



Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo



# Qualificação dos Espaços Livres no Sistema de Manejo de Águas Pluviais na Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue

Beatriz Amback

Trabalho Final de Graduação

Orientação:  
Aline Pires Veról  
Andrea Queiroz Rego

Rio de Janeiro  
2021

# Resumo

Em áreas de urbanização consolidada, as inundações são um problema frequente, e como tentativa de solucioná-las, o manejo de águas pluviais adquiriu diversas abordagens ao longo da história. Atualmente, o viés sustentável ganhou popularidade, buscando um equilíbrio entre as necessidades da sociedade e a dinâmica da natureza com vistas a uma cidade resiliente. Na cidade do Rio de Janeiro, nota-se uma situação especialmente crítica na Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue, que drena para a Baía de Guanabara. Após a análise de diferentes projetos urbanos na área compreendida pela bacia escolhida para estudo, é proposta uma intervenção projetual em um recorte no bairro do Grajaú, incorporando propostas dos trabalhos prévios estudados. O projeto é composto por estruturas de manejo de águas pluviais visando a Drenagem Urbana Sustentável integradas à paisagem urbana em espaços públicos com caráter multifuncional, contribuindo não só para a mitigação de cheias como para outras demandas sociais.

**Palavras-chave:** Sistema de Espaços Livres; Drenagem Urbana Sustentável; Infraestrutura Verde e Azul; Resiliência Urbana.



# Sumário

<b>1.Introdução .....</b>	<b>5</b>
1.1.Problema .....	5
1.2.Justificativa/Relevância .....	6
1.3.Objeto de Estudo .....	6
1.4.Objetivos.....	7
1.5.Delimitação da Intervenção .....	8
1.6.Estrutura .....	10
<b>2.Base Teórica .....</b>	<b>11</b>
2.1.Sistema de Espaços Livres (SEL) .....	12
2.1.1. Caracterização dos Espaços Livres .....	12
2.1.2. Plano de Integração de Áreas Verdes das Regiões Administrativas de Tijuca e Vila Isabel .....	14
2.2.Drenagem Urbana Sustentável .....	16
2.2.2. Planos de Drenagem Urbana .....	20
2.3. Resiliência Urbana .....	27
<b>3.Metodologia .....</b>	<b>29</b>
<b>4. Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Canal do Manguê .....</b>	<b>30</b>
4.1. Contextualização Histórica .....	33
4.2. Caracterização Urbana Atual .....	38
4.3. Caracterização da Drenagem .....	49
4.4. Delimitação da Área de Intervenção.....	53
<b>5. Estratégias Projetuais.....</b>	<b>58</b>
5.1. Caracterização dos Espaços de Intervenção.....	58
5.2. Referências Projetuais.....	62
5.2.1. Watersquare Benthemplein (Holanda) .....	62
5.2.2. Freyberg Place (Nova Zelândia).....	64
5.2.3. Largo das Araucárias (Brasil).....	66
5.3. Diretrizes.....	68

5.3.1. Ações Voltadas à Resiliência Urbana.....	68
5.3.2. Diretrizes Paisagísticas dos Espaços Livres .....	71
<b>6. Projeto .....</b>	<b>73</b>

#### **ANEXO: Material Referente ao Projeto**



# 1. Introdução

## 1.1. Problema

O surgimento das cidades, historicamente, esteve condicionado à presença de corpos hídricos, a exemplo da ocupação dos rios Nilo e Amarelo a partir do V milênio a.C. por vilas, que posteriormente transformaram-se em cidades. Os rios eram os responsáveis pela irrigação, pela água para consumo e higiene e também favoreciam a comunicação e o comércio, além da possibilidade de defesa e proteção das cidades (como a construção de cidades em ilhas ou áreas pantanosas) (BAPTISTA; CARDOSO, 2013).

Entretanto, a ocupação humana impacta na qualidade ambiental dos corpos hídricos, que passam a receber cargas sanitárias, resíduos, poluição urbana e ocupação das margens. Além disso, o padrão de uso e ocupação do solo também é alterado, aumentando a sua impermeabilização, o que sobrecarrega os corpos hídricos e impacta no funcionamento de toda a bacia hidrográfica (VERÓL, 2013).

A relação do homem com os rios ao longo da história foi marcada por diversas fases, com aproximações e antagonismos sucessivos (BAPTISTA; CARDOSO, 2013). Após viabilizar a construção das cidades, os corpos hídricos passaram a sentir os impactos da urbanização, fenômeno intensificado a partir do século XVII, com a revolução industrial. Já no século XIX, com a dissipação de epidemias, a abordagem higienista ganhou lugar, tanto na Europa quanto no Brasil, criando estruturas para a rápida evacuação da água, na tentativa de evitar enchentes e doenças de veiculação hídrica.

Hoje em dia já é entendido que essas estratégias tradicionais de manejo de águas não resolvem as ameaças de inundação e nem impedem a contaminação dos corpos hídricos, além de provocarem a perda de funções ecossistêmicas e do valor paisagístico. A relação do homem com os rios foi tão afetada que este elemento deixou de ser visto como um recurso, e agora é tratado como um empecilho no meio urbano, e as soluções de drenagem urbana buscam afastar a água dos olhares dos cidadãos.

Em 2007, a população global tornou-se predominantemente urbana, e a previsão é que até 2050 essa proporção atinja 70% (AHERN, 2011). Esse crescimento indica a necessidade de uma nova abordagem para problemas de cheias urbanas e tratamento de corpos hídricos, que busque uma reintegração desses elementos ao meio urbano, respeitando e resgatando a dinâmica da natureza, mas que atenda às necessidades humanas, analisando também o custo-benefício e incorporando novas tecnologias. Novos conceitos ganharam força, como o de cidades sensíveis à água, que têm a água como vetor e foco de desenvolvimento e o de cidade-esponja, que busca criar espaço para a água dentro das cidades.

Em meio a esse contexto complexo, com novas demandas urbanísticas, ambientais e sociais, é necessário entender que, ao trabalhar o retrofit de cidades antigas e já altamente urbanizadas, não é tão simples identificar processos naturais, uma vez que esses já foram severamente alterados ou até erradicados. Diante desse cenário, Laurie (1989) sugere uma atitude ecológica focada em promover condições para o conforto dos cidadãos com o mínimo de impacto no ambiente.

## 1.2. Justificativa/Relevância

O surgimento de técnicas sustentáveis para mitigação de cheias, em oposição à infraestrutura tradicional de drenagem, além de promover a resiliência urbana, traz a oportunidade de integração com a paisagem, possibilitando a qualificação de espaços (SERRE et al., 2018).

Reconhecendo a importância do Sistema de Espaços Livres de uma cidade para a população e o seu valor ecológico, propõe-se um projeto que preveja o funcionamento desses espaços simultaneamente para amortecimento de cheias e diversos outros usos para a população, como lazer e contemplação. A multifuncionalidade, estratégia fundamental em áreas urbanas densamente ocupadas, é um elemento chave nesse trabalho, uma vez que os espaços que resistiram à ocupação por construções são escassos e devem ser preservados e apropriados de diversas formas para garantir a vitalidade da cidade (ARTMANN et al., 2019).

A transdisciplinaridade também é essencial em projetos de drenagem urbana sustentável para que as estruturas implementadas sejam eficientes e integrem-se à paisagem de forma harmônica (ANANIA-DOU-TZIMOPOULOU; BOURLIDOU, 2017). Diferentes áreas do conhecimento devem ser consultadas, assim como investidores e a população, que usufruirá do projeto e o vivenciará. Esse trabalho valoriza essa troca ao basear-se em pesquisas e projetos de outras áreas, como a engenharia, para a elaboração de um projeto sob o olhar do arquiteto e urbanista.

No contexto do trabalho, entende-se que o papel do arquiteto e urbanista é, essencialmente, traduzir as demandas sociais e naturais de modo equilibrado em um projeto que componha coerentemente a paisagem urbana. A partir disso, deve-se criar um vínculo afetivo com

o lugar, buscando reestabelecer a conexão perdida entre o homem e a natureza, especialmente os corpos hídricos.

## 1.3. Objeto de Estudo

O objeto de estudo é o projeto de cidades resilientes por meio do emprego da infraestrutura verde e azul, considerando a mitigação de cheias, as questões ambientais e o bem-estar da população.

Desse modo, o resultado será um conjunto de soluções que visem o controle de cheias trazendo também outros benefícios para o meio urbano. Será trabalhada a multifuncionalidade dos espaços, de modo que, em dias secos, estes possam servir para atividades diversas, como lazer, recreação, contemplação, prática de esportes, entre outras. Também é válido destacar o aspecto educativo desse tipo de abordagem. Ao projetar uma estrutura para controle de inundações que a sociedade possa vivenciar e entender o funcionamento, é criada uma nova relação entre o homem e o ambiente construído.



## 1.4. Objetivos

O **objetivo geral** do trabalho é integrar a um projeto urbano técnicas de drenagem urbana sustentável com foco no estudo do sistema de espaços livres da cidade, considerando uma abordagem resiliente.

Os **objetivos específicos** são:

- Valorizar o Sistema de Espaços Livres públicos integrando espaços de circulação, de permanência e de caráter ambiental.
- Elaborar um projeto de desenho urbano multifuncional (praças, vias), aliando soluções de infraestrutura e lazer.
- Incorporar infraestrutura verde e azul para a mitigação de cheias em espaços livres públicos.

A Figura 1 resume, em forma de Fluxograma, o problema, a justificativa e o objetivo, desenvolvidos nos itens anteriores.

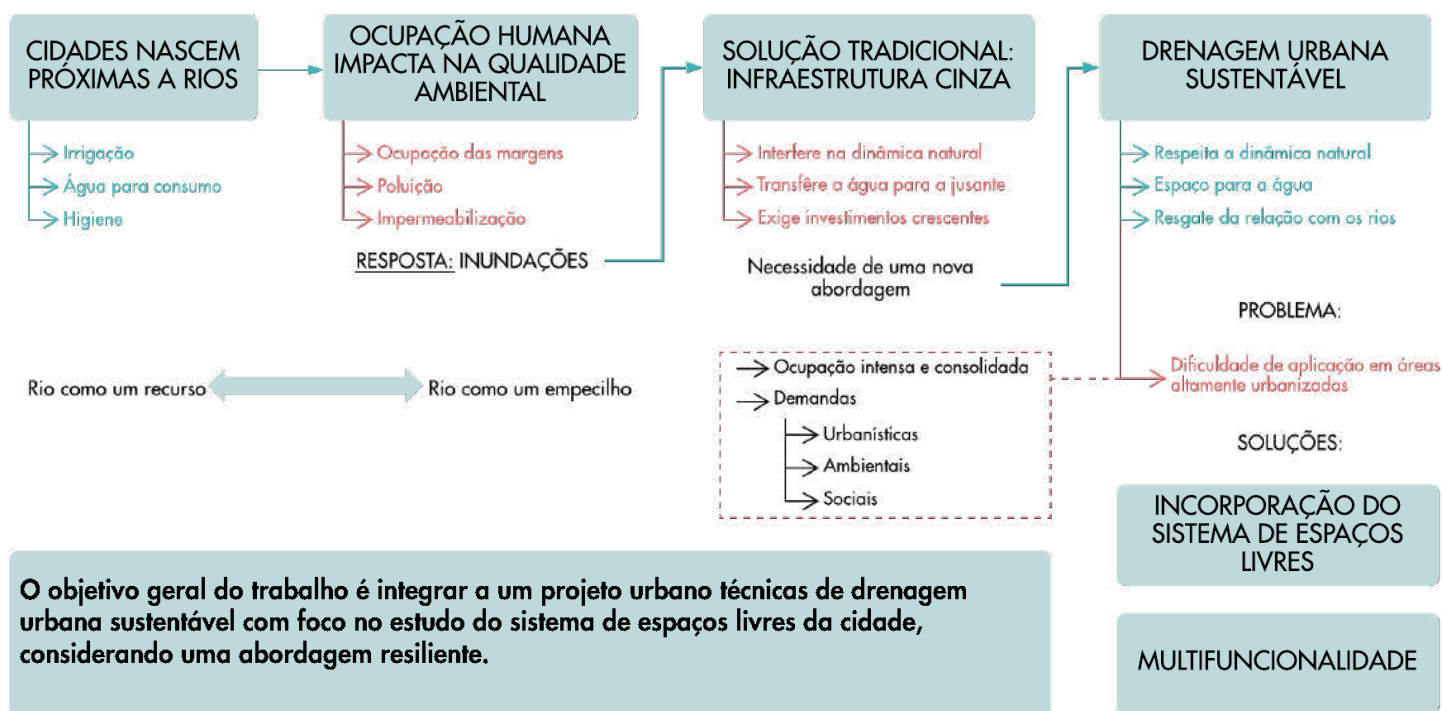


Figura 1: Fluxograma. Fonte: Autora

## 1.5. Delimitação da Intervenção

Em projetos de drenagem urbana sustentável, que buscam minimizar os impactos da urbanização no ciclo hidrológico, a bacia hidrográfica deve ser a unidade fundamental de planejamento e projeto (VERÓL et al., 2019). Dessa forma, para a definição do local de intervenção, o ponto de partida foi a definição de uma bacia hidrográfica.

A bacia hidrográfica escolhida para estudo é a Bacia do Canal do Mangue, localizada nas Zonas Centro e Norte da cidade do Rio de Janeiro, como representado na Figura 2. Essa sub-bacia ocupa uma área de 45,4km<sup>2</sup> e é composta pelos rios Maracanã (8,5km), Joana (8,0km), Trapicheiros (5,9km), Comprido (4,5km) e Papa Couve (2,9km). Esses rios têm suas nascentes no Maciço da Tijuca ou na Serra do Engenho Novo, e afluem para o Canal do Mangue (1,4km), que deságua na Baía de Guanabara (PDMAP, 2015), conforme apresentado pela Figura 3.

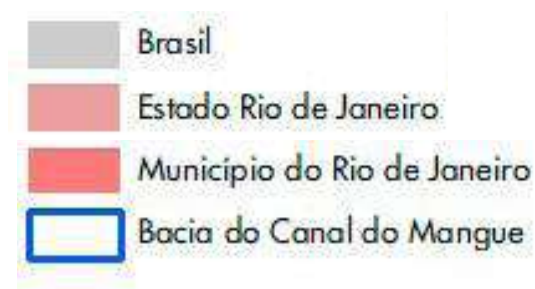


Figura 2: Mapa de localização da Bacia do Canal do Mangue com identificação dos rios. Elaborado pela autora com dados do Data Rio.





Figura 3: Mapa da Bacia do Canal do Mangue com identificação dos rios. Elaborado pela autora com dados do Data Rio.

## 1.6. Estrutura

O capítulo 2 apresenta a base teórica, que é dividida em três grandes temas: Sistema de Espaços Livres, Drenagem Urbana Sustentável e Resiliência Urbana. É discorrido sobre esses conceitos e também são apresentados estudos prévios que serviram de premissa para a realização desse trabalho.

No capítulo 3 é definida a metodologia de trabalho, envolvendo não só a pesquisa como o projeto, a ser elaborado em etapas futuras.

No capítulo 4, consta uma análise da Bacia Hidrográfica adotada como estudo de caso. Foi feita uma sobreposição entre dois dos projetos prévios analisados no capítulo 2. Além disso, foi feita uma contextualização histórica, com o histórico de ocupação e a formação dos bairros, uma caracterização atual da área e o seu histórico de drenagem. A partir de sobreposição dos projetos e das demais análises, foi delimitado um recorte, dentro da Bacia Hidrográfica, para receber a intervenção projetual.

O capítulo 5 traz uma análise dos pontos de intervenção, dentro do recorte definido, apresenta projetos que serão usados como referência estabelece diretrizes projetuais referentes às ações de Drenagem Urbana Sustentável e ao projeto paisagístico.

Já o capítulo 6 traz uma breve descrição do projeto. Por fim, o material completo referente ao projeto está contido em sete pranchas de tamanho A1 em anexo.



## 2.Base Teórica

O planejamento urbano deve ser estruturado no Sistema de Espaços Livres, valorizando a sua importância ecológica e social. Reconhecendo a importância desses espaços para o controle de inundações, propõe-se agregar conceitos de Drenagem Urbana Sustentável a projetos de espaços de convívio através do emprego da multifuncionalidade. Para sustentar essa ideia, foi feita uma revisão bibliográfica permeando conceitos e terminologias relacionados à temática.

O fluxograma da Figura 4 sintetiza os conceitos que serão desenvolvidos ao longo do capítulo.

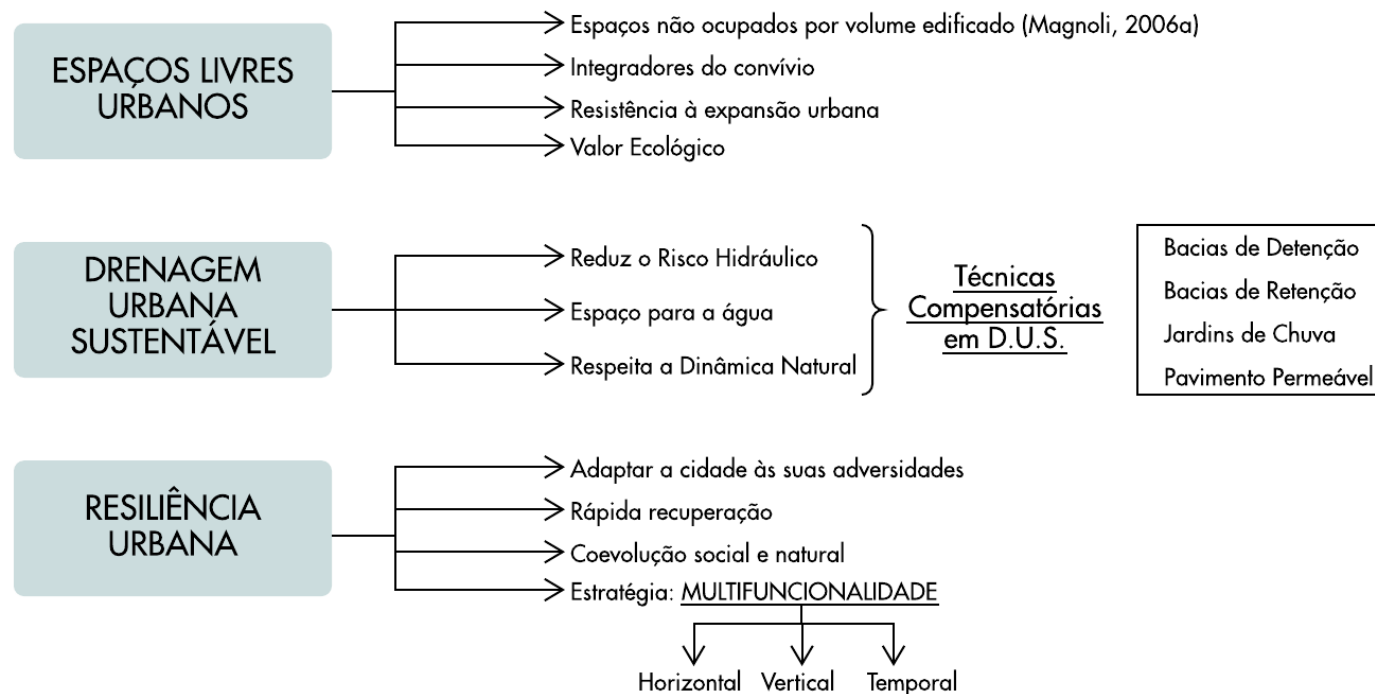


Figura 4: Fluxograma conceitos. Fonte: autora

## 2.1. Sistema de Espaços Livres (SEL)

### 2.1.1. Caracterização dos Espaços Livres

O conceito de espaços livres, geralmente relacionado ao meio urbano, possui diversos significados, assim como pode também exercer diversas funções. Magnoli (2006a) define os espaços livres urbanos como espaços não ocupados por um volume edificado, podendo ser espaço-solo, espaço-água e espaço-luz. Esses espaços formam um tecido que permeia todo o meio urbano, apresentando relações de conectividade, mesmo que esta não seja proposital, no planejamento da cidade. Dessa forma, os espaços livres de uma cidade devem ser entendidos como um sistema e analisados como fragmentos de um todo.

Schlee *et al.* (2009) aponta alguns dos possíveis usos dos espaços livres como circulação, drenagem urbana, atividades de lazer, conforto, preservação, conservação, requalificação ambiental e convívio social, ressaltando que, em muitos casos, essas funções estão sobrepostas. Alguns exemplos desses espaços são quintais, jardins públicos ou privados, ruas, avenidas, praças, parques, rios, florestas, mangues e praias urbanas. Magnoli (2006b) caracteriza os espaços livres de edificação como elementos integradores do convívio.

É importante que os espaços livres não sejam tratados como uma área de futura ocupação, e sim como espaços de resistência em meio à contínua expansão urbana. Apesar de serem extremamente frágeis, devido à ameaça de ocupação, esses espaços são promissores, pois são capazes de complementar o espaço ocupado com sua variedade de funções e direcionar a construção do território (TARDIN, 2008).

Tardin (2008) ressaltava também o valor ecológico dos espaços livres. É possível preservar os processos naturais em meio urbano no planejamento territorial. Alguns elementos biofísicos, como a água, fazem parte do sistema de espaços livres urbano. A rede hídrica é responsável pelo abastecimento, gera oportunidades de lazer, viabiliza a agricultura, higiene e promove saúde, além de incidir sobre a possibilidade de riscos. Dessa forma, o espaço ocupado pela água (superficial ou subterrânea) deve ser respeitado e entendido como um espaço livre.

A qualidade, a forma e a função do espaço urbano variaram ao longo do tempo e do espaço, a exemplo dos bosques de Atenas, Foro Romano, praças medievais, parques pastorais das cidades industriais do século XIX e *playgrounds* e campos esportivos do século XX (LAURIE, 1989). Essas variações estão relacionadas aos tipos de uso que o espaço recebe. Os padrões de ocupação pelas edificações geram diferentes configurações de espaços livres, mesmo que as áreas sejam mantidas. Além de alterar a forma, as edificações ao redor do espaço livre também afetam as atividades praticadas nele. A altura das construções, por sua vez, não altera a existência de espaços livres, mas a quantidade de pessoas que vão utilizá-lo, podendo gerar uma maior ou menor variedade de funções (MAGNOLI, 2006a).

Laurie (1989) destaca três princípios que devem ser considerados no design de um espaço público: expressionismo ecológico, economia e satisfação social. O primeiro item é baseado na crença de que o contato com a natureza é simbólico e importante na vida de todos, uma vez que a cidade não está separada dos processos naturais. O segundo ponto diz respeito à produtividade, abordando os múltiplos usos e a acessibilidade ao espaço. Já a satisfação social indica a necessidade de atender a diversas demandas.

As cidades modernas atualmente enfrentam a necessidade de abrigar maior variedade de usos em seus espaços livres, cada vez mais escassos, otimizando o uso do solo. Além disso, nota-se um dilema entre garantir a sobrevivência da sua economia e valorizar as questões ambientais, ambos essenciais para o seu êxito. A resposta para esses desafios está na multifuncionalidade dos espaços (RODENBURG; NIJKAMP, 2004).

A multifuncionalidade é fundamental para garantir que o espaço público seja economicamente viável, uma vez que os espaços monofuncionais tendem a ser ociosos boa parte do tempo (LAURIE, 1989). Outras vantagens de espaços com múltiplas funções, apontadas por Rodenburg e Nijkamp (2004), que também influenciaram os planejadores urbanos a empregar esse recurso, foram o fato de consumir menos espaço e de gerar menos tráfego, o que é extremamente favorável em cidades altamente urbanizadas.

O uso multifuncional é alcançado quando pelo menos uma dessas quatro condições é contemplada: intensificação do uso do solo, mesma área para múltiplas funções, uso da terceira dimensão (vertical) e uso da quarta dimensão (temporal). Desse modo, as múltiplas funções podem coexistir devido a uma subdivisão espacial, que pode ocorrer de modo horizontal ou vertical, ou até em diferentes recortes temporais, podendo variar ao longo do dia ou até das estações do ano (KATO; AHERN, 2009). O conceito de espaço multifuncional é relativo, portanto é mais fácil definir o grau de multifuncionalidade de um espaço do que entendê-los de forma binária (RODENBURG; NIJKAMP, 2004).

Para Kato e Ahern (2009), as paisagens multifuncionais são importantes pois conseguem permitir a coexistência de usos compatíveis ou até antagonistas, fazer um uso eficiente dentro das limitações de espaço e tempo, contribuir para a vitalidade econômica e para a qua-

lidade ambiental das cidades modernas e promover um grande e durável apoio aos diversos usuários de suas funções. Jane Jacobs (1961) defende que tecidos urbanos com uma mistura maior de atividades são mais economicamente viáveis, socialmente estáveis, culturalmente e esteticamente mais interessantes e mais seguros.

Os espaços livres mais abordados ao longo desse trabalho são as praças públicas, que representam centros de convivência integrados ao tecido urbano, além de exercerem uma relação estreita com o exercício da cidadania. Apesar de haver uma preocupação com o projeto desses espaços, as praças podem ser vistas como espaços livres de edificação (ALEX, 2008).

## 2.1.2. Plano de Integração de Áreas Verdes das Regiões Administrativas de Tijuca e Vila Isabel

Foi resgatado o trabalho de Rego e Figueiredo (2010), que propõe um Plano de Integração para as Regiões Administrativas RA-VIII, correspondente aos bairros Tijuca, Alto da Boa Vista e Praça da Bandeira (foi excluída da análise o Alto da Boa Vista), e RA-IX, correspondente aos bairros Andaraí, Grajaú, Maracanã e Vila Isabel. Esse recorte está inserido dentro da Bacia do Canal do Mangue e contém quase a totalidade das bacias dos rios Joana, Maracanã e Trapicheiros.

A área estudada está próxima à Floresta da Tijuca e apresenta uma grande quantidade de fragmentos livres de edificação, porém eles não possuem relações entre si e nem com a Floresta, não constituindo um sistema de espaços livres. O plano propõe, portanto, requalificar a paisagem urbana integrando os fragmentos de espaços livres para melhorar a qualidade ambiental.

São pensados caminhos compostos tanto por corredores verdes (vias arborizadas) quanto por corredores azuis (vias canais) para que a floresta penetre o tecido urbano. Também é pensada a qualificação de espaços para convívio dos moradores com o atendimento a demandas sociais como lazer, recreação e esportes, considerando também a possibilidade de mitigação de cheias.

A proposta surgiu a partir de uma análise da paisagem focada nos aspectos biofísicos, dinâmica histórica e ocupacional e na mobilidade espacial. Foram elaborados mapas síntese envolvendo essas temáticas e o seu cruzamento permitiu uma análise matricial que identificou os elementos estruturadores da paisagem, resultando em um mapa conceitual com uma proposta de intervenção.

São identificados alguns eixos apontados como Ramos Verdes, que consistem em vias arborizadas (ou com potencial para receberem arborização) democráticas e acessíveis. Eles se subdividem em ramos hídricos, que consistem em vias que remetem a antigos cursos de rios, e ramos históricos, que remetem aos eixos que nortearam o início da ocupação do local, com destaque às vias percorridas por bondes.

Já os fragmentos identificados como espaços livres são categorizados em: nós verdes, polos verdes, praças jusantes e praças nascentes. As praças nascentes estão localizadas nas encostas e integram as comunidades à malha formal da cidade; os nós verdes conectam os ramos; e os polos verdes são praças de maior porte e arborizadas.

São indicados também cinco circuitos, pensados com base nas características socioeconômicas, que demandam diferentes intervenções. Foi definido o objetivo, a natureza, o grau de complexidade e a prioridade da intervenção para cada circuito, com o intuito de auxiliar o poder público a administrar as contratações.

A Figura 5 mostra os limites da Bacia do Canal do Mangue e os cinco circuitos propostos no Plano de Integração (REGO; FIGUEIREDO, 2010), assim como os ramos e fragmentos classificados no trabalho.



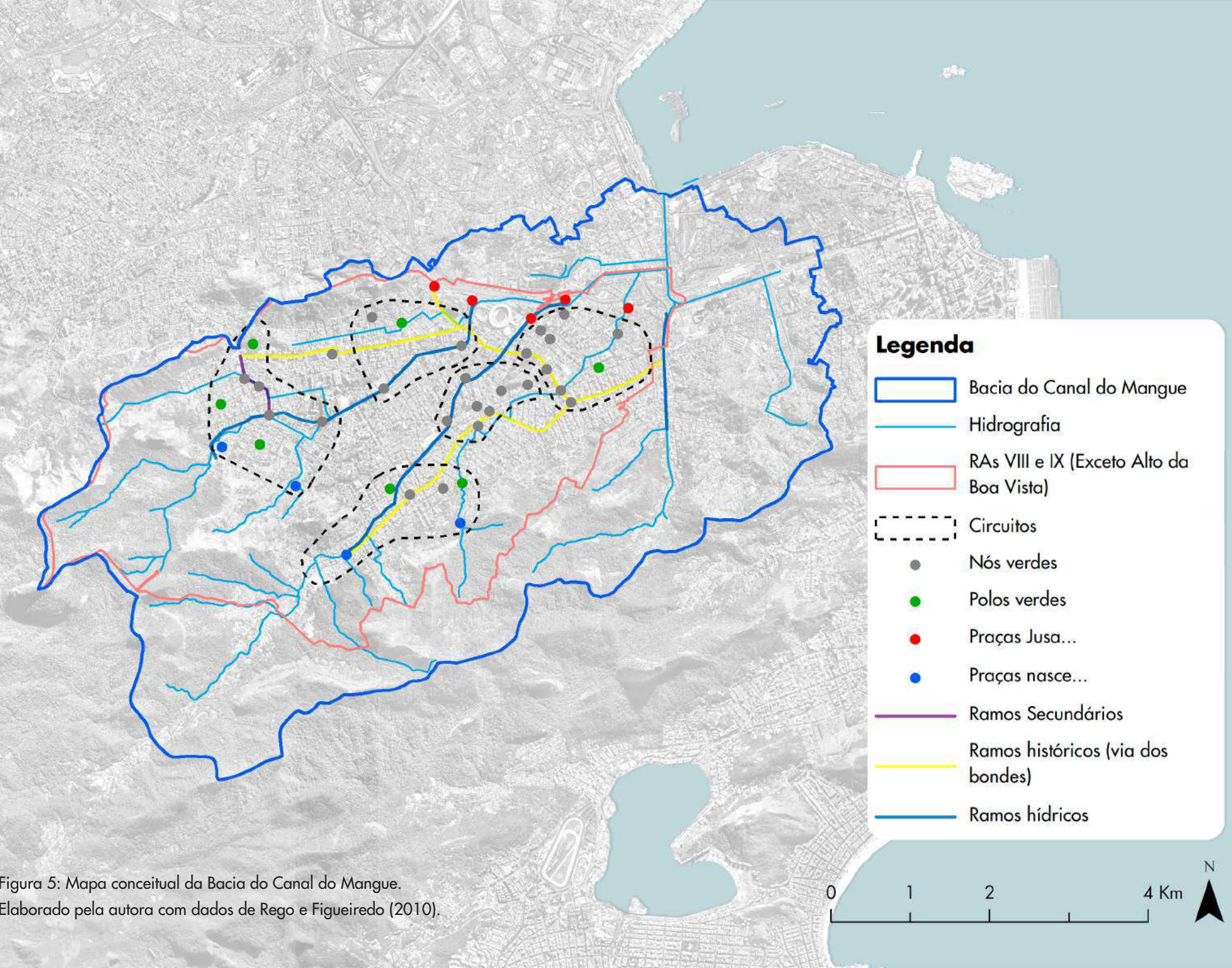


Figura 5: Mapa conceitual da Bacia do Canal do Manguê.  
Elaborado pela autora com dados de Rego e Figueiredo (2010).

## 2.2.Drenagem Urbana Sustentável

A remoção da vegetação e impermeabilização do solo, advindas da urbanização, reduzem as funções hidrológicas da paisagem, resultando em um aumento do volume de escoamento superficial, o que implica em um aumento do pico de cheia e na frequência desses eventos. As soluções tradicionais de drenagem urbana, denominadas infraestrutura cinza, buscam artificializar os corpos hídricos visando um rápido escoamento da água (DHAKAL; CHEVALIER, 2016).

Entretanto, com o passar do tempo e o aumento da urbanização, notou-se que as obras que buscavam modificar a dinâmica natural dos rios não são mais eficientes. Ao controlar o funcionamento de um corpo hídrico, a água é transferida para jusante, fazendo com que o emprego desse tipo de infraestrutura exija investimentos crescentes. Além do alto custo de instalação e manutenção, a infraestrutura cinza também diminui a qualidade da água, carregando poluentes, e empobrece esteticamente a paisagem (THIAGARAJAN; NEWMAN; VAN ZANDT, 2018).

O conceito de Drenagem Urbana Sustentável surgiu como uma alternativa às soluções tradicionais de controle de cheias e consiste em medidas que reduzem o risco hidráulico respeitando a dinâmica natural dos rios e criando espaço para a água, buscando aliar o bem-estar da população com a dinâmica da natureza. A abordagem sustentável reconhece o valor ecológico da água e das áreas verdes para promover benefícios ambientais e melhorar a qualidade de vida nas cidades (KOZAK et al., 2020).

Esse tipo de abordagem considera a bacia hidrográfica como a unidade de planejamento e busca minimizar os impactos no ciclo hidrológico, possibilitando maior permeabilidade e armazenamento de águas pluviais, com atenção também para a qualidade da água. Em vez de um rápido pico da vazão de cheia seguido por um rápido escoamento da água, é desejada uma diminuição na vazão de pico, com um tempo de escoamento mais longo, como ocorre em áreas menos urbanizadas (VERÓL, 2013).

As medidas contempladas pela abordagem de Drenagem Urbana Sustentável podem ser classificadas em estruturais e não estruturais. Enquanto as não estruturais incluem práticas institucionais e educacionais que buscam mudanças comportamentais, as estruturais são as que alteram a relação de escoamento da bacia hidrográfica, através de ações como aumento da infiltração e armazenamento (RIMES, 2015).

Diversas terminologias surgiram ao redor do mundo e em diferentes épocas para contemplar essas medidas, como Low Impact Development (LID) (Desenvolvimento de Baixo Impacto), Water Sensitive Urban Design (WSUD) (Projeto Urbano Sensível à Água), Sustainable Urban Drainage Systems (SuDS) (Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável), Best Management Practices (BMPs) (Melhores Práticas de Gestão de Águas Pluviais), Compensatory Techniques (CTs) (Técnicas Compensatórias), Green Infrastructure (Infraestrutura Verde), Blue-Green Infrastructure (BGI) (Infraestrutura Verde e Azul) e Stormwater Quality Improvement Devices (SQIDs). Apesar dos objetivos semelhantes, cada terminologia reflete a realidade de um recorte temporal e espacial, havendo variações sutis, portanto torna-se inviável a adoção de um termo universal (FLETCHER et al., 2015).



Com base nesses termos, surgiu recentemente o conceito “Cidades Esponja”, que consiste em um planejamento com visão a longo prazo que tem como elementos-chave a restauração urbana, regeneração e modernização (ZEVENBERGEN; FU; PATHIRANA, 2018). Defende-se que as cidades devem funcionar como esponjas, com capacidade de reservar, absorver e purificar a água, utilizando medidas como telhados verdes, praças e parques alagáveis e pavimentos permeáveis.

O programa chinês de construção de cidades-esponja, lançado no final de 2014, é um dos mais relevantes, com destaque para as cidades de Jinhua e Taizhou. A meta é que 20% da área urbana chinesa absorva, retenha ou reutilize 70% das águas pluviais até 2020, e que até 2030 atinja 30% (ZEVENBERGEN; FU; PATHIRANA, 2018). Dentre as pautas desse projeto estão a prevenção de alagamentos, a melhora da qualidade urbana, mitigação de impactos nos ecossistemas e diminuição dos efeitos das ilhas de calor. A execução desse projeto está sendo viabilizada por uma parceria entre o setor público e a iniciativa privada.

Outras cidades do mundo, como Berlin, Copenhagen, Nova York e Amsterdã também se apropriaram dessa abordagem, dentro de suas limitações físicas. Nas cidades frias, por exemplo, as funções ecológicas das plantas estagnam durante parte do ano, portanto as medidas adotadas nesses lugares precisam levar em conta essa condição, optando por estratégias adaptáveis ao clima, como os Water Squares holandeses (Figura 6) (ZHAO; LI, 2017).



Figura 6: Water Square Benthemplein. Fonte: DE URBANISTEN ([s.d.])

A infraestrutura verde deve ser adotada em conjunto com a multifuncionalidade, sempre que possível, para que desempenhe o seu papel de requalificação urbana. Os benefícios multifuncionais da infraestrutura verde podem ser divididos nas categorias econômico, ecológico e social. Os benefícios ecológicos são o controle de inundações, a diversidade biológica, a proteção de habitats, a redução de CO<sub>2</sub> e a melhora na qualidade da água. Os benefícios econômicos são o aumento da atratividade do espaço urbano, o crescimento econômico local, a melhora na produtividade de trabalhadores locais e o aumento no valor do terreno. Já para a esfera social, há a educação ambiental, a estética, a acessibilidade, a segurança pública e a melhora na saúde física e mental (KIM; SONG, 2019).

Apesar das técnicas de drenagem sustentável mostrarem-se eficientes, ainda é identificada uma forte relutância do governo para criar políticas que as incluam e de iniciativas privadas que as apoiem. Um estudo feito em Newcastle, Reino Unido, aponta que as cinco prin-

cipais barreiras para a falta de investimento em infraestrutura verde são sociopolíticas, como: relutância em apoiar novas práticas, falta de conhecimento e educação ambiental, custos e falta de comunicação. Destaca-se também a dificuldade ao identificar e quantificar (monetizar) os benefícios desse tipo de prática que não estão relacionados à inundação, como os referentes ao bem-estar da população (O'DONNELL; LAMOND; THORNE, 2017).

Apesar dos custos terem sido mencionados na pesquisa, é comprovado que os custos de uma infraestrutura verde ou azul são menores do que os da infraestrutura cinza (NORDMAN et al., 2018), entretanto esse segundo tipo de investimento gera resultados a mais curto prazo, fazendo com que seja adotado com mais frequência. O mesmo estudo coloca as melhores soluções para vencer esses obstáculos como a adoção da multifuncionalidade, aumento da educação ambiental, estabelecimento de parcerias e mudanças na legislação. Conclui-se que é fundamental uma mudança no comportamento da sociedade para que esse tipo de abordagem seja melhor aceito.

## 2.2.1. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana

As Técnicas Compensatórias em Drenagem urbana conduzem a quantidade de água escoada superficialmente para as galerias ou rios através de métodos como infiltração, retenção, diminuição da velocidade de escoamento ou aumento de taxa de evapotranspiração. Essas técnicas buscam compensar os impactos da urbanização, protegendo a qualidade da água e qualificando a paisagem urbana, podendo adquirir um caráter multifuncional (GONÇALVES; RIBEIRO; BAPTISTA, 2016).

A seguir, são descritos brevemente alguns exemplos de Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana.

- **Bacias de Retenção**

Uma das técnicas compensatórias para manejo de águas pluviais, que será abordada no projeto, é a bacia de retenção, um dos mecanismos mais usados dentro da abordagem de Drenagem Urbana Sustentável, uma vez que são mais tradicionais, possuem conceitos de fácil aplicação e conseguem adquirir outras utilidades durante os períodos secos (PARK et al., 2012).

As bacias de retenção consistem em depressões no terreno responsáveis por reter as águas pluviais imediatamente após um evento de chuva, liberando a água no sistema de drenagem posteriormente, para evitar a sua sobrecarga. Por permanecerem secos durante a maior parte do tempo, esses espaços podem receber diferentes tipos de uso pela população, como pista de skate, quadra esportiva, anfiteatro, entre

outros.

Segundo o SuDS Manual (KELLAGHER et al., 2015), as bacias de retenção podem ou não ser vegetadas (caso sejam, parte do escoamento superficial é absorvido pelo solo), devem ter profundidade de no máximo 2 metros, devem permitir acesso para manutenção (que pode ser integrado com o acesso ao público), podem ser usadas em áreas residenciais ou não-residenciais, devem permitir velocidade máxima da água de 0,3m/s e tempo de esvaziamento inferior a 9 minutos. Para a saída de água, é necessária alguma forma de controle de fluxo, que pode ser composta por múltiplos orifícios. Geralmente, há uma estrutura com um fluxo de saída variável e uma de emergência.

- **Sistemas de Biorretenção**

Sistemas de biorretenção são depressões rasas que reduzem o volume do escoamento superficial e aumentam a qualidade da água através do solo e vegetação. O escoamento superficial coletado fica temporariamente na superfície e depois é filtrado e absorvido pelo sistema, de modo que a escolha do solo e da vegetação empregados influencia na sua eficiência. Além do amortecimento de cheias, esses elementos também proporcionam uma paisagem atrativa, habitat e biodiversidade e a redução do microclima local devido à evapotranspiração. Eles podem apresentar diversos tamanhos e formas, como jardins de chuva, canteiros de árvores e valas ou trincheiras de biorretenção (KELLAGHER et al., 2015).

Os jardins de chuva são sistemas de baixa complexidade, e suas vantagens são o baixo custo de construção e manutenção, a fácil adaptabilidade ao espaço público e o alto valor estético. Geralmente

são compostos por um pequeno lago, uma estrutura de entrada e uma de saída. A estrutura de entrada é usada para conduzir a água das áreas adjacentes para o lago, enquanto a de saída permite o escoamento da água quando o lago está cheio (BASDEKI; KATSIFARAKIS; KATSIFARAKIS, 2016).

- **Pavimentos Porosos ou Permeáveis**

Esses pavimentos são adequados para o trânsito de pedestres e veículos e, ao mesmo tempo, é capaz de absorver e infiltrar águas pluviais. A água passa por camadas responsáveis pela infiltração, absorção, biodegradação e sedimentação. A água pode ser infiltrada para as camadas inferiores, detida temporariamente ou podem ser empregados dispositivos de facilitação da infiltração.

Os pavimentos porosos são compostos por materiais permeáveis, como concreto asfáltico poroso, enquanto os pavimentos impermeáveis são formado por materiais impermeáveis dispostos de modo a deixar espaçamentos que permitem o escoamento para a sub-base (KELLAGHER et al., 2015).

Deve-se frisar que a adoção de pavimentos de superfícies permeáveis por si só não provoca grande influência no sistema de drenagem, mas quando há a adoção de camadas porosas na base e sub-base, permitindo a reservação temporária dessas águas, o controle de escoamento melhora significativamente (VIRGILIIS, 2009).



## 2.2.2. Planos de Drenagem Urbana

- **Plano Diretor de Enchentes da Bacia do Canal do Mangue (PBCM)**

O Plano Diretor de Enchentes da Bacia do Canal do Mangue (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2000) propõe intervenções espacialmente distribuídas na área da bacia, por meio do método de regularização espacial de vazões, buscando aumentar a infiltração a retenção superficial da água da chuva, retardando a sua propagação para jusante.

O plano prevê ações de reflorestamento, que aumentam as taxas de infiltração na bacia, diminuindo os picos dos hidrogramas fluviais, ações de correção de singularidades, que interferem na rede de macrodrenagem e ações de atenuação de cheias, que consistem em vinte e um reservatórios nas encostas da bacia, diminuindo as vazões para as áreas mais planas onde há maior ocupação.

Além dessas intervenções, Rezende (2018) propõe novas medidas que complementam as propostas anteriores, incluindo a implantação de trinta e um reservatórios de retenção associados a praças urbanas (assumindo o potencial multifuncional desses espaços) e de sistemas de drenagem com pavimento permeável em grandes estacionamentos e áreas abertas. Também é acrescentado um projeto de abertura de galerias do Rio Trapicheiros entre as ruas General Roca e São Francisco Xavier.

A Figura 7 mostra a localização das intervenções na bacia como proposto em Rezende (2018) e as tabelas 2 e 3 apresentam, respectivamente, as especificações dos Reservatórios propostos originalmente no PBCM (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2000) e dos reservatórios em praças propostos por Rezende (2018).

Tabela 2: Reservatórios de Encosta simulados para uma chuva de 10 anos de tempo de recorrência.

n°	Projeto	Volume de útil (m³)	Vazão Afluente (m³/s)	Vazão Efluente (m³/s)	Amortecimento
R01	Projeto Alto Trapicheiros	7.716m³	6,29	3,21	49%
R02	Projeto Poço dos Esquilos	13.942m³	2,41	0,75	69%
R04	Projeto Evangélico	12.939m³	0,97	0,19	80%
R05	Projeto Bom Pastor	28.673m³	5,04	1,11	78%
R06	Projeto Valparaíso	9.168m³	0,35	0,04	89%
R07	Projeto Chacrinha	4.790m³	1,44	0,59	59%
R08	Projeto Villa-Lobos	2.232m³	1,48	0,37	75%
R09	Projeto Alto Maracanã	14.471m³	9,75	4,58	53%
R10	Projeto São João	5.289m³	4,17	1,16	72%
R11	Projeto Cachambi	2.380m³	2,14	0,96	55%
R12	Projeto Agostinho	4.643m³	6,01	4,05	33%
R13	Projeto Cacsata	5.496m³	6,12	5,47	11%
R15	Projeto Jacó	16.680m³	4,38	2	54%
R16	Projeto Perdido	11.175m³	6,14	2,65	57%
R17	Projeto Urubus-Trovador	32.290m³	8,76	2,37	73%
R19	Projeto Andaraí	24.023m³	14,04	7,61	46%
R20	Projeto Alto Comprido	3.669m³	8,33	7,05	15%
R21	Projeto Bananas	4.286m³	3,7	1,85	50%
TOTAL		203.860m³	89,38	46,01	49%

Adaptado de: Rezende (2018)

Tabela 3: Reservatórios de retenção associados a praças urbanas simulados para uma chuva de 10 anos de tempo de recorrência.

	Nome	Área total (m <sup>2</sup> )	Volume útil (m <sup>3</sup> )	Sistema	Entrada	Descarga		Nome	Área total (m <sup>2</sup> )	Volume útil (m <sup>3</sup> )	Sistema	Entrada	Descarga
Rio Joana	Praça Edmundo Rego	4.478	2.915	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,40m	Rio Maracanã	Praça São Charbel	665	465	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m
	Praça Nobel	4.651	3.981	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,40m		Praça Lamartine Babo	1.560	1.170	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo 2xd=0,30m
	Praça Niterói	5.256	3.727	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,40m		Shopping Tijuca Montante	1.341	3.889	macrodrenagem	3xd=1,00m	Orifício de fundo d=1,00m
	Largo do Verdum	625	430	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m		Shopping Tijuca Jusante	1.170	3.512	macrodrenagem	3xd=1,00m	Orifício de fundo d=1,00m
	Praça Prof. Francisco Daúria	765	498	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m		Praça Varnhagem	2.500	9.750	macrodrenagem	4xd=1,00m	Orifício de fundo d=1,00m
	Praça Barão de Drumont	7.812	4.850	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,40m	Rio Trapicheiros	Praça Gabriel Soares	1.784	1.338	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m
	Praça Malvino Reis	465	372	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m		Praça Saens Peña	9.505	15.686	macrodrenagem	3xd=1,20m	Orifício de fundo d=1,00m
	Praça Dúlio Barros Beltrão	615	492	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m		Praça Hilda	556	500	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m
	Praça Tobias Barreto	1.658	1.326	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,40m		Praça Carlos Paoleira	3.295	2.142	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m
	Praça do Tijolinho	10.550	6.875	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo 2xd=0,30m		Largo São Maron	906	590	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m
Rio Maracanã	Praça Irmã Maria Martha	410	246	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m		Praça Afonso Pena	10.675	10.410	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo 2xd=0,30m
	Praça Prof. Pinheiro Guimarães	1.386	5.544	macrodrenagem	8xd=1,00m	Orifício de fundo 2xd=0,60m	Rio Comprido	Largo da Segunda Feira	657	525	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,30m
	Largo Prof. Gondim Neto	490	441	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo 2xd=0,60m		Praça Del Vecchio	2.074	1.660	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo 3xd=0,30m
	Praça Tabatinga	550	495	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo 2xd=1,00m		Praça Condessa Paulo de Frontin	2.264	2.547	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo 2xd=0,30m
	Praça Comandante Xavier de Brito	10.210	26.444	macrodrenagem	10xd=1,00m	Orifício de fundo 3xd=1,00m		Praça do Estácio	37.182	7.518	macrodrenagem	3xd=1,20m	Orifício de fundo d=1,00m
	Praça Barão de Corumbá	470	376	microdrenagem	vertimento	Orifício de fundo d=0,10m							

Adaptado de: Rezende (2018).



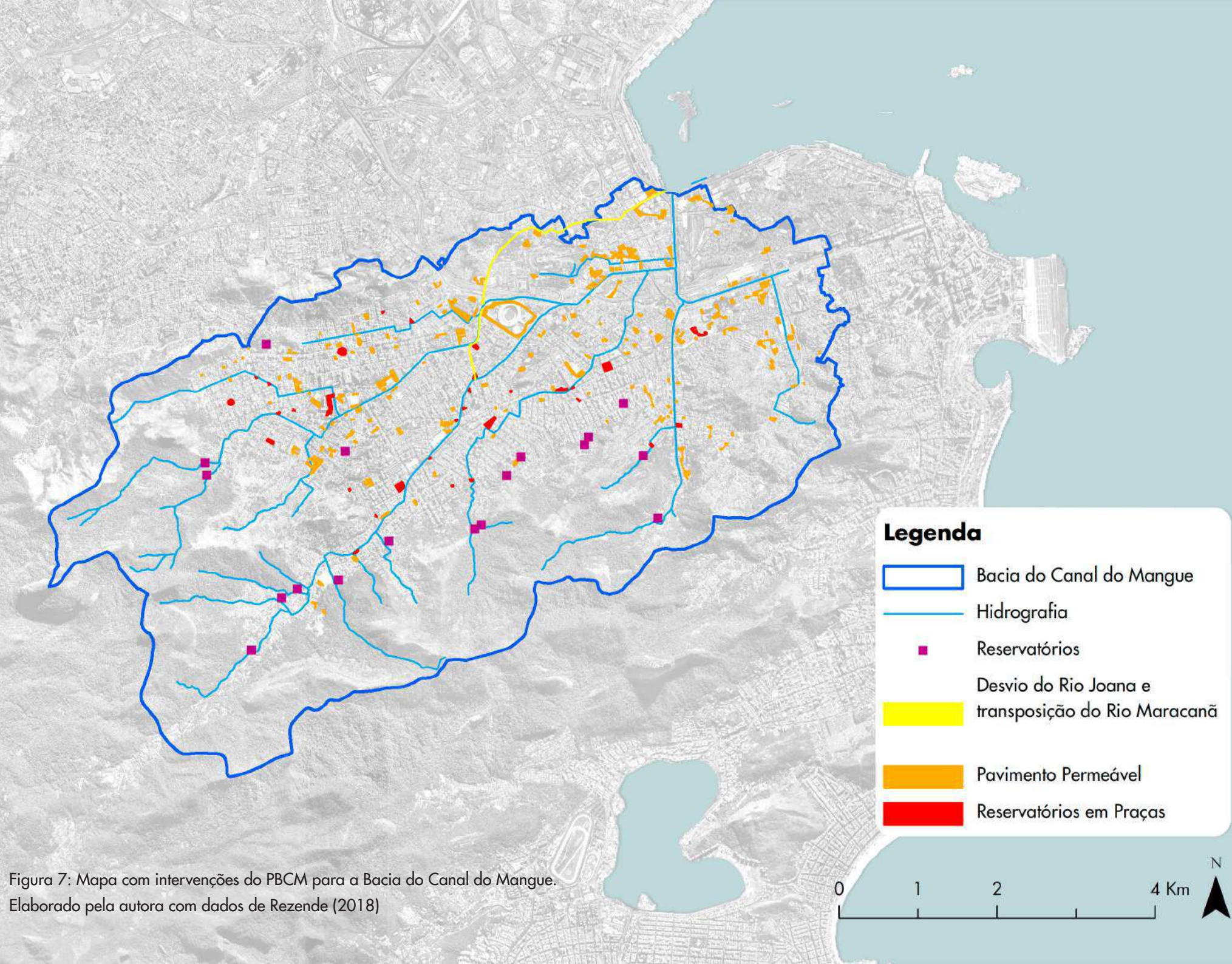


Figura 7: Mapa com intervenções do PBCM para a Bacia do Canal do Mangue.  
Elaborado pela autora com dados de Rezende (2018)

- **Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais (PDMAP)**

O Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro (PDMAP, 2015) prevê uma série de intervenções visando a otimização da drenagem urbana e a redução do risco hidráulico dentro do município do Rio de Janeiro. Seu objetivo geral é orientar as ações da Fundação Rio-Águas relacionadas à implantação de obras de drenagem por meio de um planejamento sistematizado.

Para a Bacia do Canal do Mangue, o plano prevê a implantação de reservatórios para armazenar os volumes de água em eventos de cheia. Ao todo, são cinco reservatórios, sendo dois no Rio Trapicheiros, dois no Rio Joana e um no Rio Maracanã. Todos os reservatórios são tipo *off-line* e tamponados, exceto um dos reservatórios do Rio Joana, que é aberto. Ao todo, as bacias comportam um volume de 258.000 m<sup>3</sup> de água.

Além dos reservatórios, é previsto o desvio do curso do Rio Joana, com a mudança do seu exutório do Rio Maracanã para a Baía de Guanabara. Já o Rio Maracanã recebe uma galeria de transposição até o Rio Joana, que recebe uma galeria de reforço, e segue até o canal de desvio para a Baía.

A Figura 8 mostra, no mapa da bacia, a localização dos reservatórios, assim como os projetos de desvio do curso do Rio Joana e da galeria de transposição do Rio Maracanã. As tabelas 4 e 5 oferecem informações relacionadas, respectivamente, aos reservatórios e às canalizações previstas no PDMAP/RJ.

Tabela 4: Reservatórios Previstos no PDMAP/RJ.

RESERVATÓRIOS					
Sigla	Nome	Curso d'água	Endereço	Tipo	Volume(m <sup>3</sup> )
RT-1	Heitor Beltrão	Rio Trapicheiros	Av. Heitor Beltrão, 44	Off-Line Tamponado	70.000
RT-2	Praça da Bandeira	Rio Trapicheiros	Praça da Bandeira	Off-Line Tamponado	18.000
RJ-3	Grajaú	Rio Joana	Rua Borda do Mato x Rua Mirandópolis	Off-Line Aberto	50.000
RJ-4	Praça Niterói	Rio Joana	Praça Niterói	Off-Line Tamponado	75.000
RM-1	Praça Varnhagen	Rio Maracanã	Praça Varnhagen	Off-Line Tamponado	45.000
TOTAL RESERVATÓRIOS					258.000

Adaptado de PDMAP/RJ (2015).

Tabela 5: Canalizações Previstos no PDMAP/RJ.

CANALIZAÇÕES				
Curso d'água	Trecho	Descrição	Extensão (m)	Capacidade projetada(m <sup>3</sup> /s)
Desvio do Rio Joana	Trecho 1	Entre a Praça Pres. Emilio Garastazu Médici e a Baía de Guanabara, em túnel sob a Quinta da Boa Vista e Canal ao longo da Rua São Cristóvão	3400	100
Reforço do Rio Joana	Trecho 1	Entre a Rua Felipe Camarão e a Praça Niterói	450	33
Derivação do Rio Maracanã para o Rio Joana	Trecho 1	Ao longo da Rua Felipe Camarão	465	27
TOTAL CANALIZAÇÕES			4.315	

Adaptado de PDMAP/RJ (2015).



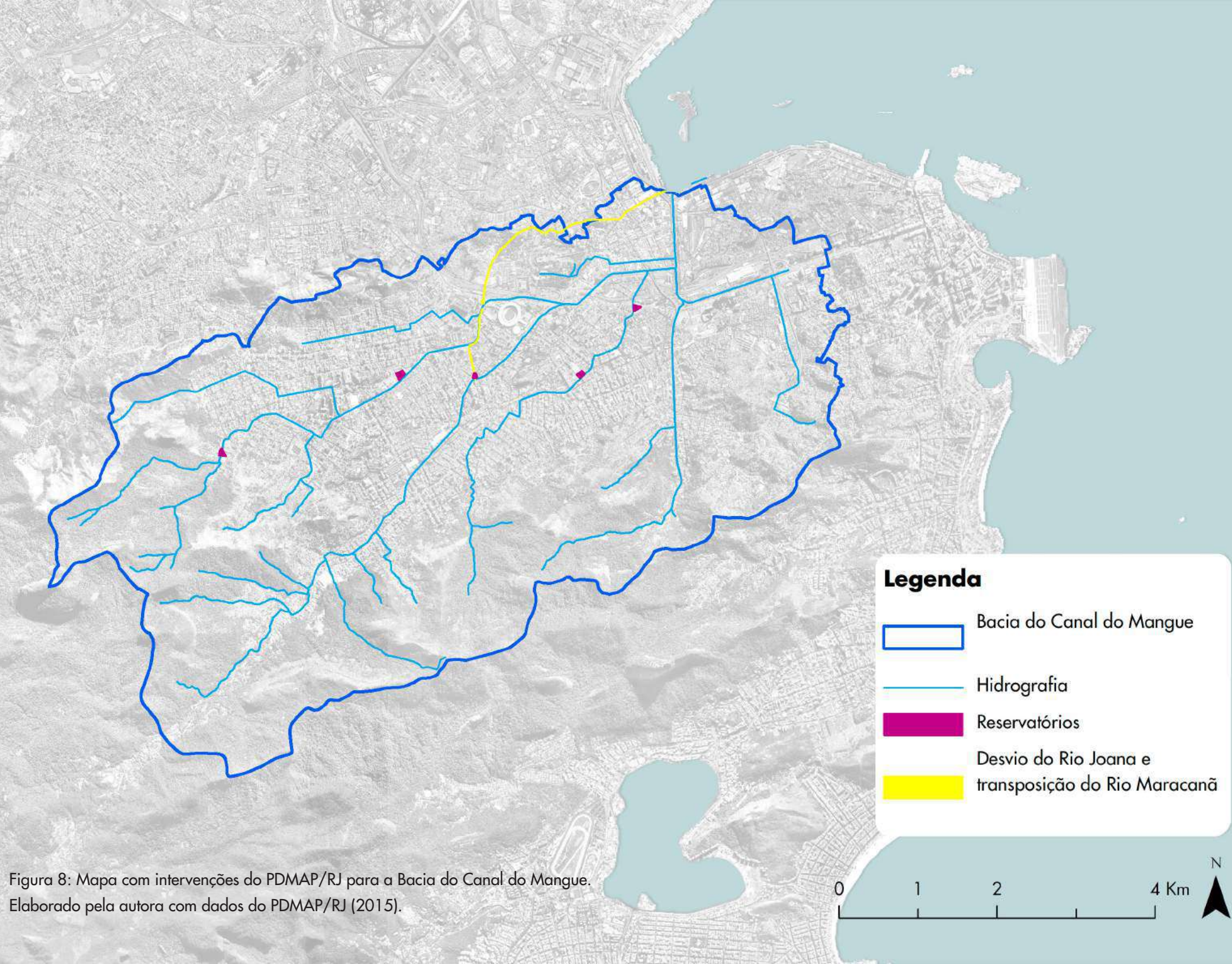


Figura 8: Mapa com intervenções do PDMAP/RJ para a Bacia do Canal do Mangue. Elaborado pela autora com dados do PDMAP/RJ (2015).



- **Plano Estratégico de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (PDUI/RJ)**

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) foi estabelecida em 1974, pela Lei Complementar nº 20 (BRASIL, 1974), um ano após a definição das regiões metropolitanas de São Paulo, Belo Horizonte, Porto Alegre, Belém, Recife, Salvador, Curitiba e Fortaleza. Hoje, a região ocupa uma área de 6,7km<sup>2</sup>, sendo a segunda maior área metropolitana do Brasil, tem uma população de 12,4 milhões de habitantes, segundo o IBGE (2017) e engloba 21 municípios: Belfort Roxo, Cachoeira de Macacu, Duque de Caxias, Guapimirim, Itaboraí, Itaguaí, Japeri, Magé, Maricá, Mesquita, Nilópolis, Niterói, Nova Iguaçu, Paracambi, Queimados, Rio Bonito, Rio de Janeiro, Seropédica, São Gonçalo, São João de Meriti e Tanguá. Por apresentar uma área extremamente heterogênea, foi apontada a necessidade de um planejamento e gestão integrados, com uma visão regional.

Em 2015, por meio da instituição do Estatuto da Metrópole (RIO DE JANEIRO (ESTADO), 2015), foi estabelecido que as regiões metropolitanas no Brasil deveriam contar com um Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado, o que levou à criação do Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI/RJ) (QUANTA-LERNER, 2017). O plano, publicado em 2018, foi conduzido pela Câmara Metropolitana de Integração Governamental do Governo do Estado do Rio de Janeiro, recebeu financiamento do Banco Mundial e foi desenvolvido pelo Consórcio Quanta-Lerner, com forte participação de especialistas e grupos da sociedade civil.

O diagnóstico aponta, de forma geral, que os rios e córregos da região estudada estão desconectados de suas planícies naturais de inundação devido à ocupação formal ou informal e têm seus fundos de vale descaracterizados. O mal gerenciamento do uso do solo pre-

judica a capacidade de condução das águas pluviais, o que resulta em alagamentos que geram perdas e danos, fragilizando o sistema e formando um ciclo de degradação. Nesse contexto, os espaços livres oferecem oportunidades de revitalização urbana em ações transversais e multifuncionais, capazes de oferecer áreas e volumes para o sistema de drenagem e garantir bem-estar e qualidade de vida urbana. As inundações por extravasamento do Rio Maracanã e do Canal do Mangue são apontadas como situações mais críticas no manejo de águas pluviais do Rio de Janeiro.

A partir do diagnóstico, o PDUI/RJ traça uma visão de futuro, com pontos-chave com expectativa de serem alcançados até 2040. Em relação ao saneamento, são previstos: implantação de infraestrutura e aprimoramento da gestão do saneamento ambiental, de forma a garantir abastecimento regular de água em toda a Região Metropolitana; implementação de infraestrutura e manejo de águas pluviais, coleta e tratamento de esgoto sanitário, e destinação adequada dos resíduos sólidos; e valorização do meio ambiente da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, alcançando a despoluição dos recursos hídricos, incluindo as Baías de Guanabara e Sepetiba e os sistemas lagunares; a manutenção das áreas de preservação ambiental; a criação de novas unidades de conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável das áreas periurbanas e rurais.

Destaca-se também a importância dada à Baía de Guanabara como elemento integrador dos municípios com os quais ela tem contato. A despoluição da Baía fortaleceria o seu potencial ambiental e cenográfico e ofereceria áreas estratégicas na orla desses municípios para o desenvolvimento de espaços públicos, vida social e cultural, atividades econômicas e opções de mobilidade.

O Programa de Ação Prioritário “Habitar a Metrópole” prevê, na ação nº HM 09, a mitigação de inundações em áreas urbanizadas por meio de implantação de infraestrutura de macrodrenagem. A Subação “A” dessa proposta diz respeito à Bacia do Canal do Mangue e propõe a implantação de uma comporta móvel no exutório do canal, impedindo o fluxo de maré para sua parte interna e transformando o volume do próprio canal em um reservatório *in-line*. Essa intervenção proporcionaria um volume de armazenagem superior aos três reservatórios já existentes, nas praças Varnhagen, Niterói e Praça da Bandeira.

Em relação à integração das áreas protegidas com a área urbanizada, o Plano de Ação Prioritário nº MS 09 propõe a implantação de uma rede de conectividade ambiental a partir da conexão dos fragmentos de vegetação, incentivando a recomposição vegetal e dos recursos hídricos, ampliando as Unidades de Conservação e contendo o espraiamento da área urbana.

Percebe-se que, em relação às obras de drenagem urbana, a abordagem dada no plano é a de otimizar os reservatórios existentes, com intervenções pontuais, e não são propostas demais soluções distribuídas na bacia. Em relação aos espaços livres, é incentivada a conectividade entre esses e os espaços construídos, e também é incentivado um aumento das áreas protegidas para conter a expansão da urbanização.

## 2.3. Resiliência Urbana

Até o século XX, predominava a mentalidade de que a ciência e a tecnologia seriam capazes de suprir as necessidades sociais e econômicas e reverter as falhas ambientais. Essa lógica foi definida por Ahern (2011) como “*fail-safe*”, uma vez que consiste em atingir a segurança a partir de falhas anteriores, partindo-se do princípio que a paisagem é estática e, portanto, a segurança, uma vez alcançada, persistiria ao longo do tempo.

Entretanto, foi entendido posteriormente que os sistemas (tanto natural quanto cultural) são inevitavelmente variáveis, incertos e susceptíveis a mudanças inesperadas. No final do século XX, viu-se necessária uma mudança de paradigma que invertesse a mentalidade de “*fail-safe*” para “*safe-fail*”. Essa nova abordagem antecipa falhas, criando um sistema capaz de minimizá-las.

A ideia de que a sustentabilidade é alcançada através da tecnologia, acompanhada de um ponto de vista mecanicista, não é capaz de cumprir plenamente a função de minimizar os danos causados à natureza, enquanto o conceito de regeneração, quando incorporado à sustentabilidade, desempenha um papel muito mais significativo (KAMBO; DROGEMULLER; YARLAGADDA, 2016). Desta maneira, pode-se afirmar que, para garantir a sustentabilidade, é essencial o emprego de uma estratégia resiliente (AHERN, 2011).

A resiliência é definida como a capacidade de um sistema de responder a mudanças e distúrbios sem modificar o seu estado básico (WALKER; SALT, 2006). Na lógica urbana, portanto, a resiliência consiste em adaptar a cidade a eventos adversos, considerando o seu caráter mutável e dinâmico. Pode ser entendida como uma estratégia de administração dos recursos naturais em meio a sistemas adaptáveis.

Além disso, ela requer uma infraestrutura social adaptável, para assegurar a participação da sociedade e atrair investidores. Ao abordar resiliência urbana é necessário entender que ela não se limita à capacidade do sistema se recompor, mas sim enfatiza a redução de exposição a futuros riscos, a partir de uma lógica de adaptabilidade (SCOTT, 2013).

Ahern (2011) define cinco estratégias para construir resiliência urbana, sendo elas multifuncionalidade, redundância e modulação, diversidade, redes e conectividade e, por último, planejamento e *design* adaptáveis. Quanto à multifuncionalidade, é importante tanto espacialmente quanto economicamente que um mesmo local possa abrigar múltiplas funções, sejam elas combinadas ou separadas no tempo ou espaço. Já a redundância e a modularização são alcançadas quando múltiplos elementos ou componentes oferecem as mesmas funções, ou seja, quando a função é oferecida de forma distribuída e descentralizada. A biodiversidade apontada pelo autor deve ser tanto econômica quanto social, e garante maior chance de sobrevivência em períodos de turbulência. A estratégia de redes e conectividade aponta que a cidade não pode ser fragmentada e deve ser vista como um sistema. Já o planejamento e *design* adaptáveis visam o levantamento de hipóteses.

Sob a lógica resiliente, surge o conceito de *design* regenerativo, que pode ser entendido como um sistema de tecnologias e estratégias baseado na compreensão do funcionamento dos ecossistemas para que se regenerem, impedindo o esgotamento de recursos. Esse conceito está relacionado a abordagens que apoiam a co-evolução dos ecossistemas natural e humano em parceria, valorizando a vida em todas as suas manifestações (COLE, 2012).

Enquanto o *design* verde está relacionado à redução do uso de recursos, sob uma lógica de “causar menos mal”, a ideia de regeneração entende o potencial do *design* de devolver mais do que foi gasto na sua construção. Outra diferença é que o *design* regenerativo valoriza o conceito de lugar e busca mapear as narrativas e as estruturas relacionadas a ele de modo a criar uma imagem holística, ao passo que o *design* verde limita-se a produtos genéricos que ignoram especificidades socioecológicas (COLE, 2012).

Outro conceito que ganha força e pode ser entendido como uma ferramenta de planejamento para que se alcance a resiliência é a junção entre a filosofia e a ecologia; *Ecological Wisdom* (ou “ecossófia”). Xiang (2014) define esse termo como um conjunto de ideias, princípios, estratégias e abordagens que viabilizaram e sustentaram a longevidade de projetos ecológicos, com uma abordagem transgeracional, transfilosófica e transdisciplinar. Esses conhecimentos, que incluem fundamentos orientais como daoismo, confucionismo e budismo, têm o objetivo de manter sistemas socioecológicos de modo a garantir a sustentabilidade a longo prazo.

Para contextualizar o conceito de *Ecological Wisdom* na história, Young (2016) faz um apanhado do modernismo e pós-modernismo. A noção de quebra de tradição durante o modernismo foi acompanhada de grandes narrativas que visavam o progresso de modo unificado e hegemônico, enquanto o pós-modernismo foi marcado por um progresso fragmentado, com iniciativas locais e um emprego mais humano da tecnologia, trazendo consigo, porém, uma série de incertezas. O *Ecological Wisdom* sintetiza esses componentes, trazendo novamente uma visão unificada, mas dessa vez reconhecendo a importância de experiências passadas para a evolução: não há uma barreira entre o passado e o futuro, mas sim uma relação de complementaridade entre

ambos.

Reconhecendo o valor de intervenções limitadas, deve-se manter uma postura de observação e reverência em relação à natureza para que, assim, haja uma co-evolução nos sistemas ecológico e social. A resiliência busca atender às necessidades de ambas as esferas a longo prazo, considerando o caráter mutável de ambos.



### 3. Metodologia

A metodologia adotada envolve uma série de análises e sobreposições de informações. Os dados históricos foram obtidos em de fontes como Andreatta (2006), Santos (2003), Bastos (2017), entre outros. Já os textos de planejamento consultados foram PDUI/RJ (QUANTA-LERNER, 2017), PDMAP (2015), PBCM (FUNDAÇÃO COPPETEC, 2000) e o Plano de Integração de Áreas Verdes das Regiões Administrativas de Tijuca e Vila Isabel (REGO; FIGUEIREDO, 2010), além da tese de Rezende (2018), que analisa e compara as propostas de diferentes planos. Foram consultadas Leis referentes ao zoneamento da cidade e às áreas protegidas (BRASIL, 2000; RIO DE JANEIRO (CIDADE), 1976, 1987). Também foram obtidos dados estatísticos de IBGE (2010) e Rio de Janeiro (Cidade) (2016) e dados e informações relacionados ao risco de inundação em dissertações como Magalhães (2013), Mattos (2004), notícias de jornais, entre outras fontes. A cartografia, produzida em base GIS, também utilizou como fonte informações de Data Rio obtidas em 2020.

A sobreposição das intervenções propostas por Rezende (2018) como solução resiliente para mitigação de cheias e do mapa conceitual proposto no Plano de Integração foi a principal estratégia para a identificação de pontos de interesse. Foram mapeados todos os espaços que estavam previstos como potenciais receptores de técnicas compensatórias de drenagem urbana e, simultaneamente, indicados no Plano de Integração (REGO; FIGUEIREDO, 2010) como polos ou nós verdes.

É apresentado um diagnóstico de aspectos paisagísticos, ambientais e da infraestrutura da Bacia Hidrográfica, com a sobreposição dos diferentes dados coletados, permitindo uma análise completa que levará à definição do recorte. É feita uma caracterização dos espaços

escolhidos para a intervenção, com o levantamento de potencialidades de cada espaço. A partir dessa análise, são estabelecidas diretrizes na macroescala, tanto referentes a Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana Sustentável quanto referentes ao paisagismo.

É feito também o levantamento e análise de projetos existentes que utilizem técnicas de drenagem urbana sustentável em espaços públicos para serem usados como referência. Essa etapa comprova a viabilidade da aplicação desse tipo de infraestrutura e possibilita a análise das diferentes estratégias em cada referência.

Com base nessas análises, é apresentado um projeto para o trecho escolhido incluindo um projeto urbano geométrico e um projeto paisagístico para cada ponto de intervenção, incorporando as soluções de Drenagem Urbana Sustentável escolhidas.

## 4. Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue

A Bacia Hidrográfica escolhida para estudo de caso, apresentada no item 1.5, foi a Bacia do Canal do Mangue. A partir de análises de dados e do resgate de projetos prévios para a bacia do Estudo de Caso, foi definido um recorte para a elaboração do projeto de intervenção.

Em relação ao manejo de águas pluviais, o Plano Diretor de Enchentes da Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue (PBCM), abordado no item 2.2.2, foi o plano escolhido como base para a elaboração desse trabalho, por apresentar medidas distribuídas pela bacia, que se mostram mais vantajosas e resilientes que medidas de maior capacidade concentradas em poucos pontos. Já o Plano de Integração das Regiões Administrativas de Tijuca e Vila Isabel, de Rego e Figueiredo (2010) (abordado no item 2.1.2) será usado como base para a elaboração do projeto paisagístico. O plano identifica uma rede verde potencial, formada por espaços livres públicos, que muitas vezes coincidem com os espaços previstos para receber infraestrutura de drenagem urbana, e destaca também cinco circuitos, com base nas peculiaridades de cada trecho.

Foi feita, portanto, uma sobreposição dos dois projetos onde foram destacados todos os pontos de interseção, que simultaneamente foram abordados no Plano de Integração e têm potencial para receber infraestrutura de Drenagem Urbana. A Figura 9 mostra o resultado da sobreposição dos mapas, onde os pontos de infraestrutura de manejo de águas pluviais que também fazem parte do Plano de Integração estão circulados.



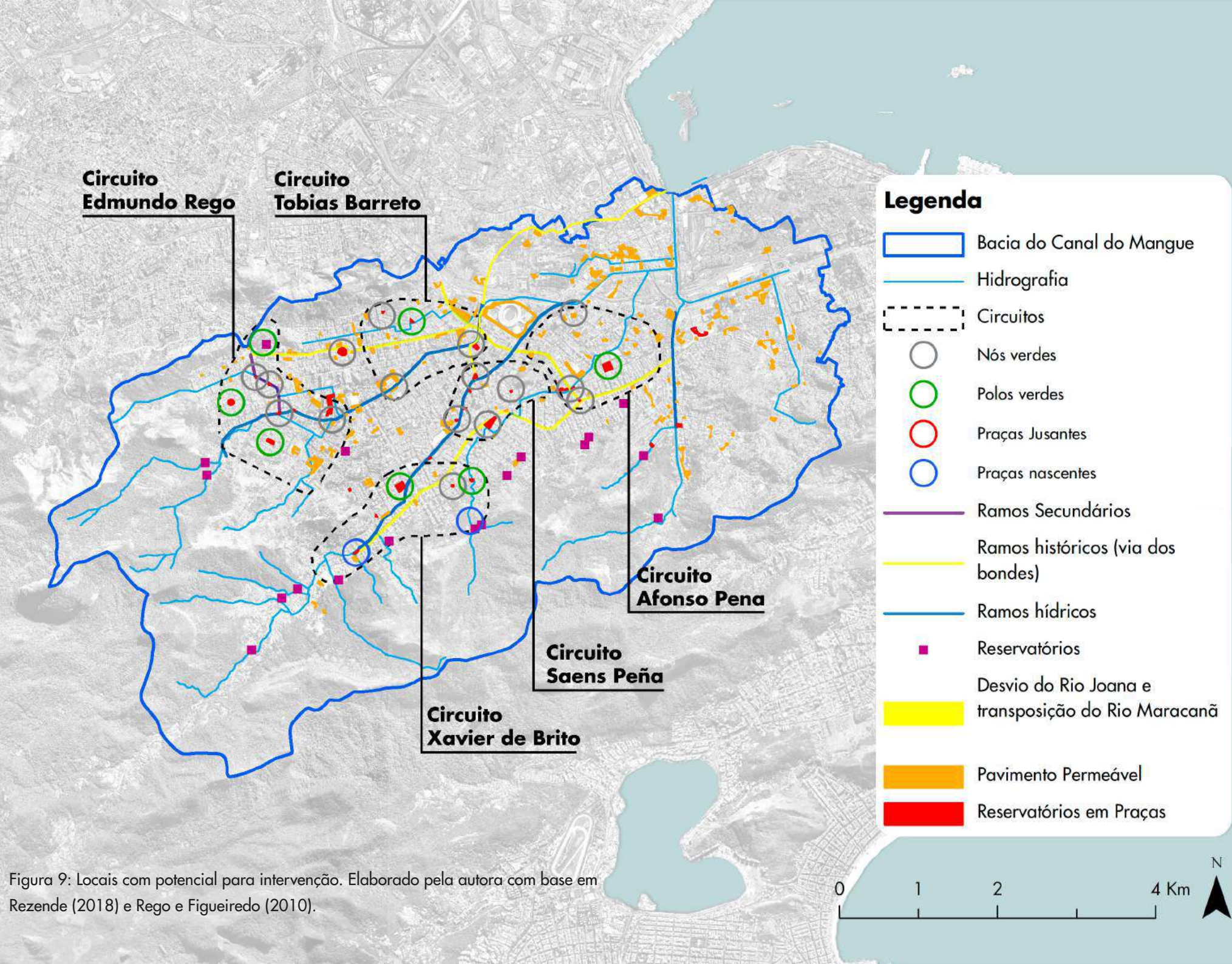


Figura 9: Locais com potencial para intervenção. Elaborado pela autora com base em Rezende (2018) e Rego e Figueiredo (2010).

A sobreposição dos projetos mostra que há muitos pontos de interseção, principalmente nas praças que foram previstas como reservatórios, destacadas em vermelho no mapa. Muitas dessas praças são entendidas como nós verdes, enquanto outras, as maiores e mais arborizadas, estão classificadas como polos verdes. Percebe-se também que alguns dos reservatórios de encosta, marcados em roxo no mapa, também coincidem ou estão próximos a espaços relevantes para o Plano de Integração, como praças nascentes.

No circuito Xavier de Brito, no bairro da Tijuca, foram identificados dois polos verdes, um nó verde e uma praça nascente onde são previstos reservatórios em praças, além de uma praça nascente onde são previstos dois reservatórios de encosta. Nesse circuito pode ser destacada a Praça Xavier de Brito, que é a praça de maior área e relevância histórica do trecho.

No circuito Saens Peña foram identificados 4 nós verdes que estão previstos como reservatórios em praças, com destaque para a Praça Saens Peña, que é a de maior área, centralidade e relevância histórica e cultural para o bairro. Uma das praças destacadas foi a Praça Varnhagen, onde já foi instalado um reservatório enterrado.

No circuito Afonso Pena foram identificados 2 nós verdes previstos como reservatórios em praça, um nó verde onde está previsto pavimento permeável em um estacionamento e um polo verde onde foi previsto reservatório em praça. O polo verde corresponde à praça Afonso Pena, que é a praça de maior área e relevância histórica do circuito. Esse trecho, assim como o circuito Saens Peña, apresentam uma maior centralidade em relação aos demais.

O circuito Tobias Barreto, inserido majoritariamente no bairro Vila Isabel, tem um caráter mais residencial e nele foram identifica-

dos dois nós verdes e um polo verde previstos como reservatórios em praças, dentre eles a praça Niterói, que já recebeu um reservatório enterrado. Também é identificado um nó verde em um grande estacionamento que recebe proposta de pavimento permeável.

Já no Circuito Edmundo Rego, no bairro do Grajaú, Foram identificados 3 nós verdes e 2 polos verdes em praças previstas como reservatórios, um polo verde onde está previsto um reservatório de encosta e um nó verde próximo a um grande reservatório em praça. Esse circuito tem um caráter residencial e menor densidade.

Para as análises ao longo desse capítulo, as delimitações dos circuitos foram sobrepostas aos mapas gerados para que a análise pudesse destacar as características de cada um, auxiliando na escolha do trecho para a proposta de intervenção.



## 4.1. Contextualização Histórica

Para descrever o histórico de ocupação da cidade, com foco na área compreendida pela Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue, utilizou-se como fonte principal os dados mencionados em Andreatta (2006), que descreve a ocupação da cidade do Rio de Janeiro ao longo da formulação dos planos urbanos do século XIX. Ao tratar da Tijuca e bairros adjacentes, também foi utilizado Santos, Leite e França (2003), e Bastos (2017), que abordam mais detalhadamente a formação e a situação atual de cada bairro.

A cidade do Rio de Janeiro foi fundada em 1576 e a sua ocupação iniciou-se na costa esquerda da Baía de Guanabara, expandindo-se para o norte, sul e oeste. Os portugueses a conceberam como um porto fortificado, protegido pela baía e pelos morros, enquanto o espaço intermediário era praticamente todo pantanoso. Os rios e lagoas que atravessavam a cidade alimentavam o Saco de São Diogo, que se conectava ao mar através da Bica dos Marinheiros, e esse sistema hídrico alimentava o Mangue de São Diogo. Atualmente, a área ocupada pelo Saco de São Diogo é onde está localizado o Canal do Mangue, enquanto o Mangue de São Diogo, depois de aterrado, recebeu o nome de Cidade Nova.

Em meados do século XVIII, os pântanos e manguezais, situados à oeste da cidade, começaram a ser dessecados. O aterro do Alagadiço de Pedro Dias foi feito entre 1769 e 1779 e a Lagoa do Boqueirão, onde foi feito o Passeio Público, foi terraplenada em 1780 com as terras do desmonte do Morro das Mangueiras. Quando a Corte Portuguesa se transferiu para a cidade, em 1808, foi aterrado o Mangue de São Diogo, dando início à Cidade Nova. A expansão da cidade aconteceu em direção ao Campo de Santana e à Cidade Nova, ocupando o es-

paço pantanoso e, posteriormente, indo mais adiante até o Campo de São Cristóvão e a Quinta da Boa Vista, até chegar ao Engenho Velho, formando o bairro da Tijuca.

Enquanto a Cidade Nova foi ocupada pela classe média urbana, as classes populares permaneceram no Centro (Cidade Velha), em cortiços e outras formas de moradias insalubres. Já as elites ocuparam as chácaras mais distantes da cidade, propriedades que procediam da venda, pela coroa, de terras confiscadas dos jesuítas por Marquês de Pombal em 1761. O estabelecimento da Família Real na Quinta da Boa Vista acelerou o processo de dessecação dos manguezais do Rio Maracanã, além de motivar a construção do Canal do Mangue, em 1854.

As cadeias montanhosas eram usadas para a plantação de café na época colonial, mas entre os anos 1860 e 1874, por iniciativa do imperador, essa área foi rearborizada com mais de 100.000 árvores, dando origem à Floresta da Tijuca. O parque recebe também áreas projetadas por Glaziou seguindo um estilo romântico, com grutas, caminhos, passeios e valorização de córregos e cascatas. O parque hoje é um importante ponto de cultura, lazer e esporte, e está catalogado como um parque nacional urbano de 33km<sup>2</sup> protegido por lei, além de ter sido declarado Reserva da Biosfera pela UNESCO em 1991.

A topografia da Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue, com a presença do Maciço da Tijuca e as características hidrográficas da região formam a identidade da dos bairros atualmente compreendidos pelas Regiões Administrativas VIII e IX (Alto da Boa Vista, Tijuca, Vila Isabel, Andaraí, Grajaú, Maracanã e Praça da Bandeira). A presença da água, seja como recurso natural, uso recreativo ou empecilho devido à ocorrência de cheias urbanas é comum a todos esses bairros.

A palavra “Tijuca” vem do termo indígena “ti’yug”, que descreve áreas com presença de lama devido ao acúmulo das águas de chuva, e foi usado para identificar diversos locais do município onde havia água em abundância. O bairro Andaraí (“Rio dos Morcegos”) foi nomeado em homenagem ao seu principal corpo hídrico, que posteriormente foi canalizado e hoje recebe o nome de Rio Joana. Já “Maracanã” é o nome de uma ave que se reúne em áreas com abundância de água (SANTOS; LEITE; FRANCA, 2003).

O potencial hídrico do local viabilizou as redes de distribuição domiciliar e industrial, e a existência de cachoeiras, nas partes mais altas, justificou a instalação de hotéis no passado, que se apropriaram do recurso como um atrativo para o lazer. Também viabilizou o estabelecimento de indústrias, como as que surgiram em Vila Isabel. Até mesmo a formação de favelas, posteriormente, guiou-se pela existência de afloramentos do lençol nas encostas (SANTOS; LEITE; FRANCA, 2003).

O aterramento da área alagada do Saco de São Diogo para a ocupação urbana eliminou águas que eram consideradas vetores de doenças e rompeu uma fronteira natural, entretanto os alagamentos não foram solucionados e permanecem representando um problema crítico na Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue.

O desenvolvimento da Tijuca foi fomentado pela primeira concessão de linha de bonde do Rio de Janeiro, do Centro à Tijuca. A linha foi inaugurada em 1859, mas em 1866 o serviço foi suspenso até que, em 1898, um novo serviço de bondes foi instalado. Já o bairro Vila Isabel, no Engenho Novo, desenvolveu-se a partir de linhas de bondes inauguradas em 1873, parcelamento de chácaras e instalação de fábricas. Em 1898, os bondes chegam ao Alto da Boa Vista.

Antes da colonização portuguesa, o Engenho novo era ocupa-

do por indígenas tamoios e, a partir do século XVI, a área tornou-se a Fazenda dos Macacos, propriedade dos jesuítas até 1759, e posteriormente foi tomada pela Corte Portuguesa. Em 1872, Barão de Drummond comprou a fazenda e começou a sua urbanização com intuito de formar um bairro. O bairro de Vila Isabel foi projetado em moldes franceses, com um largo eixo central e um discurso de saneamento e progresso. O bairro abrigou fábricas e vilas operárias, e as ocupações irregulares só começaram a surgir na década de 1920.

O Andaraí se desenvolveu a partir de meados do século XIX e, assim como Vila Isabel, recebeu fábricas e vilas operárias, e sofreu um processo de favelização, com favelas dispostas em forma de ferradura em torno do restante do bairro.

A formação do Grajaú aconteceu somente em 1920, com um primeiro desenho de loteamento no trecho que é considerado o miolo do bairro, e que compreende a praça Edmundo Rego. O bairro foi ocupado pela classe média alta, com edifícios luxuosos de testadas largas. Posteriormente, foi feito um loteamento para a área adjacente, denominado Vila América, constituído por ruas irregulares que dão acesso às favelas. A área mais externa do bairro também é considerada periférica e é habitada pela classe média. O processo de favelização do bairro foi tardio, iniciando-se na década de 70.

Nos anos 1930, surge a Praça Saens Peña, que formou uma centralidade na Tijuca e teve o seu apogeu as décadas de 1940 e 1950. O entorno da praça contava com diversas opções de comércio e lazer, caracterizando o estilo de vida e a identidade social do tijucano. Os principais atrativos nesse período eram os cinemas, que se estabeleceram nas proximidades da Praça, nas ruas Haddock Lobo e Conde de Bonfim. Percebe-se que o bairro da Tijuca exerce uma centralidade em relação aos bairros vizinhos, quem compõem a Grande Tijuca (Tijuca,

Alto da Boa Vista, Grajaú, Vila Isabel, Andaraí, Maracanã e Praça da Bandeira).

Outro marco na época foi a inauguração do Estádio Jornalista Mário Filho, no Maracanã, em 1950, que sediou a Copa do Mundo no mesmo ano. A obra monumental foi considerada símbolo de uma nova civilidade e do engrandecimento da nação no contexto do Estado Novo, configurando um valor cultural, político e simbólico para esse elemento, para além do esportivo (BRINATI; MOSTARO, 2018; MASCARENHAS, 2013).

Já nos anos 60 ocorreram mudanças na cidade, como o crescimento da Zona Sul em direção a Ipanema e ao Leblon e, posteriormente, a expansão para a Barra da Tijuca, o que colocou a localização da Tijuca em desvantagem. Além disso, houve um processo de verticalização da Tijuca e de suas adjacências, prejudicando o caráter bucólico desse local. A Tijuca passou a ter qualidades intermediárias entre a Zona Sul e os subúrbios, pois reúne edifícios altos mas também residências unifamiliares, construções antigas e algumas indústrias.

Nos anos 80, foi inaugurado o metrô da Tijuca, o que indignou as associações de moradores locais, que clamaram por uma utilização mais social desses espaços, como áreas verdes públicas. Na década de 90, a violência urbana se agravou no local, e muitos moradores da Tijuca e arredores foram atraídos para a Barra da Tijuca. No início do século XXI, a área recebe diversos empreendimentos como condomínios residenciais, shoppings e hipermercados, muitas vezes substituindo antigas fábricas que foram fechadas, fenômeno que feriu a identidade do bairro. Hoje em dia, a Tijuca perde a sua centralidade e a mídia a retrata cada vez mais como um espaço violento e decadente.

Santos (2003) divide a atual Tijuca e seus bairros adjacentes

em 2 subespaços: a favela e o asfalto. Enquanto o bairro-asfalto está situado na planície, as favelas instalaram-se nas encostas, localização imposta às classes populares advinda de diversos fatores, como o fracasso do setor imobiliário para construir vilas operárias. Em relação ao bairro-asfalto, as favelas representam uma degradação da paisagem, portanto os moradores do asfalto se deparam com o dilema de integrar as favelas ou não, definindo suas fronteiras. Há uma resistência muito grande por parte das classes mais nobres em reconhecer as favelas como parte do mesmo bairro e de quebrar as fronteiras espaciais e simbólicas entre esses dois subespaços.

As Figuras 10, 11, 12, 13 e 14 mostram, através de mapas esquemáticos, como ocorreu a ocupação da área compreendida pela bacia, sendo também possível observar as mudanças no limite da cidade com a Baía de Guanabara, decorrentes dos aterramentos. Em amarelo, é possível ver a expansão da ocupação ao longo dos anos e também é apresentada a delimitação dos circuitos, definidos pelo Plano de Integração (REGO; FIGUEIREDO, 2010). Já as Figuras 15 e 16, mostram o Canal do Mangue, enquanto a Figura 17 mostra a Praça Sete de Março, atual Praça Barão de Drummond, em Vila Isabel.



○ Limite Atual da Bacia do Canal do Manguê    
 — Hidrografia    
   Maciços    
   Evolução da ocupação urbana    
 — Eixos históricos dos Bondes

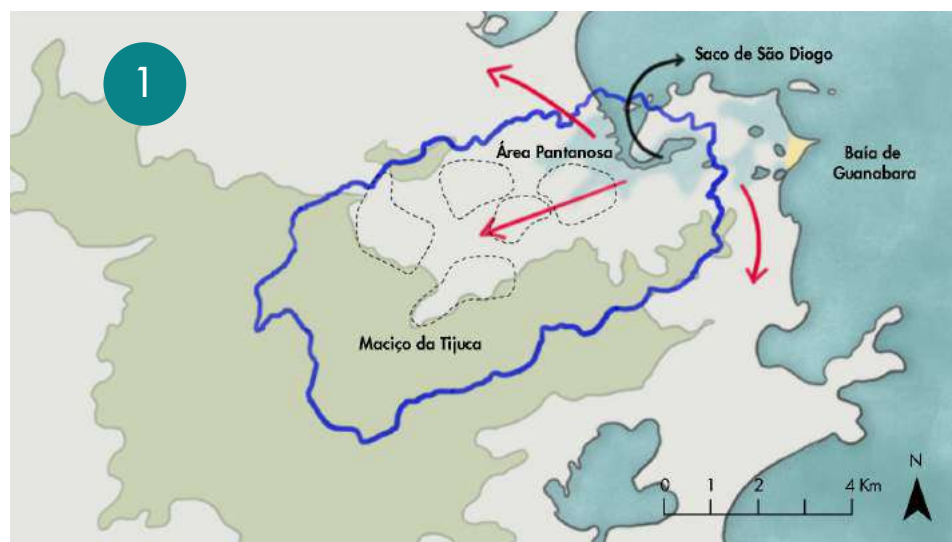


Figura 10: Diagrama de Histórico de Ocupação 1. Elaborado pela autora.



Figura 11: Diagrama de Histórico de Ocupação 2. Elaborado pela autora.

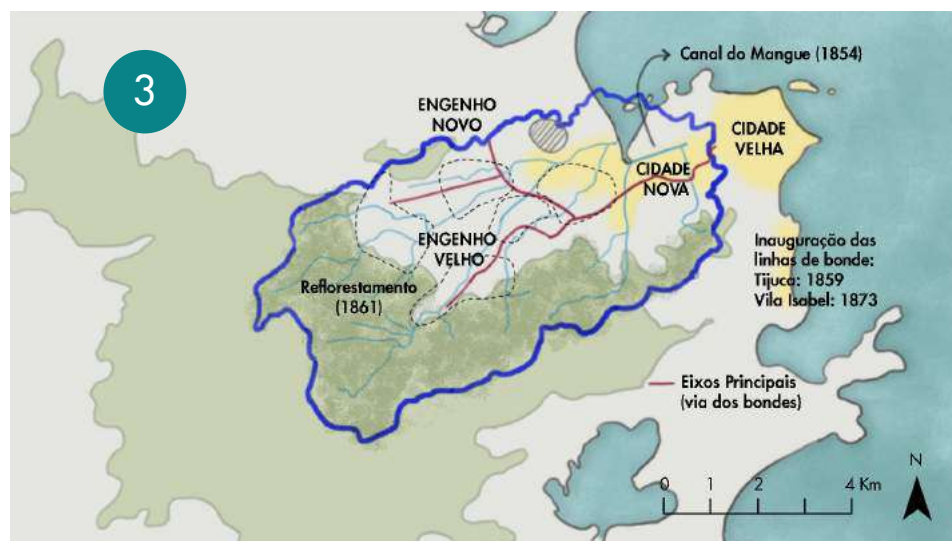


Figura 12: Diagrama de Histórico de Ocupação 3. Elaborado pela autora.



Figura 13: Diagrama de Histórico de Ocupação 4. Elaborado pela autora.



Figura 14: Diagrama de Histórico de Ocupação 5. Elaborado pela autora.

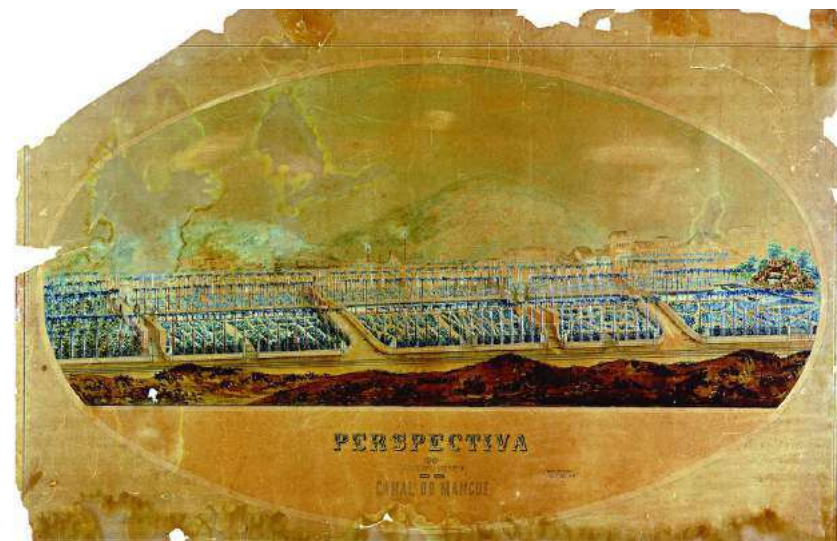


Figura 15: Canal do Mangue, 1875. Fonte: [https://library.artstor.org/#/asset/SS34829\\_34829\\_42653727](https://library.artstor.org/#/asset/SS34829_34829_42653727)



Figura 16: Canal do Mangue em 1920. Fonte: [https://library.artstor.org/#/asset/SS34829\\_34829\\_42655373](https://library.artstor.org/#/asset/SS34829_34829_42655373)



Figura 17: Praça Sete de Março, Vila Isabel (1889-1930). Fonte: [https://library.artstor.org/#/asset/SS34829\\_34829\\_42654136](https://library.artstor.org/#/asset/SS34829_34829_42654136)



## 4.2. Caracterização Urbana Atual

- **Divisões Administrativas**

A Bacia do Canal do Mangue abrange as Áreas de Planejamento 1 e 2, como indicado na Figura 18. A Área de Planejamento 1 corresponde ao Centro Histórico da cidade, e é também a área que mais sofreu transformações no cenário urbano. Já a Área de Planejamento 2 corresponde à área de expansão da cidade, promovida pela implantação do sistema de bondes na segunda metade do século XIX, onde são encontradas edificações de luxo e ocupação irregular nas encostas, pela população de baixa renda. Para esse trabalho, será analisado o trecho da bacia presente na Área de Planejamento 2, onde estão inseridos todos os circuitos.

Em relação às Regiões Administrativas (Figura 19), esse trabalho estudará a RA 8 (Tijuca) e RA 9 (Vila Isabel), que compartilham características históricas e culturais semelhantes, apesar de suas peculiaridades. A Região Administrativa 8 comporta os bairros Tijuca, Alto da Boa Vista e Praça da Bandeira, e os circuitos Xavier de Brito, Saens Peña e parte do circuito Afonso Pena. Já a Região Administrativa 9 comporta Grajaú, Andaraí, Vila Isabel e Maracanã e os circuitos Edmundo Rego, Tobias Barreto e parte do circuito Afonso Pena.



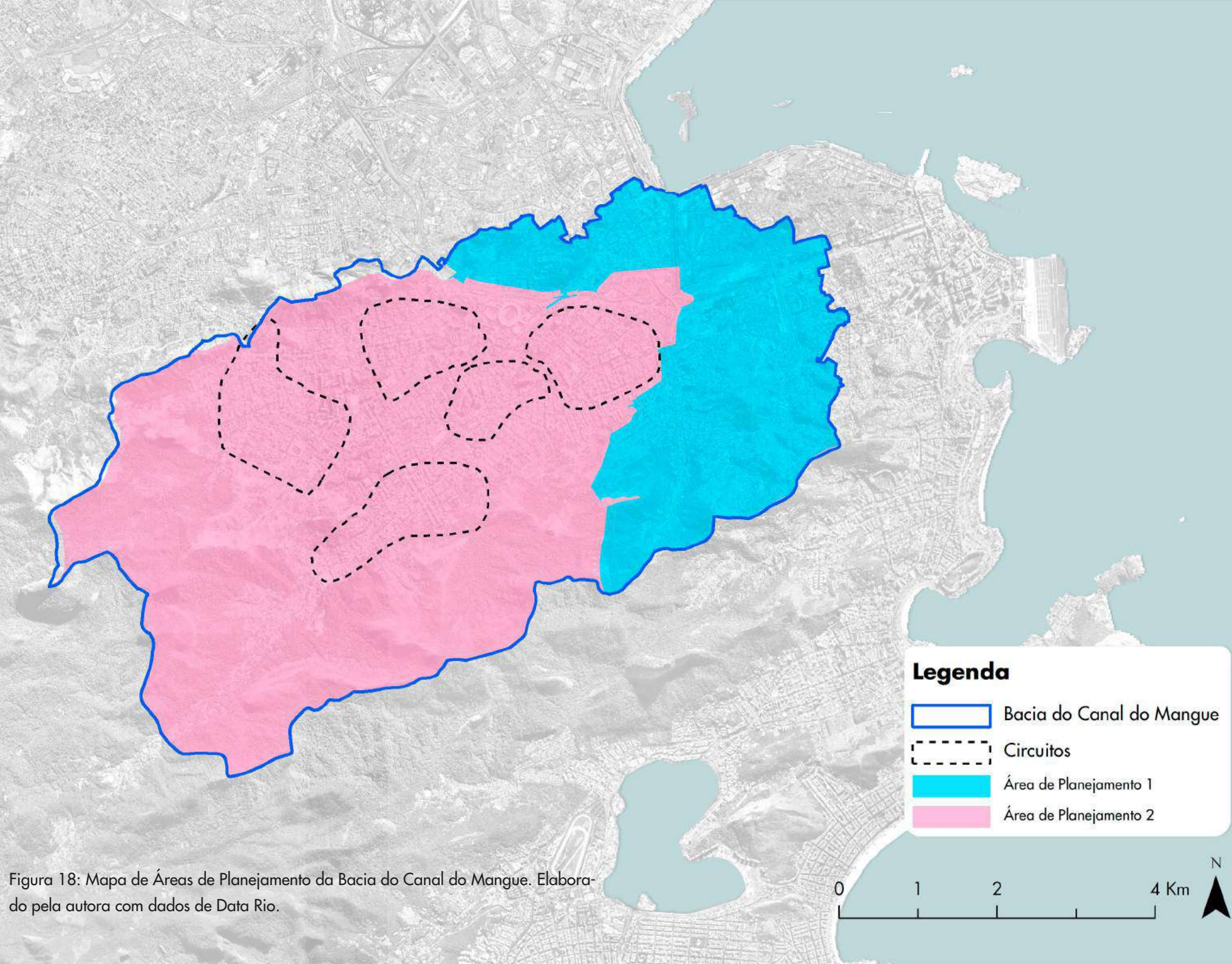


Figura 18: Mapa de Áreas de Planejamento da Bacia do Canal do Mangue. Elaborado pela autora com dados de Data Rio.



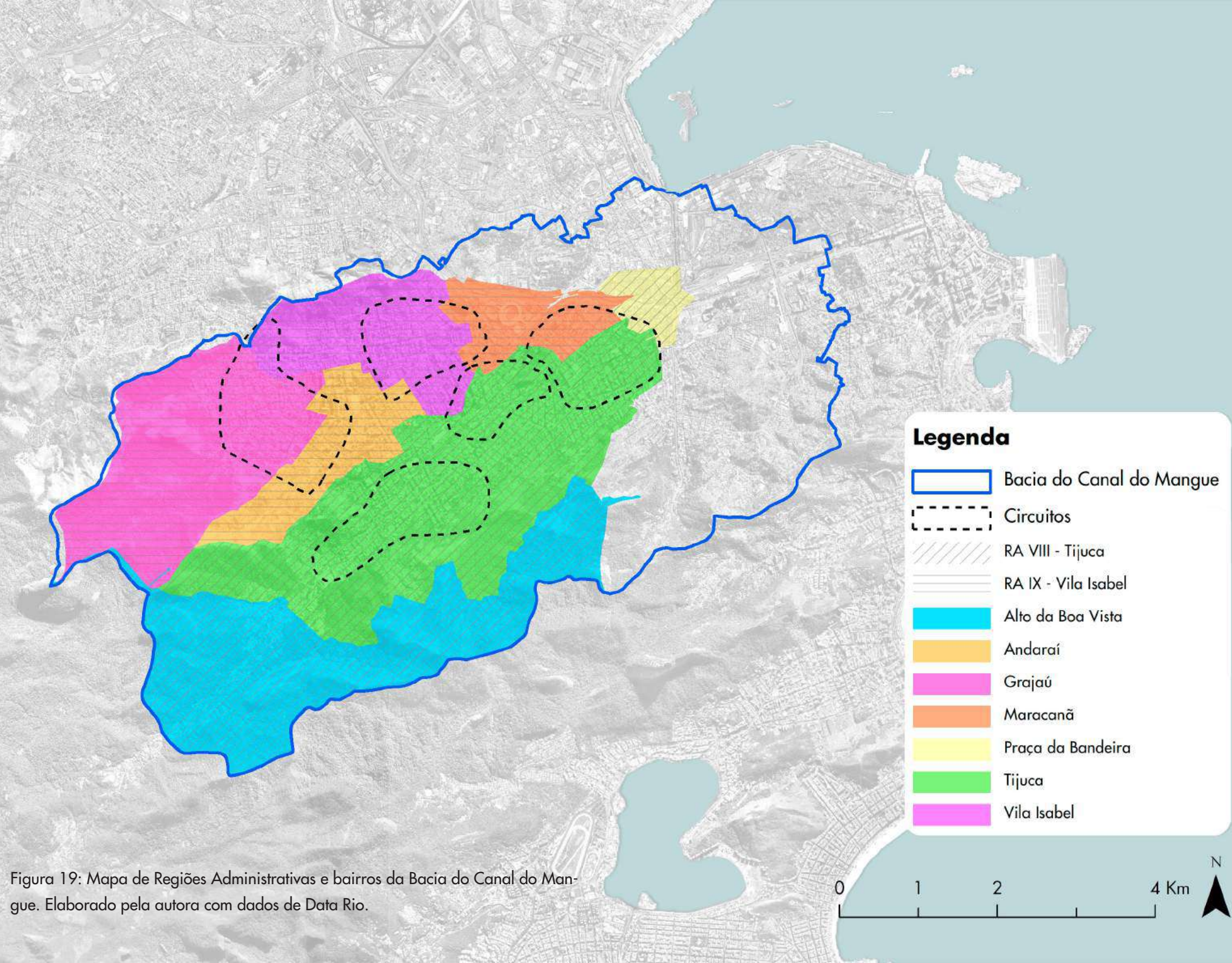


Figura 19: Mapa de Regiões Administrativas e bairros da Bacia do Canal do Mangue. Elaborado pela autora com dados de Data Rio.

- **Uso do Solo**

O mapa da Figura 20 mostra uma extensa cobertura arbórea, correspondente a aproximadamente 37% da área da bacia, remanescente na região do maciço da tijuca, porém no restante da extensão da bacia, praticamente não há cobertura vegetal.

Aproximando-se do centro da cidade, na região classificada como Área de Planejamento 1, nota-se uma presença mais forte de áreas de lazer, institucionais e de educação e saúde. Já os bairros Tijuca, Andaraí, Vila Isabel, Grajaú, Alto da Boa Vista e Rio Comprido (correspondentes à Área de Planejamento 2) são predominantemente residenciais, tipo de ocupação presente em 39% da área da bacia. Nota-se também a presença de favelas nas encostas do maciço da tijuca, próximas às grandes porções de cobertura arbórea, ocupando 7% da área da bacia.

Analisando o posicionamento de cada circuito na bacia, percebe-se que todos têm um caráter predominantemente residencial. Os circuitos Saens Peña e Afonso Pena, entretanto, apresentam uma maior variedade de usos, com áreas de lazer, comércio e serviços e educação e saúde, enquanto Circuito Tobias Barreto apresenta uma grande área de educação ocupada pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Os circuitos Xavier de Brito e Edmundo Rego apresentam menor variedade de usos, porém destaca-se a proximidade com uma grande área verde, compreendida pelo Maciço da Tijuca, e também a presença de comunidades localizadas nas encostas.

- **Zoneamento**



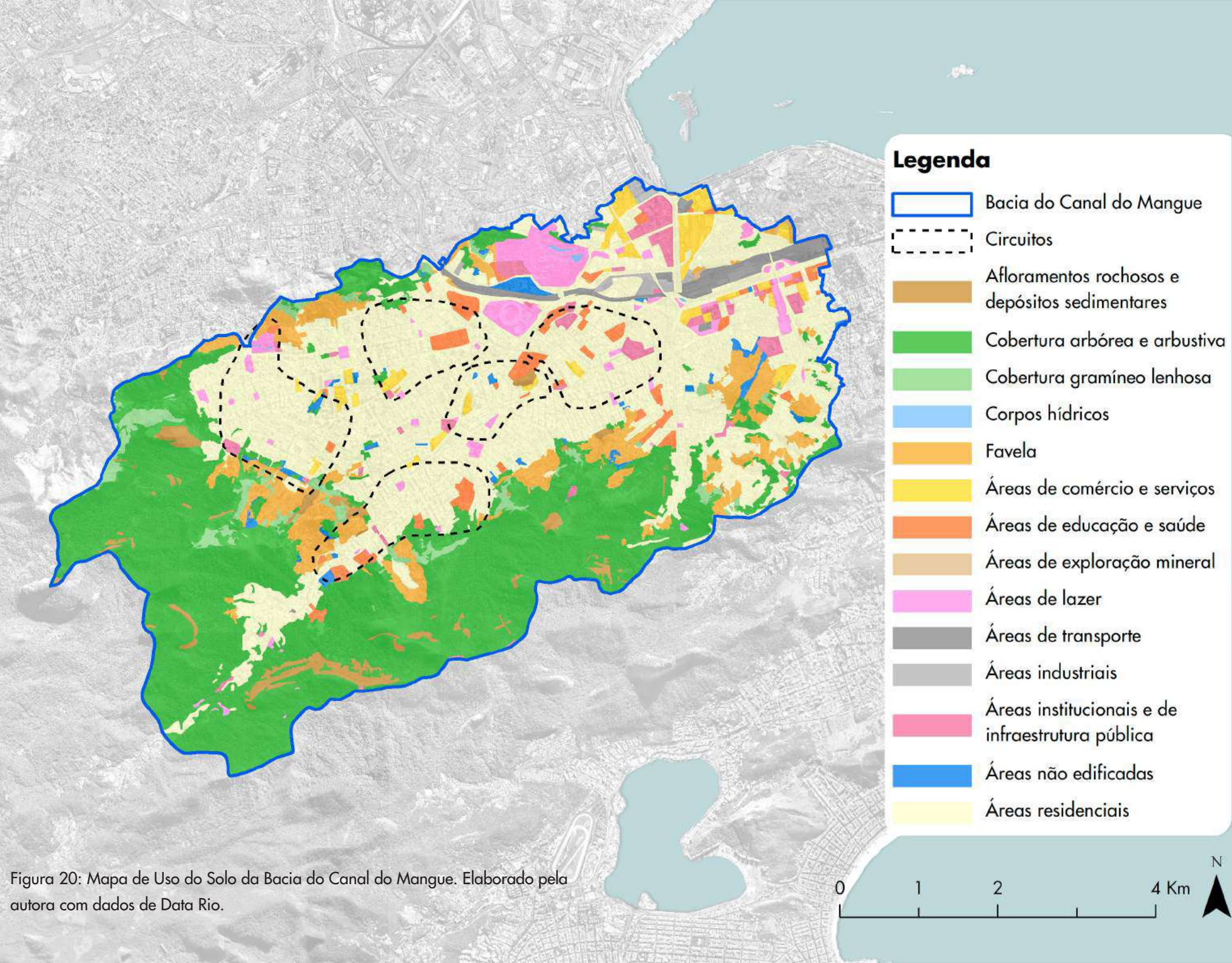


Figura 20: Mapa de Uso do Solo da Bacia do Canal do Mangue. Elaborado pela autora com dados de Data Rio.

O zoneamento do município do Rio de Janeiro (Figura 21) foi aprovado no Decreto nº 322 de 3 de março de 1976, que estabelece as modalidades, intensidade e localização dos usos do solo e das atividades no município (RIO DE JANEIRO (CIDADE), 1976),

A Zona Especial 1 (ZE-1) corresponde a reservas florestais e ocupa a maior parte do Alto da Boa vista, abrangendo também outros bairros como Tijuca, Andaraí e Grajaú. Nessa zona não é permitido loteamento ou arruamento de iniciativa particular (seção 1, art. 164) e os lotes devem ser de uso residencial unifamiliar e ter gabarito máximo de 2 pavimentos e afastamento frontal mínimo de 5 metros (seção 1, art. 166). Essa zona está próxima dos circuitos Xavier de Brito e Edmundo Rego.

A Zona Especial 3 (ZE-3), em Santa Teresa, corresponde a uma Área de Proteção Ambiental (APA) (seção 3, art 182). Em alguns trechos é permitido o uso residencial uni ou multifamiliar (seção 3 art. 183) e os pequenos comércios e serviços (seção 3 art, 184). Outra Zona Especial presente no recorte da bacia é a Zona Especial 8 (ZE-8) corresponde à Cidade Nova, e foi delimitada no PA 9362 – 31.591. Tanto a Zona Especial 3 quanto a Zona Especial 8 não estão presentes dentro de nenhum dos circuitos destacados e não influenciam nas suas dinâmicas.

As Zonas Residenciais 2 e 3 (ZR-2 e ZR-3) são encontradas principalmente nos bairros Tijuca, Rio Comprido e Estácio, e a ZR-3 também ocupa grande parte do bairro Santo Cristo. Em relação aos circuitos, essas zonas compreendem o Circuito Xavier de Brito, Saens Peña e parte do Afonso Pena. Nessas zonas somente é permitido o uso residencial, mas na ZR-2 são toleradas atividades domiciliares artísticas e na ZR-3 são toleradas algumas outras atividades, mas sem admitir o uso de letreiro ou vitrine (Capítulo XIII, art 227).

Nos bairros Andaraí, Grajaú, Vila Isabel e Maracanã nota-se a existência da Zona Residencial Multifamiliar (ZRM) com a demarcação de eixos definidos como Zona Comercial (ZC), estabelecidos no Decreto 6997/1987 (RIO DE JANEIRO (CIDADE), 1987). Essas zonas podem ser observadas nos circuitos Edmundo Rego, Tobias Barreto e em parte do Afonso Pena.

Nos bairros mais próximos do Centro, nota-se a atribuição de usos mais variados, como a Zona de Indústria e Comércio, localizada na Praça da Bandeira, a Zona de Uso Misto, Zona de Uso Misto 1 e Zona de Uso Misto 2, localizadas em São Cristóvão e Santo Cristo e a Zona de Comércio e Serviços, em São Cristóvão. Já o trecho da bacia correspondente ao centro da cidade está definida como Zona Central 1.



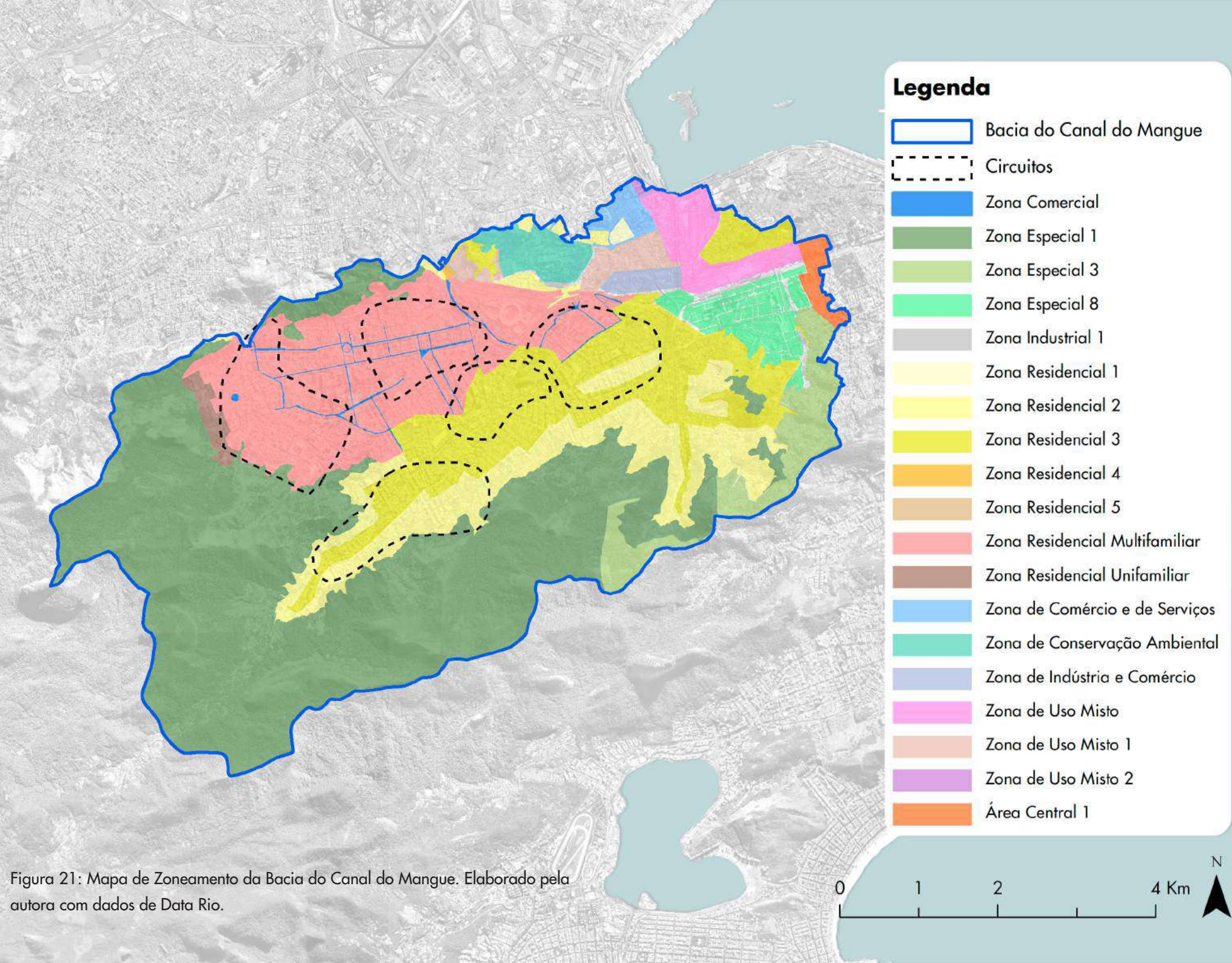


Figura 21: Mapa de Zoneamento da Bacia do Canal do Manguê. Elaborado pela autora com dados de Data Rio.



- **Áreas Protegidas**

O mapa da Figura 22 delimita e classifica os diferentes tipos de Áreas Protegidas presentes dentro da Bacia Hidrográfica. O Parque Estadual do Grajaú, próximo ao circuito Edmundo Rego, e o Parque Nacional da Tijuca, próximo aos circuitos Edmundo Rego e Xavier de Brito, são demarcados como Proteção Integral, ou seja, são áreas com ecossistemas livres de interferência humana onde é permitido apenas o uso indireto dos seus recursos, segundo a lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 cap. III, art. 7 (BRASIL, 2000). No caso de parques, a posse e o domínio são públicos e áreas particulares dentro de seus limites devem ser desapropriadas. Nos parques, é permitida a visitação, a recreação, o turismo ecológico, desenvolvimento de atividades recreativas e pesquisas científicas, porém as atividades estão sujeitas às normas estabelecidas no Plano de Manejo da unidade, segundo a lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000 cap. III, art. 11 (Brasil, 2000).

Fazendo fronteira com a área do Parque Nacional da Tijuca, nota-se uma faixa identificada como Zona de Amortecimento do Parque Nacional da Tijuca. Esse trecho corresponde ao entorno da Unidade de Conservação, onde as atividades estão sujeitas a normas e restrições específicas para minimizar os impactos sobre a unidade (capítulo I, art 2 XVIII). O objetivo dessa zona é promover a integração da Unidade de Conservação à vida econômica e social das comunidades vizinhas (capítulo IV, art. 27).

Os trechos correspondentes à APA de Santa Teresa e à APARU do Alto da Boa Vista são classificados como Uso Sustentável, portanto é permitida a exploração do ambiente de forma controlada, garantindo a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos e mantendo a biodiversidade de forma socialmente justa e economicamente viável (capítulo I art. 2).

O mapa também mostra o tombamento do Morro da Babilônia, realizado pelo IPHAN em 1973 no processo 869-T-1973. Esse trecho está inserido no Circuito Saens Peña.

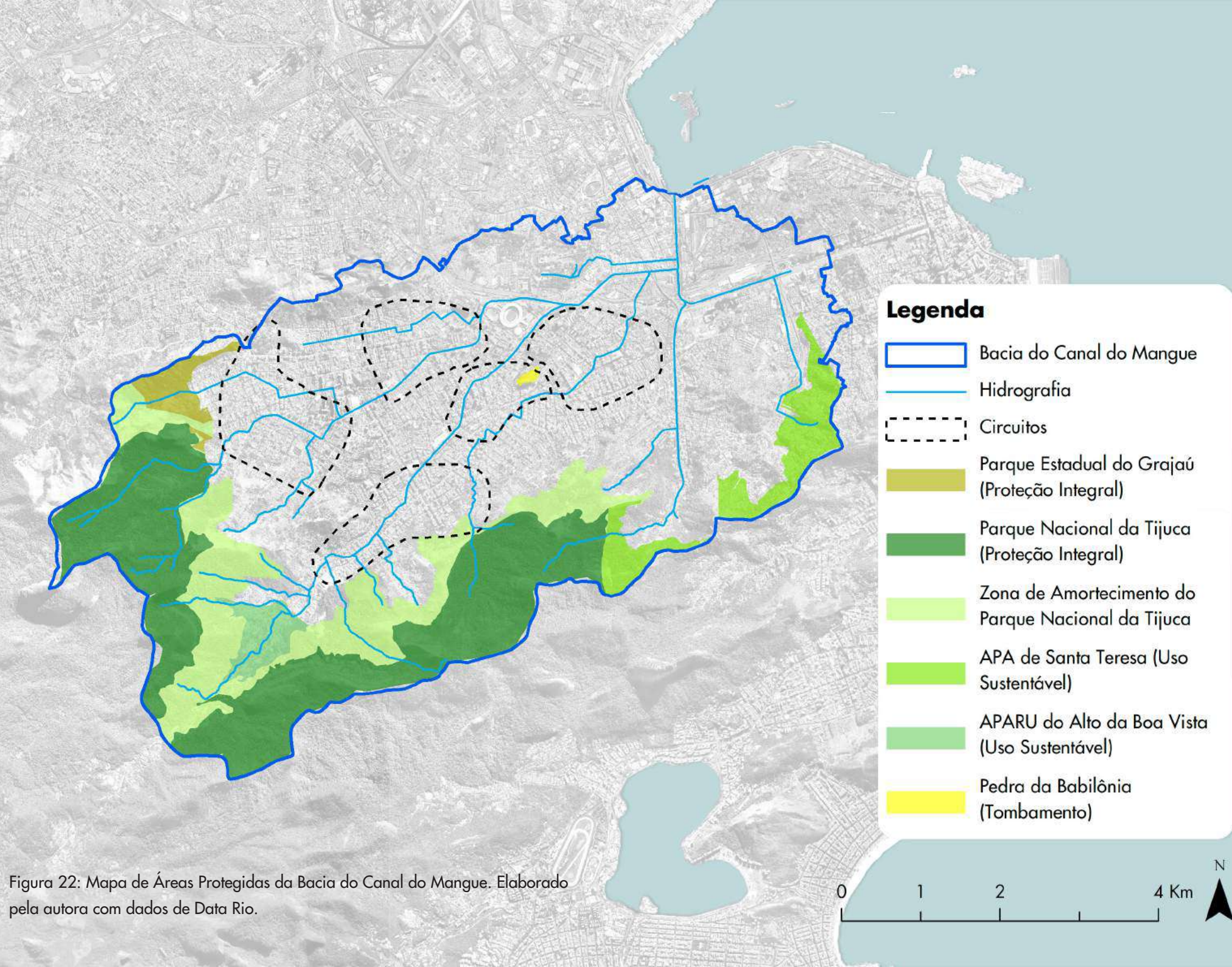


Figura 22: Mapa de Áreas Protegidas da Bacia do Canal do Mangue. Elaborado pela autora com dados de Data Rio.

- **Densidade Demográfica**

O mapa de densidade demográfica (Figura 23) foi elaborado a partir dos dados do censo de 2010 do IBGE (2010). Foram consultados os dados referentes a moradores em domicílios particulares permanentes dos setores censitários do IBGE compreendidos dentro dos limites da Bacia Hidrográfica.

Percebe-se que a área mais próxima ao centro da cidade apresenta uma quantidade menor de habitantes por quilômetro quadrado, já que é uma área com um tipo de uso mais voltado para comércio, serviço e lazer. Já os bairros compreendidos pelas Regiões Administrativas VIII e XIX, onde estão inseridos os circuitos, apresentam uma densidade maior, por terem um caráter mais residencial.

Em relação aos circuitos, percebe-se que as áreas mais próximas às encostas, compreendidas pelo circuito Edmundo Rego e pela porção oeste do circuito Xavier de Brito, apresentam menor densidade demográfica se comparadas aos demais circuitos, localizados em áreas mais consolidadas.



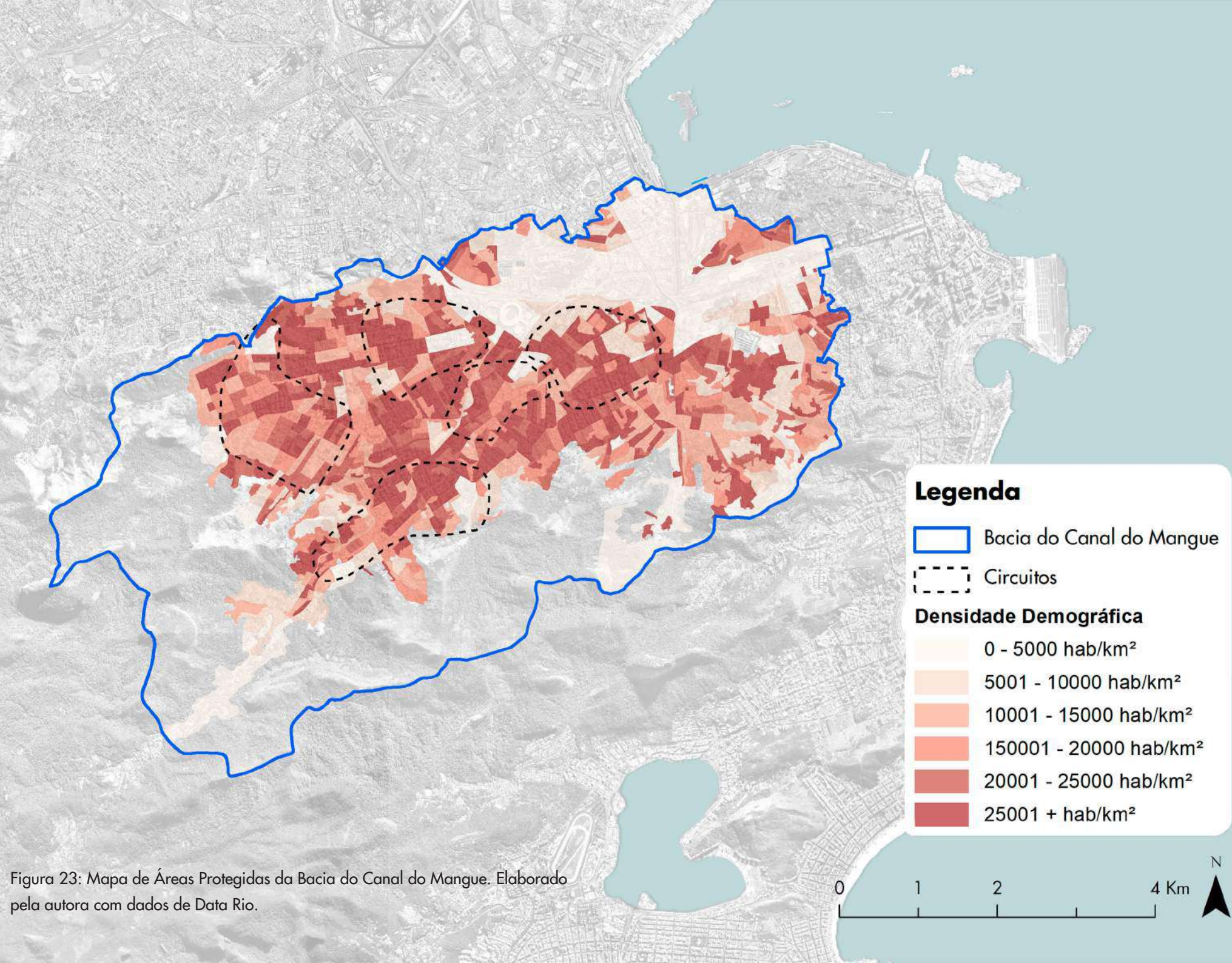


Figura 23: Mapa de Áreas Protegidas da Bacia do Canal do Mangue. Elaborado pela autora com dados de Data Rio.

### 4.3. Caracterização da Drenagem

A Bacia do Canal do Manguê foi escolhida como estudo de caso pois apresenta um histórico frequente de inundações, com grandes prejuízos econômicos, sociais e ambientais, cenário comum em paisagens brasileiras com urbanização consolidada, como é o caso da bacia. O processo de urbanização altera radicalmente as condições naturais da bacia, através de aterros (como foi feito no Saco de São Diogo) e ocupação do solo, o que aumenta a impermeabilização.

Segundo Magalhães (2013), a ocorrência de enchentes na cidade do Rio de Janeiro está relacionada tanto a causas naturais quanto à ação humana. A cidade está configurada em planícies costeiras entre áreas montanhosas, o que gera a ocorrência de precipitações intensas e uma alta velocidade de escoamento, sofrendo também influência da maré, que reduz a capacidade hidráulica dos rios. Já a ação antrópica se manifesta na ocupação dos morros, que aumenta a geração de sedimentos, e nos aterros sobre o mar e mangues, que resultam no prolongamento de canais sobre áreas de baixa declividade.

Atualmente, as cheias atingem boa parte da região da Tijuca, o Estádio do Maracanã, a sede da prefeitura, o Sambódromo e, principalmente, a Praça da Bandeira, que foi atingida em quase todas as enchentes acontecidas no século XX (MAGALHÃES, 2013; MATTOS, 2004).

O PDMAP (2015) aponta os locais com maior risco de inundação na bacia:

- Canal do Manguê - Na região que se estende desde a foz dos rios Trapicheiros e Comprido até o Rio Maracanã, entre as ruas Júlio do Carmo e Av. Salvador de Sá;

- Rio Comprido – Na região da Rua do Matoso;
- Rio Joana – Na região entre a Rua São Francisco Xavier e Av. Prof. Manoel de Abreu;
- Rio Maracanã – Na área que se estende desde o Estádio do Maracanã até a foz do Rio Joana; proximidade da Rua Uruguai e região a jusante do shopping Tijuca;
- Rio Trapicheiros – Na região da Praça da Bandeira, entre as ruas Prof. Gabizo e Gonçalves Crespo;

A Figura 24 mostra a inundação provocada por um evento de chuva ocorrido entre os dias 5 e 6 de abril de 2010, que alagou diversos pontos da Região Metropolitana do Rio de Janeiro e causou mais de 100 mortes, além de estragos e deslizamentos que deixaram milhares de pessoas desabrigadas (ESTADÃO, 2010). Também são apresentadas fotografias de diferentes eventos de cheias ocorridos ao longo da história em pontos críticos da Bacia do Canal do Manguê, como a Praça da Bandeira.



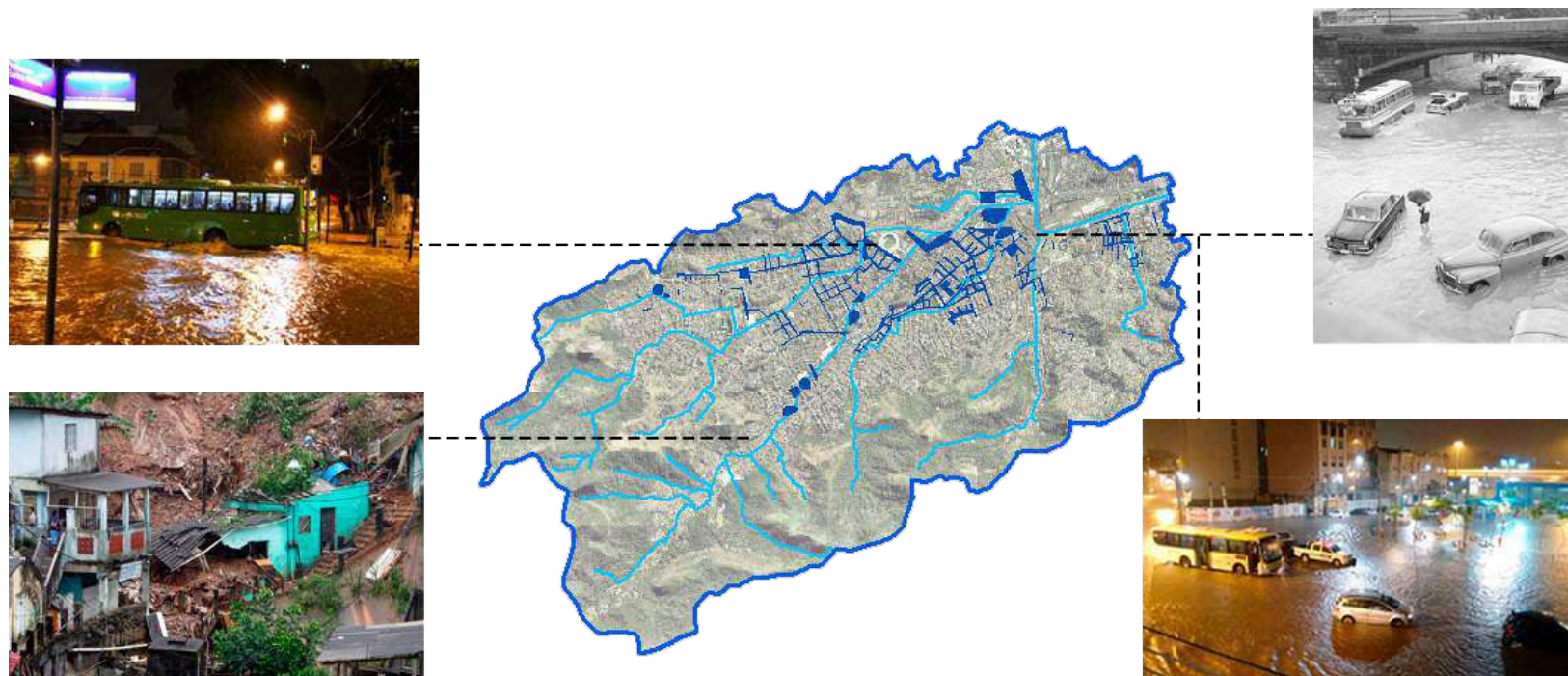


Figura 24: Mapa de inundação de evento em abril de 2010. Elaborado pela autora com dados de (ESTADÃO, 2010; O GLOBO, [s.d.], 2016; REZENDE, 2018; VEJA, 2019, PLANÁGUA/SEMADS/GTZ, 2001)



Rezende (2018) realizou estudos sobre a situação hidráulica na Bacia do Canal do Mangue através de simulações que geraram manchas de alagamento, mostrando o nível máximo da água para cada tipo de chuva em diferentes cenários. As Figuras 25 e 26 mostram as manchas geradas por uma chuva de tempo de recorrência de 25 anos para a situação atual da bacia e para o PBCM, respectivamente.

As simulações foram feitas pelo software MODCEL (MIGUEZ et al., 2017), uma ferramenta básica de simulação hidrodinâmica que

permite mapear alagamentos através do conceito de células de escoamento que funcionam como compartimentos homogêneos.

É entendido que intervenções distribuídas pela bacia hidrográfica, com um número maior de estruturas de menor capacidade, são mais vantajosas e resilientes, dado que uma eventual falha em uma parte do sistema não representa uma perda tão grande no todo. Visto isso, esse trabalho usará como base as intervenções propostas por Rezende (2018) no PBCM.



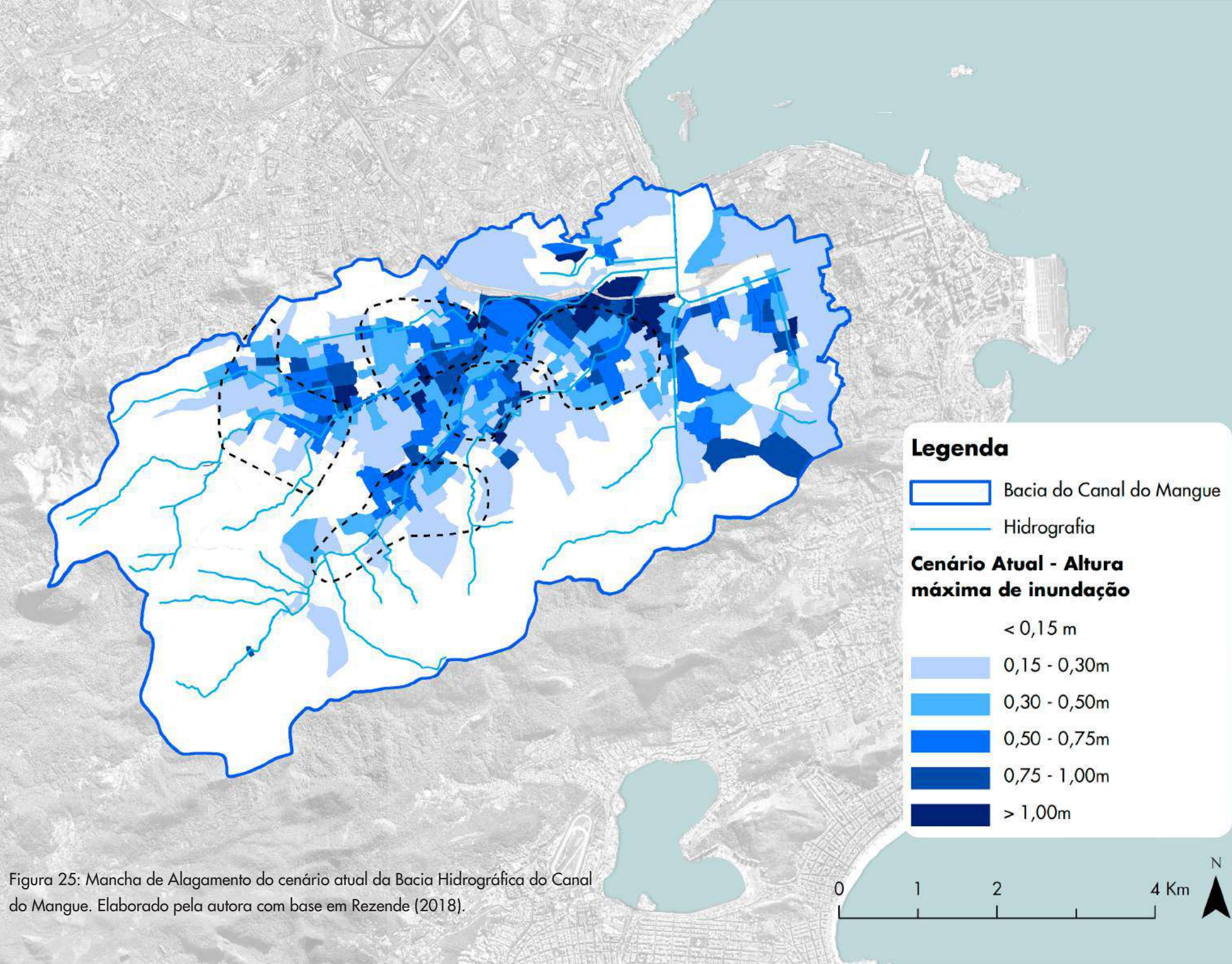


Figura 25: Mancha de Alagamento do cenário atual da Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue. Elaborado pela autora com base em Rezende (2018).



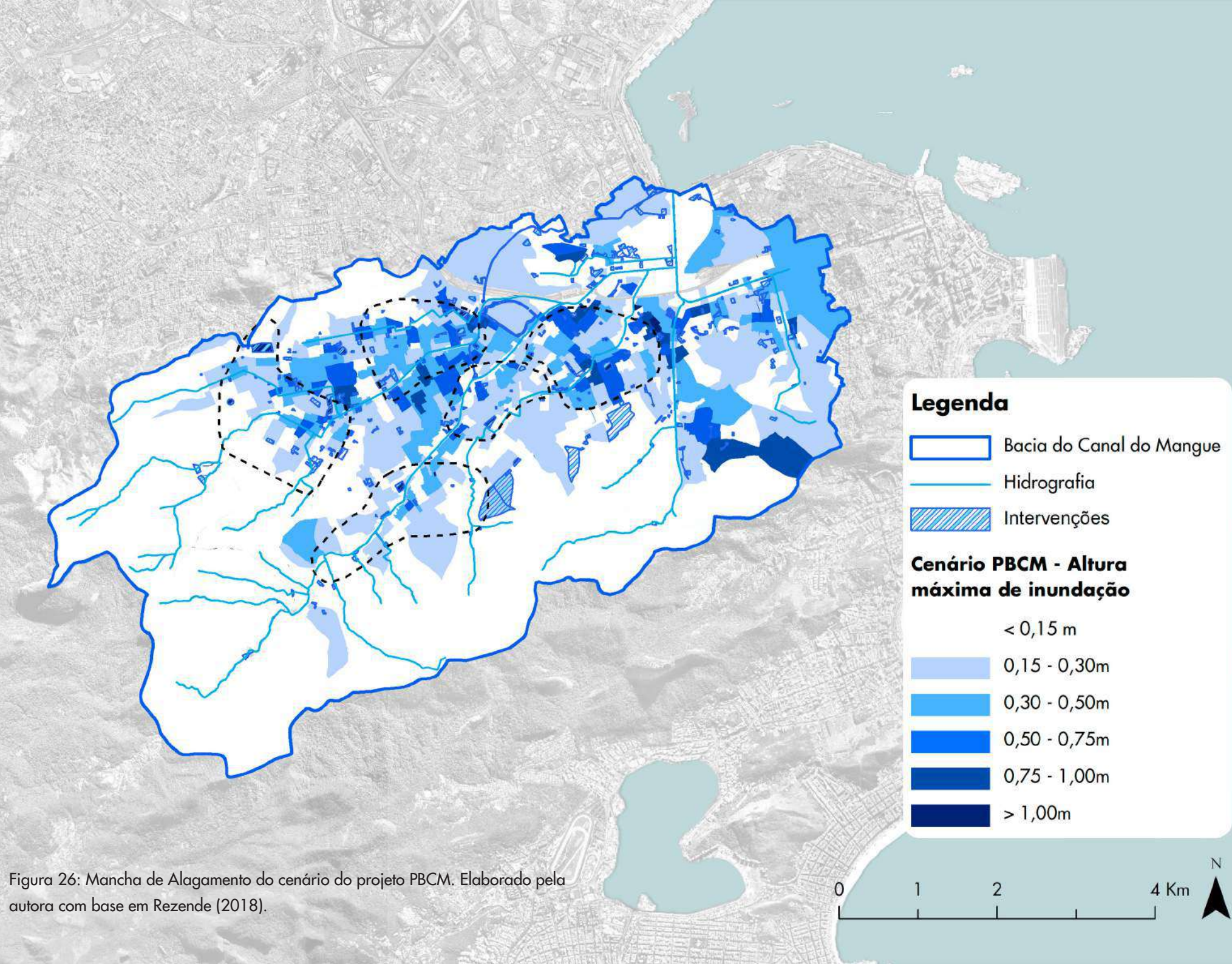


Figura 26: Mancha de Alagamento do cenário do projeto PBCM. Elaborado pela autora com base em Rezende (2018).



## 4.4. Delimitação da Área de Intervenção

As análises cartográficas da bacia permitiram a compreensão das características de cada um dos cinco circuitos apontados por Rego e Figueiredo (2010) e a sobreposição dos mapas de trabalhos prévios permitiu a identificação de possíveis pontos de interesse para a intervenção.

Percebe-se que os circuitos Edmundo Rego e Xavier de Brito

estão localizados nas encostas, enquanto o Saens Peña, Afonso Pena e Tobias Barreto estão em uma área mais consolidada e de cota mais baixa. Optou-se por trabalhar em uma área mais próxima das encostas pois é reconhecido o potencial desses espaços para a integração entre as malhas formal e a informal da cidade e também com a área verde presente no maciço. Em relação à Drenagem Urbana, intervenções próximas às encostas, ou seja, a montante na bacia hidrográfica, são vantajosas por apresentarem um impacto em toda a área a jusante.

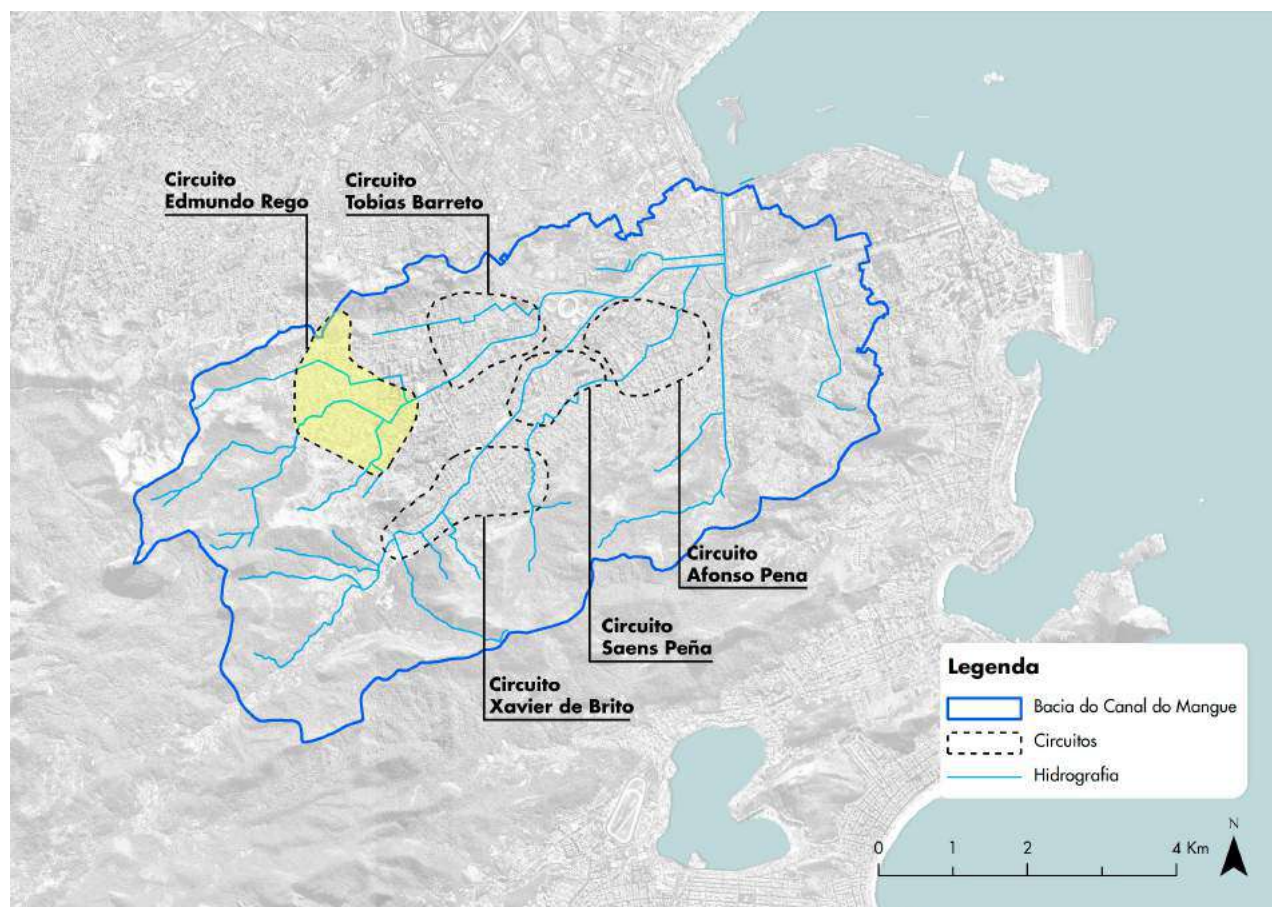


Figura 27: Escolha do circuito de intervenção na Bacia do Canal do Manguê. Elaborado pela autora com dados de Data Rio.



Dentre os dois circuitos próximos à encosta, o escolhido para a intervenção foi o Circuito Edmundo Rego, destacado na Figura 27, que está localizado majoritariamente no bairro do Grajaú em uma área predominantemente residencial e de menor densidade, o que pode ser entendido como um potencial para intervenções urbanas.

Essa escolha deve-se, também à importância histórica do trecho. A área ocupada atualmente pelo Grajaú fazia parte do Andaraí Grande, e começou a ser ocupada na década de 20 após receber o seu primeiro projeto de loteamento, na área onde está localizada a Praça Edmundo Rego, e expandiu-se em direção às encostas. Posteriormente, foi incorporado ao bairro um novo loteamento, ao sul da atual Rua Borda do Mato, denominado Vila América. Apesar de estarem unificados no mesmo plano urbanístico, estabelecido no Decreto n. 3.157/81 (RIO DE JANEIRO (CIDADE), 1981), essas duas regiões têm características distintas (SANTOS; LEITE; FRANCA, 2003).

Com o aumento da especulação imobiliária, foi estabelecido através do Decreto n. 322/76 (RIO DE JANEIRO (CIDADE), 1976) um zoneamento urbano para a cidade, onde foi permitido no Grajaú prédios de até 12 pavimentos. Entretanto, o PEU do Grajaú, instituído no Decreto n. 6.996/87 ((RIO DE JANEIRO (CIDADE), 1987), buscou restaurar as características de bairro residencial e reservar um gabarito mais baixo para a área correspondente ao primeiro loteamento.

O mapa da Figura 28, datado de 1935, mostra a área correspondente ao primeiro loteamento do Bairro do Grajaú e o início da sua ocupação, principalmente nas atuais ruas Grajaú e Professor Valadares. O loteamento é formado por uma malha regular e ruas largas, e é prevista uma praça no seu centro, a Praça Edmundo Rego.



Figura 28: Trecho de Mapa Histórico do Rio de Janeiro correspondente ao Grajaú.

Fonte: <https://library.artstor.org/#/asset/24792236>

O mapa da Figura 29 mostra a sobreposição entre o Plano de Integração (REGO E FIGUEIREDO, 2010) e o PBCM (REZENDE, 2018) no circuito escolhido, indicando os pontos que foram abordados simultaneamente em ambos os projetos, constituindo possíveis locais de intervenção.



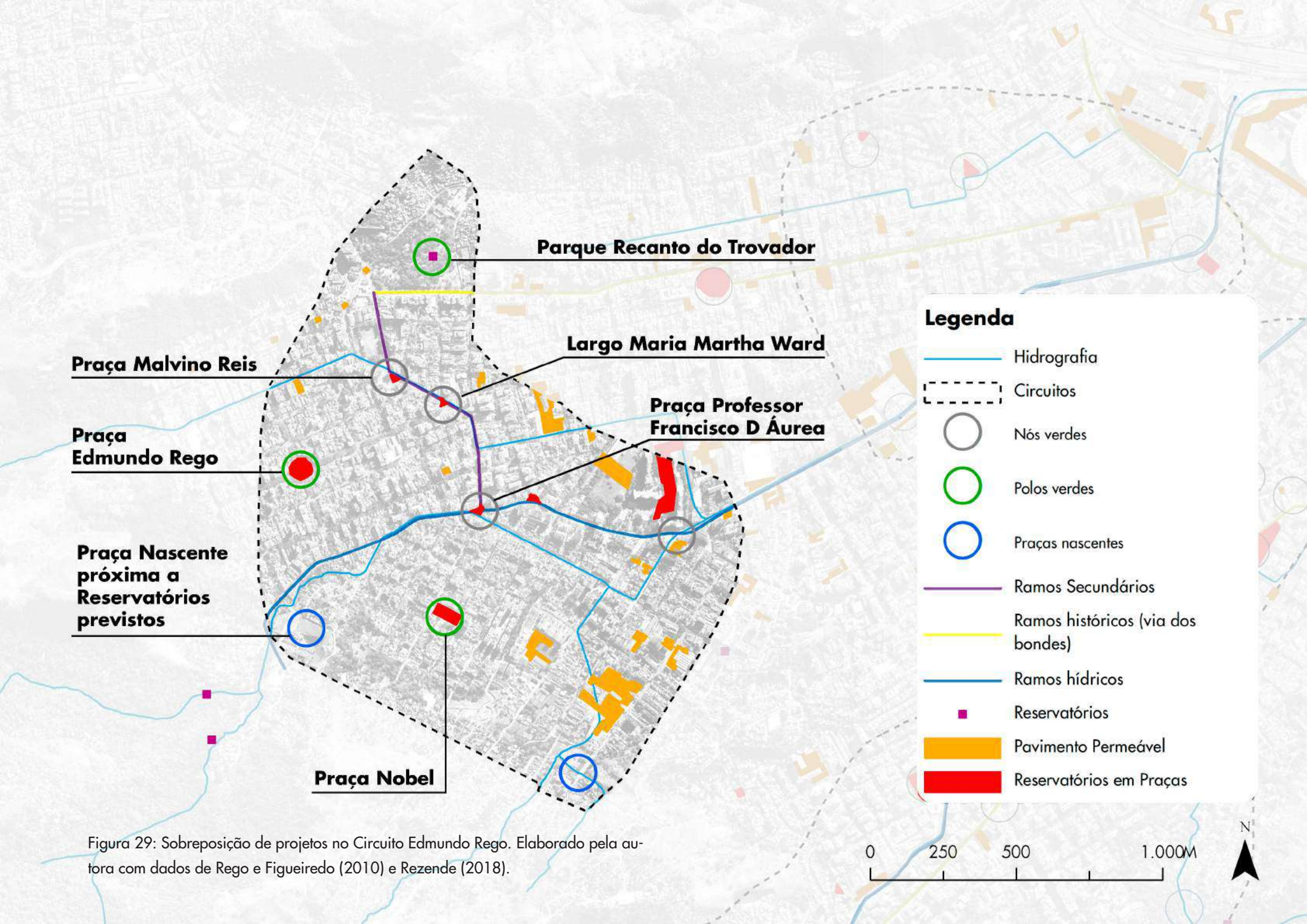


Figura 29: Sobreposição de projetos no Circuito Edmundo Rego. Elaborado pela autora com dados de Rego e Figueiredo (2010) e Rezende (2018).

O Grajaú foi concebido com duas praças: a Edmundo Rego, na área correspondente ao primeiro loteamento, e a Nobel, no loteamento Vila América. Essas são as maiores praças públicas do bairro, e são entendidas pelo Plano de Integração como polos verdes. Ao longo da Rua Barão do Bom Retiro, são observados 3 pontos entendidos como nós verdes: a Praça Malvino Reis, o Largo Maria Martha Ward e a Praça Professor Francisco D Áurea. Esses espaços tem uma área menor e menos arborização, mas configuram nós importantes no bairro. A Praça Professor Francisco D Áurea, mais ao sul, faz a integração entre as duas texturas urbanas observadas no circuito: o primeiro loteamento do bairro e o loteamento Vila América, onde está a Praça Nobel. Em todos os pontos mencionados são previstos reservatórios em praças, de diferentes capacidades.

Ao Norte, é apontado outro polo verde, o Parque Recanto do Trovador, que recebia o antigo Jardim Zoológico. Nesse parque é previsto um reservatório de encosta. Ao Sul, próximo ao antigo loteamento Vila América, dois reservatórios de encosta são previstos próximos a um ponto marcado como praça nascente, indicando a possibilidade de um projeto paisagístico que integre os dois elementos.

Em relação aos principais eixos, a rua Visconde de Santa Isabel, ao norte, é apontada no Plano de Integração como um ramo histórico, pois foi a via por onde se deu a expansão do centro em direção à Vila Isabel e, posteriormente, ao Grajaú. Mais ao sul, marcando a divisão entre os dois primeiros loteamentos do Grajaú, está a Rua Borda do Mato, classificada como um ramo hídrico, já que corresponde ao percurso do Rio Jacó, afluente do Rio Joana. A Rua Barão do Bom Retiro, identificada como um Ramo Secundário, faz a conexão entre os dois eixos, formando o circuito. Nessa rua percorre o Rio dos Urubus, outro afluente do Rio Joana. Observa-se que, em todo o circuito, os

corpos hídricos encontram-se enterrados, não compondo, portanto, a paisagem urbana.

A partir dessa análise, foi definido o recorte para a elaboração da intervenção projetual. Optou-se pelo trecho correspondente ao primeiro loteamento do bairro, que apresenta maior relevância histórica, calçadas mais largas e gabaritos mais baixos. A Figura 30 mostra a localização do recorte dentro da Bacia Hidrográfica e do circuito e os pontos de intervenção, sendo eles as praças Edmundo Rego, a Praça Malvino Reis, o Largo Irmã Maria Martha Ward e as ruas Engenheiro Richard e Barão do Bom Retiro.



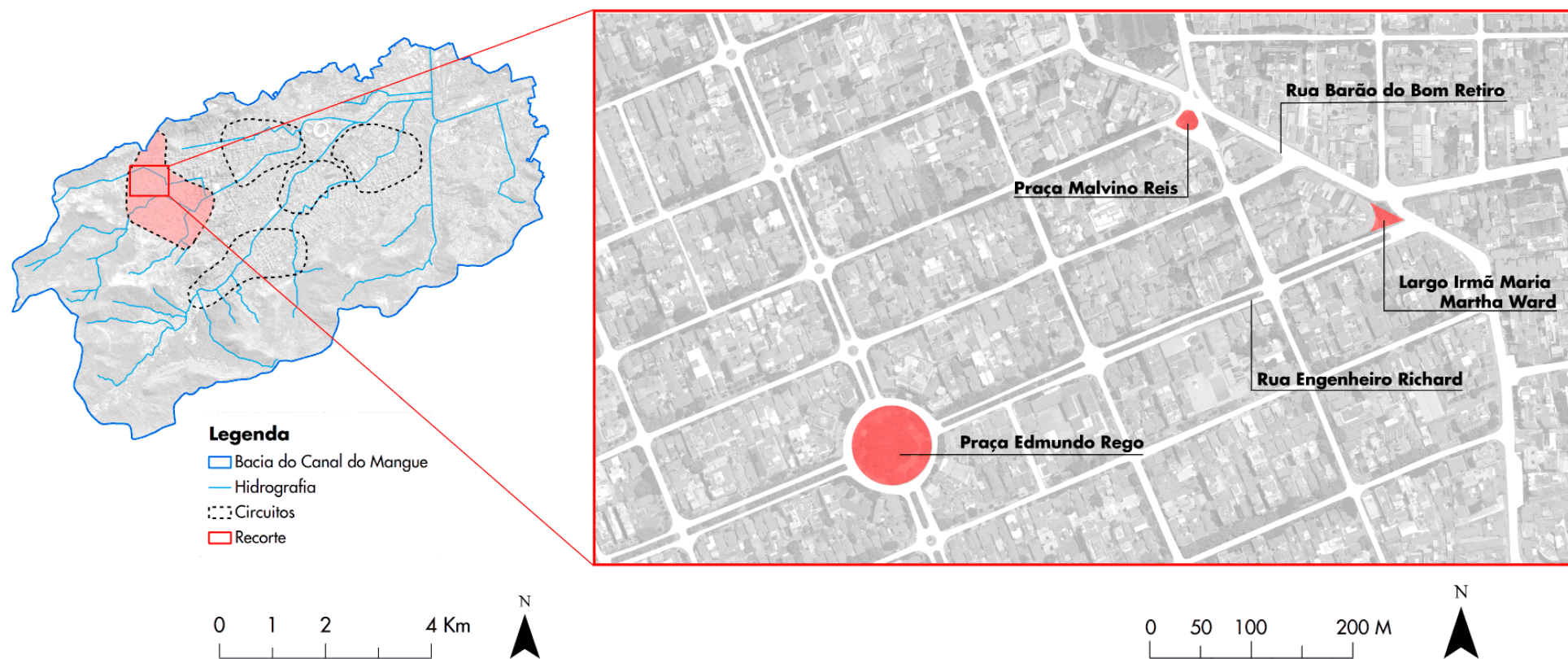


Figura 30: Delimitação do Recorte. Elaborado pela autora.

## 5. Estratégias Projetuais

### 5.1. Caracterização dos Espaços de Intervenção

- **Praça Edmundo Rego**

A praça Edmundo Rego (Figura 31) é um importante espaço de sociabilidade do bairro. Apesar de estar inserida em uma área residencial, o seu entorno conta com espaços de comércio, o que favorece a sua ocupação. A praça tem uma área de aproximadamente 5.000m<sup>2</sup> e um formato circular, sendo rodeada por uma via, que não apresenta nenhuma faixa de pedestres ou sinal de trânsito para facilitar o acesso à praça.

O programa da praça inclui parque para crianças, parque para cachorros, academia de terceira idade, mesas de jogos, horta comunitária, espaços para sentar e espaços cobertos, além de uma cabine fixa da polícia militar. Aos fins de semana, as ruas em volta são fechadas e a praça ganha mais movimento, além de novos equipamentos, principalmente voltados para crianças.

Em relação às cotas, toda a área da praça está no mesmo nível, o nível da calçada, não havendo variação. O acesso se dá por duas rampas, que não estão alinhadas com os eixos da praça. A praça está dividida de forma radial, com dois eixos maiores que acompanham o alinhamento das ruas, dividindo a praça em quatro partes. Três das quatro partes estão subdivididas, também de forma radial, formando ao todo sete setores, sendo que um deles tem o dobro do tamanho dos demais. Algumas áreas são cercadas, como o parque infantil e a horta, e outros apresentam cercas mais baixas, como os canteiros.

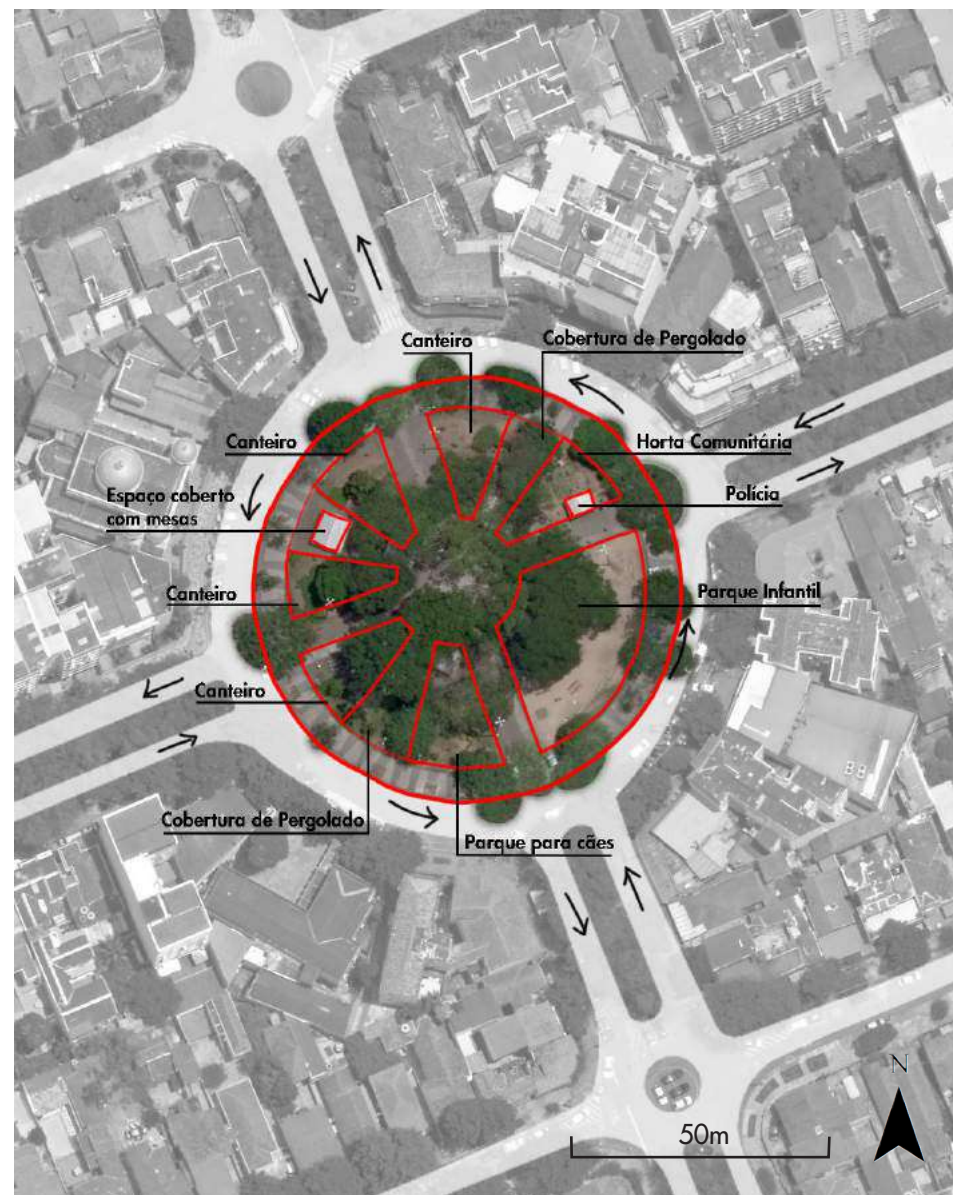


Figura 31: Análise da Praça Edmundo Rego. Elaborada pela autora a partir de ortofoto.



- **Rua Engenheiro Richard**

A Rua Engenheiro Richard (Figuras 32 e 33) conecta as ruas Comendador Martineli e Barão do Bom Retiro, e a intervenção será feita no trecho entre a Praça Edmundo Rego e a Rua Barão do Bom Retiro. A rua é composta por duas pistas, cada uma formada por uma única faixa. O trecho compreendido entre a Praça Edmundo Rego e o cruzamento com a Rua Gurupi é mão dupla, enquanto o trecho entre as ruas Gurupi e Barão do Bom Retiro tem um único sentido para ambas as pistas.

A rua é apresenta calçadas largas e agradáveis para o pedestre, com alguns canteiros. Há também um canteiro central, com árvores de grande porte que promovem sombra nas ruas. O canteiro é usado como estacionamento. Apesar de ter um uso majoritariamente residencial, são identificados outros usos como edifícios educacionais, comércios locais, e o Grajaú Tennis Clube. A maior parte das construções presentes no trecho estudado são casas de dois pavimentos, porém também são observadas construções um pouco mais altas, como edifícios de até seis pavimentos. A rua promove a conexão entre duas áreas comerciais na escala do bairro: a praça Edmundo Rego e a Rua Barão do Bom Retiro.



Figura 32: Análise da Rua Engenheiro Richard. Elaborada pela autora a partir de ortofoto.



Figura 33: Rua Engenheiro Richard. Fonte: Google Street View.

- **Largo Irmã Maria Martha Ward**

O Largo Irmã Maria Martha Ward (Figura 34) fica localizado no encontro entre as ruas Engenheiro Richard e Barão do Bom Retiro, e assume uma forma triangular. O entorno imediato do largo é marcado pelo comércio local, com edificações baixas, de dois ou três pavimentos. Voltados para o largo estão uma oficina e dois bares, que se apropriam de um pequeno espaço da calçada para mesas e cadeiras.

A pavimentação do largo é em pedra portuguesa, assim como a calçada da Rua Engenheiro Richard, e o largo apresenta cinco canteiros pequenos de árvores com um canteiro central maior e alguns bancos de concreto. Na rua Barão do Bom Retiro, há um sinal de trânsito com faixa de pedestres que facilita o acesso ao largo.

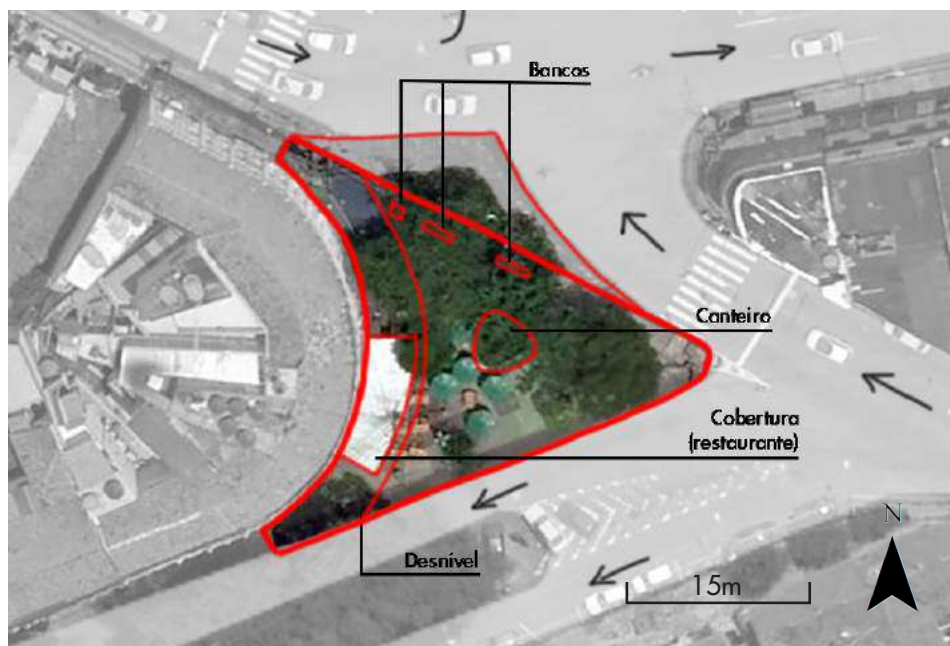


Figura 34: Análise do Largo Irmã Maria Martha Ward. Elaborada pela autora a partir de ortofoto.

- **Rua Barão do Bom Retiro**

A Rua Barão do Bom Retiro (Figuras 35 e 36) conecta o Engenho Novo ao Grajaú. No Trecho analisado, a via faz a fronteira entre os bairros Grajaú e Vila Isabel. Apesar de ser uma via mais larga que as demais ruas do bairro, com três pistas, as suas calçadas são mais estreitas e menos arborizadas, o que torna a rua mais hostil para os pedestres.

A rua é definida como um eixo comercial pelo zoneamento definido no Decreto 6997/1987 (RIO DE JANEIRO (CIDADE), 1987), portanto observa-se uma presença mais forte de comércio local nessa via que nas demais ruas do bairro. O gabarito das construções é bastante variado, mas no trecho analisado as construções apresentam uma média de dois pavimentos, com comércio no térreo.



Figura 35: Análise da Rua Barão do Bom Retiro. Elaborada pela autora a partir de ortofoto.





Figura 36: Rua Barão do Bom Retiro. Fonte: Google Street View.

### • Praça Malvino Reis

A Praça Malvino Reis (Figura 37) é cercada pelas ruas Professor Valadares e Gurupi. No entorno da praça encontram-se edificações tanto residenciais quanto comerciais, e de gabaritos variados. Há também um trecho compreendido pelo encontro das ruas Gurupi e Barão do Bom Retiro, que está separado do restante da praça pela Rua Gurupi.

Ambos os espaços são arborizados, com árvores de maior porte na Praça Malvino Reis. A praça também conta com alguns bancos, mesas e um bicicletário. Destaca-se também a existência de um ponto de taxi na praça e de um ponto de ônibus no largo ao lado, o que aumenta a circulação de veículos no seu entorno. Não há nenhum sinal de trânsito, faixa de pedestres ou qualquer tipo de estratégia para facilitar a travessia para esses espaços. Na rua Gurupi, ao lado do largo, há um espaço para estacionamento.



Figura 37: Análise da Praça Malvino Reis. Elaborada pela autora a partir de ortofoto.

## 5.2. Referências Projetuais

### 5.2.1. Watersquare Benthemplein (Holanda)

**Escritório:** De Urbanisten

**Ano:** projeto 2011-2012/ construção 2013

**Localização:** Rotterdam, Holanda

**Cliente:** Rotterdam Climate Initiative, City of Rotterdam

**Status:** construído

O conceito de Watersquare foi criado pelo escritório De Urbanisten e consiste em uma forma criativa do uso misto do espaço público urbano, combinando as duas funções de aliviar o impacto das inundações e de fornecer espaços para as atividades públicas. Nas cidades frias, as funções ecológicas das plantas estagnam durante parte do ano, portanto é necessário a construção de uma infraestrutura adaptável ao clima.

A praça está localizada perto da estação ferroviária central de Roterdã e é cercada por escolas, igrejas, teatros e clubes esportivos (Figura 38). O projeto abrange uma área de 9000m<sup>2</sup> e o custo foi de 2 milhões de euros.

O projeto consiste em 3 bacias afundadas, com diferentes tamanhos e profundidades (Figura 39), um sistema de coleta de águas pluviais nas ruas e telhados das construções no seu entorno, instalações de filtragem e purificação de água e canais de desvio de águas pluviais. A primeira bacia é rasa e tem o piso inclinado, conveniente para o uso por skatistas ou patinadores. A segunda também é rasa e

tem uma plataforma elevada no meio, podendo ser usada como palco para performances. Já a terceira, posicionada no centro, é maior e mais profunda, funcionando como um campo de esportes com bolas, com as bordas projetadas como degraus para as pessoas sentarem e assistirem às partidas. As calhas representadas na Figura 40 são superdimensionadas para poderem ser aproveitadas por skatistas.

A primeira e a segunda bacias recebem água do entorno sempre que há um evento de chuva, enquanto a terceira bacia, mais profunda, só armazena água quando a chuva é constante e recebe água de áreas mais distantes através de uma de suas paredes, como mostram as Figuras 41 e 42.



Figura 38: Watersquare Benthemplein perspectiva. Fonte: <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein>





Figura 39: Watersquare Benthemplein plano de massas. Fonte: <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein>



Figura 40: Watersquare Benthemplein Sistema de coleta de águas pluviais. Fonte: <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein>



Figura 41: Watersquare Benthemplein foto evento de chuva. Fonte: <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein>

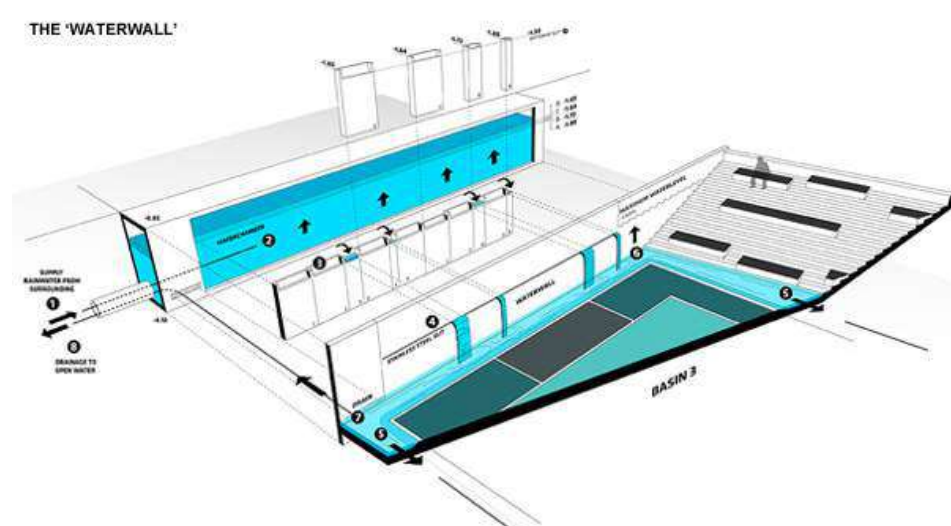


Figura 42: Watersquare Benthemplein cortes esquemáticos de drenagem. Fonte: <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein>

## 5.2.2. Freyberg Place (Nova Zelândia)

**Escritório:** Isthmus (e John Reynolds)

**Ano:** projeto 2014-2016/ construção 2017

**Localização:** Auckland, Nova Zelândia

**Cliente:** Auckland Council

**Status:** construído

O projeto está localizado na Praça Freyberg, um espaço público próximo a um vulcão histórico na cidade de Auckland, Nova Zelândia. O espaço tinha um desenho pouco convidativo e, portanto, recebeu esse novo projeto, tornando-se um ambiente agradável de permanência e atraindo moradores e visitantes, além de apresentar elementos históricos do local.

O projeto consiste em uma grande escadaria voltada para o Norte, que permite o encontro de pessoas (Figuras 43 e 44). Por não ter sido projetada para dar acesso a algum local, mas sim como um espaço de estar, esse elemento tem um aspecto escultural (Figura 45). A escada está voltada para o norte, recebendo insolação, mas apresenta canteiros com árvores nativas em alguns pontos, oferecendo sombreamento.

No meio da escada também é criado um espelho d'água (Figura 46), que desce pelos degraus simulando um pequeno canal artificial, fazendo referência a um corpo hídrico que passava por aquele trecho.

Apesar de não empregar estratégias de Drenagem Urbana Sustentável, o projeto tem características semelhantes às que se pretende empregar nesse trabalho, pois também busca resgatar a relação da

sociedade com a água. Nota-se também o emprego de níveis para criar simultaneamente um mobiliário urbano escultórico e um espaço de permanência, estratégia que pode ser aplicada a Bacias de Detenção.



Figura 43: Freyberg Place. Fonte: <http://landezine.com/index.php/2019/06/freyberg-place-by-isthmus/>





Figura 44: Freyberg Place 2. Fonte: <http://landezine.com/index.php/2019/06/freyberg-place-by-isthmus/>



Figura 44: Freyberg Place Croqui. Fonte: <http://landezine.com/index.php/2019/06/freyberg-place-by-isthmus/>



Figura 45: Freyberg Place Água. Fonte: <http://landezine.com/index.php/2019/06/freyberg-place-by-isthmus/>

### 5.2.3. Largo das Araucárias (Brasil)

**Escritório:** Cardim Arquitetura Paisagística/Fluxus Design Ecológico

**Ano:** projeto 2014-2016/ construção 2017

**Localização:** São Paulo, Brasil

**Cliente:** -

**Status:** construído

O projeto foi construído em um antigo terreno baldio ocupado por ruínas de um posto de Gasolina, no bairro de Pinheiros. Foram construídos dois Jardins de Chuva conectados entre si, somando uma área total de quase 200m<sup>2</sup>. É coletada toda a área de chuva que incide sobre a praça e de todo o trecho da Rua Butantã, através de tubulações de captação na sarjeta.

Esse foi o primeiro jardim de chuva instalado em praça pública capaz de coletar água de chuva das sarjetas em São Paulo e foi capaz de eliminar a necessidade da rede de drenagem no trecho atendido. A Figura 46 mostra a primeira chuva ocorrida após a construção do projeto, em janeiro de 2018. Todo o volume de água captado é retido, tratado e infiltrado, abastecendo o lençol freático. A área de captação total do projeto é de 900m<sup>2</sup> e o volume estimado de captação é de 871m<sup>3</sup>.

O projeto também buscou resgatar a araucária, espécie ameaçada de extinção. A Figura 47 mostra o estado do projeto 8 meses após o plantio. Ao todo foram plantadas 60 araucárias, além de outras espécies da Mata Atlântica, através de um mutirão de 200 voluntários (Figuras 48 e 49).

A execução desse projeto mostra que é possível instalar infraestrutura de Drenagem Urbana Sustentável no Brasil, além de destacar o papel do envolvimento da sociedade com projetos em espaços públicos, promovendo educação ambiental.

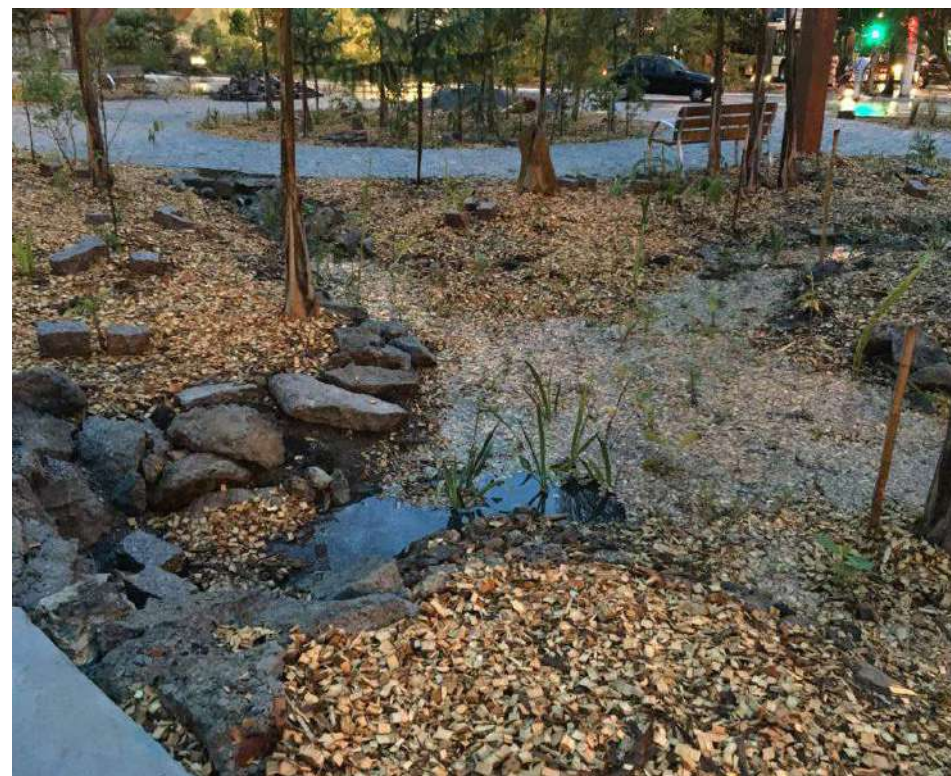


Figura 46: Largo das Araucárias Primeira Chuva. Fonte: <http://fluxus.eco.br/portfolio/jardim-de-chuva-largo-das-araucarias/#toggle-id-4>





Figura 47: Largo das Araucárias 8 meses após o plantio. Fonte: <http://fluxus.eco.br/portfolio/jardim-de-chuva-largo-das-araucarias/#toggle-id-4>



Figura 48: Construção do Largo das Araucárias. Fonte: <http://fluxus.eco.br/portfolio/jardim-de-chuva-largo-das-araucarias/#toggle-id-4>



Figura 49: Construção do Largo das Araucárias 2. Fonte: <http://fluxus.eco.br/portfolio/jardim-de-chuva-largo-das-araucarias/#toggle-id-4>

## 5.3. Diretrizes

### 5.3.1. Ações Voltadas à Resiliência Urbana

Para definir as técnicas voltadas à Resiliência Urbana que serão implementadas no projeto, foram estudadas as Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana Sustentável, apresentadas no Item 2.2.1, e os critérios para a implantação de cada uma. Assim, foram identificadas as técnicas mais adequadas para cada espaço de intervenção.

No projeto de Rezende (2018), são propostos, calculados e simulados reservatórios em praças na Praça Edmundo Rego, Largo Maria Martha Ward e Praça Malvino Reis. Esse projeto adotou como diretriz a aplicação da técnica de bacias de retenção nesses três espaços, considerando, porém, a necessidade da integração com o projeto paisagístico. Foi também considerada a possibilidade de outras técnicas de drenagem urbana, caso a de reservatórios se mostrasse inadequada a um ou mais trechos.

Segundo o Pennsylvania Stormwater Best Management Practices Manual (2006), a escolha da localização das Bacias de Retenção deve levar em conta os seguintes fatores:

- Devem coletar o máximo de escoamento superficial possível, especialmente dos trechos impermeáveis (como das ruas), sua localização deve levar em consideração a área captação.
- Não devem ser construídas em encostas íngremes, e a topografia não deve ser significativamente alterada com o propósito de receber a bacia.
- A bacia não deve aumentar o escoamento superficial em re-

lação à situação atual do terreno (através de ações como remoção de árvores e áreas permeáveis)

- Não devem ser construídas em áreas com solo de alta qualidade e boa eficiência de drenagem, onde poderiam ser instaladas estruturas de infiltração.
- Não devem ser construídas dentro de áreas de águas jurisdicionais.

O Maryland Stormwater Design Manual (2000) destaca também que, apesar de mostrar-se eficiente para a redução do risco hidráulico, essa técnica não é a mais indicada para a melhora da qualidade da água, portanto essa não é uma premissa desse trabalho.

A possibilidade do emprego da multifuncionalidade é um importante fator para a viabilidade da implementação de medidas estruturais de Drenagem Urbana, e ela pode ser atribuída a Bacias de Retenção. Serão pensados projetos de praça com um programa que sirva para a população, mas que permita, através de diferenças de nível, que a praça receba água e funcione como um reservatório aberto durante eventos de chuva.

Na Rua Engenheiro Richard há um canteiro central que também pode ser incorporado ao sistema de manejo de águas pluviais. Por ter o solo permeável, coberto por terra, optou-se por manter a permeabilidade com a adoção de uma medida de infiltração. Em áreas onde a dimensão longitudinal é maior que a largura e a profundidade podem ser aplicadas técnicas como trincheiras de infiltração ou valas de infiltração, entretanto, como esse trecho é arborizado e a adoção dessas técnicas implicaria na remoção das árvores, optou-se pelos jardins de chuva.



Os jardins de chuva são flexíveis em relação ao tamanho e configuração e podem ser aplicados tanto em lotes quanto em áreas públicas, sendo eficientes para o tratamento do escoamento para eventos menos intensos de precipitação, além de reduzir o volume de escoamento (RIMES, 2015). Esses espaços não comportariam um programa de usos para a população como as praças, porém estariam incorporados ao projeto paisagístico.

Já na Rua Barão do Bom Retiro, não há espaço para a aplicação de alguma estrutura de manejo de águas pluviais, portanto essa via será entendida como uma conexão entre as praças.

A Figura 50 mostra as diretrizes voltadas à Resiliência Urbana através da localização das Bacias de Detenção e dos Jardins de Chuva na área de intervenção.

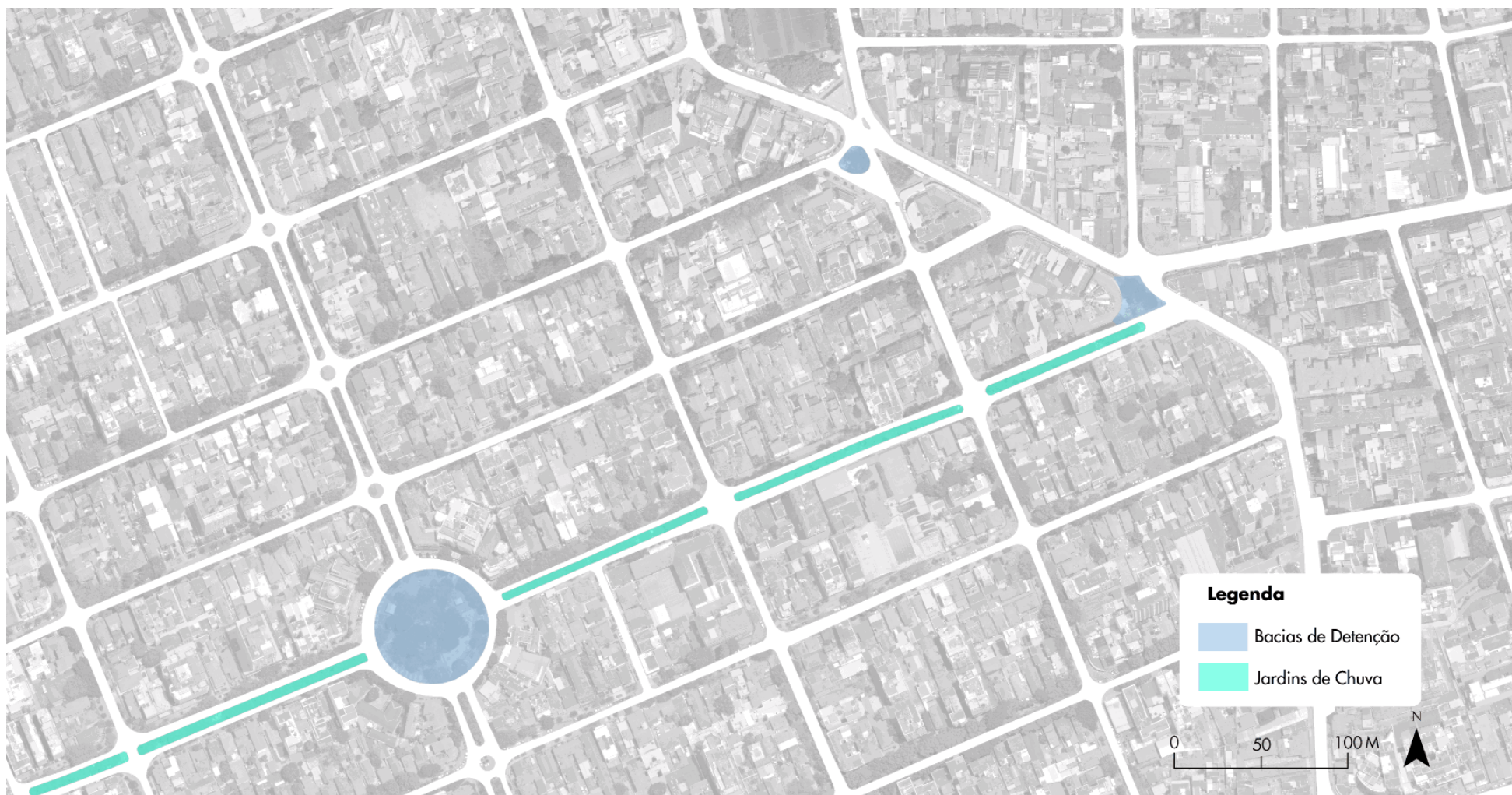


Figura 50: Diretrizes paisagísticas. Elaborado pela autora com base em ortofoto



### 5.3.2. Diretrizes Paisagísticas dos Espaços Livres

As ruas Engenheiro Richard e Barão do Bom Retiro promovem a conexão entre a Praça Edmundo Rego, o Largo Maria Martha Ward e a Praça Malvino Reis, que receberão projetos que conciliarão o seu uso como Bacias de Detenção com o uso pela população, através do uso de diferentes níveis para armazenar água.

A Praça Edmundo Rego atualmente é bastante utilizada pela população e tem um programa voltado para o público infantil, com uma boa parcela da sua área voltada para um parque infantil. O projeto pretende manter o programa atual da praça, estudando a possibilidade da elaboração de um projeto de reservatório aberto, como previsto. A praça deve ter o seu acesso facilitado através de travessias e um novo projeto para as calçadas do seu entorno.

O Largo Irmã Maria Martha Ward tem uma área menor, portanto não contará com um programa extenso. Por estar situada em um ponto onde o trânsito de veículos é apontado como problemático, será elaborado um novo desenho urbano que otimize a circulação de veículos. Será então estudada a possibilidade de estratégias de drenagem urbana sustentável no novo desenho que o largo assumirá.

Já a Praça Malvino Reis está em um trecho com maior movimentação de veículos. Há a possibilidade de integração entre essa praça e o largo formado na pela esquina das ruas Gurupi e Barão do Bom Retiro, que apresenta um ponto de ônibus. Pretende-se conectar esse espaço através de estratégias que facilitem a sua travessia ou até da conexão entre as quadras, com a eliminação de vias.

O acesso às três praças será facilitado através de estratégias que

facilitem a travessia e reduzam a velocidade dos veículos no seu entorno. A Praça Edmundo Rego tem as vias do seu entorno fechadas aos finais de semana, o que aumenta a quantidade de pessoas usando o espaço. O novo projeto promoverá uma melhor conexão entre a praça e o entorno de modo que, mesmo nos demais dias, o fluxo de veículos não prejudique o de pedestres.

No Largo Maria Martha Ward há uma travessia na rua Barão do Bom Retiro, mas não na rua Engenheiro Richard, o que também pode ser acrescentado ao novo projeto. Já na Praça Malvino Reis, podem ser pensadas algumas travessias, especialmente na rua Barão do Bom Retiro e na Rua Gurupi, integrando os dois espaços.

Algumas técnicas que podem ser utilizadas são sinais de trânsito, travessia elevada e mudança de pavimentação. Ao longo da rua Engenheiro Richard, pode ser incorporado o conceito europeu de Woonerf, que prioriza a circulação de pedestres e ciclistas sobre os automóveis. A valorização do pedestre nos espaços públicos é uma das formas menos custosas e mais eficientes de promover a sustentabilidade urbana, e é capaz de contribuir para a qualidade ambiental em curto prazo (JOU, 2011).

Pretende-se então valorizar o aspecto bucólico característico do bairro do Grajaú, com estratégias que incentivem a vivência do pedestre nos espaços públicos e os integre, formando um percurso composto por praças, largos e vias arborizadas e caminháveis. A Figura 51 mostra a relação entre esses espaços no mapa do recorte e indica as diretrizes paisagísticas para cada trecho.

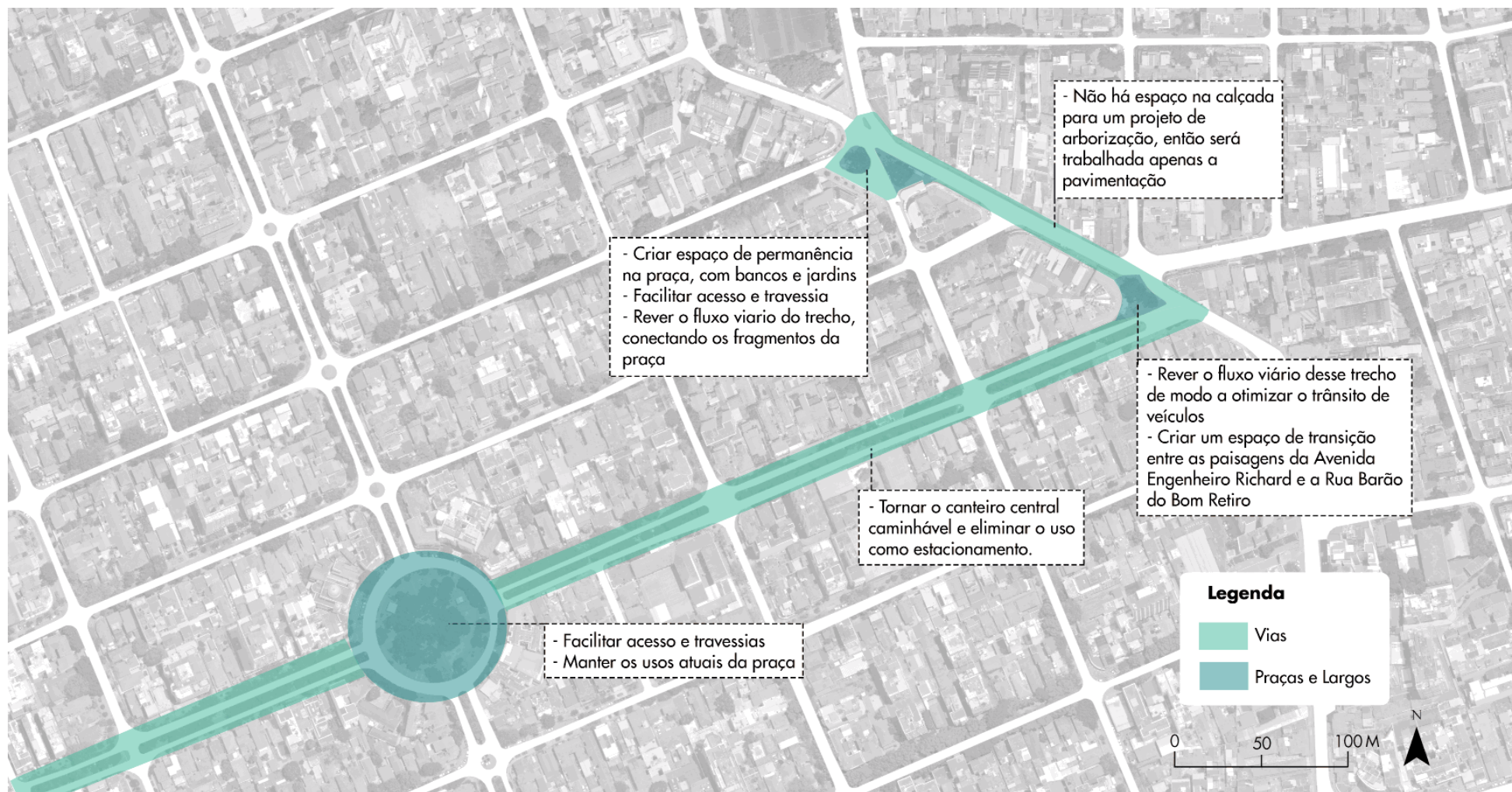


Figura 51: Diretrizes paisagísticas. Elaborado pela autora com base em ortofoto



## 6. Projeto

O projeto consistiu, inicialmente, na alteração do desenho geométrico urbano nos trechos definidos como problemáticos nas diretrizes paisagísticas. Foi, então, estudada a viabilidade da implantação das estruturas de Drenagem Urbana Sustentável indicadas nas diretrizes ao novo desenho das quadras.

A Praça Edmundo Rego, por ter um grande volume de armazenamento previsto, não recebeu uma nova proposta, visto a possível inviabilidade da aplicação de reservatórios abertos. Dessa forma, a intervenção ocorreu nas calçadas do entorno da praça. Já a Avenida Engenheiro Richard recebeu jardins de chuva no canteiro central e nas calçadas, em toda a sua extensão, cumprindo o que havia sido determinado nas diretrizes.

O Largo Irmã Maria Martha Ward recebeu um novo desenho, seguindo o alinhamento do canteiro central da Avenida Engenheiro Richard. Aponta-se que seria paisagisticamente mais interessante a inserção de um jardim de chuva no novo espaço, portanto essa foi a medida adotada, diferente da proposta das diretrizes.

Já a Praça Malvino Reis recebeu uma bacia de retenção, assim como determinado nas diretrizes do trabalho e na proposta de Rezende (2018). Com o novo desenho urbano, a praça aumentou significativamente a sua área, o que permitiu a criação de um reservatório maior que o volume calculado.

O material gráfico referente ao projeto está contido nas pranchas em anexo.

## Referências Bibliográficas

- AHERN, Jack. From fail-safe to safe-to-fail: Sustainability and resilience in the new urban world. *Landscape and Urban Planning*, [S. l.], v. 100, n. 4, 2011. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2011.02.021.
- ALEX, Sun. Projeto da Praça: convívio e exclusão no espaço público. 2. ed. São Paulo: Senac, 2008.
- ANANIADOU-TZIMOPOULOU, Maria; BOURLIDOU, Anastasia. Urban Landscape Architecture in the Reshaping of the Contemporary Cityscape. In: IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING 2017, Anais [...]. [s.l.: s.n.] DOI: 10.1088/1757-899X/245/4/042050.
- ANDREATTA, Verena. Cidades quadradas, paraísos circulares. Os planos urbanísticos do Rio de Janeiro no século XIX. Rio de Janeiro: Mauad, 2006.
- ARTMANN, Martina; KOHLER, Manon; MEINEL, Gotthard; GAN, Jing; IOJA, Ioan Cristian. How smart growth and green infrastructure can mutually support each other — A conceptual framework for compact and green cities. *Ecological Indicators*, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.07.001.
- BAPTISTA, Márcio; CARDOSO, Adriana. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história... *Revista UFMG*, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 124–153, 2013. Disponível em: <https://www.ufmg.br/revistaufmg/downloads/20-2/05-rios-e-cidades-marcio-baptista-adriana-cardoso.pdf>.
- BASDEKI, Aikaterini; KATSIFARAKIS, Lysandros; KATSIFARAKIS, Konstantinos L. Rain Gardens as Integral Parts of Urban Sewage Systems-A Case Study in Thessaloniki, Greece. In: *PROCEDIA ENGINEERING* 2016, Anais [...]. [s.l.: s.n.] DOI: 10.1016/j.proeng.2016.11.084.
- BASTOS, Pedro Paulo Machado. O EFEITO DE LUGAR NO RIO DE JANEIRO : Uma análise da Tijuca no tempo e no espaço. 2017. Universidade Federal do Rio de Janeiro, [S. l.], 2017.
- BRASIL. LEI COMPLEMENTAR No 20, DE 1o DE JULHO DE 1974. 1974. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp20.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp20.htm). Acesso em: 24 set. 2020.
- BRASIL. Lei no 9.985 de 18 de julho de 2000. 2000. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm). Acesso em: 8 set. 2020.
- BRINATI, Francisco Angelo; MOSTARO, Filipe. Maracanã como mídia urbana: as narrativas jornalísticas, apropriações e interações no torcer no “maior do mundo”. *RUA*, [S. l.], v. 24, n. 1, p. 211–236, 2018. DOI: 10.20396/rua.v24i1.8652709. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rua.v24i1.8652709>. Acesso em: 26 ago. 2020.
- COLE, Raymond J. Regenerative design and development: Current theory and practice. *Building Research and Information*, [S. l.], v. 40, n. 1, p. 1–6, 2012. DOI: 10.1080/09613218.2012.617516.
- Data Rio. [s.d.]. Disponível em: <https://www.data.rio/>. Acesso em: 24 set. 2020.
- DE URBANISTEN. [s.d.]. Disponível em: <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein>. Acesso em: 24 set. 2020.
- DHAKAL, Krishna P.; CHEVALIER, Lizette R. Urban Stormwater Governance: The Need for a Paradigm Shift. *Environmental Management*, [S. l.], 2016. DOI: 10.1007/s00267-016-0667-5.
- ESTADÃO. Drama no Rio. 2010. Disponível em: <https://internacional.estadao.com.br/blogs/olhar-sobre-o-mundo/drama-no-rio/>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- FLETCHER, Tim D. et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, [S. l.], 2015. DOI: 10.1080/1573062X.2014.916314.
- FUNDAÇÃO COPPETEC. Execução de concepção e de projetos de obras civis e ações de controle das enchentes na Bacia Hidrográfica do Canal do MangueRio de Janeiro, 2000.



- GONÇALVES, Luciana; RIBEIRO, Rochele Amorim; BAPTISTA, Luana F. da Silva. O Uso de Técnicas Compensatórias de Drenagem Para o Controle dos Impactos da Urbanização. XII FAAP - Fórum Ambiental da Alta Paulista, [S. l.], 2016.
- IBGE. IBGE Censo 2010 Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.
- JACOBS, Jane. Morte e Vida das Grandes Cidades. [s.l.: s.n.]. v. (5)2
- JOU, Khashayar Kashani. Pedestrian areas and sustainable development. World Academy of Science, Engineering and Technology, [S. l.], v. 77, p. 483–490, 2011. DOI: 10.5281/zenodo.1082615.
- KAMBO, Amrita; DROGEMULLER, Robin; YARLAGADDA, Prasad. Ecological Worldview and Regenerative Sustainability Paradigm. International Journal of Advances in Science Engineering and Technology, [S. l.], v. 4, p. 2321–9009, 2016.
- KATO, Sadahisa; AHERN, Jack. Multifunctional Landscapes as a Basis for Sustainable Landscape Development. Journal of The Japanese Institute of Landscape Architecture, [S. l.], v. 72, n. 5, 2009. DOI: 10.5632/jila.72.799.
- KELLAGHER, R. et al. The SUDS manual. [s.l.: s.n.]. DOI: London C697.
- KIM, Donghyun; SONG, Seul Ki. The multifunctional benefits of green infrastructure in community development: An analytical review based on 447 cases Sustainability (Switzerland), 2019. DOI: 10.3390/su11143917.
- KOZAK, Daniel; HENDERSON, Hayley; MAZARRO, Alejandro de Castro; ROTBART, Demián; ARADAS, Rodolfo. Blue-green infrastructure (BGI) in dense urban watersheds. The case of the Medrano stream basin (MSB) in Buenos Aires. Sustainability (Switzerland), [S. l.], 2020. DOI: 10.3390/su12062163.
- LAURIE, Michael. Ecology and Aesthetics. Places, [S. l.], v. 6, n. 1, 1989.
- MAGALHÃES, Cristiane Ramos. BACIA HIDROGRÁFICA COMO REFERÊNCIA DE PLANEJAMENTO E EXPANSÃO URBANA PARA AS CIDADES NO SÉCULO XXI. 2013. Universidade Federal do Rio de Janeiro, [S. l.], 2013.
- MAGNOLI, Miranda Martinelli. Espaço livre - objeto de trabalho. Paisagem e Ambiente, [S. l.], 2006. a. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i21p175-197.
- MAGNOLI, Miranda Martinelli. Em busca de “outros” espaços livres de edificação. Paisagem e Ambiente, [S. l.], 2006. b. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i21p141-173.
- MARYLAND. Maryland Stormwater Design Manual Volumes I & II. [s.l.: s.n.].
- MASCARENHAS, Gilmar. a Copa Do Mundo De 1950 E Sua Inserção Na Produção Do Espaço Urbano Brasileiro. Geo UERJ, [S. l.], v. 2, n. 24, 2013. DOI: 10.12957/geouerj.2013.11490.
- MATTOS, Rosa Augusta Aluizio De. A GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS - EXPERIÊNCIA E DESAFIOS REGIONAIS: O CASO DO CONTROLE DAS ENCHENTES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JOANA RIO DE JANEIRO. 2004. [S. l.], 2004.
- MIGUEZ, Marcelo Gomes; BATTEMARCO, Bruna Peres; DE SOUSA, Matheus Martins; REZENDE, Osvaldo Moura; VERÓL, Aline Pires; GUSMAROLI, Giancarlo. Urban flood simulation using MODCEL-an alternative quasi-2D conceptual model. Water (Switzerland), [S. l.], 2017. DOI: 10.3390/w9060445.
- NORDMAN, Erik E.; ISELY, Elaine; ISELY, Paul; DENNING, Rod. Benefit-cost analysis of stormwater green infrastructure practices for Grand Rapids, Michigan, USA. Journal of Cleaner Production, [S. l.], v. 200, p. 501–510, 2018. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.07.152.
- O'DONNELL, E. C.; LAMOND, J. E.; THORNE, C. R. Recognising barriers to implementation of Blue-Green Infrastructure: a Newcastle case study. Urban Water Journal, [S. l.], 2017. DOI: 10.1080/1573062X.2017.1279190.
- O GLOBO. Enchentes que arrasaram o Rio | Acervo. [s.d.]. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/fotogalerias/enchentes-que-arrasaram-rio-9362662>. Acesso em: 10 ago. 2020.

O GLOBO. Rio tem chuva recorde, ruas alagam e Praça da Bandeira fecha. 2016. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/rio/rio-tem-chuva-recorde-ruas-alagam-praca-da-bandeira-fecha-18863722>. Acesso em: 10 ago. 2020.

PARK, Minkyu; CHUNG, Gunhui; YOO, Chulsang; KIM, Joong Hoon. Optimal design of stormwater detention basin using the genetic algorithm. *KSCE Journal of Civil Engineering*, [S. l.], 2012. DOI: 10.1007/s12205-012-0991-0.

PDMAP. Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro. Secretaria Municipal de Obras, Subsecretaria de Gestão de Bacias Hidrográficas, Rio-Águas, Rio de Janeiro., [S. l.], 2015.

PENNSYLVANIA. Pennsylvania Stormwater BMP Manual. [s.l.: s.n.].

QUANTA-LERNER. Plano Estratégico de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. [S. l.], 2017. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004. Disponível em: <http://www.modelarametropole.com.br>.

REGO, Andrea Queiroz; FIGUEIREDO, Noêmia de O. A Floresta na Cidade: o planejamento de corredores verdes e a requalificação de espaços livres para a melhoria da paisagem urbana de Tijuca e Vila Isabel – RJ. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE PAISAGISMO EM ESCOLAS DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL 2010, Porto Alegre. Anais [...]. Porto Alegre

REZENDE, Osvaldo Moura. Análise Quantitativa da Resiliência a Inundações para o Planejamento Urbano: Caso da Bacia do Canal do Mangue no Rio de Janeiro. 2018. Tese de DSc., COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, [S. l.], 2018.

RIMES, LUCY ANTUNES GRISOLIA. Medidas Compensatórias de Infiltração na Drenagem Urbana Sustentável. 2015. Universidade Federal do Rio de Janeiro, [S. l.], 2015.

RIO DE JANEIRO (CIDADE). Decreto no 322 de de março de 1976. 1976. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/1976/32/322/decreto-n-322-1976-aprova-o-regulamento-de-zoneamento-do-municipio-do-rio-de-janeiro>.

Acesso em: 8 set. 2020.

RIO DE JANEIRO (CIDADE). Decreto 3157 de 23 de Julho de 1981. 1981. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/1981/315/3157/decreto-n-3157-1981-retifica-limites-das-regioes-administrativas>. Acesso em: 26 out. 2020.

RIO DE JANEIRO (CIDADE). Decreto no 6997 de 30 de setembro de 1987. 1987. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a1/rj/r/rio-de-janeiro/decreto/1987/699/6997/decreto-n-6997-1987-estabelece-condicoes-de-uso-e-ocupacao-do-solo-para-a-18-unidade-espacial-de-planejamento-uep-que-corresponde-aos-bairros-do-andara-maracana-e-vila-isabel-situ>. Acesso em: 8 set. 2020.

RIO DE JANEIRO (CIDADE). EVOLUÇÃO DA OCUPAÇÃO E USO DO SOLO. Rio de Janeiro.

RIO DE JANEIRO (ESTADO). Lei no 13.089 de 12 de janeiro de 2015. 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13089.htm). Acesso em: 8 set. 2020.

RODENBURG, Caroline A.; NIJKAMP, Peter. Multifunctional land use in the city: A typological overview *Built Environment*, 2004. DOI: 10.2148/benv.30.4.274.57152.

SANTOS, Alexandre Mello; LEITE, Márcia Pereira; FRANCA, Nahyda. Quando memória e história se entrelaçam: a trama dos espaços na Grande Tijuca. [s.l.] : Ibase, 2003.

SCHLEE, Mônica Bahia; NUNES, Maria Julieta; REGO, Andrea Queiroz; RHEINGANTZ, Paulo; DIAS, Maria Ângela; TANGARI, Vera Regina. Sistema de Espaços Livres nas Cidades Brasileiras – Um Debate conceitual. *Paisagem e Ambiente*, [S. l.], 2009. DOI: 10.11606/issn.2359-5361.v0i26p225-247.

SCOTT, Mark. Living with flood risk. *Planning Theory and Practice*, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 103–106, 2013. DOI: 10.1080/14649357.2012.761904.

SERRE, D.; BARROCA, B.; BALSELLS, M.; BECUE, V. Contributing to urban resilience to floods with neighbourhood design: the case of Am Sandtorkai/Dalmanckai in Ham-

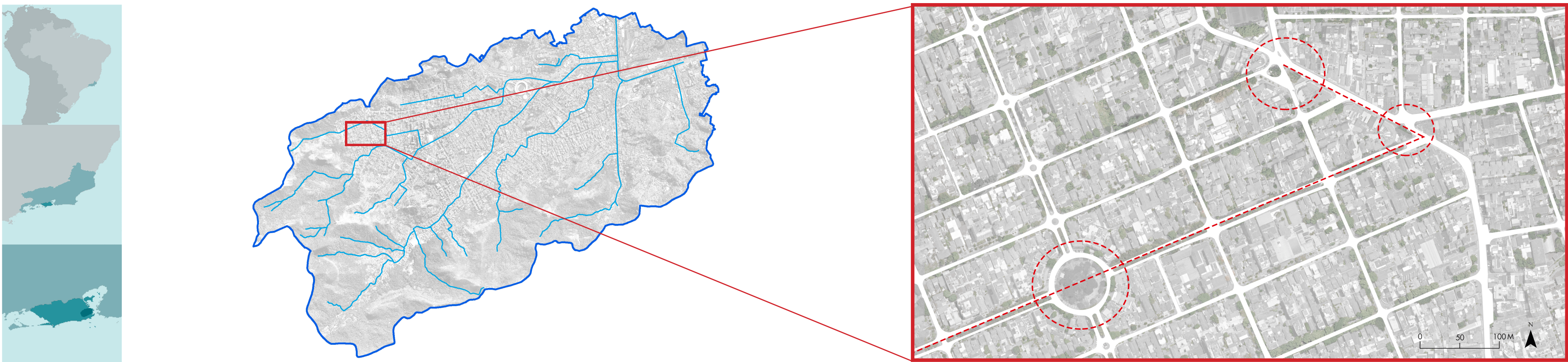


- burg. In: JOURNAL OF FLOOD RISK MANAGEMENT 2018, Anais [...]. [s.l.: s.n.] DOI: 10.1111/jfr3.12253.
- TARDIN, Raquel. Espaços livres: sistema e projeto territorial. [s.l.: s.n.]. DOI: 10.13140/RG.2.1.4311.8802.
- THIAGARAJAN, Manasvini; NEWMAN, Galen; VAN ZANDT, Shannon. The projected impact of a neighborhood-scaled green-infrastructure retrofit. Sustainability (Switzerland), [S. l.], 2018. DOI: 10.3390/su10103665.
- VEJA. Temporal deixa quatro mortos no Rio; ciclovias volta a ceder | VEJA. 2019. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/brasil/temporal-atinge-o-rio-e-cidade-entra-em-estado-de-crise/>. Acesso em: 10 ago. 2020.
- VERÓL, Aline Pires. REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL INTEGRADA AO MANEJO DE ÁGUAS URBANAS PARA CIDADES MAIS RESILIENTES. 2013. Tese de DSc., COPPE/ UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, [S. l.], 2013.
- VERÓL, Aline Pires; BATTEMARCO, Bruna Peres; MERLO, Mylenna Linares; MACHADO, Ana Costa Marques; HADDAD, Assed Naked; MIGUEZ, Marcelo Gomes. The urban river restoration index (URRIX) - A supportive tool to assess fluvial environment improvement in urban flood control projects. Journal of Cleaner Production, [S. l.], 2019. DOI: 10.1016/j.jclepro.2019.118058.
- VIRGILIIS, Afonso Luís Corrêa De. Procedimentos de Projeto e Execução de Pavimentos Permeáveis visando retenção e amortecimento de picos de cheias. Dissertação de Mestrado, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 213, 2009. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2005.02.010.
- WALKER, Brian; SALT, David. Resilience Thinking: Sustaining Ecosystems and People in a Changing World. [s.l.: s.n.].
- XIANG, Wei Ning. Doing real and permanent good in landscape and urban planning: Ecological wisdom for urban sustainability. Landscape and Urban Planning, [S. l.], v. 121, p. 65–69, 2014. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2013.09.008.
- YOUNG, Robert F. Modernity, postmodernity, and ecological wisdom: Toward a new framework for landscape and urban planning. Landscape and Urban Planning, [S. l.], 2016. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2016.04.012.
- ZEVENBERGEN, Chris; FU, Dafang; PATHIRANA, Assela. Transitioning to sponge cities: Challenges and opportunities to address urban water problems in ChinaWater (Switzerland), 2018. DOI: 10.3390/w10091230.
- ZHAO, Hongyu; LI, Yaowen. Spatial Recombination of Resilience to Deal with Storm Water: Case Study of Watersquare Benthemplein in Rotterdam. Urban Planning International, [S. l.], v. 32, n. 4, p. 145–152, 2017. DOI: 10.22217/upi.2016.270.



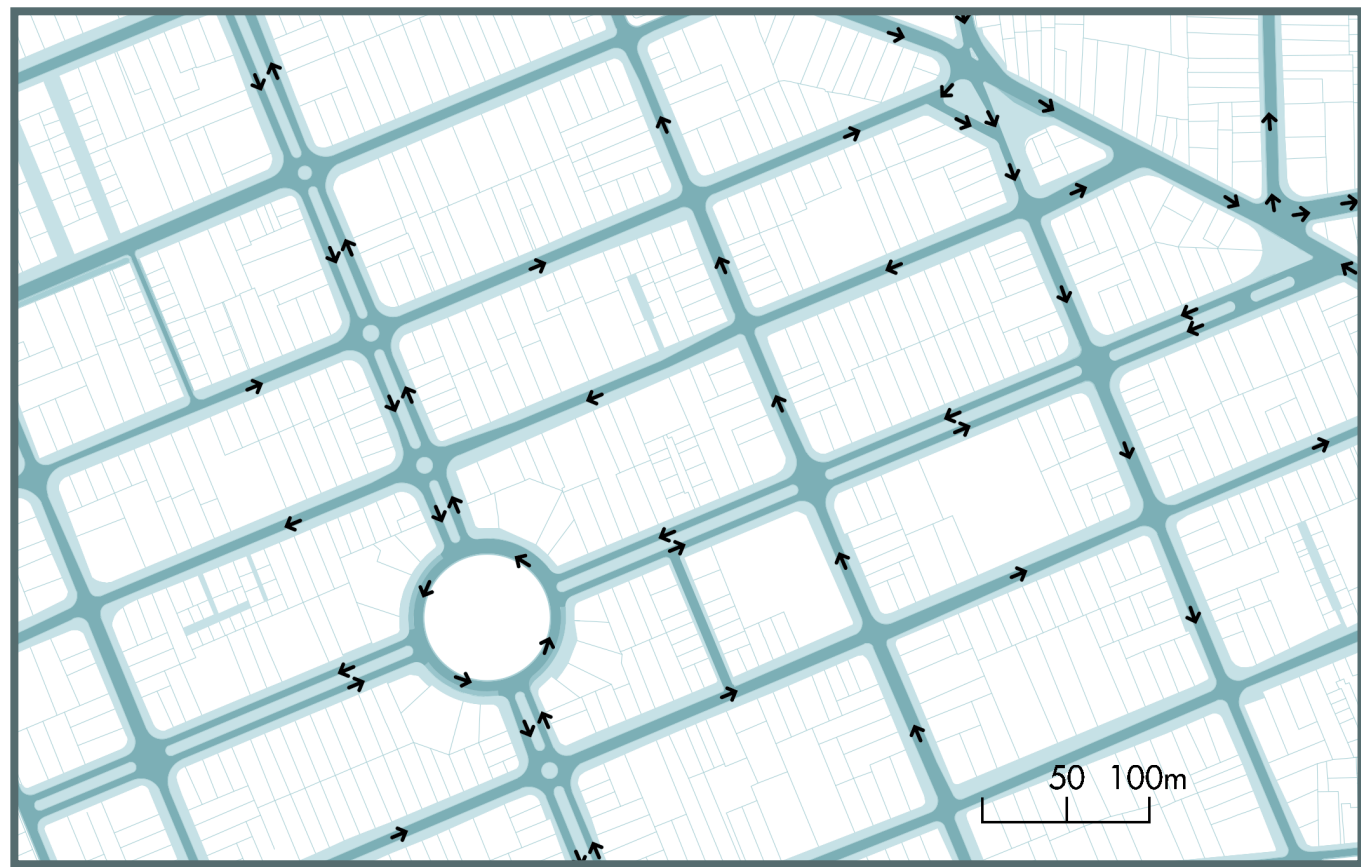
# QUALIFICAÇÃO DE ESPAÇOS LIVRES NO SISTEMA DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CANAL DO MANGUE

## Localização

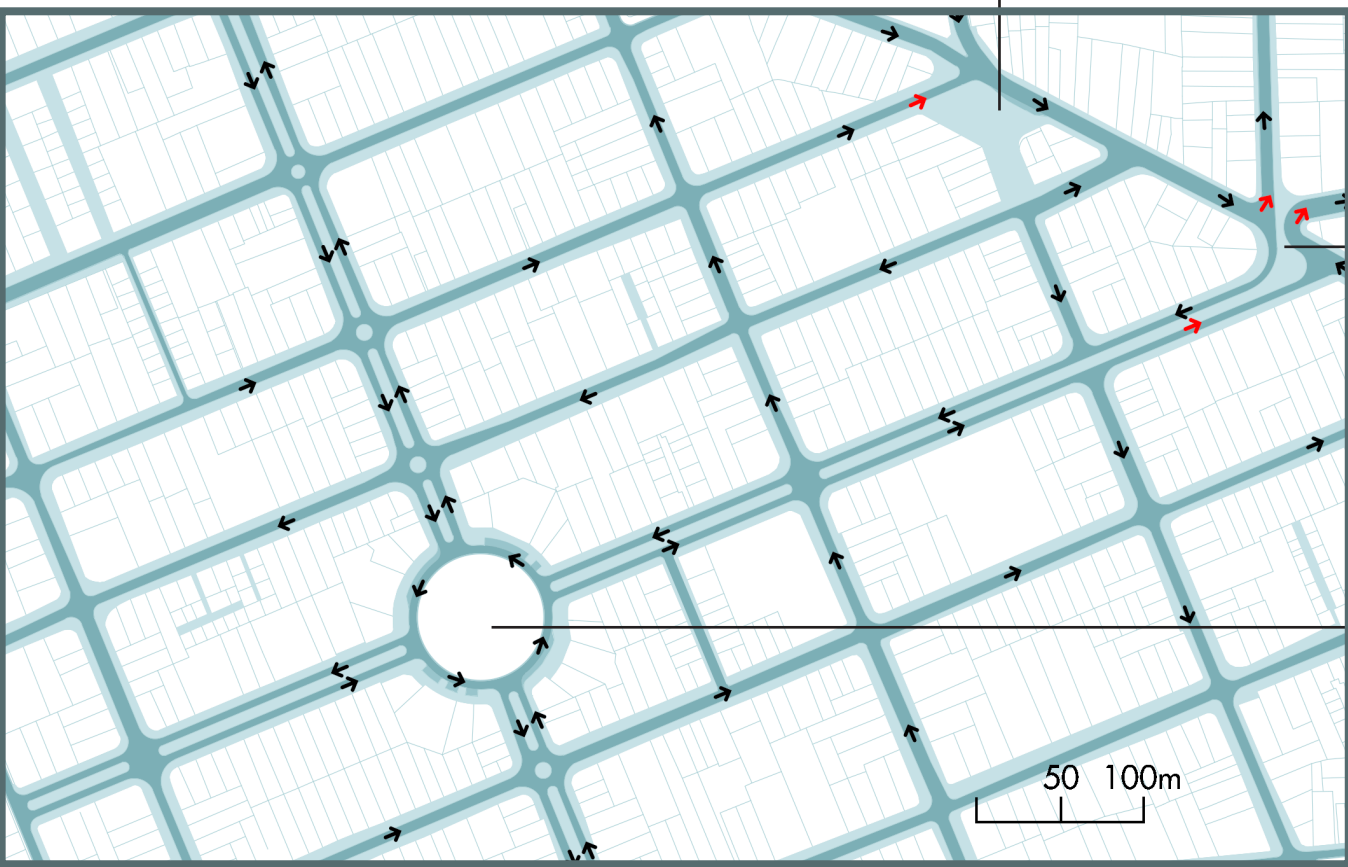


## Novo Desenho Urbano

### Situação atual:



### Proposta:



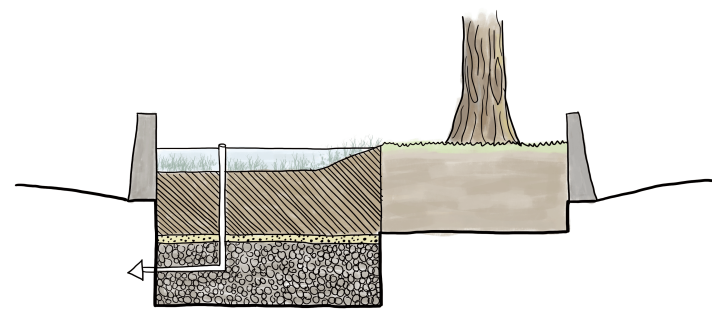
União da Praça Malvino Reis com quadras do entorno, com ampliação da área da praça e eliminação de vias

Eliminação de cruzamento, com novo desenho para o largo Irmã Maria Martha Ward e alteração do fluxo viário

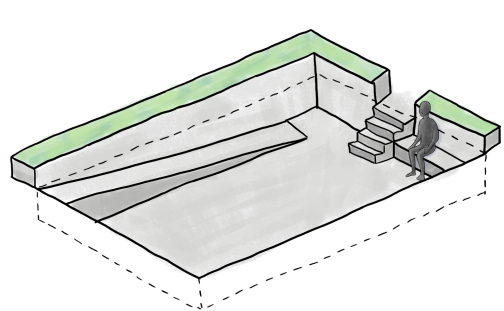
Os pontos de ônibus e vagas de estacionamento no entorno da Praça Edmundo Rego são reposicionados

## Estratégias de Drenagem Urbana Sustentável empregadas:

### - Jardins de Chuva



### - Bacias de Detenção



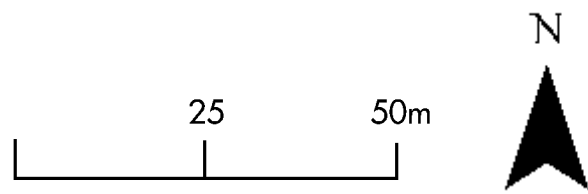
**Plano de Massas**  
Escala: 1/1000

## Avenida Engenheiro Richard

Pranchas 3 e 4

## Entorno da Praça Edmundo Rego

Prancha 2



## Largo Irmã Maria Martha Ward

Pranchas 5

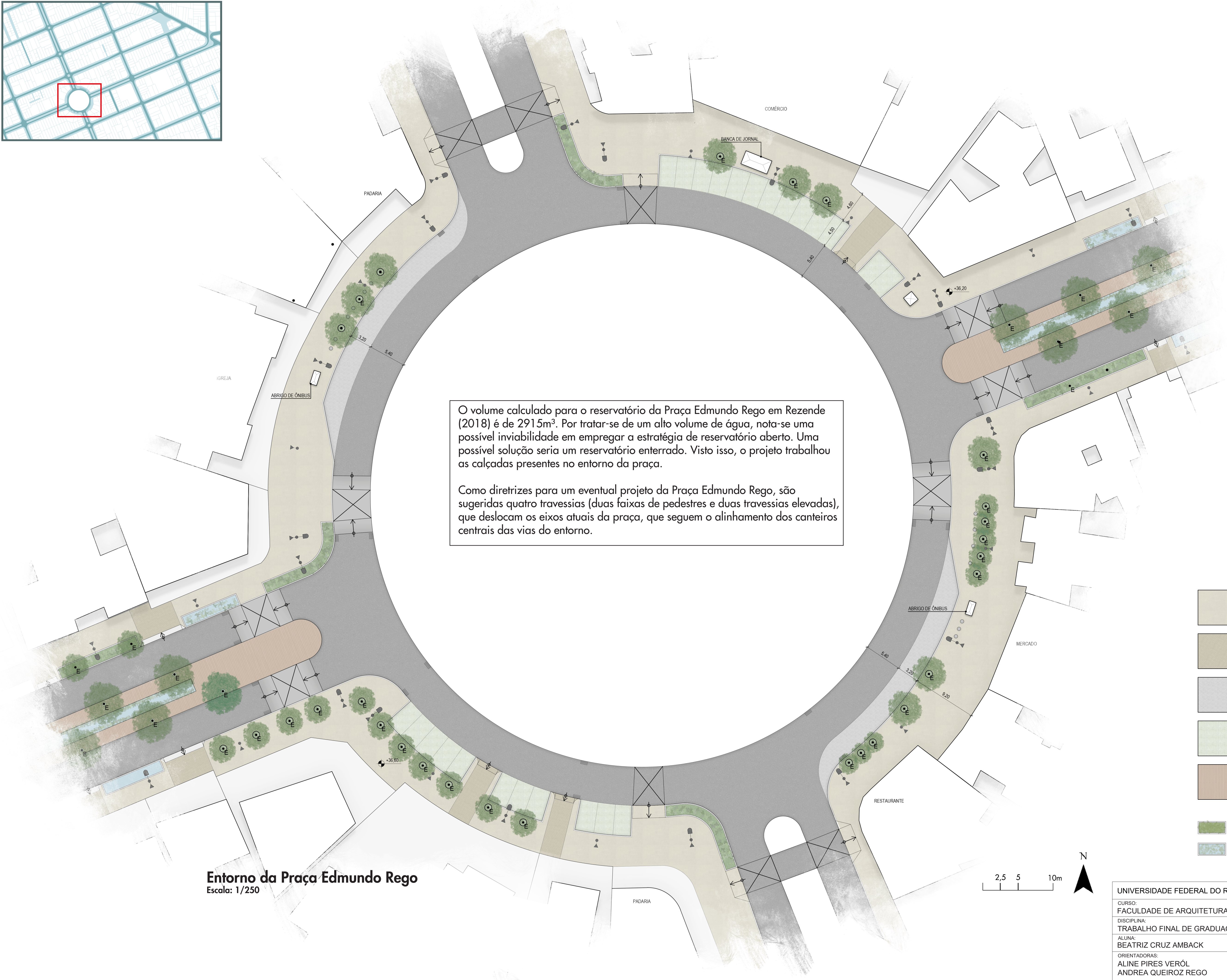
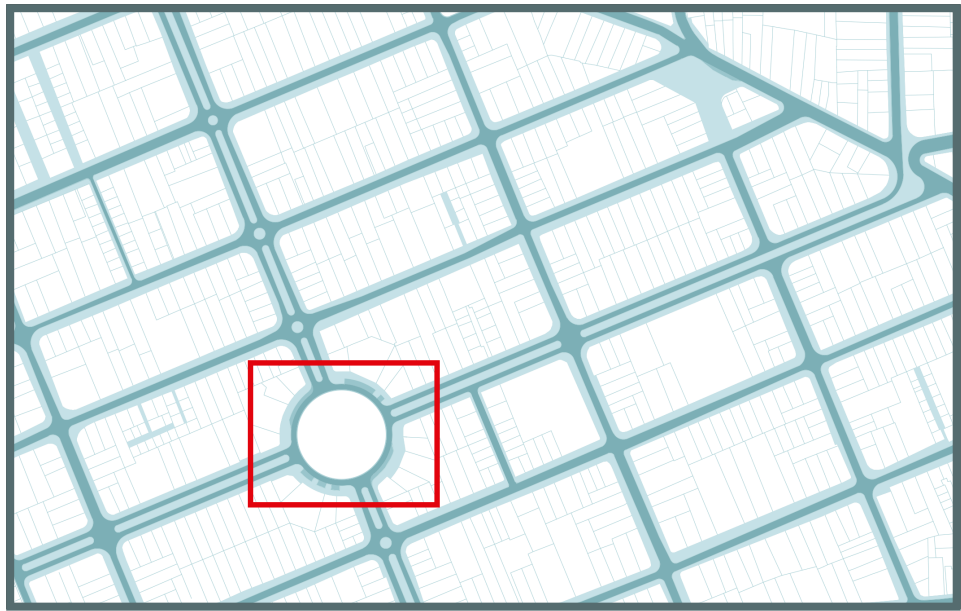
## Praça Malvino Reis

Pranchas 6 e 7

- PISO DRENANTE COM PLACAS PERMEÁVEIS
- PISO INTERTRAVADO RETANGULAR PADRÃO ESPINHA DE PEIXE
- PISO INTERTRAVADO SEXTAVADO DE ALTA RESISTÊNCIA
- PISOGRAFA
- DECK DE MADEIRA ECOLÓGICA (MADEIRA PLÁSTICA)
- CANTERO
- CANTERO DE JARDIM DE CHUVA
- POSTE DE DUAS PÉTALAS (VEICULAR E PEDESTRES)
- POSTE DE UMA PÉTALA (PEDESTRES)
- ÁRVORE EXISTENTE
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- RAMPA PARA VEÍCULOS (I = 20%)
- RAMPA PARA PEDESTRES (I = 8,33%)
- FAIXA DE PEDESTRES
- FAIXA DE PEDESTRES COM TRAVESSIA ELEVADA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	
CURSO: FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO	DATA: MARÇO/2021
DISCIPLINA: TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO	
ALUNA: BEATRIZ CRUZ AMBACK	
ORIENTADORAS: ALINE PIRES VERÓL ANDREA QUEIROZ REGO	

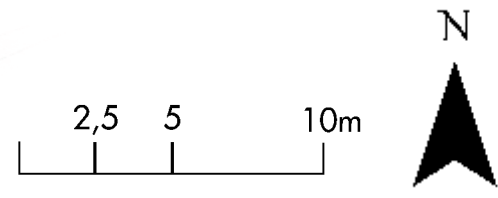




O volume calculado para o reservatório da Praça Edmundo Rego em Rezende (2018) é de 2915m<sup>3</sup>. Por tratar-se de um alto volume de água, nota-se uma possível inviabilidade em empregar a estratégia de reservatório aberto. Uma possível solução seria um reservatório enterrado. Visto isso, o projeto trabalhou as calçadas presentes no entorno da praça.

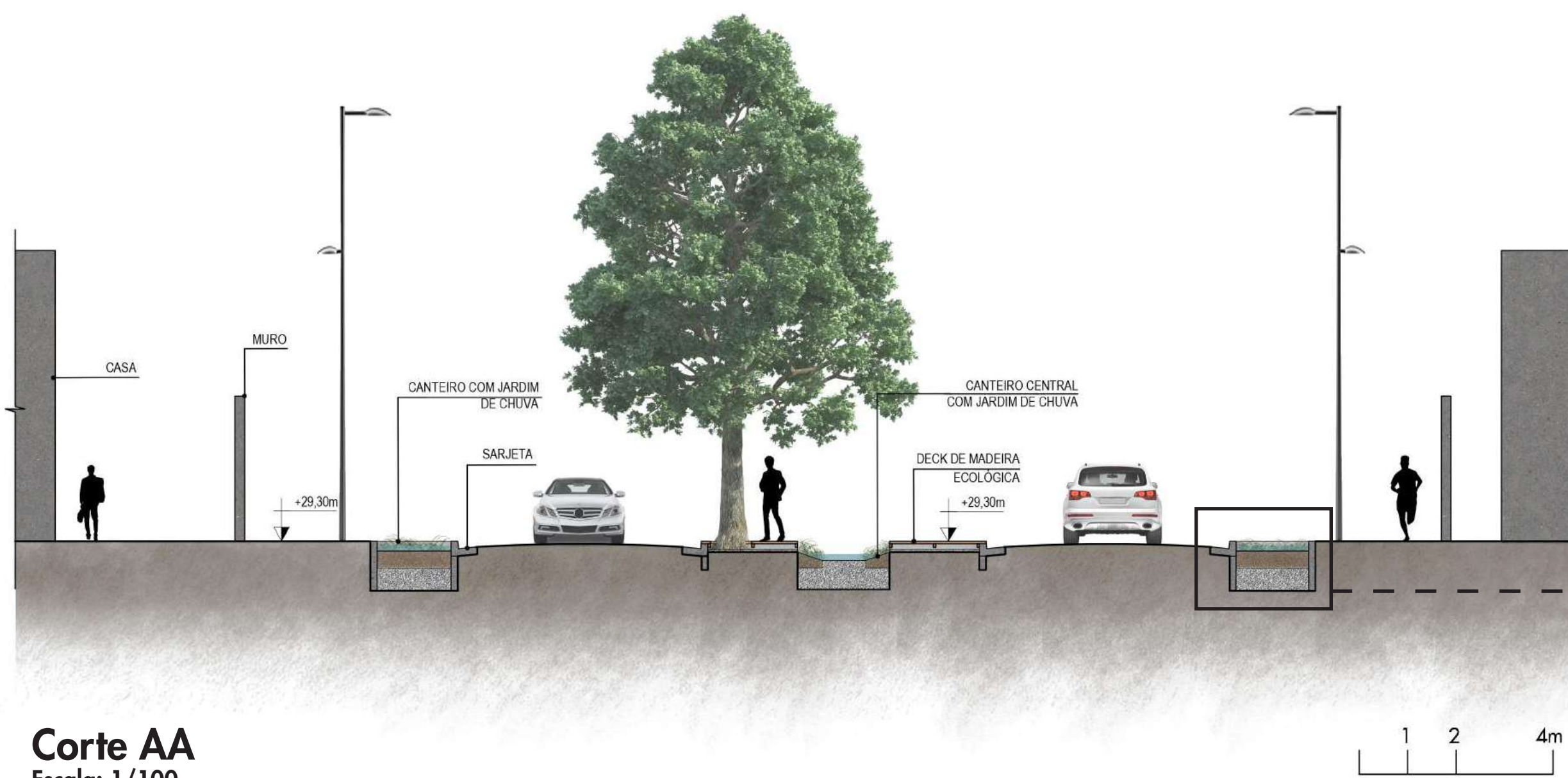
Como diretrizes para um eventual projeto da Praça Edmundo Rego, são sugeridas quatro travessias (duas faixas de pedestres e duas travessias elevadas), que deslocam os eixos atuais da praça, que seguem o alinhamento dos canteiros centrais das vias do entorno.

Entorno da Praça Edmundo Rego  
Escala: 1/250

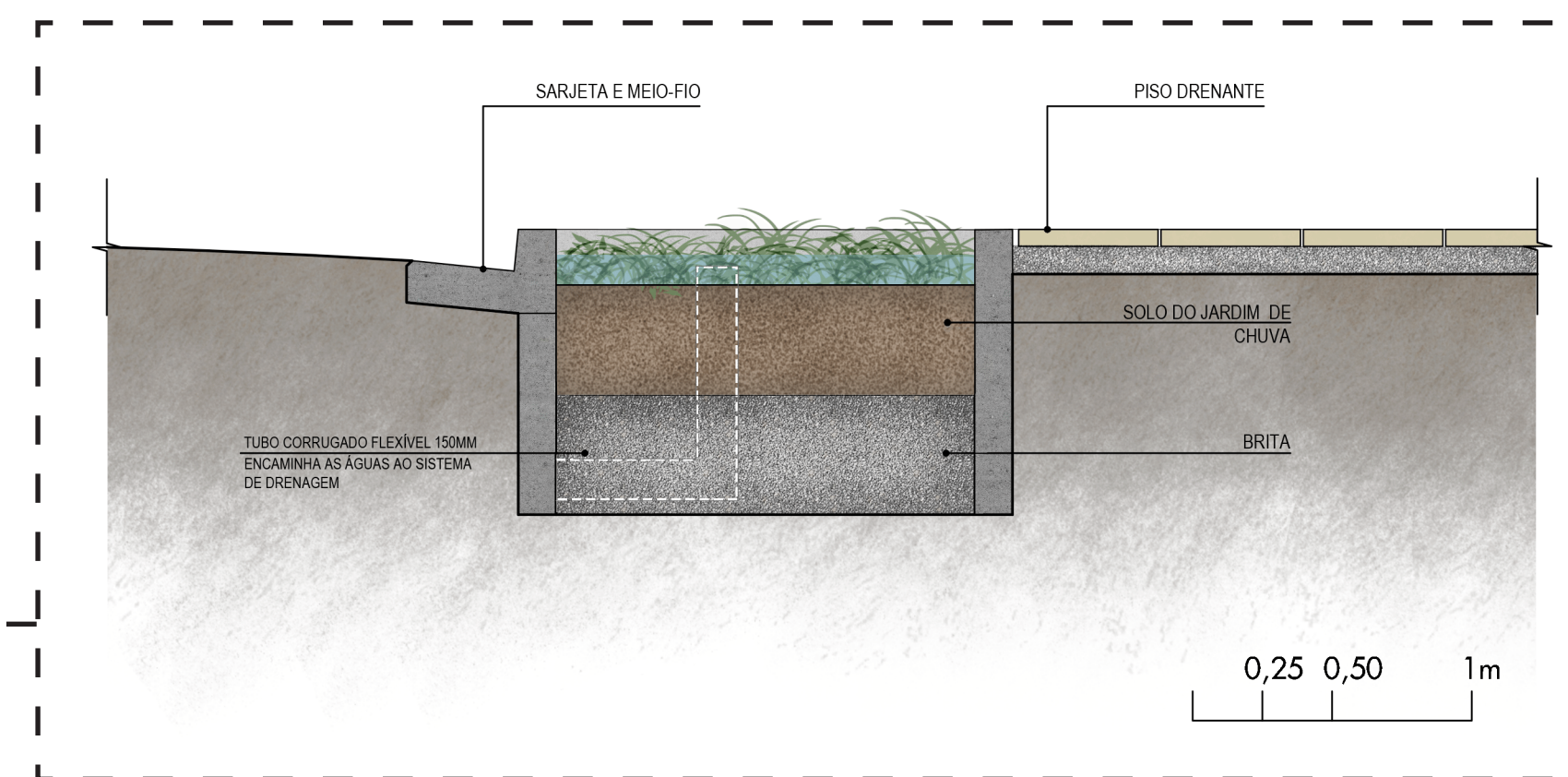


- PISO DRENANTE COM PLACAS PERMEÁVEIS
- PISO INTERTRAVADO RETANGULAR PADRÃO ESPINHA DE PEIXE
- PISO INTERTRAVADO SESTRAVADO DE ALTA RESISTÊNCIA
- PISOGRAMA
- DECK DE MADEIRA ECOLÓGICA (MADEIRA PLÁSTICA)
- CANTEIRO
- CANTEIRO DE JARDIM DE CHUVA
- POSTE DE DUAS PÉTALAS (VEICULAR E PEDESTRES)
- POSTE DE UMA PÉTALA (PEDESTRES)
- ÁRVORE EXISTENTE
- ÁRVORE
- BOCA DE LOBO
- POÇO DE VISITA
- RAMPA PARA VEÍCULOS (i = 20%)
- RAMPA PARA PEDESTRES (i = 8,33%)
- FAIXA DE PEDESTRES
- FAIXA DE PEDESTRES COM TRAVESSIA ELEVADA





**Corte AA**  
Escala: 1/100



**Corte Jardim de Chuva**  
Escala: 1/25

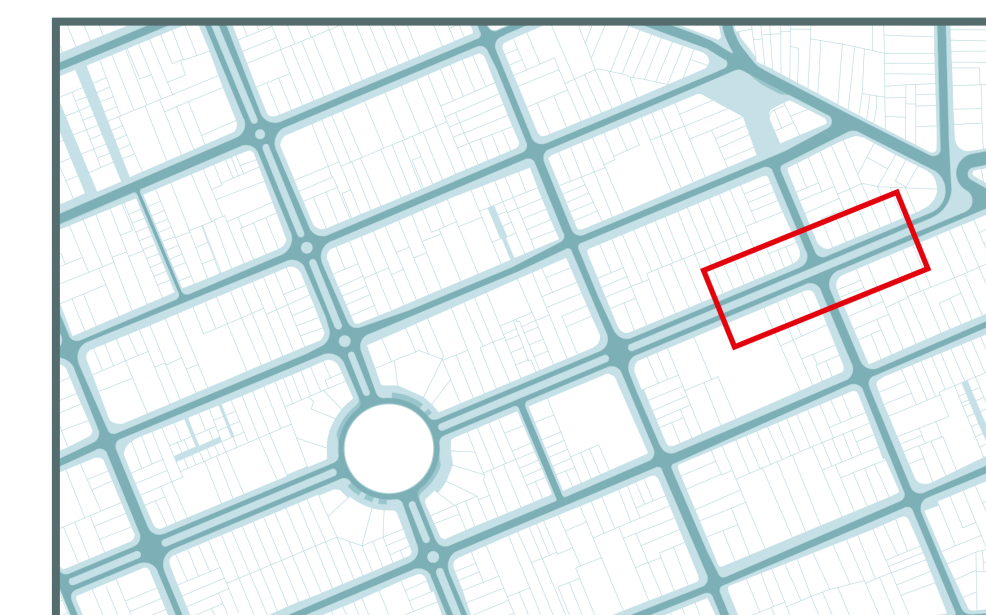
Ao longo da Avenida Engenheiro Richard, foram propostos jardins de chuva em ambas as calçadas e no canteiro central, atualmente utilizado como estacionamento. Nas calçadas, foram mapeadas as árvores, entradas de garagem, usos dos lotes e pontos de ônibus. A calçada recebe pavimentação em placas drenantes exceto nos trechos de entrada de garagens, que recebem piso intertravado por ser mais resistente. Em frente a lotes de uso residencial, parte da calçada é ocupada por canteiros com árvores e jardins de chuva, entretanto, em frente a lotes de uso comercial, educacional ou de lazer, alguns trechos de calçada recebem bancos ou ficam livres para uma possível ocupação pelos usuários dos estabelecimentos. Em pontos de ônibus, são posicionados abrigos de ônibus.

Nesse trecho também é mostrado, em vermelho, o traçado do projeto de Drenagem Urbana da Rio-Águas para o recorte, com o posicionamento das bocas-de-lobo e poços de visita. Esses elementos também estão presentes nos cortes BB e CC (prancha 4), que mostram a relação do projeto paisagístico com a infraestrutura de drenagem urbana.

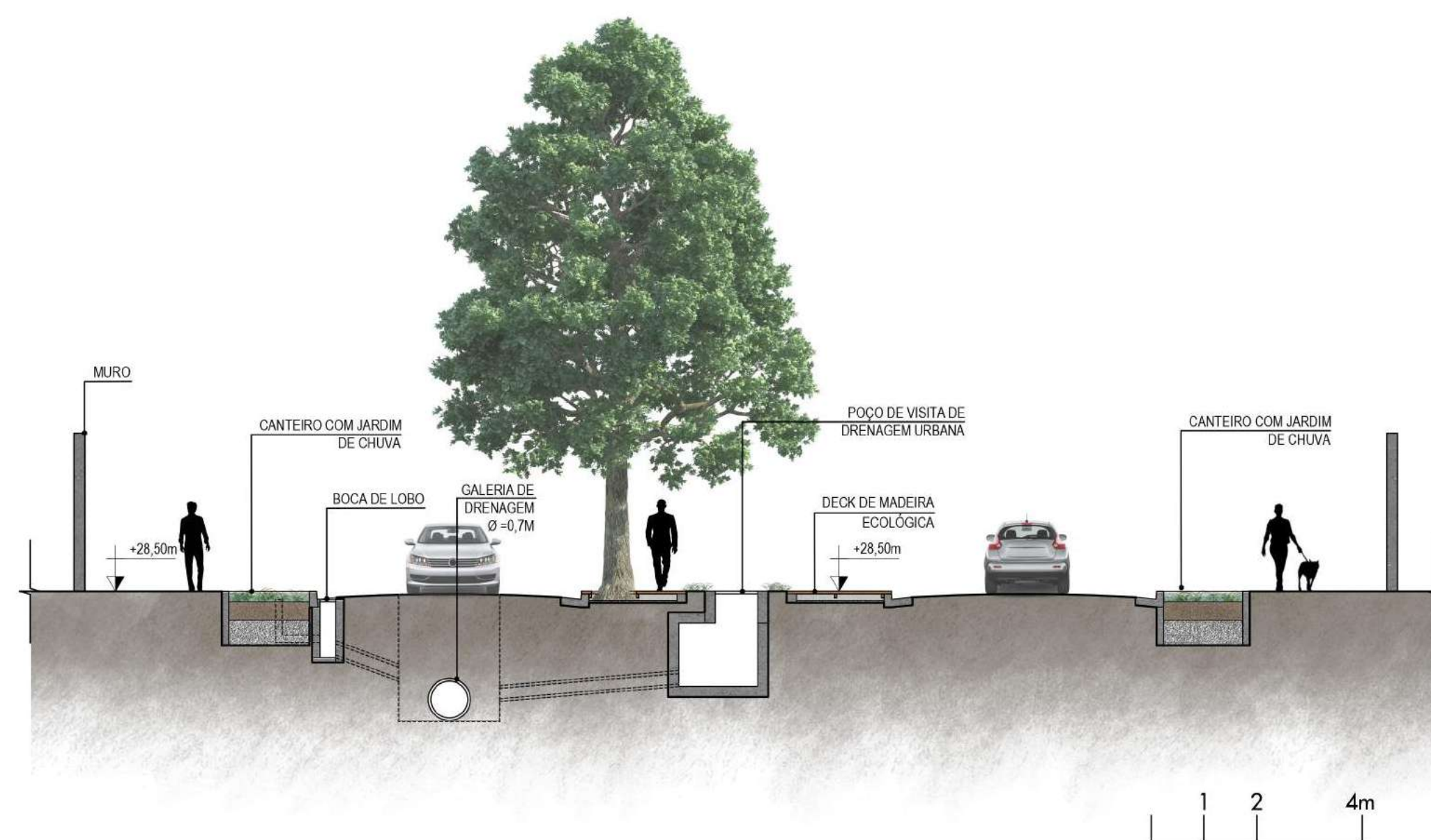


**Trecho da Avenida Engenheiro Richard**  
Escala: 1/250

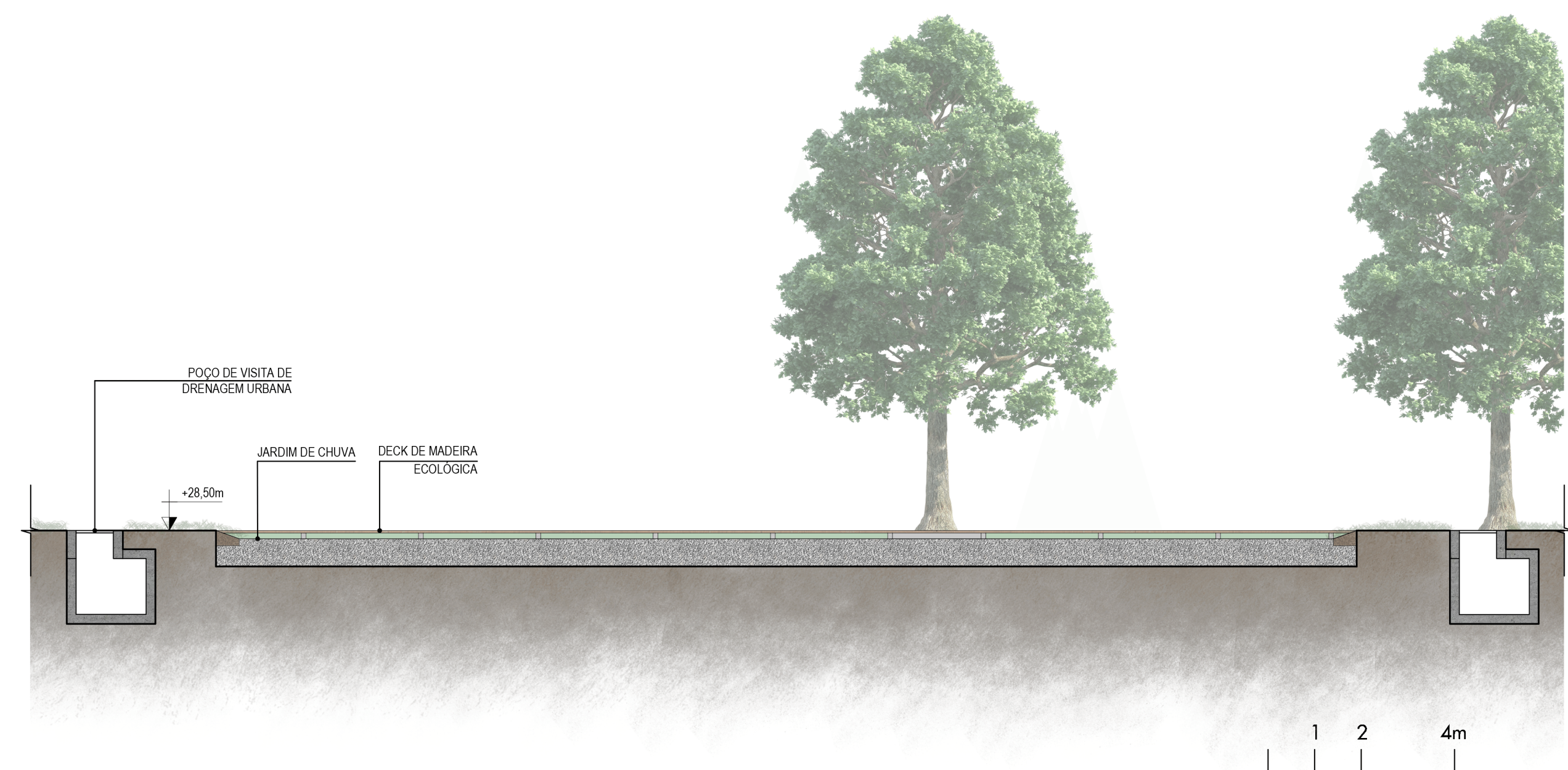
Os jardins de chuva ao longo da calçada da Avenida Engenheiro Richard somam uma área de 850,5m<sup>2</sup>, enquanto o canteiro central tem uma área de 1056,5m<sup>2</sup>, totalizando 1907m<sup>2</sup>. Considerando uma lâmina de alagamento de 20 centímetros, essa medida pode armazenar aproximadamente 381,4m<sup>3</sup> de água. Essa medida não havia sido prevista nos cálculos de Rezende (2018), servindo portanto como complemento para as demais propostas do projeto.







**Corte BB**  
Escala: 1/100



**Corte CC**  
Escala: 1/100

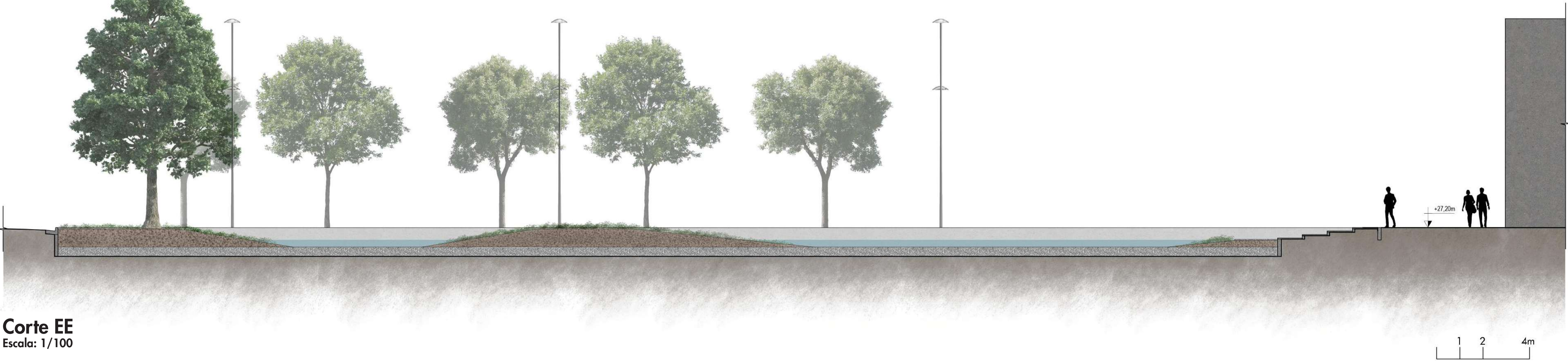


**Avenida Engenheiro Richard - Perspectiva**  
Sem Escala

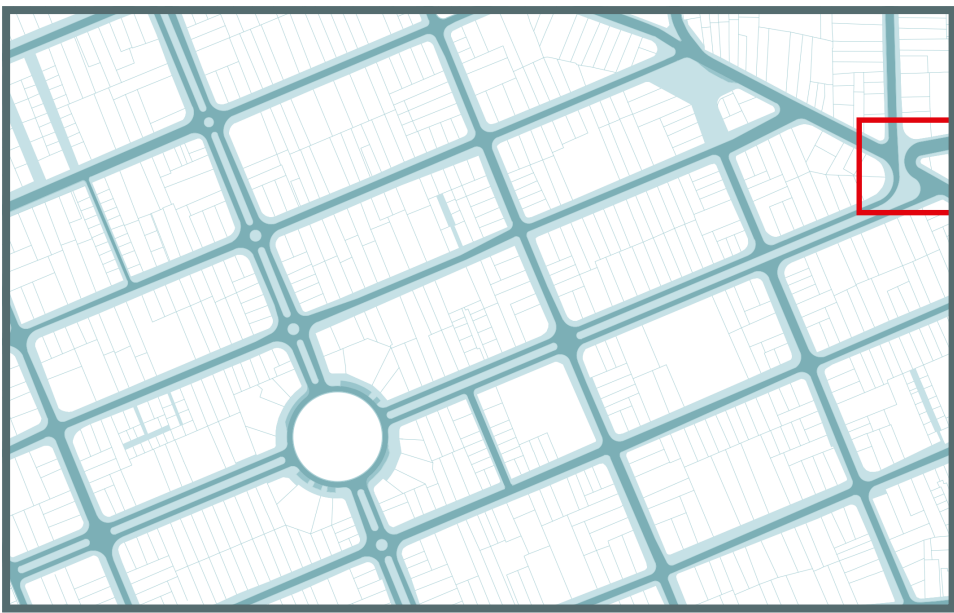


Esse trecho teve o seu desenho alterado para uma melhora do fluxo viário. Dessa forma, o canteiro central da avenida Engenheiro Richard é prolongado, dando continuidade ao jardim de chuva. Esse trecho, entretanto, não pode ser acessado por pedestres, uma vez que o deck é interrompido. O solo do jardim de chuva forma desníveis promovendo diferentes empoçamentos, como é possível observar nos cortes DD e EE. Dessa forma, as árvores preexistentes são mantidas e ficam posicionadas nos pontos de nível mais alto, protegendo o seu tronco da lamina d'água. Enquanto o volume de armazenamento previsto por Rezende (2018) para o trecho era de 246m³, o volume atingido pelo jardim de chuva é de, aproximadamente, 139m³. Entretanto, se somados todos os jardins de chuva previstos no projeto, o volume atingido é de 520,4m³, ultrapassando o calculado.

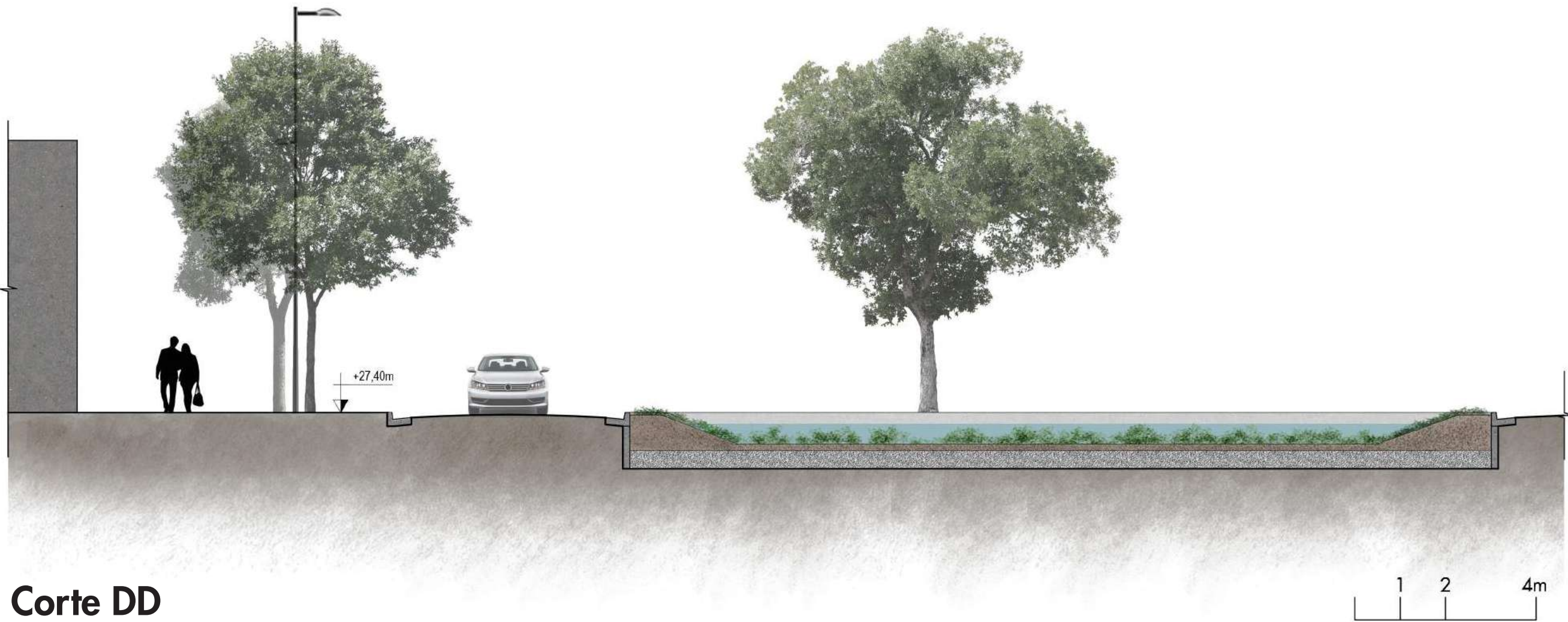
Corte EE  
Escala: 1/100



Largo Irmã Maria Martha Ward  
Escala: 1/250



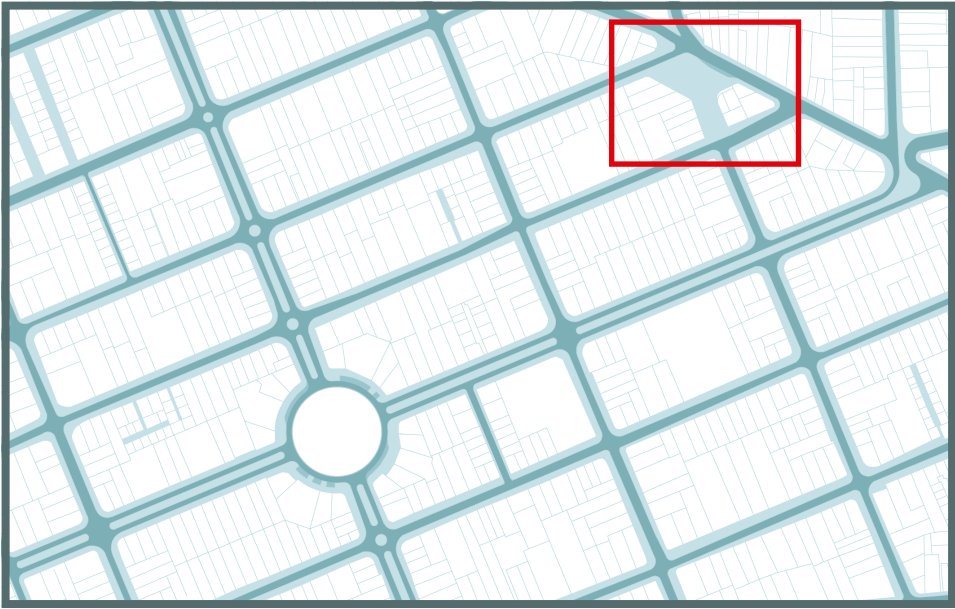
Corte DD  
Escala: 1/100



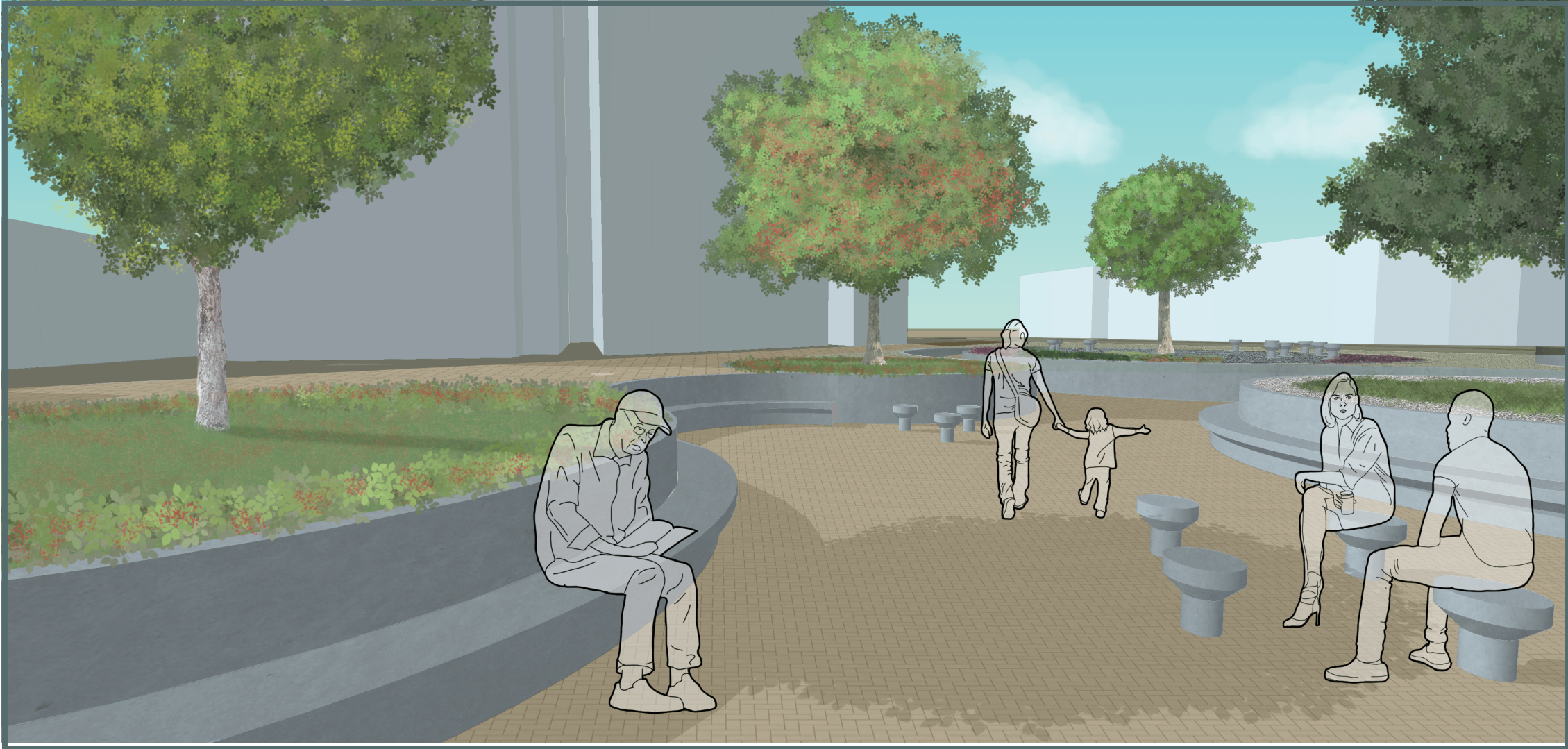
Jardim de chuva vazio e cheio em perspectiva  
Sem Escala



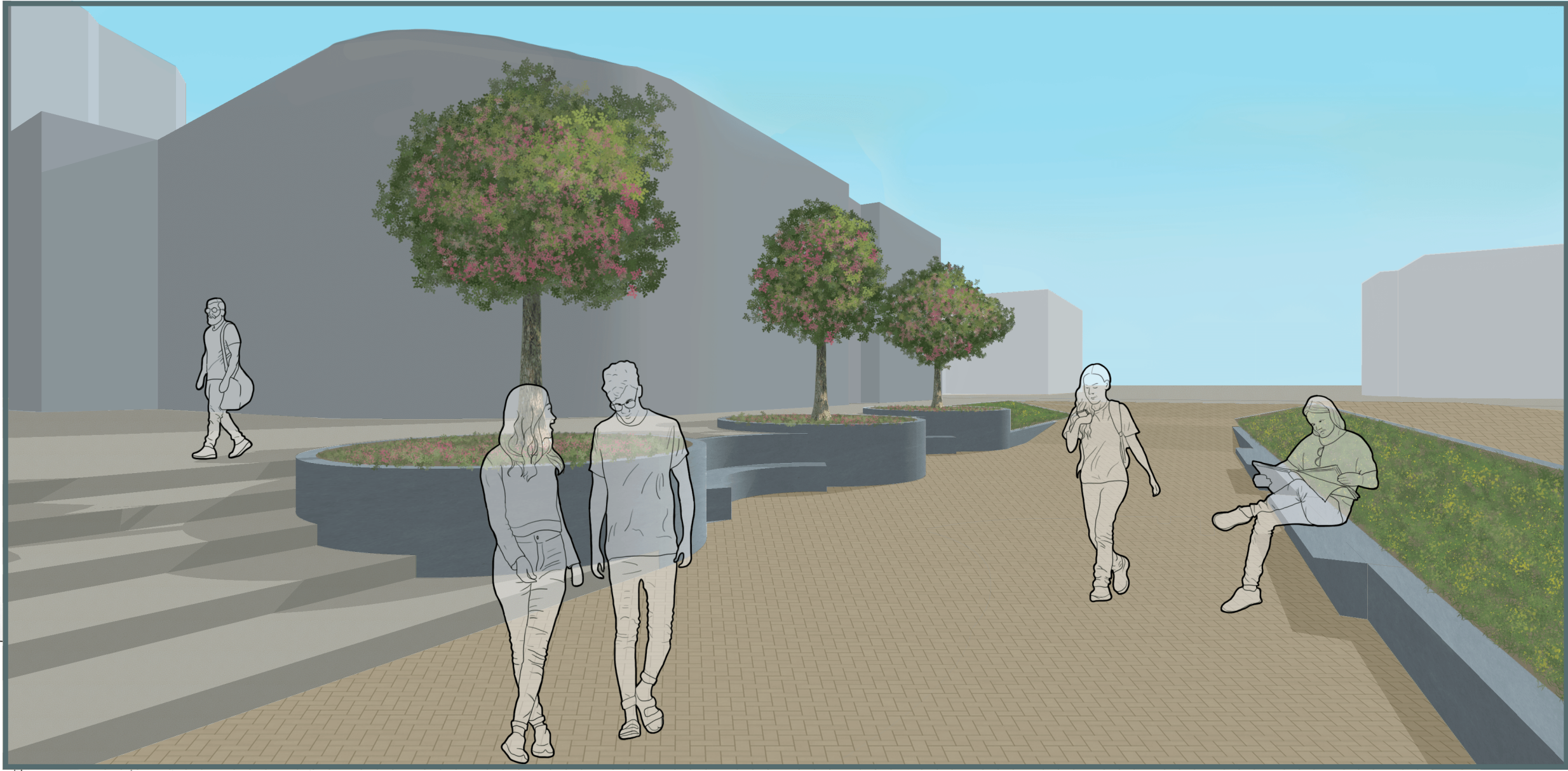




A Praça Malvino Reis recebeu um novo desenho urbano através da junção da antiga praça com duas quadras adjacentes, implicando em um acréscimo de sua área. O reservatório previsto para o trecho deveria atingir o volume de 372m<sup>3</sup>. O projeto consiste em um reservatório de 769,6m<sup>2</sup> e um volume de 570,4m<sup>3</sup>, com o desnível máximo de 87,5 centímetros. São previstos canteiros no nível da calçada, assim como dois jardins de brita, que podem ser acessados pelos pedestres. Nos desníveis, também são posicionados taludes vegetados, criando ma sensação de continuidade. Enquanto os trechos no nível da calçada são pavimentados com placas drenantes, o trecho rebaixado recebe piso intertravado, com o intuito de facilitar a manutenção.



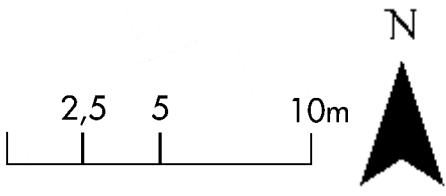
**Praça Malvino Reis - Perspectiva 2**  
Sem Escala



**Praça Malvino Reis - Perspectiva 1**  
Sem Escala

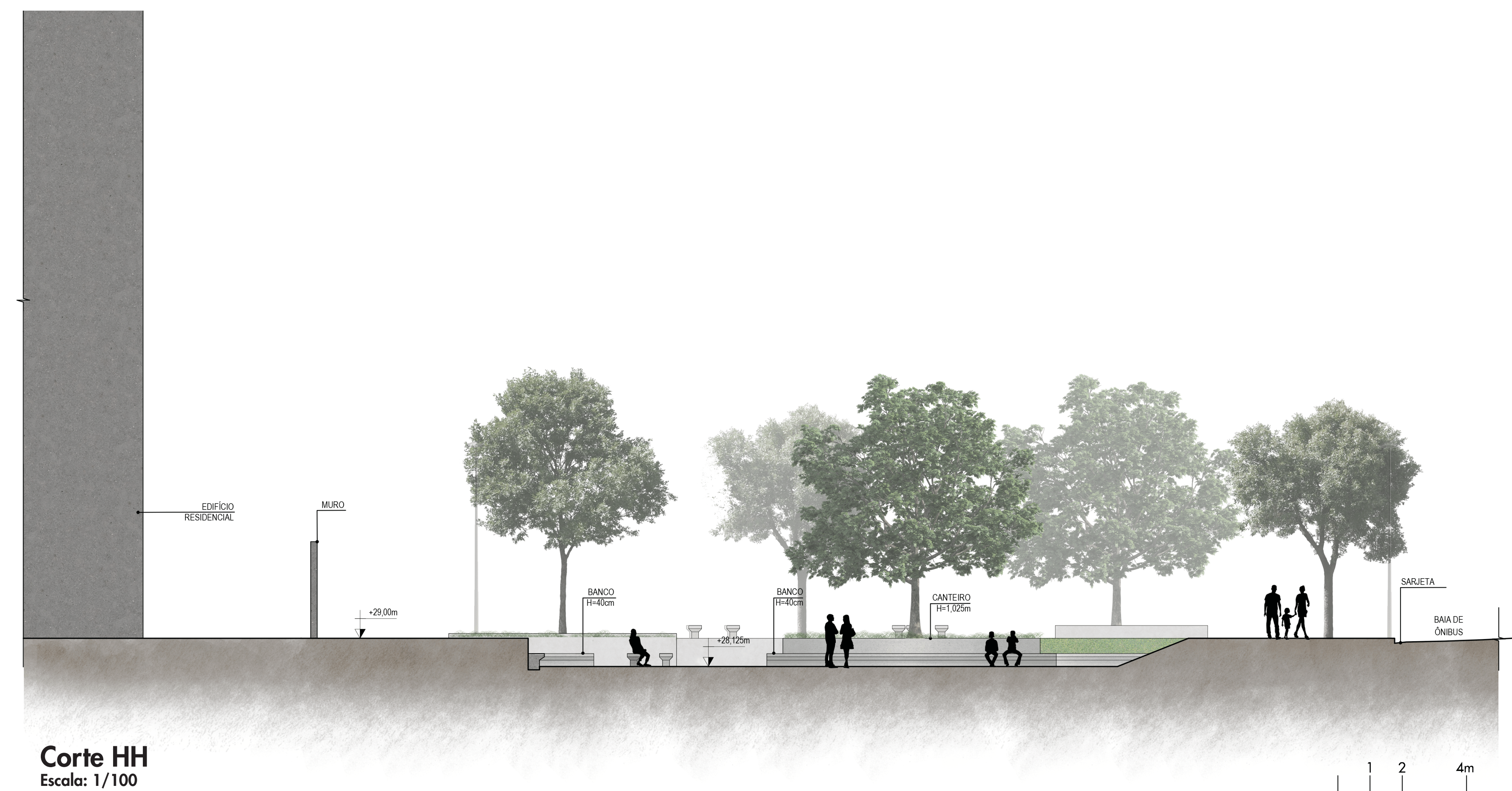
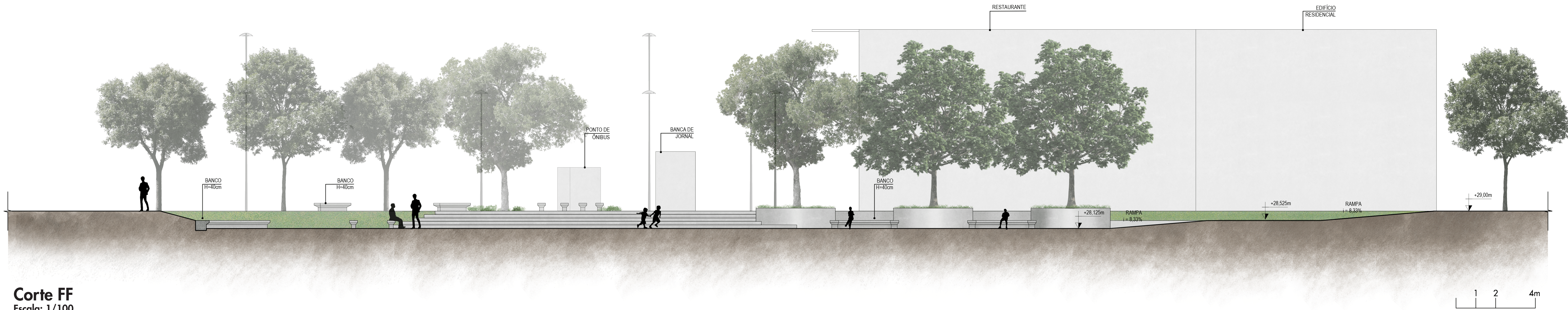


**Praça Malvino Reis**  
Escala: 1/250



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	
CURSO: FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO	DATA: MARÇO/2021
DISCIPLINA: TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO	
ALUNA: BEATRIZ CRUZ AMBACK	
ORIENTADORAS: ALINE PIRES VERÓL ANDREA QUEIROZ REGO	6/7





UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO	
CURSO: FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO	DATA: MARÇO/2021
DISCIPLINA: TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO	
ALUNA: BEATRIZ CRUZ AMBACK	7/7
ORIENTADORAS: ALINE PIRES VERÓL ANDREA QUEIROZ REGO	