

## **PROPOSTA METODOLÓGICA PARA IDENTIFICAÇÃO DO POTENCIAL DE APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA NA MITIGAÇÃO DE CHEIAS URBANAS EM ÁREAS DE EXPANSÃO**

### *METHODOLOGICAL PROPOSAL FOR IDENTIFYING THE POTENTIAL OF NATURE-BASED SOLUTIONS IN MITIGATING URBAN FLOODING IN EXPANSION AREAS*

Felipe Motta Aragão Pissurno <sup>1</sup>; Beatriz Cruz Amback <sup>2</sup>; Aline Pires Veról <sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Graduando em Arquitetura e Urbanismo | [felipe.pissurno@fau.ufrj.br](mailto:felipe.pissurno@fau.ufrj.br) | UFRJ | Rio de Janeiro, Brasil;

<sup>2</sup>Mestre em Arquitetura | [beatrizamback@poli.ufrj.br](mailto:beatrizamback@poli.ufrj.br) | UFRJ | Rio de Janeiro, Brasil; <sup>3</sup>Doutora em Engenharia Civil | [alineverol@fau.ufrj.br](mailto:alineverol@fau.ufrj.br) | UFRJ | Rio de Janeiro, Brasil

#### **Resumo:**

A urbanização, quando desacompanhada de planejamento adequado, intensifica inundações, exigindo estratégias sustentáveis, como as Soluções Baseadas na Natureza (SbN). Este artigo visa propor e aplicar um método para identificar o potencial de implementação de SbN, com ênfase na mitigação de cheias urbanas em áreas de expansão. O método combina a aplicação da Matriz de Prioridades, que hierarquiza o território segundo critérios de gravidade, urgência e tendência de inundações, com o mapeamento de espaços livres urbanos como oportunidades de intervenção, permitindo identificar áreas com maior potencial para implementação de SbNs. A análise ocorre em duas escalas: bacia hidrográfica e áreas estratégicas delimitadas como janelas de aproximação. Aplicado à Bacia do Rio Piraquê-Cabuçu no Rio de Janeiro, o método identificou três zonas prioritárias. Para cada área, foi realizada uma análise SWOT que considerou características físicas, socioeconômicas e disponibilidade de espaços livres, resultando em orientações projetuais específicas. As propostas incluíram bacias de retenção em áreas consolidadas, parques fluviais junto a margens de rios e biovaletas em vias. Conclui-se que a integração entre prioridades (onde há demanda) e oportunidades (onde é viável) otimiza a alocação de soluções mais eficazes para a gestão sustentável de águas urbanas.

#### **Palavras-chave:**

*Soluções Baseadas na Natureza; Drenagem Urbana Sustentável; Expansão Urbana; Matriz de Prioridades.*

#### **Abstract:**

Urbanization, when lacking proper planning, exacerbates flooding, necessitating sustainable strategies like Nature-Based Solutions (NBS). This study aims to develop and apply a methodology to identify NBS implementation potential, focusing on urban flood mitigation in expansion areas. The method systematically combines priority mapping (using a Priority Matrix that ranks territories by drainage intervention needs based on gravity, urgency, and tendency) with opportunity mapping (identifying available urban open spaces) to pinpoint potential NBS implementation sites. The two-scale analysis (watershed-level and strategic approximation windows) identified three priority zones in Rio de Janeiro's Piraquê-Cabuçu River Watershed. For each zone, a SWOT analysis incorporating physical, socioeconomic, and spatial availability factors generated tailored design guidelines: detention basins in consolidated urban areas, fluvial parks along river margins, and bioswales in roadways. Results demonstrate that integrating intervention priorities (locations in need) with spatial opportunities (feasible locations) creates an optimized framework for deploying effective solutions for sustainable urban water management.

#### **Keywords:**

*Nature-Based Solutions; Sustainable Urban Drainage; Urban Expansion; Priority Matrix.*

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização, quando desacompanhado de planejamento adequado, degrada o ambiente e aumenta o risco de desastres. Um dos exemplos mais recorrentes são as inundações urbanas, que causam inúmeros prejuízos às cidades e aos seus habitantes (Gomes; Veról, 2020). Muitas cidades contemporâneas são marcadas por significativas alterações nos padrões de uso do solo e enfrentam uma expansão urbana acelerada, comumente desvinculadas de preocupações ambientais. Os processos associados à urbanização, como a impermeabilização do solo e a remoção da vegetação, desequilibram o ciclo hidrológico, o que resulta no aumento do escoamento superficial, na elevação dos picos de cheia e na maior velocidade do escoamento, o que agrava a ocorrência de inundações urbanas (Veról *et al.*, 2020). Esses eventos desencadeiam efeitos como desgaste da infraestrutura urbana, interrupção do abastecimento de energia, prejuízos à mobilidade urbana, entre outros (Guimarães *et al.*, 2021).

Nesse contexto, torna-se fundamental que o planejamento urbano incorpore a gestão sustentável das águas como eixo estruturante, promovendo a resiliência urbana a inundações (Lourenço *et al.*, 2020). As soluções tradicionais, baseadas em infraestrutura cinza, podem — e devem — ser complementadas por estratégias sustentáveis aplicadas em espaços livres urbanos. Destacam-se as Soluções Baseadas na Natureza (SbN), que, ao serem integradas ao planejamento urbano, contribuem não apenas para mitigar inundações, mas também para fortalecer funções sociais e ecológicas essenciais à vida urbana (Hendricks; Dowtin, 2023).

De acordo com a Comissão Europeia (2022), as SbNs são inovações economicamente viáveis que incorporam a natureza como parte da solução de desafios contemporâneos, por meio da implementação de sistemas que restauram, conectam e mantêm processos naturais. Essas soluções se estruturam a partir dos elementos naturais e idealmente são mantidas pela própria dinâmica da natureza. Assim, além de promoverem o bem-estar humano, as SbNs fortalecem a resiliência urbana e ambiental de maneira eficiente e sustentável. Por esses motivos, revelam-se especialmente promissoras, integrando o planejamento urbano às infraestruturas convencionais já existentes.

Ao contrário das abordagens tradicionais, que consistem na rápida evacuação da água, as SbNs mimetizam processos hidrológicos naturais, com medidas de infiltração e/ou armazenamento temporário de água para amortecer os picos de vazão e reduzir as inundações (Costa *et al.*, 2021; Li; Guo, 2024). Entre os exemplos mais comuns estão jardins de chuva, bacias de retenção, biovaletas e pavimentos permeáveis. Embora sejam multifuncionais, neste trabalho a ênfase recai sobre seu papel na mitigação de cheias, compreendendo que essa função deve ser articulada com outras demandas urbanas, para que a cidade se mantenha funcional, sobretudo em períodos sem chuvas.

Geralmente associados à implementação de SbNs, os espaços livres urbanos — aqui definidos como áreas não ocupadas por edificações (Magnoli, 2006) — devem ser concebidos como parte integrante de um sistema urbano articulado, capaz de oferecer múltiplos benefícios sociais e ecológicos (Watkin *et al.*, 2019). Por isso, seu planejamento deve adotar uma perspectiva multifuncional, adaptada às demandas específicas de cada localidade. A viabilidade de soluções sustentáveis está diretamente condicionada à disponibilidade desses espaços. Em áreas densamente ocupadas, a escassez de terrenos limita as possibilidades de intervenção. Já nas zonas de expansão, onde ainda há áreas livres, surgem oportunidades estratégicas para prevenir inundações por meio de abordagens sustentáveis. Contudo, diante da crescente pressão por ocupação, torna-se urgente intervir de forma planejada, assegurando um crescimento urbano comprometido com a sustentabilidade (Amback *et al.*, 2024).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo propor e aplicar um método para identificar o potencial de implementação de SbN, com ênfase na mitigação de cheias urbanas em áreas de expansão.

## 2. MÉTODO

Do ponto de vista conceitual, parte-se do entendimento de que o potencial de um local para receber intervenções urbanas voltadas à drenagem resulta do cruzamento entre prioridades e oportunidades. As prioridades foram previamente mapeadas por Amback *et al.* (2025), enquanto o presente trabalho se dedica ao mapeamento das oportunidades e da combinação destes resultados, reunindo ambos em um conjunto articulado de procedimentos metodológicos. Essa análise ocorre em duas escalas: a primeira trabalha toda a bacia hidrográfica e a segunda trata de janelas de aproximação de interesse, que são delimitadas conforme a análise feita na escala da bacia. Os procedimentos resultam no estabelecimento de orientações de projeto voltadas para o uso de SbN com foco na mitigação de cheias. A Figura 1 apresenta um fluxograma com as etapas metodológicas, as quais serão aprofundadas adiante.

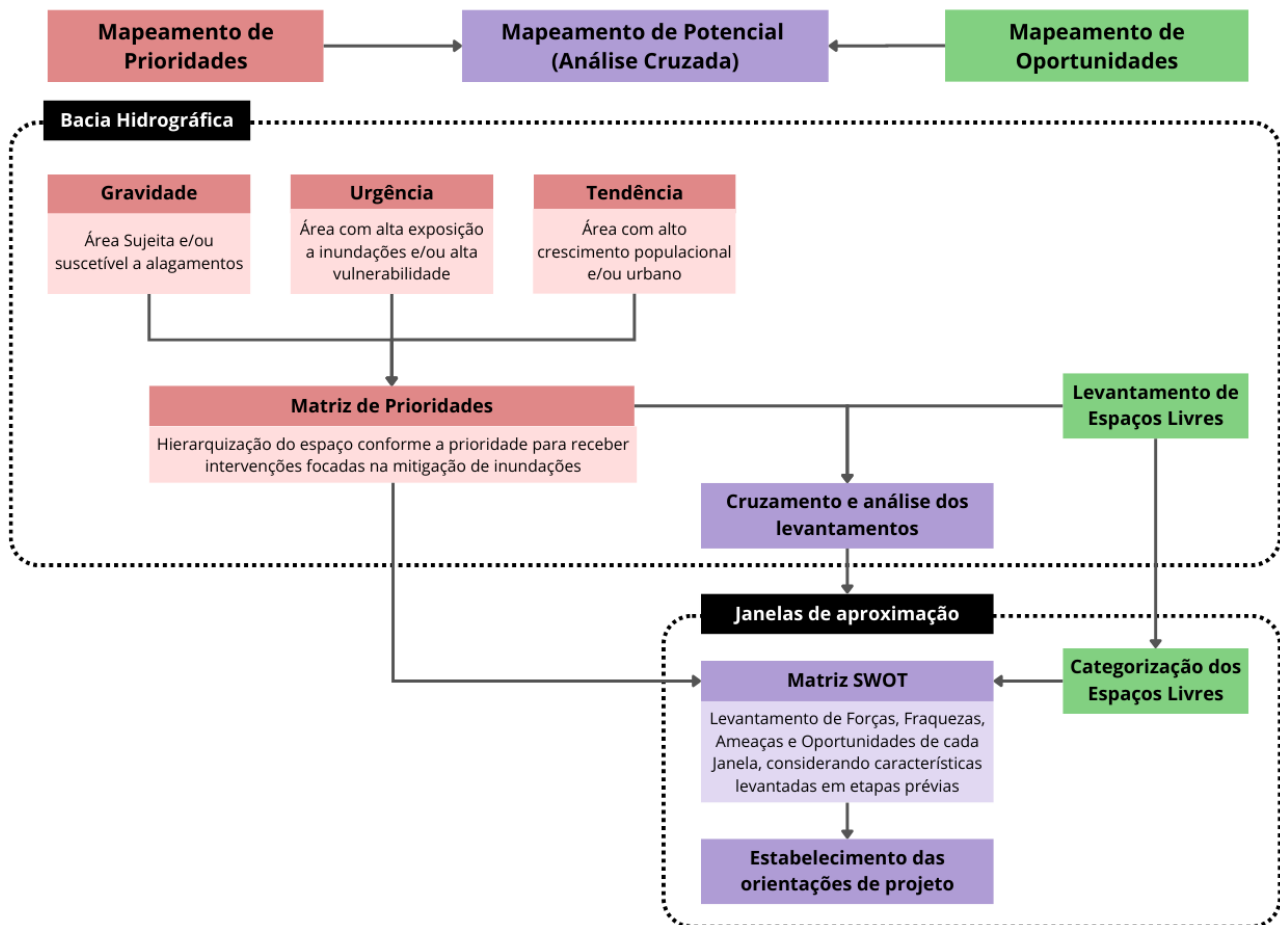


Figura 1: Fluxograma dos procedimentos metodológicos.

Fonte: Os autores (2025).

As prioridades de intervenção referem-se aos locais com maior demanda por soluções voltadas à drenagem urbana. O levantamento dessas áreas foi realizado por meio da Matriz de Prioridades, proposta e aplicada por Amback *et al.* (2025). Trata-se de um índice multicritério que combina três dimensões: gravidade (relacionada à ocorrência de inundações), urgência (nível de exposição da população a esses eventos) e tendência (possibilidade de agravamento futuro). A matriz resulta na hierarquização do território conforme a prioridade para intervenção, e utiliza dados como topografia, uso do solo, densidade populacional, indicadores sociais e área construída.

O presente trabalho realiza o mapeamento das oportunidades para implementação das SbN, representadas pelos espaços livres urbanos. É importante destacar que, para esta análise, os espaços livres situados dentro dos lotes privados foram desconsiderados, uma vez que o foco recai sobre intervenções em larga escala.

Uma vez mapeadas as áreas com oportunidade de intervenção e as áreas prioritárias, essas informações são sobrepostas e cruzadas, resultando em um mapa síntese que hierarquiza os espaços livres quanto à necessidade de intervenção. Nesta etapa, todo espaço livre é entendido como relevante para implementação de infraestruturas sustentáveis de apoio à drenagem urbana. Sugere-se que os espaços livres com maior prioridade de intervenção sejam identificados de forma graduada, conforme o nível de prioridade.

Após a delimitação das áreas prioritárias e das oportunidades, os mapas são sobrepostos, resultando em um mapa síntese que evidencia os espaços livres com maior potencial para intervenção. Enquanto o mapa de prioridades atribui um gradiente de cores a todo o território, indicando diferentes níveis de prioridade, o mapa de oportunidades delimita apenas os espaços livres urbanos. Assim, o mapa síntese aplica o gradiente de cores exclusivamente nesses espaços, ou seja, apenas onde há viabilidade real de intervenção.

Com base nesse mapa síntese, são definidas uma ou mais janelas de aproximação — recortes espaciais dentro da bacia hidrográfica que concentram os maiores agrupamentos de espaços livres prioritários. Essas janelas permitem uma análise mais detalhada e orientada ao projeto. A partir dessa etapa, a escala de análise passa a ser a da janela de aproximação, e todas as etapas subsequentes do método são aplicadas a cada janela individualmente (caso seja definida mais de uma).

Em seguida, é realizada a classificação dos espaços livres dentro de cada janela de aproximação. Aqui, o foco deixa de ser apenas a existência do espaço livre e passa a considerar suas características específicas: tipologia (praça, via, parque, área verde), dimensão, forma, cobertura do solo, usos urbanos, entre outros. Essa etapa é fundamental para direcionar adequadamente as estratégias de intervenção, conforme o tipo de espaço disponível. Posteriormente, elabora-se uma Matriz SWOT (*Strengths* – Forças, *Weaknesses* – Fraquezas, *Opportunities* – Oportunidades, *Threats* – Ameaças) para cada janela de aproximação. Essa ferramenta de análise contribui para uma compreensão mais aprofundada do território, ao reunir as informações consideradas na Matriz de Prioridades — como características físicas, densidade populacional, indicadores sociais e projeções de crescimento — com as especificidades dos espaços livres previamente classificados. O objetivo é identificar as potencialidades e limitações locais que devem orientar o desenvolvimento das intervenções.

Por fim, com base em todas as etapas anteriores, são estabelecidas as orientações de projeto, direcionadas à implementação de técnicas de SbN voltadas à mitigação de cheias urbanas. As orientações são estruturadas de forma a consolidar as forças identificadas, mitigar as fraquezas, aproveitar as oportunidades e evitar as ameaças, qualificando os espaços livres com maior potencial de intervenção.

### 3. ESTUDO DE CASO

Para a aplicação do método descrito, foi selecionada a Bacia Hidrográfica do Rio Piraquê-Cabuçu, situada na Zona Oeste do município do Rio de Janeiro (Figura 2). A região é caracterizada por alta vulnerabilidade social e ambiental, recorrentes episódios de inundações e uma dinâmica acelerada de expansão urbana e populacional. A bacia abrange principalmente os bairros de Campo Grande, Guaratiba, Senador Vasconcelos e Pedra de Guaratiba, localizando-se em uma planície costeira, com baixas cotas e declividade.

Historicamente, a área foi inicialmente ocupada por grandes fazendas de cana-de-açúcar (desde o século XV), que foram sendo fragmentadas em propriedades menores ao longo do tempo. A partir da década de 1930, a região passou a receber indústrias, especialmente em Campo Grande. Já nos anos 1970, a especulação imobiliária impulsionou novas ocupações, com a instalação de empreendimentos residenciais e comerciais ao longo da Avenida Brasil, favorecidos por investimentos públicos em infraestrutura (Filho, 2001). Em 2002, a implantação do programa federal Minha Casa, Minha Vida deu novo impulso à urbanização, promovendo também o avanço das linhas férreas. Posteriormente, em 2012, foram inaugurados o Túnel Vice-Presidente da República José

Alencar (Túnel da Grotta Funda) e o BRT TransOeste, importantes eixos de mobilidade que ampliaram a conexão da Zona Oeste com outras áreas da cidade. Atualmente, os principais vetores de expansão da região são os investimentos em infraestrutura de transporte e os reflexos urbanos da realização de megaeventos, como a Copa do Mundo de 2014 e os Jogos Olímpicos de 2016.

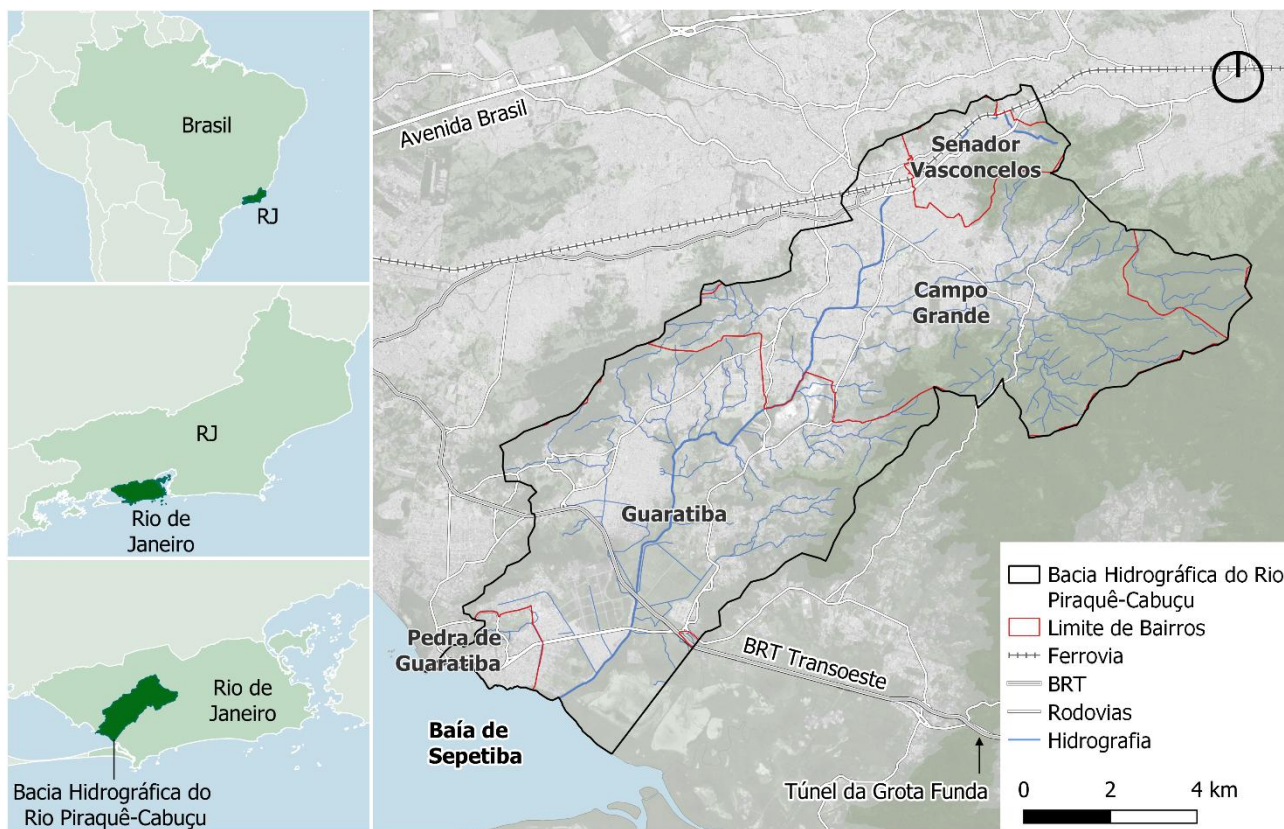


Figura 2: Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piraquê-Cabuçu, Rio de Janeiro.  
Fonte: Os autores (2025).

#### 4. RESULTADOS

O mapeamento das áreas com prioridades para a implementação de intervenções estruturadas pela drenagem urbana (Figura 3a) foi apresentado previamente em Amback *et al.* (2025). A análise de gravidade revelou que a região a jusante da bacia, especialmente Guaratiba, é altamente suscetível a inundações devido às baixas altitudes e à pouca declividade, resultando em alto acúmulo de água durante chuvas intensas. O mapeamento de urgência indicou que há uma densidade demográfica relativamente mais alta na região a montante, mas também há significativa exposição populacional em algumas áreas ocupadas de Guaratiba. Os indicadores sociais em toda a bacia são relativamente baixos, refletindo vulnerabilidade social e baixa capacidade de recuperação. Já a análise de tendência apontou forte pressão de crescimento em toda a bacia, reforçando a necessidade de ações planejadas para evitar degradação futura. Combinando esses fatores, a Matriz de Prioridades identificou áreas críticas, como Jardim Maravilha e Piraquê (ambos em Guaratiba) e trechos de Campo Grande.

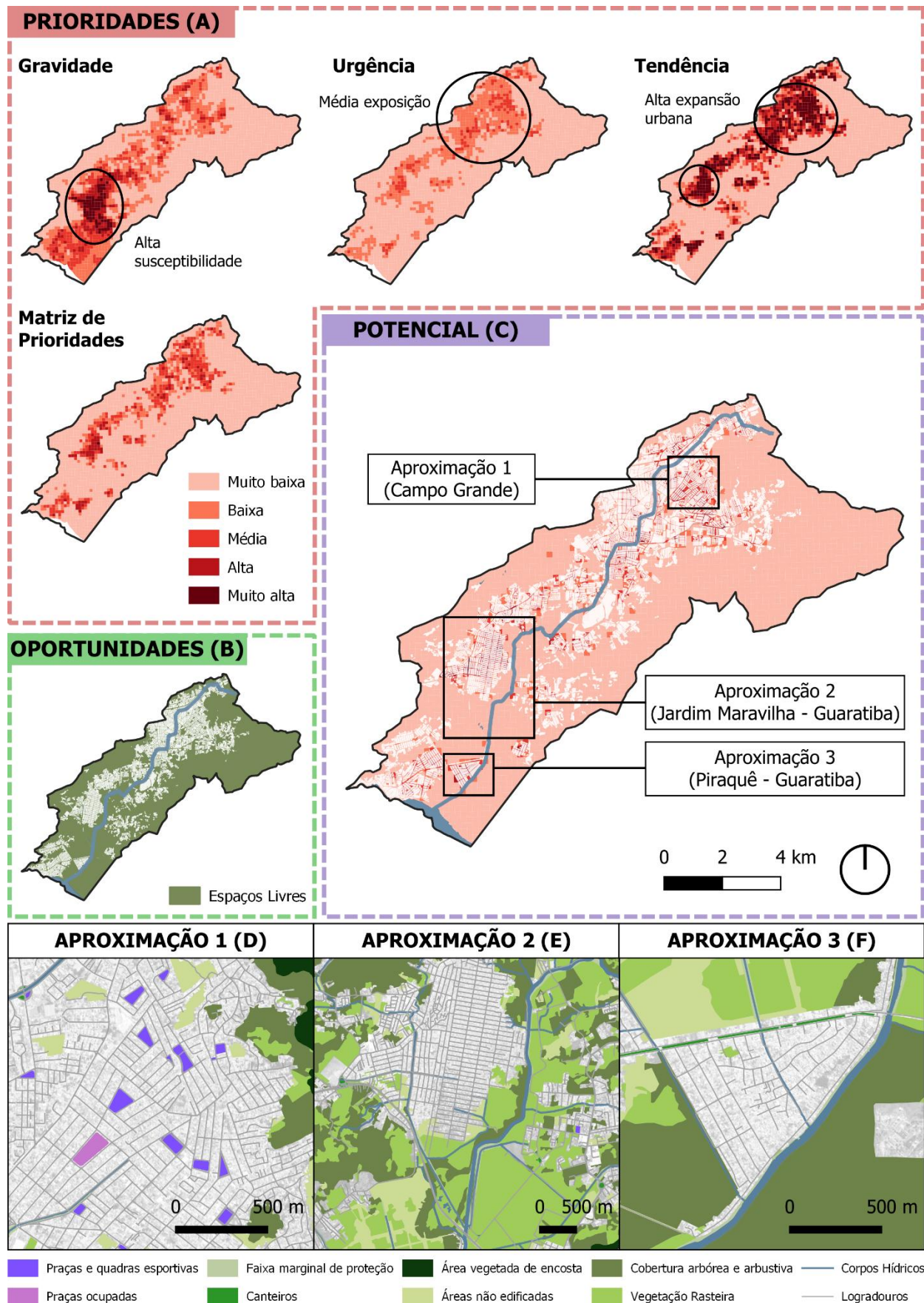


Figura 3: Cruzamento dos espaços livres com o levantamento de áreas prioritárias para intervenção na Bacia Hidrográfica do Rio Piraquê-Cabuçu e aproximações.

Fonte: Os autores (2025).

O mapeamento de oportunidades (Figura 3b), voltado à identificação de áreas livres para possíveis intervenções, revelou grande presença de terrenos não ocupados, predominantemente em regiões de maciços e montanhas, mas também em áreas planas. Destacam-se espaços urbanos fragmentados em Campo Grande e áreas mais amplas em Guaratiba, entre manchas urbanizadas.

A Figura 3c apresenta o cruzamento entre prioridades e oportunidades, destacando as áreas livres com maior necessidade de intervenção para indicar as potencialidades. A partir desse cruzamento, foram definidas três áreas de aproximação para análise mais detalhada.

A Aproximação 1, localizada em Campo Grande, apresenta alta prioridade de intervenção principalmente devido à sua exposição relativamente alta combinada com a tendência de crescimento. Nessa região, foram identificados pequenos espaços livres inseridos no tecido urbano, majoritariamente praças (como pode ser observado na Figura 3d).

A Aproximação 2 corresponde ao Jardim Maravilha, em Guaratiba, que também é identificado como área prioritária, sobretudo pelas baixas altitudes e declividades, que favorecem a ocorrência de inundações. Os espaços livres mapeados nessa região, detalhados na Figura 3e, concentram-se nas bordas da área urbanizada, principalmente ao longo do Rio Piraquê-Cabuçu, que possui uma larga margem livre coberta por vegetação rasteira e arbórea.

Por fim, a Aproximação 3 refere-se ao Piraquê, também em Guaratiba, que combina susceptibilidade a inundações com uma ocupação urbana mais densa e indicadores sociais baixos. A comunidade está circundada por áreas livres, com vegetação rasteira ao norte e vegetação mais densa ao sul, onde o Rio Piraquê atravessa a região (Figura 3f).

Com base nessas análises, foi elaborada uma Matriz SWOT (Quadro 1), integrando análises de susceptibilidade a inundações, altura de alagamentos, densidade populacional, vulnerabilidade social, tendência de crescimento e disponibilidade de espaços livres.

Aprox.	Forças	Fraquezas	Oportunidades	Ameaças
1	- Maior disponibilidade de praças - Maior declividade para escoamento	- Ocupação Consolidada - Pouca área verde - Artificialização dos rios - Ocupação das Margens	- Utilização das praças para implementar bacias de retenção	- Ocupação das praças por construções - Ocupação das margens remanescentes
2	- Áreas livres adjacentes - Rio principal com margem preservada	- Baixas cotas e declividade - Histórico de inundação - Vulnerabilidade social	- Criação de Parque Fluvial - Expansão urbana controlada	- Espreadimento urbano - Ocupação das margens
3	- Áreas livres adjacentes - Proximidade de rio - Canteiro central na via principal adjacente	- Baixas cota e declividade - Vulnerabilidade social - Urbanização próxima aos rios	- Criação de cinturão verde para limitar espraçamento - Inserção de biovaletas em canteiros centrais	- Espreadimento - Ocupação das margens

Quadro 1: Matriz SWOT  
Fonte: Os autores (2025).

Essa matriz SWOT foi convertida em orientações para a implementação de técnicas de SbN em cada uma das aproximações, conforme apresentado a seguir:

- Em locais com urbanização já consolidada e muitas praças (como a Aproximação 1), existe a oportunidade de utilizar bacias de retenção para armazenar a água e retardar sua chegada aos corpos hídricos (Figura 4a);
- Em regiões próximas a margens de rios e com grandes áreas livres adjacentes ao loteamento (como a Aproximação 2), sugere-se a implementação de um parque fluvial para garantir o extravasamento natural do rio e proteger sua margem, além de ser uma área educativa e de lazer (Figura 4b);

- Em áreas delimitadas por rios e vias adjacentes (como a Aproximação 3), deve ser estudada a implementação de um cinturão verde associado à biovaletas nos canteiros das vias para reservar e tratar as águas com poluentes que escoam das ruas antes de chegarem aos corpos hídricos (Figura 4c).

As três técnicas citadas estão representadas de forma esquemática na Figura 4. Observa-se que as imagens são apresentadas como soluções-tipo, sem correspondência direta de escala ou dimensionamento com o local de estudo.

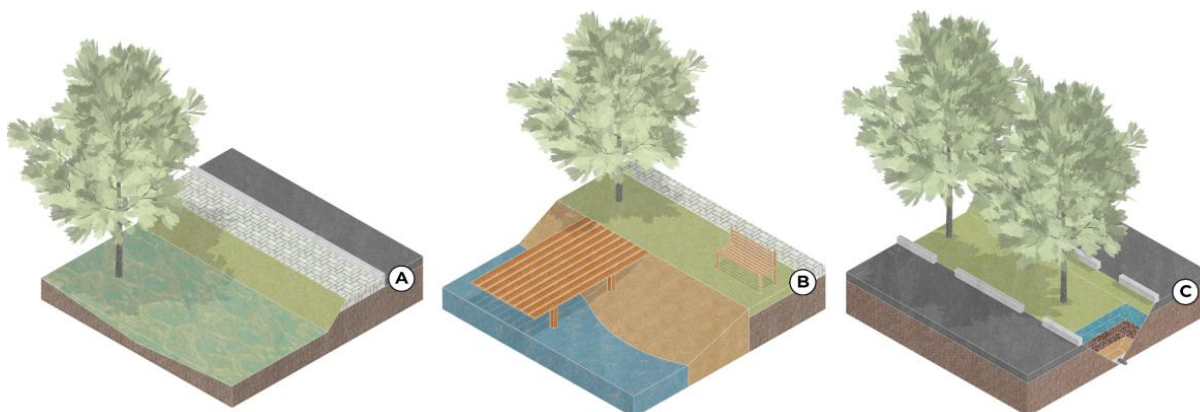


Figura 4: Ilustração das possíveis técnicas de SbN aplicáveis na área: (4a) Aproximação A; (4b) Aproximação B; (4c) Aproximação C.

Fonte: Os autores (2025).

## 5. DISCUSSÃO

A análise realizada neste trabalho evidenciou o potencial de integrar o mapeamento de prioridades e oportunidades como ferramenta para orientar a implementação de SbNs no território. Os resultados demonstram que essa combinação permite análises urbanas mais completas, capazes de apoiar o planejamento e o desenvolvimento de projetos sustentáveis.

A Matriz de Prioridades, resgatada de um trabalho anterior, já apresentava resultados relevantes com base em três categorias principais: Gravidade, Tendência e Urgência. Além de identificar os locais prioritários para intervenção, essas categorias permitem leituras específicas que auxiliam o planejamento urbano: áreas suscetíveis a inundações devem ser preservadas de ocupações; zonas com elevada densidade populacional devem ser atendidas com infraestrutura adequada, entre outras interpretações.

A contribuição deste trabalho está na adição de uma nova camada de análise — o mapeamento dos espaços livres — entendido aqui como oportunidade de intervenção para mitigação de inundações. Essa abordagem amplia a compreensão sobre a viabilidade das ações, conectando as demandas urbanas e territoriais (prioridades) às possibilidades concretas de atuação. A união entre prioridades e oportunidades é tratada, portanto, como o mapeamento das potencialidades, ao articular as carências locais com a presença de áreas disponíveis para intervenção.

Na escala da bacia hidrográfica, essa análise integrada permite a identificação de áreas estratégicas para estudos mais detalhados. Ao mudar a escala de observação, focando nas janelas de aproximação, torna-se possível avaliar a natureza dos espaços livres e, assim, definir quais intervenções são mais adequadas ao contexto — como a criação de parques em áreas verdes, a requalificação de vias ou intervenções pontuais em praças.

Essas análises foram sistematizadas na Matriz SWOT. As forças e fraquezas do território foram extraídas das características físicas e demográficas presentes nas categorias de Gravidade e Urgência. As ameaças correspondem às tendências de crescimento urbano identificadas

previamente. Já as oportunidades da matriz referem-se ao mapeamento dos espaços livres desenvolvido neste trabalho. A organização dessas informações em uma tabela aplicada a cada área de aproximação permitiu, por fim, a elaboração de orientações de projeto específicas para cada contexto.

O mapeamento dos espaços livres urbanos evidenciou também a importância de se atuar em múltiplas escalas, de acordo com a dimensão e a disponibilidade dessas áreas. Em regiões mais consolidadas, onde há escassez de espaços livres, as intervenções tendem a ser pontuais e de menor escala, como a criação de pequenas praças, a requalificação de canteiros centrais ou a adaptação de ruas e calçadas. Por outro lado, em áreas com maior oferta de terrenos disponíveis, é possível planejar intervenções mais amplas, como a implantação de grandes parques urbanos, reservatórios ou projetos de reflorestamento.

É fundamental, ainda, que esses projetos sejam desenvolvidos de forma integrada a melhorias urbanas mais amplas, a fim de garantir sua real eficácia. Por exemplo, a implantação de parques inundáveis deve estar associada a ações que assegurem a qualidade da água — como o tratamento do esgoto sanitário e a adequada coleta de resíduos sólidos — para que esses espaços ofereçam condições salubres e possam, de fato, ser usufruídos pela população. Assim, as intervenções de drenagem não podem ser tratadas como soluções isoladas, mas devem compor um sistema articulado com o tecido urbano, reforçando a importância de abordagens multifuncionais e intersetoriais no planejamento.

## 6. CONCLUSÕES

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho permitiram identificar as potencialidades para a implementação de SbNs na bacia hidrográfica de estudo, a partir da interseção entre o mapeamento de prioridades e oportunidades, seguido da seleção de áreas de interesse e elaboração de uma matriz SWOT. A metodologia aplicada na Bacia Hidrográfica do Rio Pirajuí-Cabuçu mostra-se replicável a outras áreas em processo de expansão urbana.

A proposta de orientações de projeto e os resultados obtidos contribuem para o avanço da compreensão sobre a aplicação de SbNs como complemento à infraestrutura cinza, promovendo a sustentabilidade urbana e a mitigação de riscos relacionados às inundações. Ressalta-se, no entanto, que a adoção de SbNs deve ser acompanhada por medidas integradas de gestão urbana, incluindo a manutenção de infraestruturas tradicionais, para garantir maior eficácia no controle de cheias. Nesse sentido, para que as intervenções propostas funcionem adequadamente na cidade, elas precisam estar aliadas a outras melhorias urbanas, que garantam a multifuncionalidade e a qualidade desses espaços, além de ter a aceitação da população, para que usufrua dos espaços.

Outro fator essencial para o sucesso dessas soluções é o comprometimento dos gestores públicos e o engajamento social, viabilizados por meio da educação ambiental e da conscientização sobre os benefícios e a importância da manutenção das SbNs. Espera-se, assim, contribuir para um planejamento urbano acompanhado de preocupações ambientais, evitando ocupações inadequadas em áreas sensíveis para garantir um manejo adequado do uso do solo. Com isso, projeta-se um futuro mais sustentável e resiliente, com cidades que ofereçam melhor qualidade de vida à população.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBACK, B. C.; MIGUEZ, M. G.; VERÓL, A. P. Índice de Expansão Urbana: Ferramenta para Gestão e Prevenção de Inundações. **CADERNOS DO PROARQ (UFRJ)**, v. 1, n. 42, p. 290, 2024.

AMBACK, B. C.; VERÓL, A. P.; SOUSA, M. M.; SARAIVA, L. E. S.; MIGUEZ, M. G. A framework for urban planning structured by sustainable urban drainage: the proposal of a priority matrix for site selection. **Water Science & Technology**, v. 91, n. 10, p. 1185-1202, 2025.

COMISSÃO EUROPEIA. **Soluções baseadas na natureza e os desafios da água: acelerando a transição para cidades mais sustentáveis**. 2022.

COSTA, S.; PETERS, R.; MARTINS, R.; POSTMES, L.; KEIZER, J. J.; ROEBELING, P. Effectiveness of nature-based solutions on pluvial flood hazard mitigation: The case study of the city of Eindhoven (the Netherlands). **Resources**, v. 10, n. 3, p. 24, 2021.

FILHO, C. M. C. **Cidades Brasileiras: seu controle ou o caos**. 4º ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

GOMES, M. V. R.; VERÓL, A. P. Paisagens multifuncionais: o papel das infraestruturas verdes e azuis na recuperação de rios urbanos. *In: Anais do XVIII ENTAC e os Desafios Globais [...]*. Porto Alegre: ANTAC, 2020.

GUIMARÃES, L. F.; BATTEMARCO, B. P.; OLIVEIRA, A. K. B.; MIGUEZ, M. G. A new approach to assess cascading effects of urban floods. **Energy Reports**, v. 7, p. 8357-8367, 2021.

HENDRICKS, M. D.; DOWTIN, A. L. Come hybrid or high water: Making the case for a Green–Gray approach toward resilient urban stormwater management. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 59, n. 5, p. 885-893, 2023.

LI, J.; GUO, Z. Leveraging Greenspace to Manage Urban Flooding: An Investigation of Nature-Based Solutions Implementation in U.S. Public Parks. **Land**, v. 13, n. 9, p. 1531, 2024.

LOURENÇO, I. B.; GUIMARÃES, L. F.; ALVES, M. B.; MIGUEZ, M. G. Land as a sustainable resource in city planning: The use of open spaces and drainage systems to structure environmental and urban needs. **Journal of Cleaner Production**, v. 276, p. 123096, 2020.

MAGNOLI, M. M. Espaço livre - objeto de trabalho. **Paisagem e Ambiente**, v. 21, p. 175-197, 2006.

VERÓL, A. P.; LOURENÇO, I. B.; FRAGA, J. P. R.; BATTEMARCO, B. P.; MERLO, M. L.; DE MAGALHÃES, P. C.; MIGUEZ, M. G. River restoration integrated with sustainable urban water management for resilient cities. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 11, p. 4677, 2020.

WATKIN, L. J.; RUANGPAN, L.; VOJINOVIC, Z.; WEESAKUL, S.; TORRES, A. S. A framework for assessing benefits of implemented nature-based solutions. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 23, p. 6788, 2019.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) [Código de Financiamento 001 e 88887.005426/2024-00], pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ [códigos E-26/204.443/2024 – BOLSA e E-26/202.417/2022] e pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os autores agradecem, ainda, a Cátedra UNESCO “Drenagem Urbana em Regiões Costeiras”, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, à qual esta pesquisa está vinculada.