inundações locais que provocam a degradação do patrimônio local, a autora propõe espaços multifuncionais capazes de atenuar o cenário de degradação.

Por fim, analisou-se a dissertação de Oliveira (2018), em que o autor simula as lâminas de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Acari e explora a utilização dos sistemas de espaços livres para a mitigação de cheias urbanas, por meio de intervenções como reservatórios enterrados e parques fluviais. Apesar

de considerar a escala da bacia hidrográfica, o estudo de Oliveira também apresenta análises voltadas para o bairro de Marechal Hermes, devido à severidade das lâminas de inundação no local. Sua proposta de projeto indica redução de 55% das lâminas médias, quando comparadas à situação atual (0,67 m) e a de projeto (0,30 m). Portanto, a elaboração da presente pesquisa é uma continuação de diversos estudos que buscam solucionar as complexidades hídras da região de Marechal Hermes. De modo específico, busca-se salientar a importância de elementos urbanos, como praças e vias, na complementação das estruturas convencionais de drenagem, por meio de medidas de infiltração ou armazenamento.

Além do levantamento das praças locais, desenvolveu-se um levantamento das tipologias das vias conforme suas características urbanas, com o objetivo de identificar as soluções de IVA que melhor se adequam às pré-existências do território. Este levantamento também segue a premissa de integração dos espaços livres públicos, uma vez que o conceito de IVA é compreendido como um sistema interconectado de espaços verdes e azuis. Logo, as vias selecionadas para análise e intervenção foram aquelas que conectam as praças selecionadas para o projeto, tendo sido desenvolvidas 6 categorias para classificação das mesmas. (II. 5)

Além disso, identificou-se as características gerais das praças selecionadas para a intervenção, averiguando suas demandas e disponibilidade de espaços livres. Dentre as praças centrais de maior escala, a Praça Montese, que se integra à Praça XV de Novembro por meio de um eixo central com ciclovia, localiza-se em um ponto estratégico, ao lado da estação de trem Marechal Hermes e apresenta uma tipologia triangular, composta por árvores no seu entorno e pouca vegetação rasteira. O mobiliário urbano é composto por bancos de descanso no centro, evidenciando o monumento de Marechal Hermes da Fonseca. Já a Praça XV de Novembro configura uma ampla rotatória, com ciclofaixa em seu entorno, além de apresentar árvores e diversas espécies de vegetação. Devido à sua centralidade e maior escala, o mobiliário urbano é composto por um parque infantil e algumas mesas e bancos de descanso, ressaltando ainda, a presença do antigo coreto posicionado no centro da praça, valorizando a memória da região.



Análise das Características Urbanas do Recorte de Estudo

Green Rua com faixa de rolamento e calçadas amplas, usos mistos e grande fluxo de pessoas



Purple Rua com canteiro central, passeio amplo, usos mistos e grande fluxo de pessoas



Pink Rua residencial com faixa de rolamento amplas e calçadas estreitas



Dark Purple Rua residencial, vegetada, com faixa de rolamento e calçadas amplas



Blue Rua com rio aparente, envolvimento de vegetação e sem calçada central



Red Dashed Rua residencial, pouco vegetada e com rio canalizado e encoberto



II. 5: Análise viária por características urbanas no recorte de estudo em Marechal Hermes.
Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.

Em seguida, foram analisadas as praças de menor escala, como a Praça Ailton Henrique da Costa, situada em uma zona residencial. Esta se configura em um formato circular e apresenta algumas árvores, pouca vegetação rasteira e mobiliário urbano composto por um parque infantil no centro. Enquanto isso, a Praça Oito de Outubro apresenta um formato triangular, também composta por poucas árvores e parque infantil. No entanto, esta se diferencia das demais ao possuir uma quadra de futsal coberta e gradeada, onde são realizados eventos dos moradores locais. Assim, a partir do diagnóstico das principais características observadas nas vias e nas praças, foi possível nortear a definição das tipologias de IVA que podem ser implementadas.

RESULTADOS

Critérios para a escolha das vias a receberem intervenção

A partir da identificação das pré-existências do território sob análise de suas características urbanas, seus potenciais e suas fragilidades, assim como as demandas locais, propõe-se um projeto urbano com intervenção em espaços livres públicos no bairro de Marechal Hermes. O mesmo preconiza a aplicação de tipologias de IVA em determinadas vias selecionadas, segundo critérios a serem apresentados, e nas cinco praças que se encontram dentro do recorte de estudo. Dessa forma, busca-se uma melhoria no cenário de cheias urbanas que atingem reiteradamente a região, com relevante impacto sobre o recorte de estudo escolhido.

Os preceitos utilizados para a escolha das vias se baseiam em estratégias de integração das infraestruturas urbanas e de mitigação das inundações que afetam o bairro. Portanto, o primeiro critério foi a possibilidade de conexão entre os espaços livres, especificamente as praças que já haviam sido selecionadas, conforme a avaliação de aspectos como a qualidade estética, os principais usos associados, o público-alvo e a disponibilidade de espaço para implementação das soluções de drenagem sustentável. Dessa forma, o projeto pretende conectar tais espaços e fortalecer a ideia de um sistema, assumindo uma mesma linguagem em toda sua extensão.

Um segundo critério elencado foi a escolha de vias que estabelecessem uma relação entre os usos pré-existentes nas praças e no entorno próximo. Logo, os espaços livres multifuncionais projetados funcionam como um suporte aos usos do solo identificados na etapa de diagnósticos das camadas do território, como: comércio local, educacional, hospitalar, institucional, residencial, cultural, entre outros. Tanto praças como vias passam a atuar como uma extensão destes usos, atendendo a carências observadas, como mobiliários e equipamentos para permanência, realização de atividades físicas, recreação, entre outras atribuições, além de cumprir as funções de infiltração e armazenamento.

A proximidade de equipamentos públicos foi mais um parâmetro para a seleção das vias a receberem intervenção. Foram identificadas três instituições de ensino com relevância para o recorte de estudo: a Escola Técnica Estadual Oscar Tenório (ETEOT/FAETEC), a Escola Municipal Evangelina Duarte Batista e a Escola Municipal Santos Dumont. Além disso, três importantes instituições de saúde foram reconhecidas: a Unidade de Pronto Atendimento (UPA) de Marechal Hermes, o Hospital Estadual Carlos Chagas e o Hospital Maternidade Alexander Fleming. Apenas um equipamento cultural foi constatado dentro do recorte, o Teatro Armando Gonzaga, e um equipamento de mobilidade urbana, a Estação de Trem de Marechal Hermes.

A escolha das vias também foi baseada em suas funções: a Rua João Vicente e a Rua Xavier Curado fazem conexão entre Marechal Hermes e bairros vizinhos, como Vila Militar, Bento Ribeiro e Vila Valqueire, além de serem eixos viários que fazem ligação com demais área da cidade e com vias expressas como a Av. Brasil. Já a Av. General Osvaldo Cordeiro de Farias é uma via importante dentro do recorte de estudo, pois recebe grande fluxo de pedestres e de veículos, que chegam pelas duas vias anteriormente citadas. Portanto, a rua realiza a transição entre as bordas do recorte e a área mais central do mesmo, dentro de um contexto de gradação de usos e vitalidade urbana. Ou seja, de uma área que apresenta usos mistos (Rua João Vicente) e maior concentração de pessoas em diferentes horários do dia, para uma área de uso majoritariamente residencial, sobretudo diurno e mais local.

Por fim, considerou-se também as vias por onde o Rio Tingui, afluente do Rio Acari, atravessa o recorte de estudo. Em vista disso, a Rua Jorge Schmidt se destaca por ser a via onde tal curso d'água é observado em duas tipologias distintas: entre as Ruas João Vicente e Alexandre Gasparoni, o Rio Tingui encontra-se canalizado e capeado, e a partir desta última via até a Rua Capitão Rubens, o rio passa a ser canalizado, mas em seção aberta, o que permite uma conexão visual com as pessoas que percorrem este trecho do bairro e com os moradores do entorno.

Determinação das tipologias de IVA para as vias

Uma vez determinadas as vias a receberem a intervenção urbana, foram analisadas as características urbanas de cada uma delas e criada uma classificação por cores, com o intuito de definir diretrizes de projeto e eleger as tipologias de IVA adequadas ao contexto pré-existente (Il. 6). O mesmo foi feito para as praças, onde a disponibilidade de áreas livres mais extensas permite a aplicação de tipologias de IVA que apresentam dimensões maiores, como os reservatórios multifuncionais. Logo, para as vias selecionadas, deu-se prioridade às tipologias como jardins de chuva, canteiros pluviais e trincheiras de infiltração, que contribuem para um acréscimo na permeabilidade do solo, favorecendo a infiltração, enquanto que para as praças optou-se pelo emprego de bacias de retenção associadas com usos como os de quadra, pista de *skate* e anfiteatro, para cumprir a função de armazenamento de águas pluviais.

Nas ruas residenciais, como a Rua Alexandre Gasparoni, percebeu-se que a faixa de rolamento é ampla e as calçadas são estreitas e, por isso, os moradores têm o hábito de estacionar seus veículos na faixa carroçável, em frente às suas respectivas casas. Isto instigou a aplicação de um desenho urbano que orientasse e delimitasse áreas adequadas para estacionamento. Dessa maneira, buscou-se aproveitar a largura generosa das vias para atender à demanda local, e ainda propor jardins de chuva associados às baias de estacionamento. Logo, foi determinada uma largura mínima de 2,50 m, como dimensão suficiente para uma baia de estacionamento e também expressiva para a tipologia mencionada. Os jardins de chuva ainda contribuem para redução do volume de água que vai para a rede de microdrenagem, aliviando em parte o sistema de drenagem urbana. Portanto, cumprem o papel de

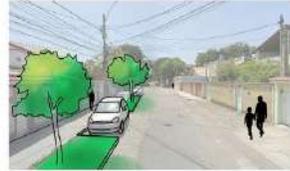
Canteiros pluviais e jardins de chuva nas calçadas



Ampliação da ciclovia existente e tratamento dos canteiros centrais



Jardins de chuva junto a baias de estacionamento



Canteiros pluviais e jardins de chuva nas calçadas



Calha rebaixada para amortecimento de cheias e tratamento paisagístico



Urbanismo tático no papel de resgate da memória e presença do Rio Tingui



Il. 6: Soluções de IVA propostas.

Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.

redução das lâminas de alagamentos e, ao mesmo tempo, demarcam, junto às baias, o espaço destinado a estacionamento de automóveis.

Nas Ruas Capitão Rubens e Xavier Curado foram identificados dois usos predominantes e distintos para cada uma delas: residencial e misto (residencial e institucional), respectivamente. No entanto, elas se assemelham quanto à presença de amplas calçadas com vegetação e, por isso, optou-se pela implementação de jardins de chuva junto às árvores existentes. A largura generosa do passeio público permitiu o desenho de jardins com até 2,00 m de largura e, mesmo para trechos de calçada mais estreitos, ainda foi possível a utilização de canteiros pluviais, com pelo menos 0,70 m de largura.

Para ambos os casos, assim como para as demais vias que receberam tais tipologias de IVA, priorizou-se a manutenção de uma faixa caminhável com largura mínima de 1,50 m. Este passa a ser o pior cenário encontrado para circulação de pessoas em passeios públicos, sendo o padrão estabelecido de 2,00 m de faixa caminhável. O desenho das calçadas foi, em sua maior parte, refeito para viabilizar a implementação dos jardins, com largura maior, e canteiros, nos casos em que mesmo com redução da faixa de rolamento, a seção total da via não permitia um dimensionamento superior para áreas de infiltração. A largura mínima considerada para as vias foi de 5,00 m para

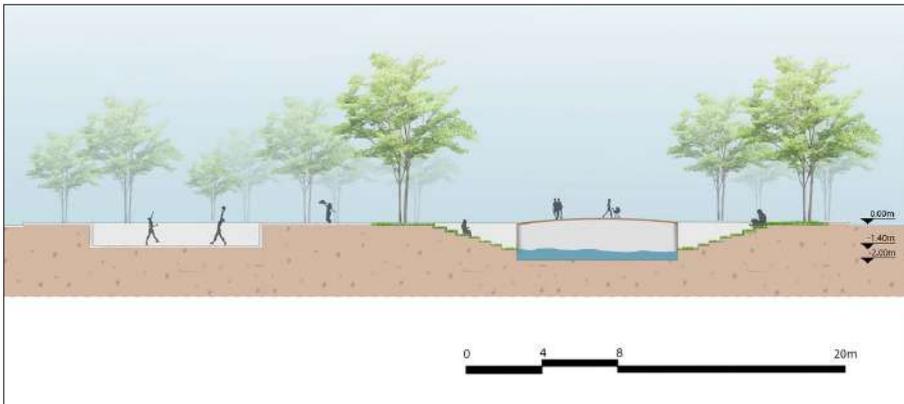
aquelas de uso local, e 10,00 m para vias coletoras. Todavia, existem variações nas seções das vias, sempre que possível, devido, inclusive, à proposição de um traçado de ciclovia a ser apresentado mais adiante.

Para as Ruas João Vicente e General Osvaldo Cordeiro de Farias foram propostas intervenções voltadas para o cenário atual de usos mistos, passeios públicos amplos, presença de um canteiro central, que divide as vias em duas faixas, e fluxo considerável de pessoas e veículos. Estabeleceu-se como objetivo principal tirar proveito dos canteiros centrais para implementação de uma ciclovia, dando continuidade à ciclofaixa existente que circunda a Praça XV de Novembro, e que se conecta aos demais percursos dentro do recorte de estudo. Buscou-se, ainda, o emprego de canteiros pluviais integrados à nova ciclovia, proporcionando a criação de um extenso corredor verde. Este apresenta função estética e paisagística, a qual contribui para a melhoria na qualidade ambiental e da paisagem urbana, além de promover a articulação entre espaços (GUIMARÃES *et al.*, 2018). Tal proposta ainda configura um espaço para lazer e realização de atividades físicas, que se conecta à demais regiões de Marechal Hermes e a bairros vizinhos.

Para a Rua Jorge Schmidt, propõe-se duas abordagens adequadas para cada um dos distintos trechos do Rio Tingui, que são observadas ao longo desta via. Para a extensão do curso d'água canalizado e aberto, foi idealizado um parque fluvial em menor escala, somente no trecho final, próximo à Rua Cap. Rubens, onde havia a disponibilidade de espaço para ampliação da calha do rio, sem a necessidade de realocação de moradores. Para a elaboração dessa tipologia de IVA, propõe-se um redesenho do curso do rio, na região próxima à praça Jorge Schmidt, que passa a ser mais sinuoso e próximo do estado natural desse corpo hídrico. Todavia, para viabilizar esta diretriz de projeto, foi necessário modificar o traçado desta via, que deixa de ter duas faixas de rolamento independentes, separadas pelo rio, em seu segmento final.

Dessa forma, foi possível ampliar a praça, que passa a ser integrada ao Rio Tingui, assim como expandir as áreas destinadas à infiltração, por meio dos jardins de chuva. Tal mudança permitiu, ainda, a ampliação da calha central do rio, de 5,00 m para 8,00 m de largura e a criação de uma segunda calha

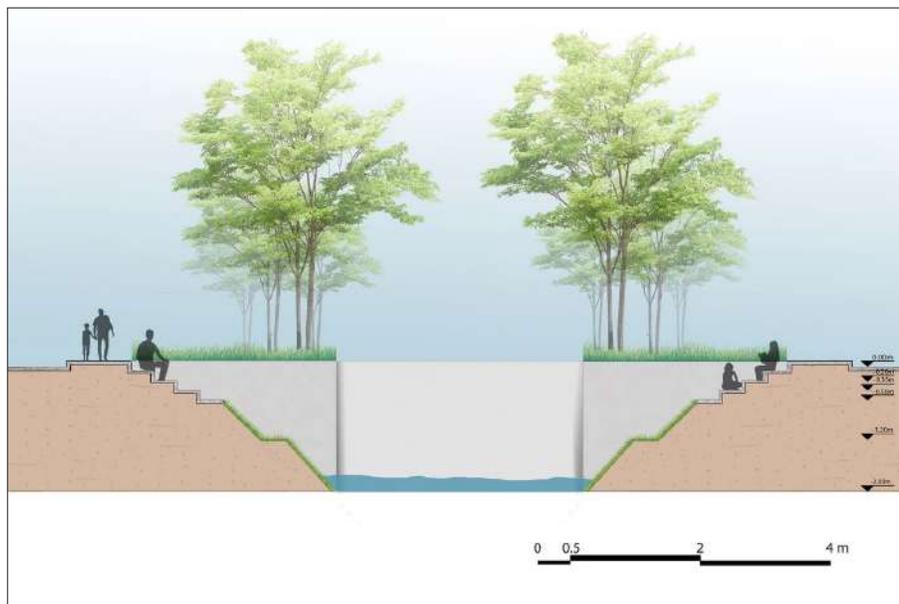
para extravasamento em períodos de cheia do rio e em eventos de chuva intensa. Nessa calha secundária, estão dispostos patamares escalonados, com acessibilidade para o público por meio de degraus, que podem ser apropriados como espaços de lazer, de estar e, eventualmente, contemplação do curso d'água despoluído e ambientalmente requalificado. (Il. 7)



Il. 7: Corte esquemático da Praça Schmidt e intervenção na calha do Rio Tingui.
Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.

Para a extensão do Rio Tingui canalizado e aberto, onde não foi possível alterar o desenho da calha principal, manteve-se o traçado linear, porém com a implementação dos patamares escalonados e acessíveis, com dimensões menores para se adequar à área atualmente disponível. Em ambos os casos, a calha secundária foi idealizada com degraus que apresentam piso vegetado, permeável, onde as pessoas poderiam se sentar, e ainda degraus com piso drenante, onde o fluxo maior poderia causar maior desgaste e compactação do solo, inviabilizando o emprego de vegetação de forração. Mesmo neste trecho em que não foi possível ampliar a calha principal, a criação de uma calha secundária contribui para o amortecimento de vazões, bem como a aplicação de áreas voltadas para armazenamento e infiltração. A Ilustração 8 apresenta um corte esquemático para a intervenção no trecho canalizado aberto do curso d'água.

Já para o trecho em que o curso d'água está canalizado e coberto, buscou-se a aplicação do urbanismo tático como uma estratégia de resgate da memória do Rio Tingui (Il. 9). Esta é uma abordagem que não contribui para



Il. 8: Corte esquemático do trecho com calhas principal e secundária do Rio Tingui.
Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.



Il. 9: Trecho da Rua Jorge Schmidt com aplicação do urbanismo tático.
Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.

a mitigação das inundações, entretanto, cumpre o papel de rememorar a presença do rio, que acaba sendo esquecida devido à perda da relação visual e de proximidade física entre as pessoas e este bem natural. O urbanismo tático é uma tentativa de conscientizar a população sobre a importância desse bem comum, a necessidade de tratamento e manutenção do mesmo e os benefícios da requalificação ambiental de corpo hídrico para o meio ambiente e para a paisagem urbana. Logo, esta é uma intervenção lúdica, que busca sensibilizar principalmente os moradores do entorno, e que também se integra à linguagem projetual da intervenção urbana na escala do recorte de estudo. Por meio de desenhos no asfalto, o percurso do rio é recriado com tinta azul, assim como a representação da vegetação ciliar com desenhos em tinta verde. Tal encenação tem por objetivo criar um estímulo ao olhar, trazendo à superfície, de forma simbólica, aquilo que está escondido, literalmente, sob a via. A criação deste espaço permite ainda a livre apropriação e uso recreativo.

Determinação das tipologias de IVA para as praças

Para a Praça Montese (Il. 10) e entorno próximo foram propostas duas tipologias de IVA: jardim de chuva e bacia de detenção. Os jardins de chuva foram dispostos em conformidade com as árvores pré-existentes, a fim de manter a arborização original da praça, aliando a mesma aos jardins com vegetação adaptada para receber parte do escoamento superficial. O desenho dos jardins segue um padrão mais livre e sinuoso, que remete ao fluxo natural de um rio, assim como do escoamento da água da chuva no ambiente natural. Seu papel é estético, pois contribui para a requalificação da paisagem urbana de Marechal Hermes, mas também apresenta uma importante função de remoção de sedimentos finos, metais, nutrientes e bactérias. Portanto, os jardins de chuva propostos colaboram para o aumento da permeabilidade do solo, fazendo a captação de parte das águas pluviais – que deixam de ir para a rede de drenagem – e ainda agregam benefícios ambientais, como a redução da temperatura em escala local e a melhoria na qualidade das águas. Alguns jardins foram igualmente propostos para os passeios públicos no entorno imediato, devido às suas dimensões amplas que viabilizaram tal tipologia.



Il. 10: Projeto de intervenção para a Praça Montese e entorno.

Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.

Já a bacia de retenção pensada para este espaço livre multifuncional está representada pelo anfiteatro localizado no centro da praça. A escolha por esta tipologia se deve à proximidade da praça à linha férrea e à Estação de Trem de Marechal Hermes, assim como à Rua João Vicente, vetores de atração de pessoas. A estação é um importante equipamento de mobilidade urbana, por onde passam diversas pessoas em diferentes horários do dia, e a via em questão é de extrema relevância para o bairro, pois reúne usos diversificados, com concentração de comércio de caráter local, e por onde passa a maior parte das linhas de ônibus que conectam Marechal aos bairros vizinhos. Em vista disso, a Praça Montese se apresenta como um local de recepção das pessoas que chegam ao bairro, assim como um ponto de primeiro contato, mesmo que visual, com aqueles que atravessam a região por tais caminhos.

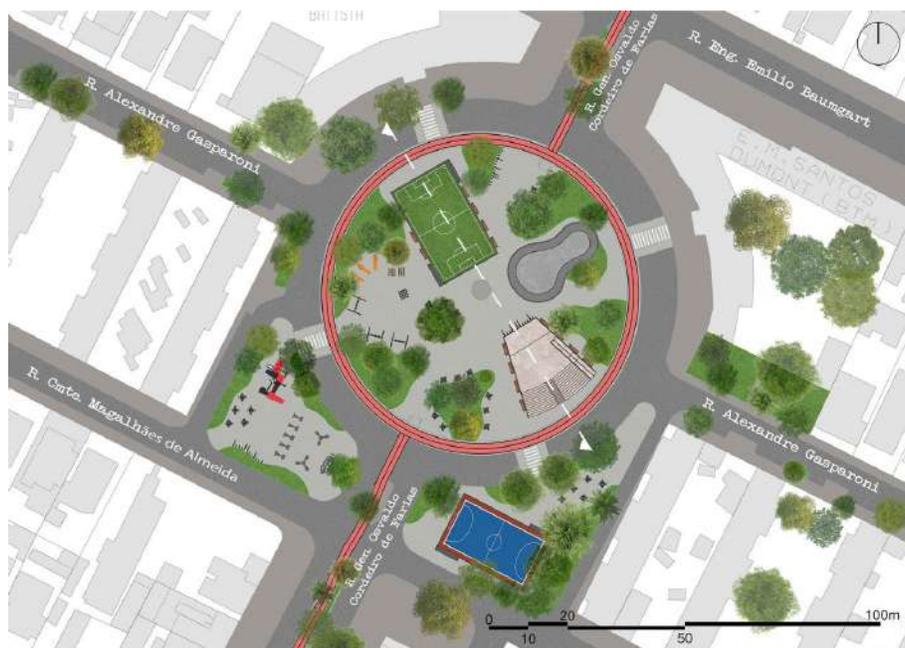
Logo, a proposta de anfiteatro representa um espaço voltado para permanência e livre apropriação pelos usuários, além de atuar como um reservatório aberto para captação e armazenamento da água da chuva. Ele atende a duas demandas desse recorte específico: nessa área encontra-se uma das piores

lâminas de inundação identificadas no recorte de estudo – acima de 1,00 m de altura, segundo Oliveira (2018) e, por isso, a implementação de uma bacia de retenção com capacidade de armazenamento temporário para águas pluviais é fundamental para uma melhoria no cenário de cheias urbanas e degradação. Além disso, essa área central carece de mobiliário voltado para o estar, portanto, não há incentivo à permanência e este se torna um local apenas de passagem de pedestres. O anfiteatro pode, então, se tornar um espaço de trocas e que possibilita a contemplação de uma área de grande valor histórico e cultural em Marechal Hermes. A pavimentação idealizada para a praça se baseia no emprego de piso drenante, que contribui para a permeabilidade deste espaço.

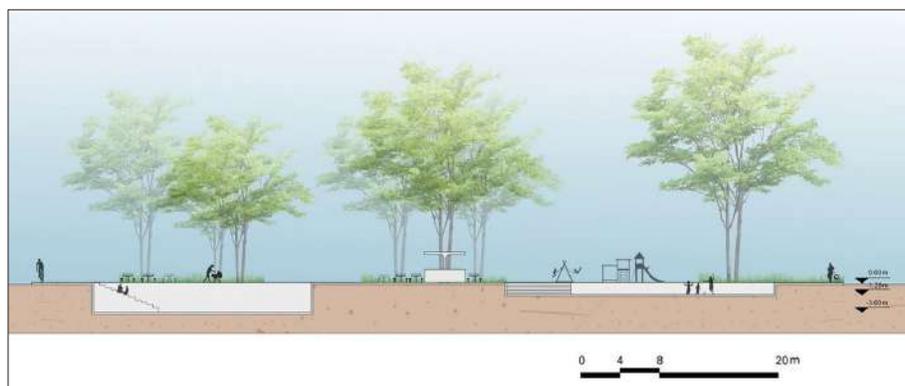
Para a Praça XV de Novembro (Il. 11), foram propostas diversas intervenções, graças à disponibilidade de uma extensa área livre e ao grande potencial de associação com o contexto imediato, por meio de usos integrados e/ou complementares. O projeto para este espaço parte da delimitação de quadrantes que o dividem, baseados nos dois eixos pré-existentes demarcados pela Av. Gen. Osvaldo Cordeiro de Farias e pela Rua Alexandre Gasparoni. Além disso, ainda existem mais quatro eixos de conexão da praça, de formato circular, com as edificações do entorno. Tal configuração, que se assemelha a de uma rotatória, poderia dificultar esta integração, mas ela é mantida por meio de passagens elevadas (*traffic calming*), implementadas no começo dos anos 2000, que garantem a acessibilidade da praça. Respeitando tais eixos e as conexões que já existiam, os quadrantes foram pensados para agrupar equipamentos e mobiliários voltados para atividades compatíveis com os usos do entorno. A Ilustração 12 apresenta um corte esquemático da praça em questão.

Dessa forma, para os quadrantes superiores da praça, localizados próximo à Escola Municipal Evangelina Duarte Batista e à Escola Municipal Santos Dumont, propõe-se uma quadra poliesportiva gramada e rebaixada, com dimensões de 27,00 m x 16,00 m x 1,20 m (comprimento x largura x profundidade) e um *skatepark* representado por uma piscina rebaixada, com área de 275 m² e profundidade de 3,00 m. Para o quadrante inferior direito, que fica próximo a um conjunto habitacional na Rua Alexandre Gasparoni, foi proposto um anfiteatro como um espaço de encontro, lazer e permanência,

que pode ser livremente apropriado pelos usuários, assim como pode receber eventos, peças teatrais e apresentações culturais. Para o quadrante remanescente, situado à esquerda e próximo a outro conjunto habitacional (no lado oposto da via previamente citada), foi disposta uma área com mobiliário de parquinho, voltada para recreação, e também mobiliário de permanências, com bancos de madeira, além de mesas e cadeiras de xadrez, típicas das praças nos subúrbios cariocas.



Il. 11: Projeto de intervenção para a Praça XV de Novembro e entorno.
Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.



Il. 12: Projeto de intervenção para a Praça XV de Novembro e entorno.
Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.

A quadra, o *skatepark* e o anfiteatro representam bacias de detenção com grande capacidade de armazenamento e com significativo potencial de impacto positivo na redução das lâminas de inundação nessa área central do recorte de estudo. Ademais, há diversos jardins de chuva projetados para a área da praça, com desenho sinuoso e respeitando a unidade na linguagem do projeto de intervenção. Eles delinham percursos, conectam os equipamentos e demarcam áreas de permanência, como o parquinho e os espaços com mobiliário de estar. A disposição dos equipamentos e dos jardins pluviais se baseou ainda numa diretriz de projeto de manutenção do máximo de árvores pré-existentes – a fim de evitar a perda de vegetação e da qualidade ambiental deste espaço –, assim como um possível impacto sobre a temperatura local. Para a pavimentação, propõe-se o uso de piso drenante, que viabilize a infiltração de água pelo solo, contribuindo, junto com os jardins de chuva, para o acréscimo de infiltração, recarga de aquífero e umidificação do solo nesta área do recorte.

Há ainda dois pequenos apêndices em torno da Praça XV de Novembro, que fazem parte das quadras onde os conjuntos habitacionais citados se encontram, os quais foram tratados como parte do conjunto da praça principal e receberam igualmente intervenções. No apêndice à direita, já havia uma quadra de areia, mas com disposição e dimensões inadequadas para tal uso. Por isso, foi proposta uma nova quadra de futsal rebaixada, com medidas apropriadas de 25,00 m x 16,00 m x 1,20 m (comprimento x largura x profundidade), jardins de chuvas com proporções generosas, piso drenante e mobiliário de estar. Para o apêndice à esquerda, prevê-se a implementação de uma academia popular ao ar livre, com equipamentos voltados para atividades físicas, além de um parquinho e mobiliário de permanência. Mais uma vez, mantêm-se o emprego dos jardins de chuva e piso drenante, que contribuem para a permeabilidade do solo e acréscimo na infiltração. Há ainda bicicletários dispostos tanto na Praça XV de Novembro, como neste apêndice, que reforçam o estímulo ao deslocamento feito por bicicleta, principalmente dentro do bairro.

Para a Praça Ailton Henrique da Costa (Il. 13), o desenho dos jardins de chuva surge a partir da delimitação dos caminhos e possíveis atravessamentos neste espaço, que resultam da análise da arborização existente e dos usos no contexto atual. Novamente, a diretriz de manutenção das árvores foi fundamental para o desenvolvimento do projeto e, neste caso, todas foram mantidas. Os jardins de chuva representam grande parte da extensão da praça, num total de aproximadamente 900 m², cerca de 75% da área total, onde o solo urbano é permeável. Nos demais 15% da área da praça, é empregada a pavimentação drenante, que também contribui para a infiltração das águas pluviais. Este espaço livre multifuncional está voltado para um uso mais local, em especial dos moradores das imediações, e isso se reflete na aplicação de mobiliário voltado para permanência e recreação. No entorno, as três vias voltadas para a praça, Rua Comandante Magalhães de Almeida, Rua Dr. João Soledade e Rua Z, tiveram calçadas redesenhadas e canteiros pluviais foram projetados e dispostos de forma regular, mantendo faixa caminhável no passeio público e a possibilidade de travessia de um lado da via para outro.



Il. 13: Projeto de intervenção para a Praça Ailton Henrique da Costa e entorno.
Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.

Para a Praça Oito de Outubro (Il. 14), destaca-se uma intervenção específica: um projeto arquitetônico de uma edificação voltada para uso coletivo dos moradores. A princípio, foi considerada a possibilidade de implementação de uma quadra esportiva rebaixada no local onde atualmente já existe uma quadra coberta. Porém, identificou-se uma forte demanda social, por parte dos moradores da vizinhança, que utilizam a quadra não apenas para atividades esportivas, mas também para eventos, festas e confraternizações.



Il. 14: Projeto de intervenção para a Praça Oito de Outubro e entorno.
Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.

A fim de evitar que esse espaço perdesse, mesmo que temporariamente, tal função, que é de extrema importância para os habitantes, optou-se por implementar um projeto arquitetônico com a infraestrutura adequada para as necessidades da população. Logo, a edificação apresenta uma cozinha, banheiros e um grande salão com mobiliário de permanência e para refeições, para atender as necessidades do público-alvo, que deve ser o responsável pela gestão e manutenção do local. Ainda assim, para aproveitar a área de quase 500 m² que o edifício ocupa, idealiza-se um telhado verde, com espécies vegetais específicas, capaz de reter parte do volume de águas pluviais em eventos de chuva.

Nas demais áreas livres que compõem a Praça Oito de Outubro, propõe-se uma bacia de detenção com dimensões menores, que corresponde a um pequeno gramado rebaixado, com arquibancada, o qual pode ter usos diversos e ser livremente apropriado pelas pessoas, como um espaço recreativo de modo geral. Prevê-se jardins de chuva e ainda uma área com horta urbana coletiva, administrada pelos habitantes do entorno, que faz a captação de água da chuva para irrigação do plantio e umidificação do solo e das raízes. Emprega-se também pavimentação drenante, para aumentar o percentual de infiltração do solo nessa região do recorte, e mobiliário de estar, com mesas e cadeiras, que estimulam a presença constante, a ocupação desse espaço e o cuidado com o mesmo por parte dos moradores. As calçadas do entorno também receberam canteiros pluviais e jardins de chuva, onde havia uma oferta maior de área livre para aplicação desta tipologia, sem o comprometimento da faixa caminhável do passeio público.

Por fim, para a Praça Jorge Schmidt (Il. 15), foi proposto um redesenho, associado ao novo traçado da calha do Rio Tingui, conforme apresentado anteriormente. A praça, que apresentava originalmente um formato triangular e estava separada da calha do rio por uma das faixas da Rua Jorge Schmidt, passa a ter uma nova composição, com dimensões maiores e englobando o curso d'água, que ganha destaque como componente valioso para a construção e o funcionamento deste ambiente. Foi priorizada a manutenção da arborização pré-existente, embora algumas árvores tenham sido retiradas nesta intervenção, devido à proximidade da calha principal desse corpo hídrico. Porém, o traçado sinuoso idealizado para esse trecho do rio contribuiu para a preservação máxima dos elementos vegetais, mesmo com a expansão da calha principal e a criação da calha secundária, posicionada entre as áreas livres que já existiam. Como compensação para a arborização retirada, propõe-se ainda novas árvores associadas aos jardins de chuva que compõem grande parte desta praça.

Tais jardins de chuva criam um espaço de bosque junto ao Rio Tingui, estimulando a permanência e a contemplação por parte da população, seguindo o objetivo de aproximação entre ser humano e natureza. São



Il. 15: Projeto de intervenção para a Praça Jorge Schmidt e entorno.
 Fonte: Elaborado pelas Autoras, 2022.

idealizados alguns pontos de atravessamento do rio, para que os dois lados da praça permaneçam conectados e acessíveis por qualquer ponto do entorno, onde são dispostas pontes com faixa caminhável de 2,00 m. Há ainda a proposição de uma quadra de vôlei rebaixada, com dimensões de 18,00 m x 9,00 m x 1,20 m (comprimento x largura x profundidade), que funciona também como reservatório aberto e contribui para o armazenamento de águas pluviais no recorte de estudo. A pavimentação drenante, presente em todo o projeto, é empregada também nesta praça, assim como o mobiliário de estar, com mesas e cadeiras. Na Ilustração 16, é possível ter a visão completa do projeto de intervenção para as praças e como este sistema de espaços livres se relaciona com o contexto de Marechal Hermes.

local que permitem um maior detalhamento. Dessa forma, foi possível diagnosticar falhas e demandas mais pontuais no recorte escolhido e propor estratégias que integrassem toda a área de intervenção. As propostas, focadas em infraestruturas verdes e azuis aliadas ao sistema de drenagem, podem ser replicadas para outras áreas da bacia. A generalização destas medidas permite atender demandas de cunho social ao mesmo tempo em que contribuem para a mitigação das inundações.

Portanto, as estratégias sugeridas têm como premissa viabilizar a drenagem urbana sustentável e multifuncional e ainda estabelecer uma integração das áreas do projeto, através da conexão entre praças por meio de corredores verdes e azuis. Elas ainda podem propiciar benefícios climáticos, visto que as IVA reduzem a temperatura local, melhoram a qualidade do ar, reduzem o escoamento superficial e contribuem para o aumento da infiltração de águas pluviais no solo urbano, assim como para o armazenamento dessas águas e alívio da rede de drenagem. Dessa forma, é possível propor uma revitalização urbana, a partir do projeto de drenagem conjugado com a promoção de áreas de lazer e equipamentos públicos. Contudo, devido à gravidade das lâminas de inundação que afetam diversos sistemas locais, entende-se que apenas a utilização de IVA não é suficiente para conter tais transtornos. Destaca-se, por essa razão, a necessidade de intervenções complementares, por meio de infraestruturas cinzas, para atender a insuficiência da rede de drenagem, sobretudo no trecho canalizado subterrâneo do Rio Tingui que atravessa a linha férrea, visto que a galeria apresenta diâmetro muito reduzido e que não comporta o volume de água em eventos de cheia.

Por fim, notou-se que a lógica de seleção das tipologias de IVA a serem utilizadas, de acordo com as características locais, pode ser replicada para toda a Bacia do Rio Acari. Dessa forma, é possível definir um conjunto de diretrizes que indiquem a associação entre determinados atributos dos espaços livres e as tipologias que melhor responderiam a cada perfil. Tal proposição facilitaria o entendimento acerca da aplicação das IVA na escala de planejamento urbano e otimizaria o processo de tomada de decisões e em projetos futuros.

REFERÊNCIAS

- AHMED, S.; MEENAR, M.; ALAM, A. Designing a Blue-Green Infrastructure (BGI) Network: Toward Water-Sensitive Urban Growth Planning in Dhaka, Bangladesh *In: Land*, 8(9), 138. <https://doi.org/10.3390/land8090138>, 2019, acesso 12.nov.2022.
- ALVES, A.; GERSONIUS, B.; KAPELAN, Z., VOJINOVIC, Z.; SANCHEZ, A. Assessing the Co-benefits of green-blue-grey infrastructure for sustainable urban flood risk management *In: Journal of Environmental Management*, nº 239, 2019. (p. 244-254). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.036>, acesso 12.nov.2022.
- AS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL (n.d.) Plataforma Agenda 2030. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. <https://brasil.un.org/pt-br>, acesso 03.out.2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (ABCP). *Manejo integrado de águas pluviais: Estádio Nacional de Brasília Mané Garrincha, Brasília - DF*, 2013. https://solucoesparacidades.com.br/wp-content/uploads/2014/04/AF_11_DF_ESTADIO%20DE%20BRASILIA.pdf, acesso 03.out.2022.
- BENINI, S. M.; ROSIN, J. A. R. de G. Infraestrutura verde na cidade contemporânea *In: Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 7(47), 2019. <https://doi.org/10.17271/2318847274720192095>, acesso 12.out.2022.
- BONZI, R. S. *Andar sobre Água Preta: a aplicação da infraestrutura verde em áreas densamente urbanizadas*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://doi.org/10.11606/D.16.2015.tde-29102015-111924>, acesso 12.nov.2022.
- CORMIER, N. S., e Pellegrino, P. R. M. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana *In: Paisagem e Ambiente*, nº 25, 2008. (p. 127-142). <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i25p127-142>, acesso 12.nov.2022.
- DRUMMOND, R. B. G.; REGO, A. Q. da S. F.; VERÓL, A. P. Projeto Urbano em sítio histórico aliado a técnicas compensatórias em drenagem urbana, Marechal Hermes, RJ *In: Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 3(16), 2015. <https://doi.org/10.17271/2318847231620151038>, acesso 12.nov.2022.
- DRUMMOND, R. B. G.; REGO, A. Q. da S. F. A importância da educação patrimonial para o reconhecimento da APAC de Marechal Hermes, Rio de Janeiro *In: Brazilian Journal of Development*, 7(3), 2021. ISSN. 31954–31968. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-762>, acesso 04.nov.2022.
- FARAH, I. Tramas verde e azul como ferramenta para o desenvolvimento sustentável: o caso de Paris *In: COSTA, L. M. S. A.; MACHADO, D. B. P. (Orgs.). Conectividade e resiliência: estratégias de projeto para metrópole*. Rio de Janeiro: Rio Books/PROURB, 2012. (p. 85-123).
- FLETCHER, Tim D. *et al.* SUDS, LID, BMPs, WSUD and more- The evolution and application of terminology surrounding urban drainage *In: Urban Water Journal*, 12(7), 2015. (p. 525–542). <https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314>, acesso 12.nov.2022.
- GHOFRANI, Z.; SPOSITO, V.; FAGGIAN, R. A comprehensive review of blue-green infrastructure concepts *In: International Journal of Environment and Sustainability*, 6(1), 2017. (p. 15-36). <https://doi.org/10.24102/ijes.v6i1.728>, acesso 11.out.2022.
- GOMES, M. V. R.; VERÓL, A. P. Paisagens multifuncionais: o papel das infraestruturas verdes e azuis na recuperação de rios urbanos. XVIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, ENTAC 2020, Anais...Porto Alegre, (p. 1-8). <https://doi.org/10.46421/entac.v18i.704>, acesso 12.nov.2022.

GUIMARÃES, L. F.; OLIVEIRA, A. K. B. de; VERÍSSIMO, L. de F.; MERLO, M. L.; VÉROL, A. P. O uso de infraestruturas verde e azul na revitalização urbana e na melhoria do manejo das águas pluviais: o caso da sub-bacia do Rio Comprido *In: Paisagem e Ambiente*, nº 42, 2018. (p. 75-95). <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i42p75-95>, acesso 12.nov.2022.

KIMIC, K.; OSTRYSZ, K. Assessment of Blue and Green Infrastructure Solutions in Shaping Urban Public Spaces - Spatial and Functional, Environmental, and Social Aspect *In: Sustainability*, 13(19), 2021. 11041. <https://doi.org/10.3390/su131911041>, acesso 06.nov.2022.

LÄHDE, E.; KHADKA, A.; TAHVONEN, O.; KOKKONEN, T. Can we really have it all?- Designing multifunctionality with sustainable urban drainage system elements *In: Sustainability*, 11(7), 1854, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11071854>, acesso 12.nov.2022.

MIGUEZ, M. G.; MASCARENHAS, F. C. B.; MAGALHÃES, L. P. C. Multifunctional landscapes for urban flood control in developing countries *In: International Journal of Sustainable Development and Planning*, 2(2), 2007. (p. 153–166). <https://doi.org/10.2495/SDP-V2-N2-153-166>, acesso: 04.out.2022.

OLIVEIRA, A. K. B.. *O sistema de drenagem como eixo estruturante do planejamento urbano: caso da bacia hidrográfica do Rio Acari*. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

REZENDE, O. M.; FRANCO, A. B. R. da C. de; OLIVEIRA, A. K. B. De; JACOB, A. C. P. ; MIGUEZ, M. G.. A framework to introduce urban flood resilience into the design of flood control alternatives *In: Journal of Hydrology*, nº 576, 2019. (p. 478-493). <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.06.063>, acesso 12.nov.2022.

SOLERA, M. L.; MACHADO, A. R.; CAVANI, A. C. M.; SOUZA, C. A.; LONGO, M. H. C.; VELASCO, G. Del N.; IKEMATSU, P., AMARAL, R. A. M. *Guia metodológico para implantação de infraestrutura verde* (IPT, São Paulo), 2018. <https://www.ipt.br:443/noticia/1630- guia para infraestrutura verde.htm>, acesso 12.nov.2022.

UACDC. Low impact development: a design manual for urban areas *In: Fayetteville, Ark.:* University of Arkansas Community Design Center. Fay Jones School of Architecture. Arkansas: University of Arkansas Press, a collaboration, 2010.

VOJINOVIĆ, Z.. *Flood risk: the holistic perspective- from integrated to interactive planning for flood resilience*. London: IWA Publishing, 2015.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Além disso, este trabalho foi apoiado pela CAPES (código de financiamento 001) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - FAPERJ, códigos E-26/200.417/2021 e E-26/201.404/2021 (260779). Agradecemos também a Cátedra UNESCO Drenagem Urbana em Regiões Costeiras, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, à qual esta pesquisa está vinculada.