

## **Infraestrutura verde: Proposta conceitual para o Córrego Barra Bonita -SP**

*Green infrastructure: Conceptual proposal for the Barra Bonita Stream -SP*

*Infraestructura verde: Propuesta conceptual para el arroyo Barra Bonita -SP*

### **Cristina de Jesus Nascimento**

Arquiteta e Urbanista, UNISAGRADO, Brasil.

Arq.crisjn@hotmail.com

### **Érica Lemos Gulinelli**

Professora Doutora, UNISAGRADO, Brasil.

ericagulinelliarq@gmail.com

## RESUMO

A formação das cidades ao redor de córregos e rios é uma prática comum, porém, a falta de políticas públicas, planejamento e ocupação inadequada dessas áreas ribeirinhas geram diversos problemas. A ocupação desordenada nessas regiões resulta em riscos de enchentes, inundações e degradação ambiental. A falta de infraestrutura adequada de drenagem urbana e controle das águas pluviais agrava ainda mais esses problemas. Para mitigar essas questões, propõe-se a implementação de soluções como a infraestrutura verde, a fim de reduzir o escoamento superficial e aumentar a infiltração das águas pluviais. Essas medidas visam diminuir os problemas gerados e promover uma ocupação mais sustentável dessas áreas ribeirinhas. Nesta pesquisa, é fundamental realizar uma análise detalhada da área de intervenção, além de compreender brevemente a origem da cidade de Barra Bonita e sua relação com os corpos d'água locais, em especial o Córrego Barra Bonita. Para lidar com os problemas causados por enchentes e inundações, é necessário adotar soluções técnicas baseadas em infraestrutura verde. Assim, este estudo tem como objetivo propor intervenções projetuais que abordem os aspectos urbanísticos, arquitetônicos e paisagísticos em áreas que enfrentam graves problemas decorrentes da ocupação irregular e das inundações causadas pelas fortes chuvas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Infraestrutura verde. Drenagem urbana. Enchentes.

## ABSTRACT

*The formation of cities around streams and rivers is a common practice, however, the lack of public policies, planning and inadequate occupation of these riverside areas generate several problems. The disorderly occupation in these regions results in risks of floods, floods and environmental degradation. The lack of adequate infrastructure for urban drainage and stormwater control further exacerbates these problems. To mitigate these issues, it is proposed to implement solutions such as green infrastructure, in order to reduce surface runoff and increase the infiltration of rainwater. These measures aim to reduce the problems generated and promote a more sustainable occupation of these riverside areas. In this research, it is essential to carry out a detailed analysis of the intervention area, in addition to briefly understanding the origin of the city of Barra Bonita and its relationship with the local water bodies, especially the Barra Bonita stream. To deal with the problems caused by floods and floods, it is necessary to adopt technical solutions based on green infrastructure. Thus, this study aims to propose design interventions that address urban, architectural and landscape aspects in an areas that face serious problems arising from irregular occupation and floods caused by heavy rains.*

**KEYWORDS:** Green infrastructure. Urban drainage. Floods.

## RESUMEN

*La formación de ciudades alrededor de arroyos y ríos es una práctica común, sin embargo, la falta de políticas públicas, la planificación y la ocupación inadecuada de estas zonas ribereñas generan varios problemas. La ocupación desordenada en estas regiones da lugar a riesgos de inundaciones, inundaciones y degradación del medio ambiente. La falta de una infraestructura adecuada de drenaje urbano y control de aguas pluviales agrava aún más estos problemas. Para mitigar estos problemas, se propone implementar soluciones como la infraestructura verde con el fin de reducir la escorrentía superficial y aumentar la infiltración de aguas pluviales. Estas medidas tienen como objetivo reducir los problemas generados y promover una ocupación más sostenible de estas zonas ribereñas. En esta investigación es fundamental realizar un análisis detallado del área de intervención, además de comprender brevemente el origen de la ciudad de Barra Bonita y su relación con los cuerpos de agua locales, especialmente el arroyo Barra Bonita. Para hacer frente a los problemas causados por las inundaciones y las inundaciones, es necesario adoptar soluciones técnicas basadas en la infraestructura verde. Así, este estudio tiene como objetivo proponer intervenciones de diseño que aborden aspectos urbanos, arquitectónicos y paisajísticos en zonas que enfrentan serios problemas derivados de la ocupación irregular y las inundaciones causadas por fuertes lluvias.*

**PALABRAS CLAVE:** Infraestructura verde. Drenaje urbano. Inundaciones.

## 1 INTRODUÇÃO

As cidades têm se desenvolvido ao redor de córregos e rios devido aos benefícios que essas fontes de água proporcionam. De acordo com Santos (2004), o processo de urbanização no país é um fenômeno complexo e desigual, resultando em diferenças socioespaciais significativas e uma série de problemas. Entre eles, destacam-se o aumento do risco de enchentes, o comprometimento da qualidade da água, a degradação ambiental e a perda de espaços verdes.

De acordo com Oliveira (2015), as inundações são prejudiciais quando há ocupação populacional próxima, sendo as causas naturais relacionadas à forma da bacia hidrográfica, topografia, vegetação e índices de chuva. As ações humanas, como a pavimentação de grandes cidades e a formação de ilhas de calor, contribuem para o acúmulo de água e alteração dos padrões de chuva.

Para mitigar esses problemas, têm sido propostas estratégias baseadas na infraestrutura verde, que auxiliam no sistema de drenagem urbana. A drenagem urbana refere-se ao sistema de gerenciamento de água pluvial nas áreas urbanas, incluindo a coleta, transporte, armazenamento e tratamento adequado da água da chuva.

De acordo com Herzog e Rosa (2010, p. 97) a infraestrutura verde “[...] consiste em redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, preferencialmente arborizados (inclui ruas e propriedades públicas e privadas), interconectados que reestruturam o mosaico da paisagem”. Segundo Josué (2020) as infraestruturas verdes têm o objetivo de manejar de forma sustentável as águas pluviais.

Essa abordagem envolve a criação e conservação de espaços verdes e áreas naturais ao longo dos córregos e rios, visando a proteção dos recursos hídricos e a promoção de uma cidade mais sustentável. Ela desempenha um papel fundamental no desenvolvimento sustentável das cidades, conectando-as aos elementos naturais por meio de redes multifuncionais de espaços vegetados, arborizados e permeáveis em espaços públicos e privados, reestruturando a paisagem urbana (MORSCH; MASCARÓ; PANDOLFO, 2017).

Dentre as diversas soluções tipológicas para implantação de infraestrutura verde nas cidades Josué (2020) cita como elementos projetuais: biovaletas, jardins de chuva, canteiros pluviais, pavimentos permeáveis, sarjetas permeáveis, lagoas pluviais e bacias de retenção. Essas tipologias são classificadas de acordo com suas funções, incluindo a purificação, retenção, transmissão e infiltração. Cada uma delas desempenha um papel específico no tratamento e manejo das águas pluviais, utilizando elementos como sedimentação, filtração, captação biológica, biovaletas, jardins de chuva, pavimentos porosos, entre outros.

Esses elementos podem ser combinados com o sistema viário e edifícios da cidade para auxiliar no fluxo natural da água. Além disso, a infraestrutura verde contribui para a melhoria do microclima, aumento da biodiversidade, valorização do solo urbano e oferece lazer para a população (ARCHDAILY, 2022).

As definições destacam a visão das cidades esponjas como uma abordagem inovadora que busca transformar as áreas urbanas em ecossistemas resilientes, capazes de lidar com as questões de enchentes e gerenciamento de água de forma mais sustentável e eficiente. As cidades esponjas (ou "sponge cities", em inglês) são uma abordagem inovadora de

planejamento urbano que visa lidar com problemas de enchentes e gerenciamento de água nas áreas urbanas, especialmente em regiões propensas a eventos climáticos extremos.

Segundo Galdino (2022, p. 17) “[...] o conceito foi desenvolvido na China com a finalidade de ser aplicado nas cidades que sofriam perdas decorrentes das intensas chuvas em determinados períodos no ano”. Ainda de acordo com a mesma autora, a cidade-esponja propõe a substituição de superfícies como asfalto e concreto por tecnologias de superfícies permeáveis, que permitem a absorção da água da chuva e atuam como filtros. Dessa forma, a água é absorvida pelo solo de maneira mais eficiente, passando por um sistema de filtragem antes de ser direcionada aos rios e lagos internos da cidade. Ressalta ainda que as cidades-esponjas:

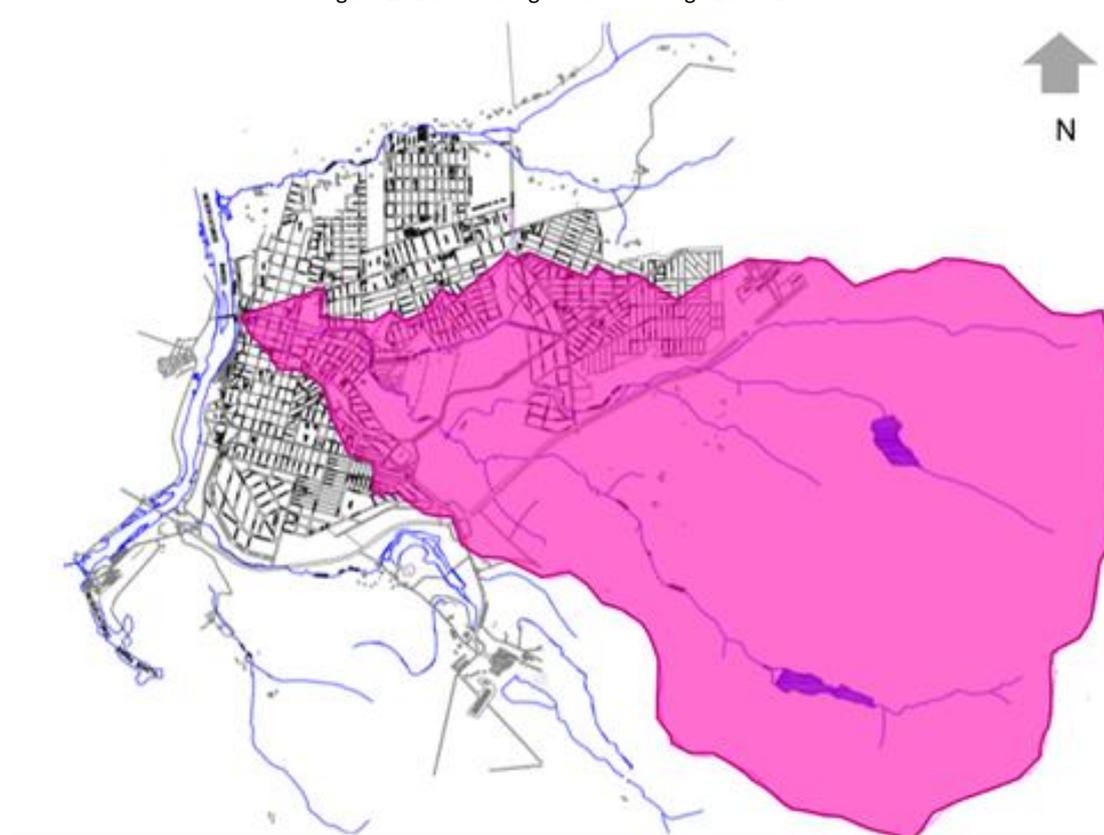
[...] São cidades projetadas para que a água da chuva seja mantida e absorvida no local onde ela cai através de sistemas de drenagem urbana sustentáveis localizados a partir de sua infraestrutura verde. Ou seja, ela está preparada para reduzir os danos de alagamentos, inundações e enchentes (ArchDaily, 2022, s/p.).

Desta maneira, a infraestrutura verde pode incluir a implementação de parques lineares, corredores ecológicos, áreas de absorção de água, revitalização de margens e a construção de sistemas de drenagem sustentáveis, minimizando os problemas relacionados ao excesso de água em áreas urbanas.

Ao adotar essas medidas, é possível reduzir os impactos negativos da ocupação inadequada dessas áreas ribeirinhas, melhorando a qualidade de vida dos moradores e preservando o meio ambiente. A infraestrutura verde proporciona benefícios como a redução do risco de enchentes, a melhoria da qualidade da água, a promoção da biodiversidade, o aumento da recreação ao ar livre e a criação de ambientes mais saudáveis e resilientes para as cidades.

Assim como a maior parte das cidades brasileiras, Barra Bonita (localizada no estado de São Paulo) sofreu um processo de urbanização acelerado e sem planejamento. Em 50 anos, segundo Vaz Filho (2009), aumentou sua população em pouco mais de 200%. Com esse crescimento, áreas da bacia do Córrego Barra Bonita (figura 1) e seus afluentes foram sendo ocupadas de formas inadequadas. Uma vez ocupadas, essas áreas perderam sua permeabilidade natural e propiciou os problemas atuais.

Figura 1 - Bacia Hidrográfica do Córrego Barra Bonita



Fonte: BIANCHI, 2022

Na pesquisa foi realizado uma análise da área de intervenção, bem como sua interação com os corpos d'água presentes no local do Córrego Barra Bonita. Além disso, foi elaborado projeto arquitetônico com uso de soluções técnicas baseadas em infraestrutura verde, a fim de mitigar os impactos causados por enchentes e inundações.

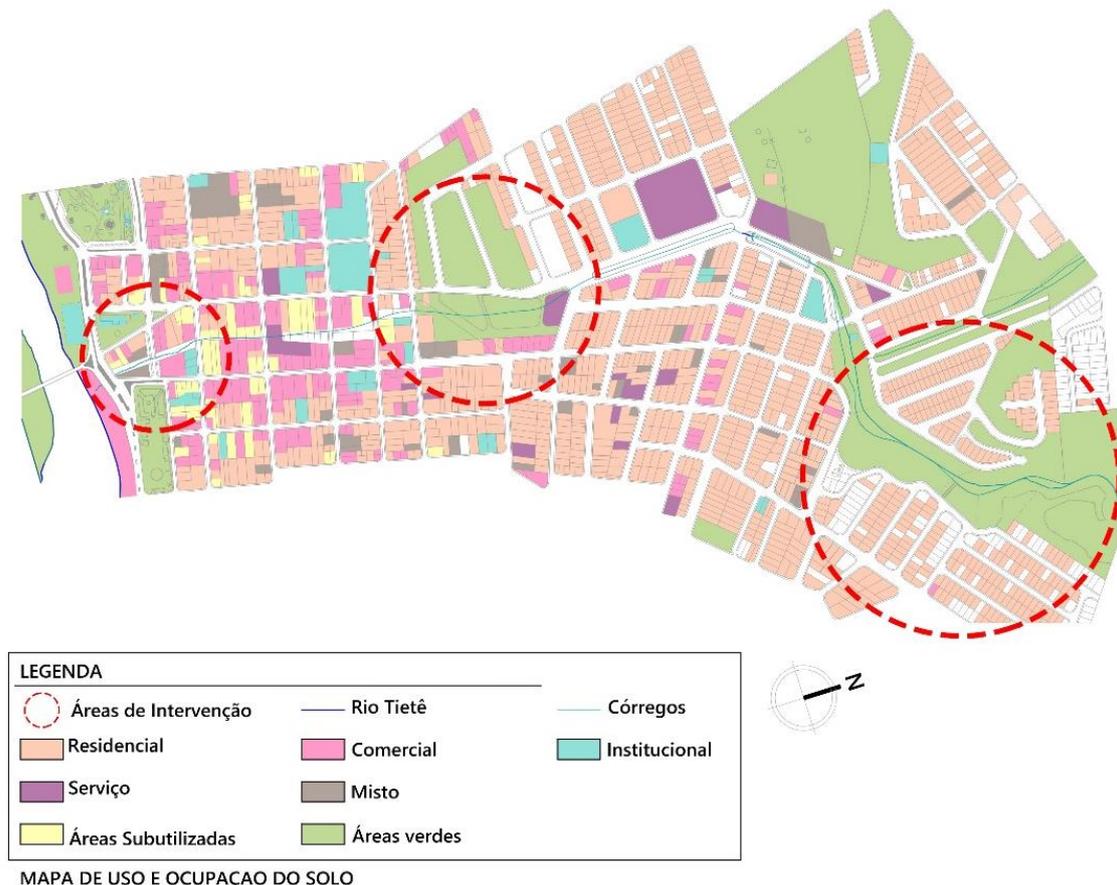
O presente estudo tem como objetivo apresentar soluções projetuais a partir de uma abordagem urbanística, arquitetônica e paisagística, propondo intervenções em três áreas distintas. Essas áreas, atualmente, enfrentam problemas graves decorrentes da ocupação irregular e das inundações resultantes das intensas precipitações pluviométricas.

## 2 MÉTODO DE ANÁLISE

Como método para a realização da pesquisa foram levantados autores que debatem as temáticas: infraestruturas verdes, drenagem urbana, urbanização das cidades brasileiras, cidades esponjas, ações mitigatórias em áreas de enchentes, bacias hidrográficas, entre outros. Além disto, foram realizadas leitura crítica de produção bibliográfica, levantamento de dados *in loco*, análise e produção de cartografia e produção de projeto arquitetônico para o artigo.

Com relação a análise da área, foi feito um recorte de levantamento de um trecho do Córrego Barra Bonita, medindo aproximadamente 2,2 km. Estudou-se o entorno a partir de mapas de uso e ocupação do solo e fluxos de vias, que colaboraram para o entendimento da área e elaboração da proposta projetual.

Figura 2 – Mapas de uso e ocupação do solo



Fonte: Produzido pelas autoras.

No mapa de uso e ocupação do solo (figura 2), ao observarmos a área onde se desenvolve a formação da cidade e a Orla Turística, notamos que a parte inferior (sul) apresenta uma variedade de usos e ocupações, sendo predominantemente voltada para comércios e serviços, satisfazendo as necessidades da região de forma adequada. O entorno desse local também conta com algumas praças e áreas verdes, graças à presença da orla turística de Barra Bonita.

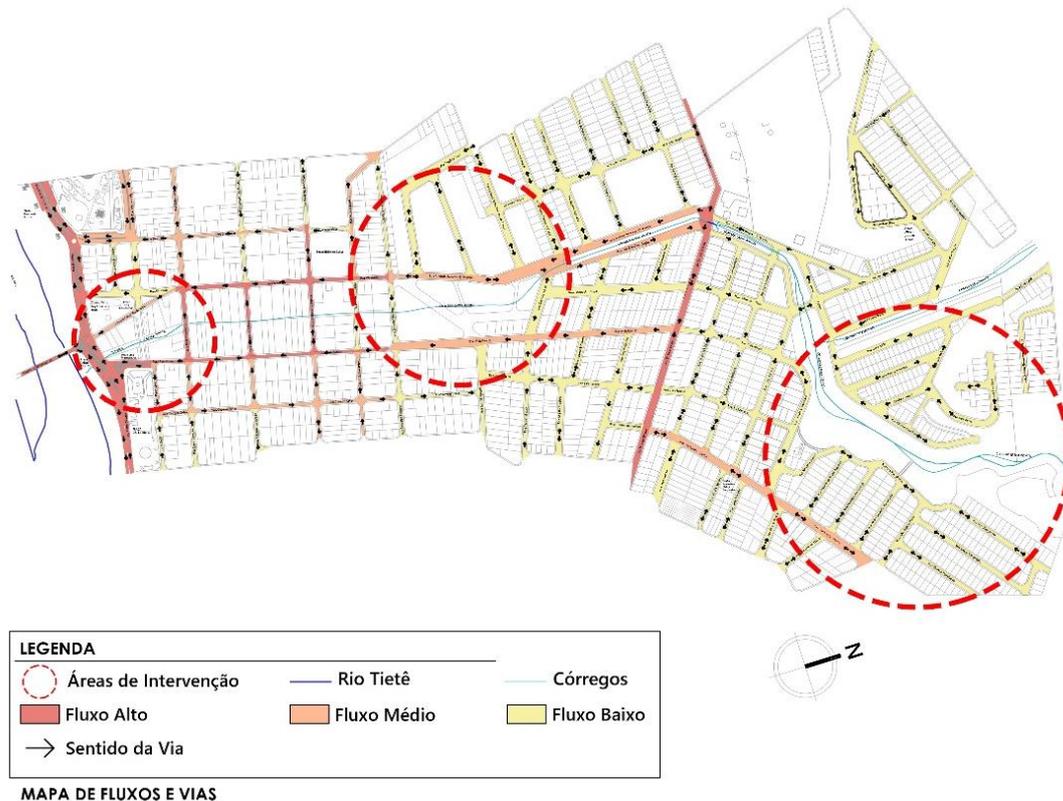
Em termos gerais, é perceptível que a extensão territorial apresenta uma alta proporção de áreas subutilizadas e espaços urbanos vazios. As áreas verdes presentes são pontuais, mas têm um impacto positivo no projeto.

Já na parte central e superior (norte), é evidente a predominância do uso residencial do solo. As áreas que serão objeto de intervenção possuem um grande potencial, pois trarão maior visibilidade e movimentação para a região, além de promover valorização econômica, diminuir os problemas com as enchentes dando uma melhor qualidade de vida para a população.

Com relação ao mapa de fluxo e vias (figura 3), a área de intervenção na região inferior (sul) e central apresenta uma combinação de vias com fluxo alto, médio e baixo. A movimentação nas ruas varia de acordo com os dias da semana e os finais de semana. Durante

a semana, a maioria das vias no centro é considerada de fluxo médio, devido à presença de muitas áreas comerciais e algumas áreas de serviço nessa região.

Figura 3 – Mapas de fluxos e vias



Fonte: Produzido pelas autoras.

Além disso, podemos observar um fluxo médio na Rua Antônio Benedito di Muzzio, uma importante via que conecta os bairros ao centro da cidade. Por outro lado, na região superior (norte), é predominante a presença de vias de fluxo baixo, uma vez que essa área é principalmente composta por uso residencial.

### 3 RESULTADOS

A partir da análise do entorno e definidas as áreas de intervenção, foi possível desenvolver um escopo projetual para a revitalização dos locais, possibilitando que o Córrego Barra Bonita trouxesse segurança e lazer para as áreas ao seu redor. O conceito escolhido para a elaboração da proposta projetual é resiliência. Comumente relacionamos a palavra resiliência com a capacidade de uma pessoa de se adaptar e superar as adversidades, contudo esse termo não diz respeito somente às pessoas, diz respeito também a comunidade ou o próprio sistema.

O projeto foi concebido com o objetivo de mitigar os problemas com as enchentes ao mesmo tempo em que se torna um local de lazer para a população. Desta forma, busca-se

estabelecer uma integração direta com a natureza, promovendo uma relação amistosa entre o homem e o córrego.

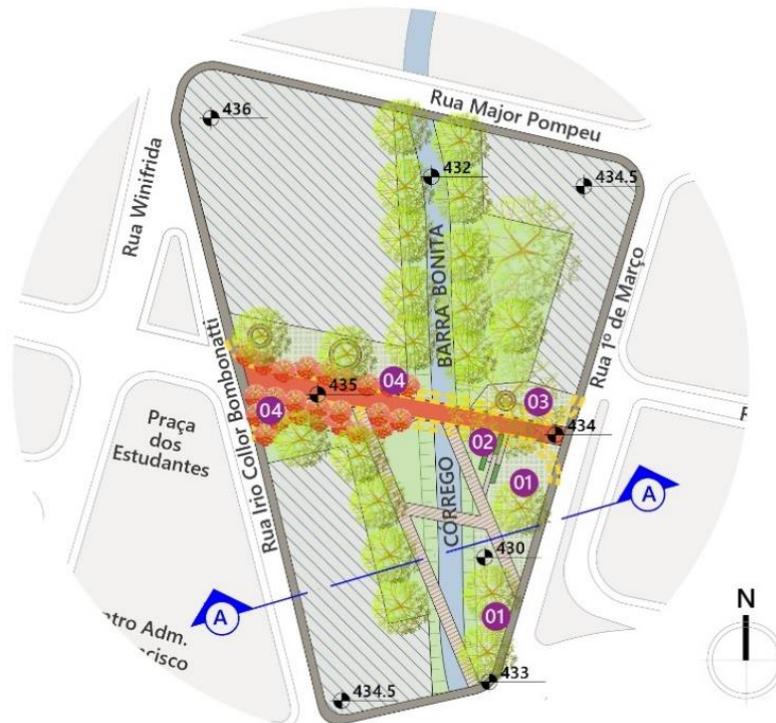
Sabendo que as áreas de intervenção escolhidas lidam frequentemente com os desastres ambientais oriundos de causas naturais e principalmente causadas pelo homem, foi proposto no projeto a revitalização dessas áreas, através da instalação de mobiliários urbanos que oferecem lazer e descanso, além de sistemas de infraestruturas verdes, como por exemplo jardins de chuva, biovaletas e áreas de alagamento. Visto que o local possui uma quantidade significativa de arborização, o projeto traz uma abordagem que visa a preservação dessas áreas verdes, incluindo o plantio de outras espécies, desde arbóreas até gramíneas. Adicionalmente, são adotados pisos permeáveis e implementada uma bacia de retenção, como medidas para promover a sustentabilidade do ambiente.

O programa de necessidades do projeto apresenta os elementos: academia ao ar livre, arquibancada com vegetação arbustiva, bosque, playground, área de alimentação, ciclovia, espaço pet, áreas de alagamento, sanitários, redário / área zen, área de convivência para idoso, áreas de descanso, quadra esportiva, biovaleta, jardim de chuva, jardim sensorial e faixa de pedestre elevada. Desta maneira apresentamos as propostas para as 3 áreas, que foram nomeadas como: área de intervenção inferior (Sul), área de intervenção central e área de intervenção superior (Norte).

Na área de intervenção inferior (Sul) (figura 4) foi proposta a revitalização da praça já existente. Essa revitalização envolve a interrupção de uma via para priorizar o acesso dos transeuntes. Será necessário substituir todo o piso existente por materiais permeáveis e drenantes e as edificações existentes, mesmo que irregulares, serão mantidas.

Com foco no pedestre, a rua foi transformada em um caminho com pérgolas, que tem como objetivo melhorar a estética local e oferecer segurança aos usuários. A praça terá áreas de descanso, um jardim sensorial e uma pequena área de alagamento criada com uma arquibancada e vegetação arbustiva. Além de preservar a vegetação existente, a ideia é plantar mais árvores para melhorar o conforto térmico da área.

Figura 4- Implantação – Área de intervenção inferior (sul)



LEGENDA			
	Córrego Barra Bonita		Construções existente
	Caminhos pedonais		Rua a ser obstruída
	Passeio público com piso permeável		Caminho com pérgolas
	Piso drenante		Grama esmeralda
	Área de permanência com piso drenante		Área de alagamento com arquibancada e escada
	Área de alimentação com piso drenante		Jardim Sensorial
	Vegetação de grande porte		Vegetação de médio e pequeno porte
	Vegetação colorida de pequeno porte e arbustiva		

IMPLANTAÇÃO 03 - ÁREA INFERIOR

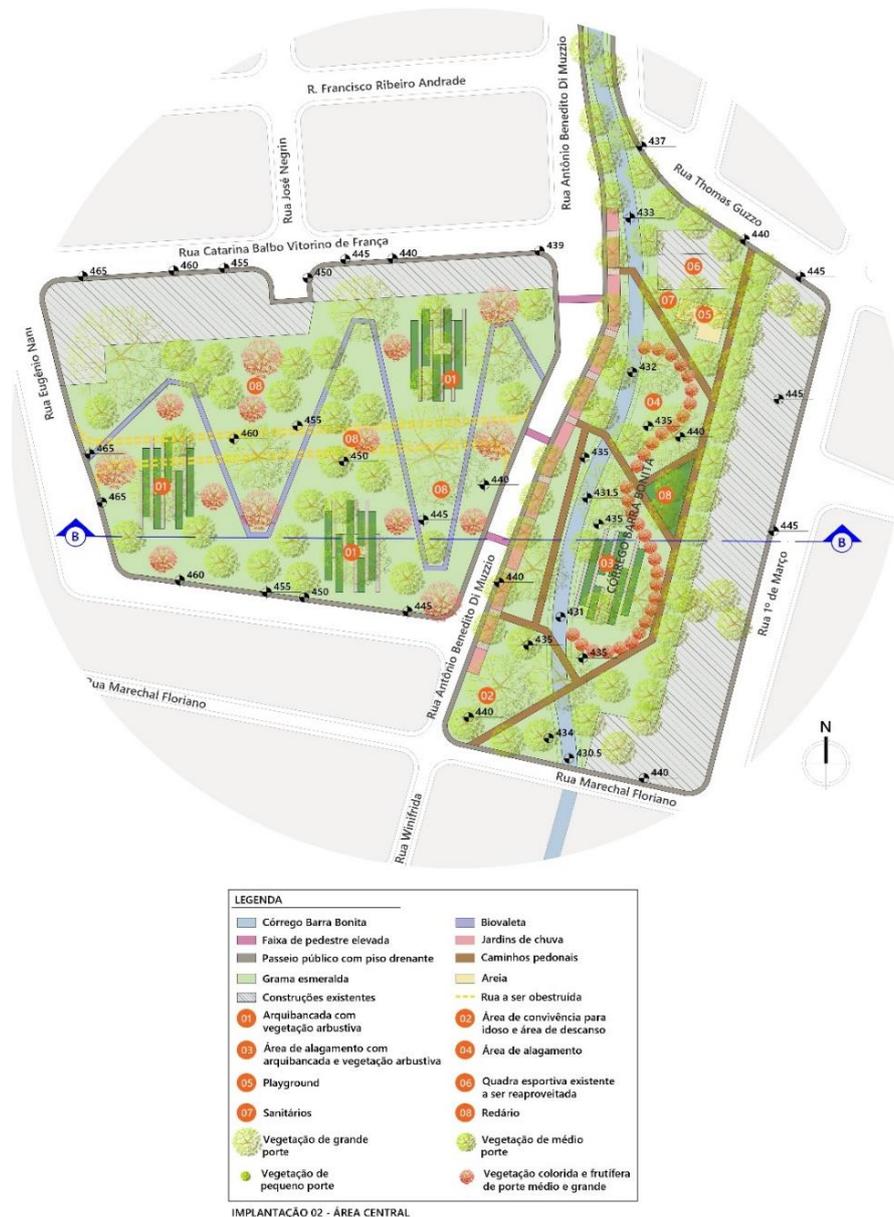
Fonte: Produzido pelas autoras.

Já na área de intervenção central (figura 5), mediante o grande desnível topográfico na área, foi proposto o uso de três sistemas de infraestrutura verde: biovaletas, jardins de chuva e áreas de alagamento. Na parte mais elevada do projeto, serão instalados redários e arquibancadas cercadas por vegetação arbustiva. Além disso, está prevista a implementação de biovaletas nessa área, para auxiliar no controle e direcionamento das águas pluviais.

A parte mais baixa, próxima ao córrego Barra Bonita, foi planejada para se transformar em um bosque comunitário. Além dos caminhos para pedestres, haverá uma área de lazer com a reutilização da quadra esportiva e um espaço de playground. Também foi projetada uma área de convivência para idosos e uma área de descanso, levando em consideração a população local, que é predominantemente idosa.

Para aumentar a segurança dos usuários, serão instaladas faixas de pedestres elevadas, conectando uma praça à outra. Além disso, enquanto a parte inferior já possui uma quantidade significativa de árvores nativas, a parte mais alta carece de vegetação, portanto, será necessário realizar o plantio de árvores nessa área.

Figura 5 - Implantação – Área de intervenção central



Fonte: Produzido pelas autoras.

Por fim, a área de intervenção superior (Norte) (figura 6) enfrenta frequentemente problemas de enchentes e alagamentos. Levando isso em consideração, bem como a sua extensão, foi proposta a criação de um parque linear com o principal objetivo de mitigar esses problemas. O parque será composto por três áreas de alagamento que, juntas, formarão uma



jusante do córrego. Próximo deste espaço foi adicionado plantas que desempenham um papel de filtragem, como também proposto um bosque e de caminhos pedonais, propiciando opções para deslocamento a pé ou de bicicleta pelos usuários.

Figura 7 – Detalhe da fileira de Gabiões



FILEIRAS DE GABIÕES COM VEGETAÇÃO FIXADA À SUA ESTRUTURA, FILTRANDO, DIMINUINDO A VELOCIDADE DA ÁGUA

**DETALHE 02**  
SEM ESCALA

Fonte: Produzido pelas autoras.

Outro elemento de infraestrutura verde trabalhado no projeto foi uma área de alagamento por meio de uma barreira de retenção (figura 8). Em períodos de precipitação, o armazenamento a montante da barreira visa prevenir inundações a jusante, uma ocorrência recorrente atualmente. Nas proximidades, foi planejada uma área com jardins e caminhos sensoriais, utilizando pisos permeáveis. A vegetação selecionada é resistente ao acúmulo de água durante períodos de cheias.

Figura 8 – Barreira de retenção



Fonte: Produzido pelas autoras.

Foi proposto, também, um jardim filtrante (figura 9) situado no centro do córrego. Este jardim prevê plantas aquáticas do tipo emergente, isto é, enraizadas no fundo e parcialmente submersas e parcialmente fora da água. Além de conferir beleza ao ambiente, essas plantas desempenham um papel fundamental na melhoria da oxigenação da água, na eliminação de agentes patogênicos e na remoção de cargas poluentes. Os caminhos pedonais convergem para uma marquise localizada na parte inferior. O acesso a essa área inferior é facilitado por meio de uma escadaria, e atividades de caráter diversificado podem ser realizadas nesse espaço, abrangendo desde piqueniques até práticas de contemplação ou ioga em grupo. Com foco na segurança das crianças que frequentam o local, foi implementada uma cerca viva ao redor dessa área inferior. Essa barreira, composta por vegetação emergente, tem a finalidade de evitar que as crianças tentem acessar diretamente o leito do córrego.

Figura 9 – Jardim Filtrante



Fonte: Produzido pelas autoras.

Considerando a mobilidade urbana, foi incorporada uma ciclovia que circunda todo o parque, com a intenção de estender-se até o centro da cidade, estabelecendo uma conexão entre as áreas central e inferior.

## 4 CONCLUSÃO

Barra Bonita, assim como a maioria das cidades que possuem corpos d'água, utilizou e ocupou de maneira inadequada as áreas próximas a esse recurso, e infelizmente enfrenta as consequências disso até os dias atuais.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como propósito fundamental apresentar soluções com grande potencial de implementação, visando reduzir e até mesmo sanar os problemas associados a essas áreas. Além disso, busca-se estabelecer um espaço de lazer versátil, promovendo a integração do córrego com a cidade, evidenciando a viabilidade de uma coexistência harmoniosa entre o ser humano e a natureza.

No processo de concepção de um local que refletisse o conceito “Resiliência”, foram conduzidas análises do entorno, avaliações topográficas e visitas *in loco*, documentadas por meio de fotografias. Adicionalmente, a revisão de projetos, pesquisas e artigos relacionados ao tema, serviram para complementar a pesquisa. Além disso, as diretrizes projetuais propostas visam facilitar a integração do corpo d'água com a malha urbana.

Diante do exposto, o presente estudo almeja contribuir para o conhecimento voltado ao planejamento urbano, ao uso de infraestrutura verde nos sistemas de drenagem urbana e à incorporação da natureza na cidade, enfatizando sua relevância intrínseca, uma vez que o meio ambiente constitui um componente integral da malha urbana.

## 5 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ARCHDAILY. **O que é uma cidade-esponja e como ela funciona?** 2022. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/979435/o-que-e-uma-cidade-esponja-e-como-ela-funciona>. Acesso em: 10 jun. 2023.

BIANCHI, Rafaela. **Planejamento e infraestrutura verde na integração entre a natureza e a cidade: proposta de intervenção na cidade de Barra Bonita**. 2022. 122 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Unisagrado, Bauru, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unisagrado.edu.br/jspui/handle/handle/1015>. Acesso em: 25 abr. 2023.

GALDINO, Luciana Mattos dos Anjos et al. **Drenagem urbana na área da Praça da Cruz Vermelha: um estudo de caso da aplicação do conceito de cidades esponjas para atenuação de alagamentos**. 2022.

HERZOG, Cecilia Polacow; ROSA, Lourdes Zunino. **Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana**. Revista Labverde, n. 1, p. 92-115, 2010.

JOSUÉ, Livia Alexandrina dos Santos. **Infraestrutura verde para o controle e a mitigação dos efeitos de enxurradas e enchentes urbanas em Presidente Venceslau/SP/Brasil**. 2020.

MORSCH, Maiara Roberta Santos; MASCARÓ, Juan José; PANDOLFO, Adalberto. **Sustentabilidade urbana: recuperação dos rios como um dos princípios da infraestrutura verde**. Ambiente Construído, v. 17, p. 305-321, 2017.

SANTOS, Milton. **Por uma Geografia Nova: Da Crítica da Geografia a uma Geografia Crítica**. Brasil, EDUSP, 1 Edição, 2004.

OLIVEIRA, Patrícia. **ENCHENTE, INUNDAÇÃO E ALAGAMENTO**. Jovem explorador. Disponível em: [http://www.jovemexplorador.iag.usp.br/?p=blog\\_enchente](http://www.jovemexplorador.iag.usp.br/?p=blog_enchente). Acesso em 07 jun. 2023.

VAZ FILHO, P. **Projeto Básico de Combate à Enchentes Córrego Barra Bonita: VOLUME I: Textos e Planilhas**. São Carlos: Ville Projetos de Engenharia S/S Ltda, 2009.