

Estratégias Projetuais para Mitigação de Inundações: Estudo de Caso em Realengo, Rio de Janeiro

Design Strategies for Flood Mitigation: Case Study in Realengo, Rio de Janeiro

Estrategias de diseño para la mitigación de inundaciones: estudio de caso en Realengo, Río de Janeiro

Giulia Figueiredo Ferreira

Graduanda da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ, Brasil.
giulia.ferreira@fau.ufrj.br

Aline Pires Veról

Engenheira Civil, Mestre e Doutora em Engenharia Civil pela UFRJ. Professora Adjunta da UFRJ. Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura - PROARQ-FAU-UFRJ.
alineverol@fau.ufrj.br

Rodrigo Rinaldi de Mattos

Arquiteto e Urbanista, Mestre e Doutor em Urbanismo pela UFRJ, Professor Adjunto da UFRJ, Docente da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e do Mestrado Profissional em Arquitetura Paisagística - MPAP-FAU-UFRJ.
rodrigo.rinaldi@fau.ufrj.br

RESUMO

O crescimento das cidades brasileiras provocou impactos significativos sobre a infiltração natural do solo e a retenção das águas, devido sobretudo à impermeabilização excessiva do espaço urbano, junto da retirada de cobertura vegetal e da modificação da conformação dos rios. Tal processo resultou na perda de biodiversidade e no agravamento das condições sociais, econômicas e ambientais, tendo a cidade se tornado mais suscetível a eventos de cheias, com consequentes falhas no planejamento e na manutenção dos sistemas urbanos. A Bacia Hidrográfica do Rio Acari, localizada no Município do Rio de Janeiro, representa bem este cenário por, historicamente, apresentar um significativo quadro de degradação ambiental e urbana, devido à recorrência de inundações e à deficiência de investimentos públicos em infraestrutura urbana adequada. Em vista disso, este artigo seleciona um caso de estudo nesta bacia, no bairro de Realengo, para propor estratégias projetuais para mitigação dos efeitos das inundações, que afetam principalmente áreas ambientalmente sensíveis e grupo sociais mais vulneráveis. A metodologia utilizada abrange o diagnóstico do caso de estudo, a delimitação do recorte a receber medidas de drenagem sustentável, a escolha de tipologias de Infraestrutura Verde e Azul (IVA), conforme as especificidades e demandas locais, e a apresentação de intenções projetuais para áreas selecionadas neste território. A escolha do recorte também se baseia no fato desta ser uma região do subúrbio da cidade, ainda pouco presente em estudos urbanos e que é marcada pela segregação territorial, pela injustiça social e pela desigualdade de condições de vida da população carioca.

PALAVRAS-CHAVE: Mitigação de cheias urbanas. Estratégias Projetuais. Infraestrutura Verde e Azul.

SUMMARY

The growth of Brazilian cities has had significant impacts on natural soil infiltration and water retention, mainly due to the excessive waterproofing of urban space, along with the removal of vegetation cover and changes in the shape of rivers. This process resulted in the loss of biodiversity and the worsening of social, economic and environmental conditions, with the city becoming more susceptible to flood events, with consequent failures in the planning and maintenance of urban systems. The Acari River Basin, located in the Municipality of Rio de Janeiro, represents this scenario well because, historically, it presents a significant picture of environmental and urban degradation, due to the recurrence of floods and the deficiency of public investments in adequate urban infrastructure. In view of this, this article selects a case study in this basin, in the neighborhood of Realengo, to propose design strategies to mitigate the effects of floods, which mainly affect environmentally sensitive areas and more vulnerable social groups. The methodology used covers the diagnosis of the case study, the delimitation of the cut to receive sustainable drainage measures, the choice of typologies of Green and Blue Infrastructure (VAT), according to the specificities and local demands, and the presentation of design intentions for selected areas in this territory. The choice of cutout is also based on the fact that this is a suburban region of the city, still not very present in urban studies and which is marked by territorial segregation, social injustice and unequal living conditions of the Rio population.

KEYWORDS: Mitigation of urban floods. Design Strategies. Green and Blue Infrastructure.

RESUMEN

El crecimiento de las ciudades brasileñas ha tenido impactos significativos en la infiltración natural del suelo y la retención de agua, principalmente debido a la impermeabilización excesiva del espacio urbano, junto con la eliminación de la cubierta vegetal y cambios en la forma de los ríos. Este proceso resultó en la pérdida de la biodiversidad y el empeoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, siendo la ciudad más susceptible a eventos de inundación, con las consecuentes fallas en la planificación y mantenimiento de los sistemas urbanos. La cuenca del río Acari, ubicada en el Municipio de Río de Janeiro, representa bien este escenario porque, históricamente, presenta un cuadro significativo de degradación ambiental y urbana, debido a la recurrencia de inundaciones y la deficiencia de inversiones públicas en infraestructura urbana adecuada. En vista de ello, este artículo selecciona un estudio de caso en esta cuenca, en el barrio de Realengo, para proponer estrategias de diseño para mitigar los efectos de las inundaciones, que afectan principalmente a las zonas ambientalmente sensibles y a los grupos sociales más vulnerables. La metodología utilizada abarca el diagnóstico del caso de estudio, la delimitación del corte para recibir medidas de drenaje sostenible, la elección de tipologías de Infraestructura Verde y Azul (IVA), según las especificidades y demandas locales, y la presentación de intenciones de diseño para áreas seleccionadas en este territorio. La elección del recorte también se basa en el hecho de que se trata de una región suburbana de la ciudad, aún poco presente en los estudios urbanos y que está marcada por la segregación territorial, la injusticia social y las condiciones de vida desiguales de la población de Río.

PALABRAS CLAVE: Mitigación de inundaciones urbanas. Estrategias de diseño. Infraestructura verde y azul.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização e crescimento das cidades representa um significativo impacto sobre o ciclo hidrológico, visto que ações antrópicas como a retirada de cobertura vegetal, a ocupação de áreas de várzea, a canalização e regularização de rios e o lançamento de efluentes não tratados em corpos hídricos afetam a qualidade das águas e modificam os padrões de drenagem natural. Paralelamente, a impermeabilização do solo urbano provoca o aumento do escoamento superficial e, por consequência, as vazões de pico de cheia em eventos de chuva, acentuando a ocorrência de alagamentos e enchentes (BAPTISTA; CARDOSO, 2013). Acrescenta-se a isso o fato de que a degradação urbana e do meio ambiente, gerada pela recorrência de eventos de cheias, afetam tanto a infraestrutura urbana – incluindo o funcionamento e a manutenção de serviços públicos, a mobilidade urbana, as condições das vias e edificações – como a qualidade de vida da população, sobretudo aquela de menor poder aquisitivo, que não possui chance de recuperação dos danos associados às inundações.

A crescente noção quanto à necessidade de equilíbrio entre as ações humanas e a preservação do meio ambiente tem impulsionado a busca por abordagens sustentáveis capazes de minimizar os impactos da urbanização. As soluções tradicionais de drenagem ainda são amplamente utilizadas, porém estas não conferem resiliência à cidade e, a longo prazo, perdem eficiência na captação e armazenamento das águas pluviais, sobretudo em eventos críticos, de chuva intensa, tornando-se mais suscetíveis a falhas. Por esta razão, o manejo sustentável das águas pluviais ganhou relevância, em um contexto de mudança de paradigma, tendo surgido nas últimas décadas diversos conceitos associados ao desenvolvimento sustentável, como o de Infraestrutura Verde e Azul (IVA). As IVAs surgem como uma estratégia de conversão de áreas impermeabilizadas, que desempenham funções específicas e subutilizadas, em espaços multifuncionais capazes de auxiliar o desenvolvimento sustentável e a resiliência do ecossistema urbano (HERZOG, 2013).

A infraestrutura verde equivale aos espaços vegetados que conservam as qualidades e funções de ecossistemas naturais, gerando diversos benefícios à população (BENEDICT e MCMAHON, 2002), enquanto a infraestrutura azul corresponde ao sistema de cursos e massas d'água que compõem o ambiente urbano. A utilização deste conceito num projeto de requalificação urbana e ambiental tem por intuito reintroduzir a biodiversidade na cidade, conectando fragmentos vegetados e/ou permeáveis a fim de melhorar o manejo e a qualidade das águas urbanas. Portanto, além de benefícios ambientais, a aplicação de medidas de drenagem sustentável também contribuem para melhorias sociais e econômicas, como a constituição de paisagens multifuncionais, voltadas para atividades esportivas, recreacionais e de lazer; a garantia da segurança alimentar, sobretudo em grandes centros urbanos; o incremento da saúde física e mental da população, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida; a redução do custo de manutenção da infraestrutura urbana e dos serviços públicos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Acari é um território relevante no Município do Rio de Janeiro, que compõe a Macrorregião de Drenagem da Baía de Guanabara e apresenta uma grande extensão (mais de 140km²), além de abranger inúmeros corpos hídricos. Ela possui um tecido urbano consolidado, densamente ocupado, e poucas áreas verdes e/ou permeáveis, o que colabora para seu elevado percentual de impermeabilização. Esta bacia é marcada pela gravidade e pela frequência de eventos de cheias urbanas, apresentando uma carência de investimentos públicos em infraestrutura urbana, além de medidas de drenagem de

abrangência local e de engenharia tradicional, que não são capazes de dar conta do manejo sustentável das águas pluviais. Ela é ocupada principalmente por classes sociais mais baixas, como C, D e E (GUIMARÃES, 2016) e apresenta diversos pontos com ocupação irregular e desordenada, tanto em margens de rios como em encostas, áreas suscetíveis aos efeitos das chuvas e ambientalmente frágeis.

Realengo, bairro da Zona Oeste da cidade, encontra-se no trecho denominado Bacia do Alto Acari, por representar a porção mais elevada da bacia. Tal território foi escolhido como estudo de caso pois, apesar de sua localização mais a montante, o mesmo sofre reiteradamente com inundações que contribuem para a degradação dos ambientes construído e natural. Conforme apontado pelo Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais (PDMAP) da cidade do Rio de Janeiro (HIDROSTUDIO/FCTH, 2014), Realengo é um dos principais pontos que apresentam falhas no sistema de drenagem e, por consequência, está suscetível a cheias urbanas. Acrescenta-se, ainda, um contexto de grave vulnerabilidade ambiental observada neste recorte, devido à escassez de cobertura vegetal e de espaços permeáveis, ao elevado grau de assoreamento e contaminação dos corpos hídricos, além de um microclima com temperaturas médias elevadas.

O desenvolvimento de estratégias projetuais para este estudo de caso tem o propósito de aplicação de tipologias de IVAs com foco na mitigação de inundações em toda a bacia hidrográfica, por meio da redução do escoamento superficial, do prolongamento do tempo de entrada das águas pluviais no sistema de microdrenagem, do aumento da infiltração do solo urbano e do acréscimo no armazenamento em espaços livres multifuncionais (VERÓL, 2012; HERZOG, 2013). As tipologias empregadas correspondem a parque fluvial, bacia de detenção multifuncional, jardins de chuva e canteiros pluviais, além de pavimentação permeável.

A primeira, também denominada parque linear, trata-se de corredores verdes e azuis que constituem paisagens multifuncionais, sendo utilizados tanto para retenção de parte das águas pluviais, como para criação de áreas de lazer (BONZI, 2015), cujos principais benefícios são a redução das temperaturas médias nas cidades, melhoria da qualidade do ar e da água, sequestro de carbono, ampliação da biodiversidade, proteção das faixas marginais e reconexão entre as pessoas e os rios no ambiente urbano. As bacias de detenção são estruturas rebaixadas em relação ao entorno, projetadas para serem mantidas secas durante períodos de estiagens e receberem volumes de água de chuva durante e após a precipitação (CANHOLI, 2015). Esta solução-tipo também permite múltiplos usos, sendo recomendada sua aplicação em modo off-line, ou seja, fora de linha com a rede de drenagem, pois, dessa maneira, o reservatório funciona exclusivamente quando necessário (MIGUEZ; DI GREGÓRIO; VERÓL, 2017).

Os Jardins de chuva e canteiros pluviais são jardins construídos em cotas mais baixas, formando depressões onde águas pluviais se acumulam e, gradualmente, infiltram no solo (BATTEMARCO, 2018). A vegetação que compõe os jardins pode ser diversa em espécie e tamanho, sendo esta responsável pela filtragem da água e retirada de poluentes. Já a pavimentação permeável (ou drenante) corresponde a alguns tipos de pavimento que permitem a infiltração de águas pluviais no solo, utilizados com o objetivo de reduzir o escoamento superficial e recarregar as águas subterrâneas (MIGUEZ; DI GREGÓRIO; VERÓL, 2017). Caso seja utilizada em larga escala, ocupando uma parcela considerável de áreas urbanas, pode apresentar resultados significativos na redução de lâminas de inundação (MIGUEZ; VERÓL; REZENDE, 2016).

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo aplicar estratégias projetuais para um recorte de estudo na Bacia Hidrográfica do Rio Acari, no Município do Rio de Janeiro, visando a elaboração de um projeto de requalificação urbana e ambiental, a ser desenvolvido em etapas futuras, por meio de intervenções em espaços livres públicos e da implementação de soluções de drenagem urbana sustentável para reduzir o impacto das inundações.

3 MÉTODO DE ANÁLISE

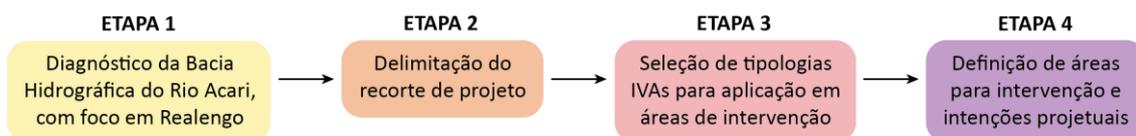
A construção deste trabalho se baseia em um método de análise que envolve quatro etapas. A primeira delas corresponde ao diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Acari, com foco nas condições socioambientais de Realengo, avaliando a situação atual dos corpos hídricos que atravessam o bairro e possíveis deficiências da rede de drenagem. Dessa forma, foi realizada uma análise das camadas deste território, entendendo-se inicialmente a bacia hidrográfica como unidade de planejamento urbano e sob uma perspectiva de abordagem sistêmica, para então avaliar as condições sociais, econômicas e ambientais na escala do caso de estudo, Realengo, a fim de atender as demandas locais.

A segunda etapa se concentra na definição de um recorte de projeto, que corresponde à área demarcada para intervenção e aplicação de soluções de drenagem sustentável, a partir da análise dos usos e das dinâmicas urbanas locais, considerando-se a relevância histórica, arquitetônica e cultural da mesma. Ademais, a avaliação das condições ambiental e hídrica dos cursos d'água, assim como a localização das lâminas de inundação mais críticas (identificadas por meio de modelagem hidrodinâmica), foi um critério importante para a delimitação do recorte. De modo complementar, foram investigados também os espaços livres monofuncionais ou pouco apropriados pela população local, com potencial para requalificação e integração através dos principais percursos realizados dentro do bairro.

A terceira etapa abrange a seleção de tipologias de Infraestrutura Verde e Azul (IVA) para aplicação no recorte de projeto, com foco na mitigação das cheias urbanas, por meio do aumento da infiltração e retenção do solo, o alívio da rede de drenagem existente e a melhoria das condições ambientais locais. A escolha das tipologias se baseia nas especificidades do bairro, a fim de agregar diversos benefícios proporcionados pelas IVAs, além de visar a redução do pico de cheia durante eventos de chuva, o decréscimo do escoamento superficial, a diminuição das lâminas de inundação e a atenuação de danos e perdas socioeconômicas.

Por fim, a quarta etapa abrange as estratégias projetuais definidas para o desenvolvimento de um projeto, em etapa futura, voltado para requalificação urbana e ambiental do território estudado. Esta etapa apoia-se na investigação de dois trabalhos acadêmicos desenvolvidos previamente por Oliveira (2018) e Gomes (2022) para a mesma bacia hidrográfica, com o intuito de selecionar áreas livres que atualmente encontram-se fragmentadas, subutilizadas e, em alguns casos, ambientalmente degradadas, para propor intervenções urbanas a fim de criar um sistema de espaços livres articulados e multifuncionais. A Figura 1 indica, de forma esquemática, as etapas metodológicas previamente descritas.

Figura 1 – Etapas metodológicas aplicadas ao desenvolvimento do artigo



Fonte: Elaborado por Giulia Figueiredo Ferreira (2023).

4 RESULTADOS

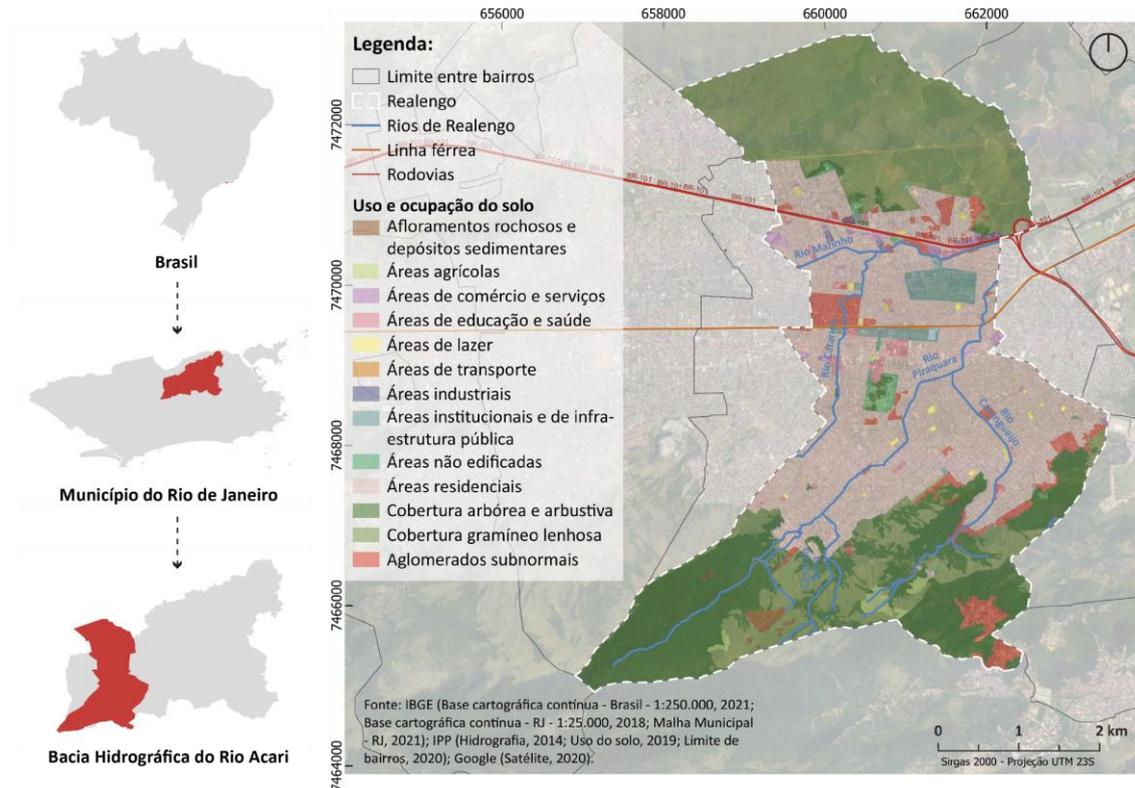
4.1 Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Acari, com foco em Realengo

Realengo possui ocupação predominantemente residencial (em torno de 37% de todo o território), mas seu centro histórico, local da ocupação urbana inicial, compreende usos diversificados, como comércio e serviços, educação, saúde, institucional e financeiro, conforme indicado na Figura 2. Este é o 4º bairro mais populoso do Município, apresentando 180.123 moradores até 2010, e com estimativa de 245.850 habitantes em 2020 (IBGE, 2010). Nele são observados alguns pontos com ocupação desordenada e irregular, que correspondem a aglomerados subnormais (IBGE, 2010) que se concentram principalmente nas vertentes do Maciço da Pedra Branca e nas margens dos Rios Catarino e Piraquara, representando aproximadamente 4% da área do bairro. Percebe-se uma carência de espaços de áreas de lazer, como praças, campos de futebol e parques, que correspondem a menos de 1% nesta região.

Os principais rios que atravessam a região encontram-se sob forte influência da malha urbana, tendo sofrido ações antrópicas como variação de seção, impermeabilização das margens e/ou do leito, retirada de vegetação ciliar, entre outras. Ademais, Realengo se caracteriza por uma infraestrutura urbana deficiente, que se reflete na problemática quanto ao saneamento básico, onde ocorrem inúmeras interferências entre os sistemas além da insuficiência da rede de drenagem existente. Foi identificado um padrão de despejo inadequado de lixo em vias públicas, impactando a rede de microdrenagem, assim como em corpos hídricos, juntamente do lançamento de efluentes não tratados, por meio de ligações prediais irregulares.

As águas dos Rios Piraquara e Caranguejo, especificamente, foram enquadradas na Classe 4, segundo estudos de qualidade hídrica, equiparando-se a trechos fluviais com alto grau de degradação, utilizados apenas para assimilação e transporte de efluentes domésticos e industriais, sem previsão de uso para atividades humanas (ALVES, 2015. MARTINS; DE AZEVEDO; FIGUEIREDO, 2017). Além disso, os trechos urbanos dos cursos d'água encontram-se altamente assoreados e apresentam capacidade hidráulica reduzida - devido à canalização e retificação -, com calha principal que apresenta largura variável entre 2,5 m e 15 m. Quanto aos principais pontos afetados por inundações, na região entre a Avenida de Santa Cruz e a Rua Bernardo de Vasconcelos, duas vias importantes que estruturam a ocupação do bairro, são observadas lâminas de inundação significativas (entre 0,35 m e acima de 1m) em eventos de chuva, segundo modelagem hidrodinâmica.

Figura 2 – Mapa de contexto, uso e ocupação do solo no recorte de estudo



Fonte: Elaborado por Giulia Figueiredo Ferreira (2023).

Realengo enfrenta desafios significativos em relação à preservação ambiental e ao planejamento urbano adequado. A maior parte das margens dos corpos hídricos em trechos urbanos encontram-se ocupadas por edificações residenciais, sujeitas ao risco de eventos de cheias e aos danos associados. O bairro passou por um processo de evolução urbana onde a ocupação ocorreu de forma desordenada e sem investimentos apropriados em infraestrutura urbana, especialmente em sistemas de saneamento básico. Há um alto grau de impermeabilização do solo e escassez de cobertura vegetal, destacando-se duas extensas manchas verdes nas bordas sul e norte do bairro (conforme o mapa), as quais compõem a Unidade de Conservação do Parques Estadual da Pedra Branca. No interior do bairro, a presença de espaços vegetados é bastante limitada, sendo encontrada principalmente em terrenos não edificados e em áreas sob jurisdição do Exército.

4.2 Delimitação do recorte de projeto

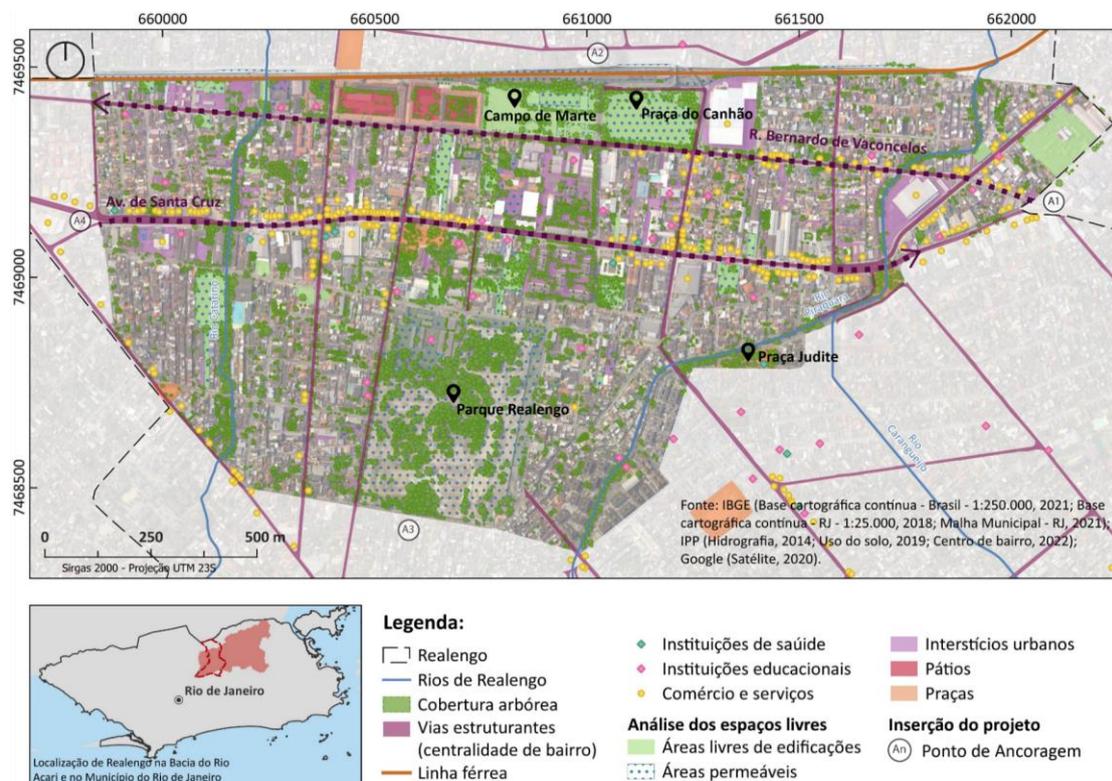
Após a caracterização do território estudado, foi definido o recorte de projeto, que receberá soluções de drenagem sustentável visando a requalificação urbana e ambiental. Para a demarcação do mesmo, considerou-se as centralidades de bairro, que correspondem às vias estruturantes, responsáveis pela conexão com outros bairros da Zona Oeste e demais áreas da cidade. Juntamente com este aspecto, foi ponderada a relevância do centro histórico de Realengo, como ponto de ocupação inicial e como local que concentra usos diversos - com edificações residenciais, de comércio e serviços, institucionais, educacionais e de saúde -, somada à intensa movimentação de pessoas e veículos. Além disso, foi estabelecido como critério a inclusão dos Rios Catarino e Piraquara, pois ambos possuem relevância para o contexto de inundações do bairro.

Julgou-se importante a inclusão do terreno onde está sendo implementado o projeto do Parque Realengo, devido a algumas particularidades como: a importância histórica e cultural desta área, que abrigava parte das instalações da antiga Fábrica de Cartuchos e Artifícios de Guerra; seu papel fundamental para as condições ambientais deste território, já que esta se mantém como uma grande área vegetada e permeável; e o potencial de atração de pessoas e o estabelecimento de usos e apropriações diversos no local a partir da inauguração do primeiro parque urbano no bairro. O objetivo é integrá-lo ao projeto de requalificação urbana e ambiental, como um dos componentes que estruturam o mesmo, sendo este capaz de contribuir para articulação de demais espaços livres que atualmente encontram-se fragmentados.

Outro critério utilizado para delimitação deste recorte foi a identificação dos possíveis caminhos escolhidos pelos moradores e por aqueles que visitam a região, considerando-se locais de chegada e partida de pessoas, os meios de transporte disponíveis e, sobretudo, a possibilidade de percursos realizados por transporte alternativo, como ciclovias, ou a pé. Dessa forma, o recorte de projeto proposto está ancorado em quatro pontos estratégicos, considerando o potencial de inserção do projeto no tecido urbano consolidado e de estímulo à atração de pessoas, não apenas de moradores locais, mas com possibilidade de alcance para a população da Zona Oeste, como um todo, Zona Norte e parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ).

A Figura 3 apresenta uma aproximação, na escala do recorte, sintetizando as análises acerca das dinâmicas urbanas e dos espaços livres públicos e privados, conforme descrito previamente, além de localizar os pontos de ancoragem que justificam a escolha deste traçado.

Figura 3: Aproximação do recorte de projeto e pontos de ancoragem



Fonte: Elaborado por Giulia Figueiredo Ferreira (2023).

- a) **Ponto de ancoragem 1 (A1):** situado no limite entre os bairros de Realengo e Magalhães Bastos (ao leste no mapa), foi definido com base no relevante papel de duas

vias estruturantes da região, que conectam o recorte ao entorno próximo e demais localidades. A primeira liga Realengo a bairros da Zona Oeste e da Zona Norte, enquanto a segunda dá acesso à Avenida Brasil, para conexão com diversas áreas da cidade e de municípios vizinhos.

- b) **Ponto de ancoragem 2 (A2):** corresponde ao limite físico constituído pela linha férrea (ao norte no mapa), que separa o bairro em duas porções e ainda faz a delimitação de espaços livres fragmentados, a Praça do Canhão e o Campo de Marte. Este importante equipamento urbano conecta o bairro ao Centro da cidade, sendo a Estação de Trem de Realengo o local de chegada e partida de um considerável contingente de pessoas todos os dias.
- c) **Ponto de ancoragem 3 (A3):** representa o limite entre uma das bordas do Parque Realengo e o tecido urbano densamente ocupado (ao sul no mapa), próximo a uma das centralidades de bairro, a qual concilia atividades comerciais e de serviços, educacionais, de lazer e, ainda, uso residencial.
- d) **Ponto de ancoragem 4 (A4):** definido, de modo similar ao ponto de ancoragem 1, com base no limite entre Realengo e Padre Miguel (ao leste no mapa), este ponto está situado no encontro entre duas vias estruturais e centralidades de bairro, além de estar relativamente próximo ao centro do Bairro de Bangu, que apresenta forte comércio popular, usos diversos e grande circulação de pessoas e veículos.

4.3 Definição das tipologias de IVAs

As tipologias de IVAs selecionadas para aplicação no recorte de projeto foram definidas visando a requalificação de espaços livres existentes, conferindo-lhes novos usos e dinâmicas urbanas, melhorando tanto as condições socioambientais como o microclima local. Elas apresentam grande potencial para redução dos impactos gerados pelas cheias urbanas, que afetam diretamente a qualidade de vida da população, o funcionamento de serviços públicos, as condições habitacionais, entre outros aspectos. A escolha de tais tipologias foi pautada nas especificidades e demandas do bairro, a fim de agregar diversos benefícios proporcionados pelas IVAs, com foco na redução do escoamento superficial, na diminuição das lâminas de inundação, além da mitigação de danos e perdas socioeconômicas.

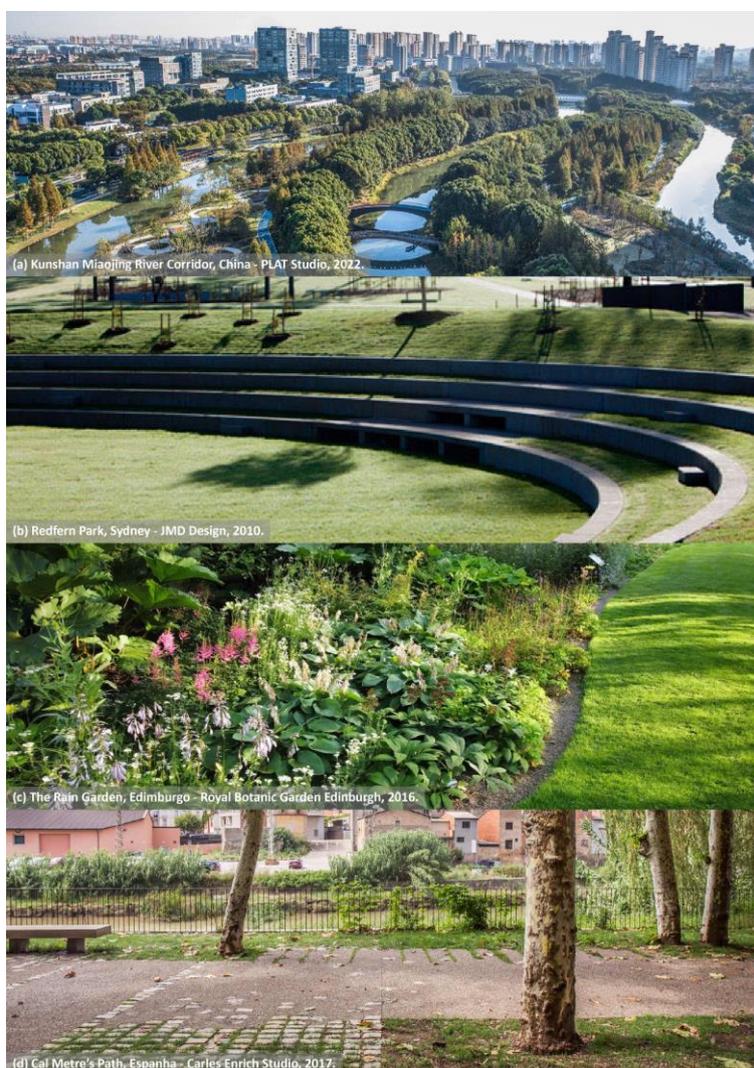
Dentre as tipologias concebidas para aplicação no projeto os parques fluviais (ou lineares) serão implantados no recorte para receber parte do volume extravasado pelos corpos hídricos durante eventos de cheias. Ademais, tal solução-tipo foi selecionada com o intuito de suprir a carência de áreas de lazer e ampliar a permeabilidade das margens dos rios. Os parques lineares permitem, ainda, a conexão entre espaços livres atualmente fragmentados, potencializando seu uso e apropriação pela população local, tal qual o projeto de parque fluvial desenvolvido para o Rio Miaoqing, na China (Figura 4a). Já as bacias de retenção multifuncionais foram escolhidas com o intuito de implantar reservatórios de armazenamento temporário, capazes de reduzir as vazões de pico durante eventos de cheias no bairro. Sua aplicação permitirá usos diversos, podendo funcionar como quadras esportivas, anfiteatros ou pistas de skate rebaixadas, tal qual utilizado no projeto do Redfern Park, na Austrália (Figura 4b).

Os jardins de chuva e os canteiros pluviais também serão empregados no projeto, com a finalidade de receberem águas pluviais de áreas adjacentes impermeabilizadas. Tais soluções

permitem o alívio do sistema de drenagem urbana, reduzindo o escoamento superficial, além de contribuírem para recuperação da biodiversidade. Como exemplo, pode-se citar o Jardim Botânico Real de Edimburgo (Figura 4c), na Escócia, que desenvolveu jardins de chuva para uma área sujeita a alagamentos, por meio da inclusão de espécies resistentes à água e típicas de terrenos de brejo e pântano. A pavimentação permeável (ou drenante) foi escolhida como uma alternativa para recuperação de superfícies impermeabilizadas, podendo ser aplicada em calçadas, estacionamentos e vias de menor tráfego de Realengo. O projeto de Recuperação do Caminho de Cal Metre (Figura 4d), na Espanha, optou pelo uso de paralelepípedos reaproveitados dispostos com juntas abertas para manutenção da permeabilidade do solo.

A Figura 4 apresenta o conjunto de referências projetuais citadas previamente, as quais empregam tipologias de IVAs em diferentes contextos urbanos, a fim de orientar a intervenção proposta para Realengo.

Figura 4: Referências projetuais para aplicação de tipologias de IVAs



Fontes: (a) Landezine, Miaojing River - From a Hidden Treasure to Ecological Infrastructure, 2022. Disponível em: <https://landezine.com/miaojing-river-by-plat-studio/>; (b) Redfern Park – creating a different playground experience, 2011. Disponível em: <https://worldlandscapearchitect.com/redfern-park-creating-playground-experience/?v=19d3326f3137>; (c) The Rain Garden, [s.d.]. Disponível em: <https://www.rbge.org.uk/collections/living-collection/sustainability-at-the-gardens/the-rain-garden/>; (d) Cal Metre's Path – Carles Enrich Studio, [s.d.]. Disponível em: <https://carlesenrich.com/projects/cal-metres-path/>

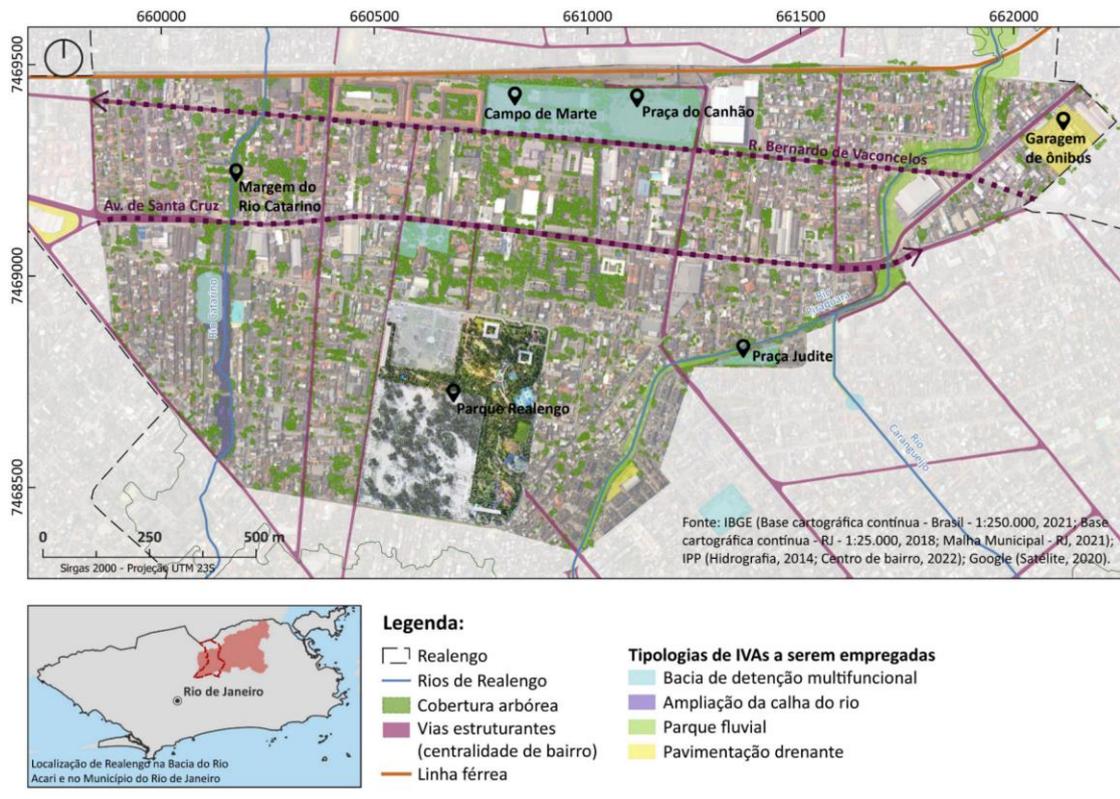
4.4 Definição de áreas para intervenção e intenções projetuais

A delimitação de possíveis áreas para intervenção neste projeto foi realizada a partir da análise de diretrizes projetuais para mitigação de cheias urbanas na Bacia Hidrográfica do Rio Acari propostas por Oliveira (2018) e Gomes (2022). Ambos trabalham na escala da bacia, tendo o primeiro estudo delimitado um conjunto de áreas não edificadas capazes de serem convertidas em um sistema de espaços livres passível de intervenção, a fim de aplicar soluções tradicionais, para correções estruturais na rede de drenagem existente, aliadas a soluções sustentáveis de drenagem que contribuíssem para uma melhora no contexto atual de inundações. O segundo trabalho aprofunda o estudo pregresso, criando uma alternativa de projeto para mitigação de cheias, por meio do uso de tipologias de IVAs, como parques fluviais, jardins de chuva, bacias de retenção e retenção, e pavimentação drenante como principal estratégia projetual.

Oliveira (2018) identifica áreas livres da bacia sujeitas a inundações em eventos de chuva extremos, que podem ser consolidadas no sistema de espaços livres, por meio de uma abordagem multifuncional que integre as mesmas a outros usos e infraestruturas urbanas, para fins de amortecimento de cheias e reestruturação do ambiente urbano (OLIVEIRA, 2018). Já Gomes (2022) elenca os benefícios associados à aplicação das IVAs na Bacia Hidrográfica do Rio Acari, assim como as principais dificuldades encontradas para o desenvolvimento de medidas sustentáveis neste contexto urbano, definindo diretrizes para um cenário projetual. O uso de soluções-tipo possibilita a replicação das diretrizes em outras bacias urbanas com características semelhantes ao caso de estudo e por meio de um processo participativo, que considere ações adotadas em conjunto com a comunidade local (GOMES, 2022).

Dessa forma, foram analisados os espaços livres selecionados por ambos os autores, considerando o caso de estudo deste trabalho, juntamente com a avaliação do diagnóstico realizado sobre as condições urbanas e ambientais, além da função atual do sistema de espaços livres de Realengo. A Figura 5 condensa a avaliação dos três estudos para a identificação de possíveis áreas de intervenção situadas dentro do recorte de projeto estabelecido.

Figura 5: Mapa de tipologias de IVAs e possíveis áreas de intervenção

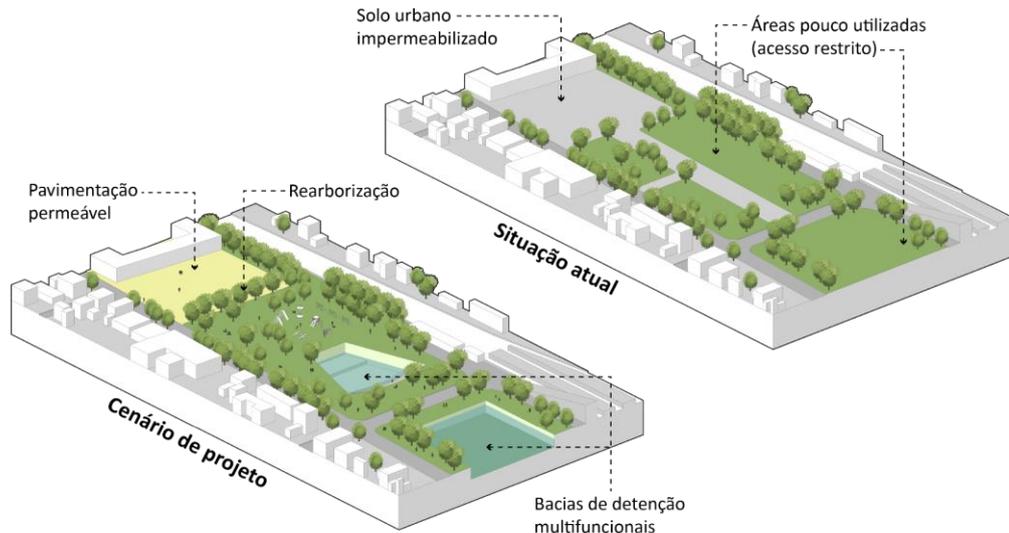


Fonte: Elaborado por Giulia Figueiredo Ferreira (2023).

As áreas visadas para intervenção e as consecutivas intenções projetuais são detalhadas a seguir:

- Praça do Canhão e Campo de Marte:** este conjunto de praça e campo vegetado, ambos sob jurisdição do Exército, correspondem a espaços livres contíguos localizados na Rua Bernardo de Vasconcelos. Tais áreas permanecem permeáveis e vegetadas, apresentando dimensões generosas, além de possuírem localização estratégica, no centro do bairro. Compreende-se um potencial de conversão destes espaços em equipamentos urbanos de uso público, sem restrições de acesso, viabilizando a constituição de uma paisagem urbana multifuncional, onde drenagem urbana e infraestruturas de lazer estão integradas. Pretende-se implantar quadras esportivas, anfiteatros e pistas de skate rebaixados, que funcionem também como bacias de retenção, para armazenamento temporário de águas pluviais. Paralelamente, é proposto o emprego de pavimentação permeável, implementação de mobiliário e equipamentos voltados para recreação, lazer, permanência e atividades físicas, além de incremento da arborização, tal qual a representação da Figura 6.

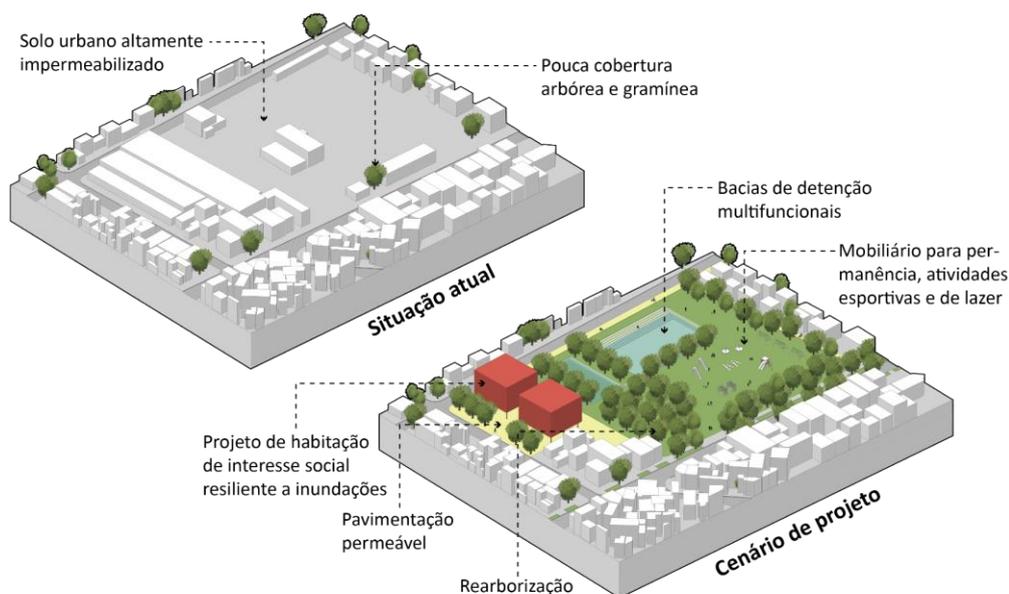
Figura 6: Intenção projetual para Praça do Canhão e Campo de Marte



Fonte: Elaborado por Giulia Figueiredo Ferreira (2023).

- b) **Garagem de ônibus:** Este é um espaço livre privado, completamente impermeabilizado e monofuncional, que é utilizado como garagem de ônibus. Avalia-se que este tipo de uso poderia ser remanejado para outra área da cidade, pois tal equipamento está atualmente inserido em um tecido urbano densamente ocupado, especialmente neste ponto do recorte, onde encontra-se uma ocupação irregular, com edificações implantadas muito próximas do leito do Rio Piraquara. Tais residências estão sob constante risco de inundação em eventos de cheia, devido à elevação do nível do curso d'água. Por isso, estipula-se a utilização deste terreno para criação de uma praça vegetada e permeável, com proposta de replantio de espécies vegetais, associado ao uso de tipologias de IVAs, como bacia de retenção, pavimentação permeável, jardins de chuva e canteiros pluviais. Destina-se, ainda, parte do terreno para implantação de Habitação de Interesse Social, cujo projeto prevê que sejam edificações resilientes a inundações, conforme esboçado na Figura 7.

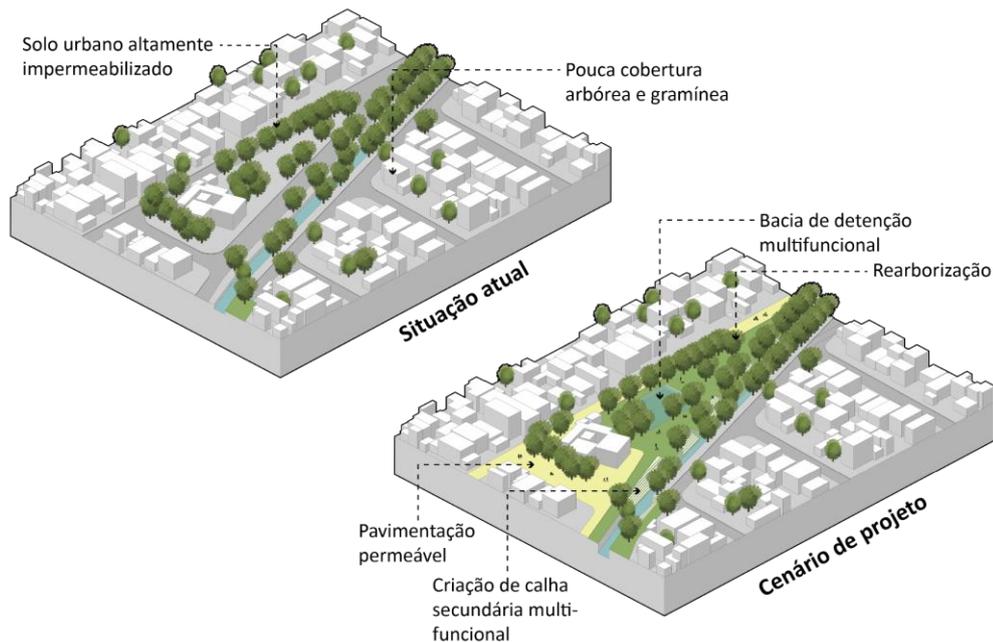
Figura 7: Intenção projetual para garagem de ônibus



Fonte: Elaborado por Giulia Figueiredo Ferreira (2023).

- c) **Praça Judith Lima Ribeiro:** Localizada junto à calha do Rio Piraquara, em um trecho mais a montante da bacia, a praça está situada em uma área residencial e relativamente próxima do Parque Realengo. Nela está presente uma instituição de saúde, a Casa de Parto David Capistrano Filho, e há presença de mobiliário recreativo e de permanência. Esta é uma das áreas selecionadas por Gomes (2022) para a aplicação da tipologia de bacia de detenção, o que é mantido na intenção projetual aqui proposta, somando-se, ainda, o uso de pavimentação drenante e implantação de um parque linear, sendo prevista a criação de uma calha secundária para extravasamento do curso d'água em períodos de cheia, como indicado na Figura 8.

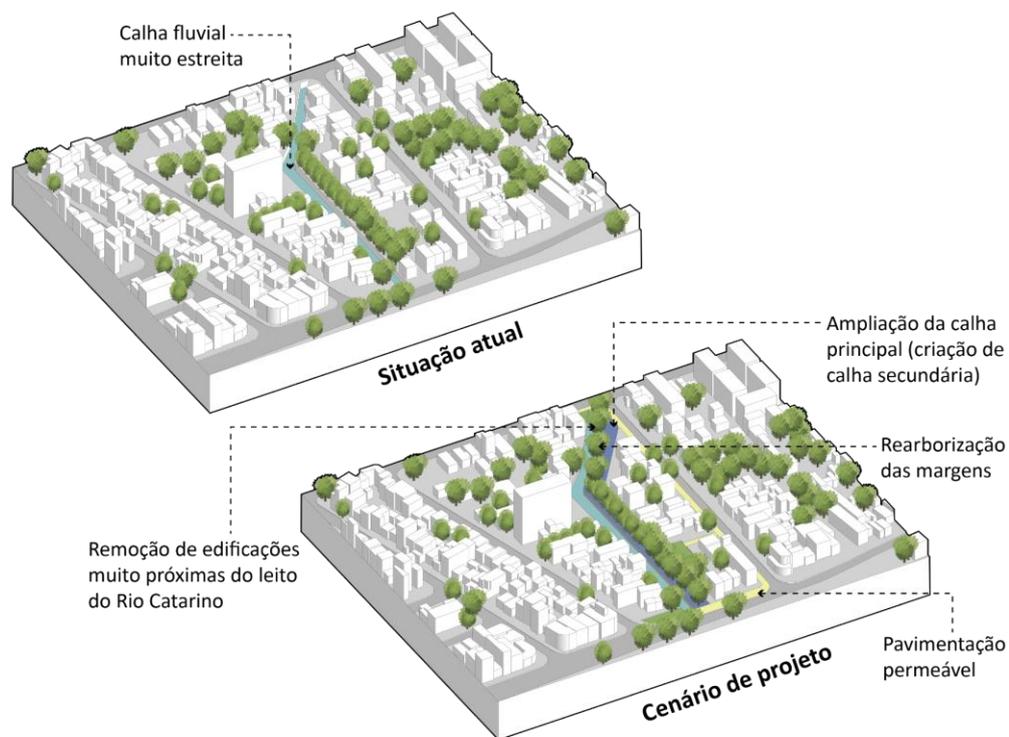
Figura 8: Intenção projetual para Praça Judith Lima Ribeiro



Fonte: Elaborado por Giulia Figueiredo Ferreira (2023).

- d) **Margem livre do Rio Catarino:** Entre a Avenida de Santa Cruz e a Rua Bernardo de Vasconcelos, encontra-se um loteamento atravessado pelo Rio Catarino, onde as margens encontram-se ocupadas por edificações residenciais. Apenas em um pequeno trecho observa-se um afastamento, de aproximadamente 15m, entre os fundos dos lotes e a calha deste curso d'água, conferindo-lhe uma margem direita livre e permeável. Propõe-se a conversão deste espaço livre atualmente inacessível, em um parque linear, destinado à apropriação pelos moradores do entorno (Figura 9). É sugerida a criação de uma calha secundária para o recebimento de parte do volume de águas fluviais durante eventos de chuva forte e intensa, a partir da remoção de algumas casas implantadas muito próximas do leito do rio, que se encontram sob elevado risco. Por fim, a utilização de pavimentação permeável e rearborização das margens complementam esta intervenção, constituindo-se um corredor verde e azul para resgatar a biodiversidade local.

Figura 9: Intenção projetual para margem do Rio Catarino



Fonte: Elaborado por Giulia Figueiredo Ferreira (2023).

5 CONCLUSÃO

Este estudo propõe o emprego de medidas sustentáveis para o manejo das águas pluviais em Realengo, na cidade do Rio de Janeiro, região caracterizada pela degradação da paisagem urbana e pela perda de qualidade ambiental, em vista da ocorrência de eventos de inundação. Por meio de um projeto de requalificação, pautado na construção de uma cidade mais resiliente às cheias, na recuperação do ciclo hidrológico e da biodiversidade, assim como na criação de uma paisagem urbana multifuncional que atenda demandas sociais e hidráulicas, foram estabelecidas estratégias projetuais para intervenção em um recorte do bairro. Desta forma, pretende-se, em etapa futura, elaborar um projeto básico, a partir das bases conceituais

e tipológicas expostas neste artigo, com aplicação de Infraestruturas Verdes e Azuis apropriadas para o local de sua inserção, mas que se configuram como soluções-tipo que podem ser replicadas, no futuro, em outras áreas da Bacia Hidrográfica do Rio Acari, dentro da lógica de abordagem sistêmica e planejamento urbano na escala da bacia.

6 REFERÊNCIAS

- ALVES, Alessandra M. et al. **Avaliação Ecotoxicológica da Qualidade das Águas do Rio Catarino, Realengo, RJ**. XII Congresso Nacional do Meio Ambiente de Poços de Caldas, Minas Gerais, 2015.
- BAPTISTA, Márcio. CARDOSO, Adriana. Rios e Cidades: Uma Longa e Sinuosa História... **Revista UFMG**. Belo Horizonte, v. 20, n.2, p. 124-153, 2013.
- BATTEMARCO, Bruna Peres. *et al.* Sistemas de espaços livres e drenagem urbana: um exemplo de integração entre o manejo sustentável de águas pluviais e o planejamento urbano. **Paisagem e Ambiente**, n. 42, p. 55-74, 2018.
- BENEDICT, Mark A.; MCMAHON, Edward T. *Green infrastructure: smart conservation for the 21st century*. Washington, D.C.: Sprawl Watch Clearinghouse Monograph Series, 2002. Disponível em: <http://sprawlwatch.org/greeninfrastructure.pdf>.
- BONZI, Ramon. **Andar sobre Água Preta: a aplicação da Infraestrutura Verde em áreas densamente urbanizadas**. 2015. 159 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) -Universidade de São Paulo, USP, São Paulo.
- CANHOLI, Aluísio Pardo. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- FCTH, Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. Projeto técnico: Jardins de chuva. [S. l.], p. 13, [s.d.]. Disponível em: solucoeparacidades.com.br/wp-content/uploads/.../AF_Jardins-de-Chuva-online.pdf.
- GOMES, Maria Vitória R. **Infraestruturas Verdes e Azuis Como Estratégia de Resiliência e Recuperação de Rios Urbanos: Estudo de Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Acari, Rio de Janeiro**. Dissertação de mestrado em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa de Pós Graduação em Arquitetura Paisagística, FAU/UFRJ, Rio de Janeiro, 2022.
- GUIMARÃES, Luciana F. **Metodologia para Avaliação da Capacidade de Recuperação em Função de Prejuízos de Sucessivos Eventos de Inundação**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.
- HERZOG, Cecília P. **Cidades para Todos: (Re)Aprendendo a Conviver com a Natureza**. Rio de Janeiro: Mauad X/Inverde, 1. ed., 2013.
- IBGE. **Censo demográfico de 2010**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.
- MARTINS, Jana L. DE AZEVEDO, José P. S. FIGUEIREDO, Iene C. **IV-209- Estudo da Qualidade Hídrica da Bacia do Rio Piraquara para Análise da Proposta de Enquadramento do Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía De Guanabara**. São Paulo: Congresso ABES/FENASAN, 2017.
- MIGUEZ, Marcelo G. VERÓL, Aline P. REZENDE, Osvaldo M. **Drenagem Urbana: Do Projeto Tradicional à Sustentabilidade**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2016.
- MIGUEZ, Marcelo G.; DI GREGORIO, Leandro; VERÓL, Aline P. **Gestão de Riscos e Desastres Hidrológicos**. Elsevier Brasil, 2017 [s.l.: s.n.].
- OLIVEIRA, Antonio K. B. **O Sistema de Drenagem Como Eixo Estruturante do Planejamento Urbano: Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Acari**. Dissertação de mestrado em engenharia civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.
- VERÓL, A. P. **Requalificação Fluvial Integrada ao Manejo de Águas Urbanas para o Desenvolvimento Sustentável da Cidade**. Tese de Doutorado em engenharia civil pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.