



**Revista Latino-americana de Ambiente Construído & Sustentabilidade**

*Latin American Journal of the Built Environment & Sustainability*

*Revista Latinoamericana de Ambiente Construido y Sostenibilidad*

ISSN 2675-7524 - v. 6, n. 26, 2025

**Infraestrutura verde-azul (BGI) para a redução de inundações compostas  
em cenário de crise climática no Recife-PE**

**Ana Íris Medeiros Salvador de Andrade**

Graduanda, UPE, Brasil

aims@poli.br

<https://orcid.org/0009-0002-4709-3999>

**Micaella Raissa Falcão de Moura**

Professora Doutora, UPE, Brasil

micaella.raissa@upe.br

<https://orcid.org/0000-0002-8710-3429>



## **Infraestrutura verde-azul (BGI) para a redução de inundações compostas em cenário de crise climática no Recife - PE**

### **RESUMO**

**Objetivo:** Investigar a infraestrutura verde-azul como estratégia de adaptação para minimizar os impactos de inundações compostas em Recife-PE no contexto de mudanças climáticas, identificando ainda os principais desafios e oportunidades para sua implementação efetiva na região.

**Metodologia** - Pesquisa teórico-analítica, de caráter exploratório e descritivo, baseada em revisão bibliográfica e análise comparativa de experiências nacionais e internacionais aplicáveis ao contexto recifense frente ao cenário de mudanças climáticas e inundações compostas.

**Originalidade/relevância** - O trabalho se destaca por abordar a infraestrutura verde-azul como solução para inundações compostas, um tema ainda pouco explorado no Brasil. Diferentemente de estudos que tratam apenas das cheias pluviais ou da elevação do nível do mar isoladamente, esta pesquisa integra ambos os fenômenos no contexto urbano de Recife. Assim, amplia o debate científico sobre adaptação climática em áreas costeiras, fornecendo subsídios teóricos relevantes para a formulação de políticas públicas e estratégias de planejamento sustentável.

**Resultados** - A pesquisa demonstrou que a infraestrutura verde-azul é uma estratégia eficaz para atenuar os efeitos de inundações compostas em Recife, articulando funções hidráulicas e ecológicas. A análise territorial apontou soluções específicas para bairros vulneráveis, como parques inundáveis em Iputinga, biovaletas em Tejipió e jardins de chuva em Torrões. Além da redução de riscos hidrológicos, destacam-se co-benefícios sociais e ambientais, como saúde pública, lazer e biodiversidade. Foram identificados, entretanto, desafios técnicos, financeiros e institucionais que exigem governança integrada e mecanismos inovadores de implementação.

**Contribuições teóricas/metodológicas** - O estudo amplia a compreensão sobre a relação entre inundações compostas e infraestrutura verde-azul, trazendo novas perspectivas para a literatura de adaptação urbana. Propõe um mapa de análise que pode ser utilizado em diferentes cidades costeiras, contribuindo para a formulação de estratégias de planejamento urbano sustentável e para o processo de tomada de decisões por parte de stakeholders.

**Contribuições sociais e ambientais** - As contribuições englobam potencial de fortalecimento da resiliência urbana, melhoria da saúde pública e criação de espaços inclusivos de lazer e convivência. Do ponto de vista ambiental, destacam-se a ampliação da biodiversidade, a valorização dos ecossistemas urbanos e a adaptação aos efeitos adversos das mudanças climáticas, tendo em vista que a proposta fomenta a resiliência urbana.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade. Infraestrutura verde-azul. Adaptação climática.

## **Blue-green infrastructure (BGI) to reduce compound flooding in a climate crisis scenario in Recife-PE**

### **ABSTRACT**

**Objective** – Investigate blue-green infrastructure as an adaptation strategy to reduce the compound flooding impacts in Recife-PE, considering the climate change context, also identifying the main challenges and opportunities for its effective implementation in the region.

**Methodology** – Theoretical-analytical research, of an exploratory and descriptive nature, based on a bibliographic review and comparative analysis of national and international experiences applicable to the context of Recife in the face of the scenario of climate change and compound floods.

**Originality/Relevance** – The work stands out for addressing blue-green infrastructure as a solution to compound flooding, a topic still largely unexplored in Brazil. Unlike studies that address only rainfall flooding or sea level rise in isolation, this research integrates both phenomena within the urban context of Recife. Thus, it broadens the scientific debate on climate adaptation in coastal areas, providing relevant theoretical insights for the formulation of public policies and sustainable planning strategies.

**Results** – The research demonstrated that blue-green infrastructure is an effective strategy to reduce the effects of compound flooding in Recife, combining hydraulic and ecological functions. The territorial analysis identified specific solutions for vulnerable neighbourhoods, such as flood parks in Iputinga, bioswales in Tejipió, and rain gardens in Torrões. In addition to reducing hydrological risks, social and environmental co-benefits stand out, such as public



health, leisure, and biodiversity. However, technical, financial, and institutional challenges were identified that require integrated governance and innovative implementation mechanisms.

**Theoretical/Methodological Contributions** – The study expands understanding of the relationship between compound flooding and blue-green infrastructure, bringing new perspectives to the literature on urban adaptation. It proposes an analysis map that can be applied in various coastal cities, contributing to the development of sustainable urban planning strategies and informing the decision-making process of stakeholders.

**Social and Environmental Contributions** – The contributions encompass the potential to strengthen urban resilience, improve public health, and create inclusive spaces for leisure and social interaction. From an environmental perspective, the highlights include expanding biodiversity, enhancing urban ecosystems, and adapting to the adverse effects of climate change, given that the proposal fosters urban resilience.

**KEYWORDS:** Sustainability. Blue-Green infrastructure. Climate adaptation.

## **Infraestructura verde-azul (BGI) para la reducción de inundaciones compuestas en un escenario de crisis climática en Recife-PE**

### **RESUMEN**

**Objetivo:** Investigar la infraestructura verde-azul como estrategia de adaptación para minimizar los impactos de las inundaciones compuestas en Recife-PE en el contexto del cambio climático, identificando también los principales desafíos y oportunidades para su efectiva implementación en la región.

**Metodología** – Investigación teórico-analítica, de carácter exploratorio y descriptivo, basada en revisión bibliográfica y análisis comparativo de experiencias nacionales e internacionales aplicables al contexto de Recife ante el escenario de cambio climático e inundaciones compuestas.

**Originalidad/Relevancia** – El trabajo destaca por abordar la infraestructura verde-azul como solución a las inundaciones compuestas, un tema aún poco explorado en Brasil. A diferencia de los estudios que abordan únicamente las inundaciones pluviales o el aumento del nivel del mar de forma aislada, esta investigación integra ambos fenómenos en el contexto urbano de Recife. De esta forma, amplía el debate científico sobre la adaptación climática en las zonas costeras, aportando perspectivas teóricas relevantes para la formulación de políticas públicas y estrategias de planificación sostenible.

**Contribuciones Teóricas/Metodológicas** – El estudio amplía la comprensión de la relación entre las inundaciones compuestas y la infraestructura verde-azul, aportando nuevas perspectivas a la literatura sobre adaptación urbana. Propone un mapa analítico que puede utilizarse en diferentes ciudades costeras, contribuyendo a la formulación de estrategias de planificación urbana sostenible y a la toma de decisiones de las partes interesadas.

**Contribuciones Sociales y Ambientales** – Las contribuciones abarcan el potencial de fortalecer la resiliencia urbana, mejorar la salud pública y crear espacios inclusivos para el ocio y la interacción social. Desde una perspectiva ambiental, destacan la expansión de la biodiversidad, la mejora de los ecosistemas urbanos y la adaptación a los efectos adversos del cambio climático, dado que la propuesta fomenta la resiliencia urbana.

**PALABRAS CLAVE:** Sostenibilidad. Infraestructura verde-azul. Adaptación climática.



**RESUMO GRÁFICO**





## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o relatório *WMO Global Annual to Decadal Climate Update (2025–2029)*, publicado em maio de 2025, a Organização Meteorológica Mundial aponta que existe uma probabilidade de 70% de que a média da temperatura global ultrapasse a marca de 1,5 °C no período de 2025 a 2029, em relação aos níveis pré-industriais (World Meteorological Organization, 2025). O avanço contínuo do aquecimento global não representa apenas um número estatístico, mas traduz-se em impactos cada vez mais severos. À medida que a temperatura sobe gradualmente, intensificam-se os fenômenos de tempestades, derretimento de calotas de gelo e alterações na dinâmica hidrológica. Esses processos, além de se agravarem individualmente, tendem a ocorrer de forma integrada, ampliando a complexidade dos riscos.

Essa intensificação conjunta de diferentes processos climáticos, é abordada pelo *Sexto Relatório de Avaliação do IPCC* (Painel intergovernamental sobre mudanças climáticas). O relatório destaca que “eventos compostos ocorrem quando múltiplos fatores climáticos e meteorológicos, que podem não ser extremos individualmente, interagem simultânea ou sucessivamente, ou ainda em diferentes locais, resultando em impactos que excedem significativamente os efeitos de cada evento isolado” (IPCC, 2021, Cap. 11, p. 1598). Entre os exemplos mais críticos, está a associação entre a elevação do nível do mar, tempestades costeiras e a intensificação de vazões fluviais devido às chuvas extremas, cuja ocorrência simultânea resulta no fenômeno denominado inundação composta.

Sob a influência das mudanças climáticas, esses eventos compostos tendem a ocorrer com maior frequência, aumentando de maneira expressiva os riscos em diferentes regiões do mundo. O IPCC alerta que mais de um bilhão de pessoas poderão ser expostas, até a metade do século, a riscos climáticos associados, incluindo submersão de planícies, erosão e enchentes em zonas costeiras. No contexto brasileiro, Recife, capital de Pernambuco (Nordeste do Brasil), destaca-se como um caso crítico. Sua configuração estuarina, combinada ao relevo plano e à elevada densidade populacional, amplia a vulnerabilidade a inundações recorrentes.

Essa fragilidade já se materializou em eventos recentes. Entre 25 e 30 de maio de 2022, Recife registrou 551 mm de precipitação em apenas cinco dias, um valor de 140 mm acima da média do mês. A intensidade das chuvas levou 14 municípios da Região Metropolitana a decretarem estado de emergência, afetando cerca de 130 mil pessoas e resultando em perdas humanas e econômicas significativas. Grande parte dos impactos ocorreu em áreas com alta suscetibilidade a deslizamentos e alagamentos, revelando a capacidade limitada da cidade em lidar com extremos climáticos (Marengo et al., 2023).

Projeções futuras reforçam essa condição de risco; cenários de elevação do nível do mar combinados a eventos de precipitação extrema indicam que até 60% da área urbana do município pode ser afetada por inundações compostas (Lino, 2019). Esse resultado demonstra a magnitude dos impactos projetados e reforça a necessidade de estratégias de adaptação que considerem a complexidade dos riscos climáticos futuros.

Diante deste cenário, torna-se imprescindível explorar soluções de enfrentamento para as projeções futuras. A Infraestrutura Verde-Azul (BGI – *Blue Green Infrastructure*) destaca-se como abordagem promissora por associar funções hidráulicas e ecológicas, contribuindo tanto para a redução de riscos quanto para a melhoria da qualidade urbana. Segundo Khodadad (2023), experiências internacionais demonstram que a adoção de infraestrutura verde-azul tem



se consolidado como estratégia eficaz para aumentar a resiliência de cidades frente a eventos extremos de precipitação, ao mesmo tempo em que gera benefícios ambientais e sociais. Assim, sua aplicação em Recife-PE apresenta potencial para minimizar os efeitos de inundações compostas e promover maior resiliência urbana na capital pernambucana.

## 2 OBJETIVOS

Segundo Kuitert e Buuren (2022), a infraestrutura verde-azul constitui uma abordagem promissora para enfrentar os impactos das mudanças climáticas em áreas urbanas, justamente por integrar funções ecológicas, sociais e técnicas. Nessa mesma direção, de acordo com Wu *et al.* (2024), a BGI contribui para a resiliência hidrológica urbana ao reintroduzir processos naturais como infiltração e evapotranspiração, favorecendo a recarga subterrânea e reduzindo as descargas superficiais.

Adicionalmente,

[...] a noção de infraestrutura verde-azul está relacionada ao reconhecimento da capacidade dos espaços verdes e da água de produzir benefícios ambientais, tais como a redução do efeito de ilha de calor, o sequestro de carbono, a restauração ou o estabelecimento de corredores de biodiversidade e um maior controle no manejo das águas pluviais." (Kozak et al., 2020, p. 1, tradução nossa)

Considerando o exposto, este estudo propõe-se a analisar a infraestrutura verde-azul como estratégia para atenuar os impactos das inundações compostas no Recife-PE, considerando cenários de crise climática e identificando ainda os principais desafios e oportunidades para sua implementação efetiva na região.

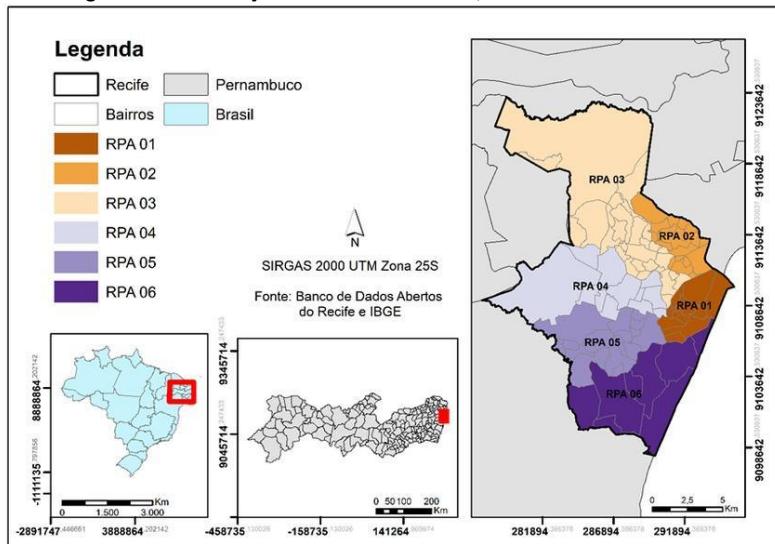
## 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DE RECIFE-PE

Recife possui 1.488.920 habitantes distribuídos em uma área de 218,843 km<sup>2</sup>, com densidade demográfica de 6.803,60 hab./km<sup>2</sup>. (IBGE, 2022) Segundo a prefeitura do Recife, a cidade possui 94 bairros, divididos em 6 regiões político-administrativas - RPAs. Está situada em uma planície estuarina deltaica que apresenta cota média de elevação variando de 2m a 10m, é entrecortada por vários rios, córregos e mangues, tornando-se altamente sensível aos movimentos da maré (Paiva et al., 2015). Essa configuração hidrográfica, associada à impermeabilização generalizada, amplifica a suscetibilidade a inundações. A Figura 1 apresenta a localização da cidade de Recife e suas regiões



Figura 1 - Distribuição das RPAs do Recife, Estado de Pernambuco



Fonte: Fernandes (2020).

### 3.2 Vulnerabilidade climática atual

De acordo com Santos *et al.* (2017), a cidade apresenta elevada suscetibilidade a eventos pluviométricos extremos, sobretudo durante o período chuvoso, quando são registradas precipitações de alta magnitude e frequência acima da normalidade. Esses episódios atuam como condicionantes diretos para a ocorrência de alagamentos, enchentes, inundações e movimentos de massa, fenômenos que comprometem significativamente a dinâmica urbana. Além de afetar atividades econômicas e a infraestrutura urbana, configurando um quadro recorrente de vulnerabilidade socioambiental.

Além disso, o estudo de Anjos *et al.* (2024) demonstra que Recife, ao longo de seis décadas, tem sido marcada pela recorrência de chuvas extremas que desencadeiam impactos socioambientais expressivos. Ainda segundo os autores, a investigação mostra que episódios intensos de chuva resultaram repetidamente em alagamentos, enchentes, inundações e movimentos de massa, sobretudo em áreas ribeirinhas e de maior vulnerabilidade social, onde a precariedade da infraestrutura urbana amplia os efeitos negativos desses eventos.

As pesquisas evidenciam que a cidade apresenta elevada suscetibilidade a chuvas extremas, que ao longo das últimas décadas têm provocado alagamentos, inundações e movimentos de massa, sobretudo em áreas ribeirinhas e vulneráveis, onde a fragilidade da infraestrutura intensifica os impactos socioambientais.

### 3.3 Projeções futuras e eventos compostos

O centro metropolitano do Recife destaca-se como uma das cidades litorâneas brasileiras mais vulneráveis ao aumento do nível do mar. De acordo com o relatório técnico elaborado pela Prefeitura do Recife em parceria com o ICLEI e a WayCarbon, os resultados de modelagem indicam que, diante de um aumento do nível do mar na ordem de 0,5 m (cenário otimista), aproximadamente 25,38 km<sup>2</sup> da área urbana podem constituir zonas potencialmente



inundadas. Em um cenário mais crítico, com elevação de 1 m, esse valor pode chegar a 33,71 km<sup>2</sup>. O estudo ainda aponta que “81,8% das construções urbanas, que estão a menos de 30 m da linha de costa e em terrenos abaixo de 5 m, deverão ser rapidamente atingidas pela mudança no nível do mar atual” e que 45,7% da extensão do litoral recifense se encontra sob zona de alta vulnerabilidade (PREFEITURA DO RECIFE; ICLEI; WAYCARBON, 2021, p. 32).

Essa fragilidade é agravada pela intensificação dos eventos extremos de precipitação, como demonstrado no relatório científico sobre as enchentes de maio de 2022 no Nordeste brasileiro; o estudo conclui que a mudança climática de origem antrópica desempenhou papel decisivo na intensificação do evento. Os autores afirmam que,:

[...] Os eventos de 7 e 15 dias são excepcionalmente raros, com chance de 1 em 500 e 1 em 1000 de ocorrer em qualquer ano no clima atual, que já foi aquecido cerca de 1,2 °C por atividades humanas” (ZACHARIAH, Mariam *et al.*, p. 2, tradução nossa)

Embora permaneçam incomuns, tais episódios tornaram-se mais prováveis e mais intensos do que seriam em um clima não aquecido, sendo que, em um cenário de 1,2 °C mais frio, chuvas equivalentes teriam sido aproximadamente 20% menos intensas. O documento reforça ainda:

[...] a mudança climática causada pelo homem é, ao menos em parte, responsável pelo aumento observado na probabilidade e intensidade das chuvas extremas de maio de 2022” (ZACHARIAH, Mariam *et al.*, 2022, p. 2, tradução nossa)

Destacando que esse padrão está em consonância com projeções futuras para o Nordeste, as quais indicam tendência de maior frequência e intensidade de chuvas extremas caso o aumento das concentrações de gases de efeito estufa persista.

Nesse contexto, segundo Xu *et al.* (2022), as inundações compostas configuram-se como eventos em que dois ou mais fatores hidrológicos e/ou oceânicos atuam de forma simultânea ou em sucessão próxima, amplificando os impactos em relação a eventos isolados.

Atualmente, as inundações compostas têm recebido crescente atenção na literatura científica, sobretudo pela intensificação dos riscos em regiões costeiras e estuarinas. De acordo com Bevacqua *et al.* (2020), a ocorrência simultânea de chuvas extremas e marés meteorológicas eleva substancialmente a probabilidade de inundações em áreas urbanas litorâneas, evidenciando o caráter sinérgico desses eventos. Estudos recentes também reforçam que o aumento do nível do mar amplia a exposição das cidades costeiras, potencializando os efeitos de precipitações intensas (Bevacqua *et al.*, 2019).

Em revisão abrangente, Green *et al.* (2025) destacam que a urbanização acelerada em zonas costeiras, aliada às mudanças climáticas, tem contribuído para o crescimento da frequência e da severidade de inundações compostas em escala global. Nesse mesmo sentido, Li *et al.* (2025) demonstraram que a consideração conjunta de chuvas extremas e níveis elevados de rios em áreas urbanas resulta em áreas alagadas significativamente maiores quando comparadas a análises univariadas, o que reforça a necessidade de abordagens integradas para a gestão do risco.

Modelagens aplicadas a Recife indicam que, mesmo sem a elevação do nível do mar, as áreas inundáveis podem aumentar em 1,45% a 12,18% no RCP (Cenários de Concentração Representativa (RCPs, Representative Concentration Pathways) 4.5 e 5,9%) a 14,01% no RCP 8.5

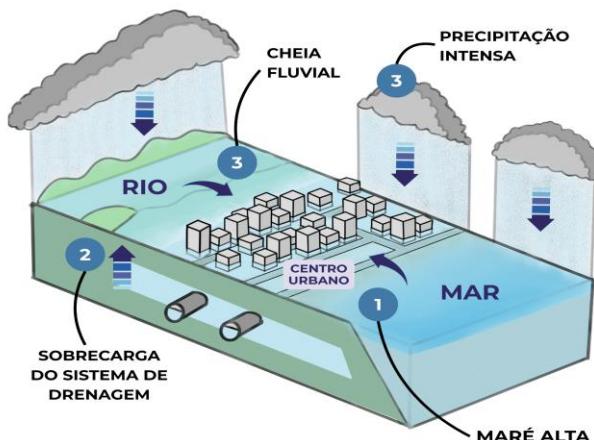


até 2100. Quando considerada a elevação do nível médio do mar, esse incremento atinge 21% no RCP 4.5 e 60% no RCP 8.5, o equivalente a 61,2 km<sup>2</sup> de área urbana submersa.

Além disso, a simultaneidade de chuvas intensas e marés de sizígia amplia em 15% a extensão das áreas inundadas em estuários e várzeas (Lino, 2019). Esses resultados dialogam com achados internacionais; Barnard *et al.* (2019) evidenciam que a combinação de elevação do nível do mar, marés de tempestade e ondas costeiras intensifica substancialmente a magnitude e a frequência de inundações ao longo da Califórnia. Esses resultados reforçam a urgência da adoção de soluções adaptativas, entre elas a infraestrutura verde-azul (BGI), capaz de conciliar retenção hídrica e mitigação de impactos socioambientais. Na figura 2 tem-se a representação esquemática de um cenário de inundaçaõ composta, evidenciando a atuação simultânea de diferentes forçantes: precipitação intensa sobre áreas urbanas impermeabilizadas, elevação do nível do mar, extravasamento de rios e sobrecarga do sistema de drenagem.

Figura 2 - Cenário de inundaçao composta

#### CENÁRIO DE INUNDAÇÃO COMPOSTA



Fonte: As autoras (2025).

#### 3.4 Infraestrutura Verde-Azul (BGI)

A infraestrutura verde-azul vem sendo reconhecida como um componente central do planejamento urbano sustentável, sobretudo por integrar o ciclo natural da água e a vegetação ao espaço construído. Muschalla (2023) ressalta que a combinação de elementos “verdes”, como parques, jardins e telhados vegetados, com componentes “azuis”, a exemplo de lagoas, córregos e sistemas de manejo de águas pluviais, gera múltiplos benefícios, entre os quais se destacam a prevenção de inundações, a redução das ilhas de calor e a melhoria da qualidade ambiental.

Nesse contexto, o autor enfatiza que a efetiva implementação dessas soluções exige uma abordagem interdisciplinar, reunindo engenheiros, urbanistas, ecólogos e gestores públicos, a fim de superar os desafios técnicos e institucionais e promover cidades mais resilientes e sustentáveis. Segundo Almaaitah *et al.* (2021), essa integração de elementos naturais e construídos visa otimizar a resiliência urbana, proporcionando múltiplos benefícios ecossistêmicos e sociais. Historicamente, a gestão de águas urbanas tem-se focado em soluções de engenharia cinzenta, como tubulações e barragens, as quais, embora eficazes para o transporte rápido de grandes volumes de água, negligenciam os processos hidrológicos naturais



e carecem de multifuncionalidade (Molinari, 2022). Em contraste, a infraestrutura verde-azul emerge como uma alternativa sustentável, promovendo a infiltração, a evapotranspiração e o retardamento do escoamento superficial, o que resulta na redução de picos de vazão e volumes de inundação (Almaaitah *et al.*, 2021).

As infraestruturas verde-azul têm sido amplamente estudadas como alternativa eficaz para mitigar riscos urbanos relacionados a enchentes. Biorretenções podem reduzir o escoamento superficial em 50–100% em condições favoráveis de retenção e eventos de menor duração, e 47–73% em chuvas mais longas (Azevedo *et al.*, 2022). Pavimentos permeáveis tipicamente proporcionam 40–80% de redução do escoamento superficial segundo o manual de referência, podendo alcançar >90% em condições específicas e projetos bem dimensionados. (Nashville, 2021; Liu *et al.*, 2017)

#### 4 METODOLOGIA

O estudo em questão adota uma abordagem exploratória e analítica, fundamentada em revisão bibliográfica, relatórios técnicos e dados de instituições nacionais e internacionais de referência. Segundo Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa bibliográfica permite reunir e sistematizar o conhecimento já produzido; a exploratória possibilita maior familiaridade com o problema e a formulação de hipóteses; enquanto a etapa analítica concentra-se no tratamento e interpretação dos dados, confrontando-os com as hipóteses estabelecidas.

O objetivo central desta pesquisa é analisar a infraestrutura verde-azul para adaptação de Recife-PE frente à sua vulnerabilidade às inundações compostas em cenários de mudanças climáticas.

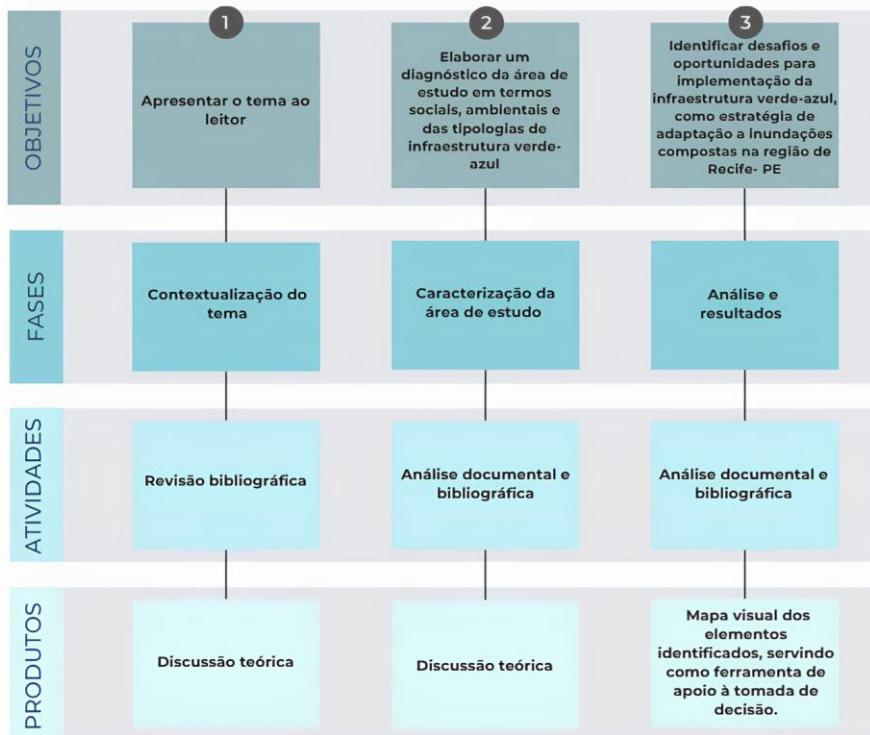
A investigação estrutura-se em três etapas principais: (i) definição de questões-chave, voltadas à identificação de diferentes tipologias de BGI discutidas na literatura (ii) levantamento de evidências em bases científicas como IPCC WMO, CAPES Periódicos, utilizando descritores como *compound flooding, blue-green infrastructure e urban resilience*; e (iii) análise qualitativa dos estudos selecionados, com categorização das soluções propostas e reflexão sobre sua aplicabilidade em cenários urbanos vulneráveis de Recife. Por fim, os resultados serão sistematizados, destacando tendências, desafios e práticas de adaptação.

O foco recai sobre a proposição de soluções territorializadas para bairros mais afetados pelo cenário de inundação composta, primordialmente na Zona Oeste da capital pernambucana, de modo a contribuir tanto para o avanço científico quanto para a formulação de estratégias urbanas mais resilientes frente à crise climática. Considerando o exposto, a Figura 3 apresenta o fluxograma metodológico deste artigo.



Figura 3 - Fluxograma metodológico da pesquisa

## FLUXOGRAMA METODOLÓGICO



Fonte: A autoras (2025).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Integração da infraestrutura verde-azul ao planejamento urbano de Recife

Recife-PE evidencia vulnerabilidades significativas frente a eventos hidrometeorológicos extremos e inundações compostas, resultado da intensa urbanização, da impermeabilização do solo e de suas considerações geográficas. Segundo Lino (2019), as modelagens hidrodinâmicas das projeções futuras de aumento do nível do mar e eventos extremos de chuva indicam que a zona oeste de Recife, composta majoritariamente por áreas de várzea e baixa altitude, está entre as regiões mais vulneráveis às inundações. Para melhor espacializar os locais prioritários de aplicação da BGI, foram selecionados três bairros considerados críticos a partir dos dados levantados na revisão bibliográfica: Iputinga, Tejipió e Torrões. Esses bairros, localizados na Zona Oeste de Recife, apresentam características comuns de alta vulnerabilidade, como baixa altitude, várzeas aterradas, canalização de rios e elevada impermeabilização. A análise se concentrou, portanto, em identificar soluções adaptadas à realidade socioambiental desses territórios, de modo a otimizar a gestão em cenário de inundações compostas e fortalecer a resiliência urbana.

Os resultados da análise bibliográfica e documental indicam que a integração da BGI ao planejamento urbano de Recife deve considerar suas particularidades socioambientais e os desafios relacionados à impermeabilização intensa e à pressão sobre áreas de várzea. Frente a



essa realidade, a infraestrutura verde-azul pode ser incorporada como componente estruturante do sistema de drenagem urbana, complementando e, em alguns casos, substituindo soluções tradicionais.

De acordo com a prefeitura do Recife (2024), a cidade inaugurou o primeiro parque alagável da cidade (parque alagável do Tejipió), concebido como espaço multifuncional capaz de associar lazer, biodiversidade e controle de cheias. O projeto tem como função principal o armazenamento temporário de volumes excedentes durante eventos extremos, reduzindo a sobrecarga da rede de drenagem e mitigando riscos de inundações compostas. Além de incorporar benefícios ambientais e sociais, o parque representa a introdução de um modelo alternativo às soluções exclusivamente cinzas, alinhado às estratégias contemporâneas de adaptação climática em áreas costeiras vulneráveis.

## 5.2 Contextualização dos Bairros Prioritários e Tipologias de BGI

A análise territorial revelou a necessidade de aprofundar o entendimento sobre três bairros prioritários da Zona Oeste de Recife (Iputinga, Tejipió e Torrões), que apresentam vulnerabilidades acentuadas diante de inundações compostas. Esses territórios, se lecionados a partir da revisão bibliográfica e de dados oficiais, reúnem características geográficas e sociais que os tornam emblemáticos para a aplicação da BGI como estratégia de adaptação climática.

O bairro de Iputinga, localizado na microrregião 4.1, possui área territorial de aproximadamente 434 hectares e população estimada em 52.200 habitantes (Prefeitura do Recife, 2023). Inserido em área de várzea às margens do Rio Capibaribe, o bairro carrega um histórico de recorrência de enchentes e de fragilidade da drenagem urbana, o que tem motivado recentes iniciativas legislativas voltadas para intervenções de repavimentação e manejo hídrico. Com essas características, a adoção de parques inundáveis (a exemplo do construído em Tejipió) configura-se como uma solução especialmente adequada para o controle de cheias urbanas, uma vez que possibilita o armazenamento temporário de volumes expressivos de água durante eventos extremos e promove, simultaneamente, a melhoria da qualidade hídrica por meio de processos naturais de depuração (MUÑOZ et al., 2024).

No Tejipió, a vulnerabilidade está diretamente associada ao curso do rio homônimo, historicamente alvo de canalizações e ocupações irregulares nas margens. Apesar de esforços recentes da Prefeitura, que ampliou o leito em cerca de 850 metros, atingindo 17,3 metros de largura e 1,9 metros de profundidade (Prefeitura do Recife, 2025), as inundações permanecem recorrentes, evidenciando que as soluções puramente estruturais são insuficientes. Nesse cenário, a implantação de biovaletas mostra-se interessante para este bairro. O conceito de biovaleta envolve canais vegetados lineares que atuam como sistemas de biorretenção, com capacidade de retardamento do fluxo e depuração hídrica por meio de processos naturais (sedimentação, filtração, absorção vegetal) (LABVERDE, 2021; Silva, 2020). Logo, a solução pode auxiliar o parque inundável existente, aumentando a infiltração e reduzindo a velocidade do escoamento superficial.

Já o bairro Torrões apresenta perfil distinto, marcado por intensa urbanização, uso misto e forte impermeabilização do solo. A Prefeitura tem registrado a necessidade de fiscalização mais rigorosa de construções em áreas de risco e de proteção das margens de cursos d'água, o que confirma a fragilidade do bairro diante de eventos pluviais intensos (Prefeitura do



Recife, 2023). Nessas condições, a aplicação de jardins de chuva mostra-se uma opção interessante. Esses jardins são uma forma de retenção de águas pluviais, que consiste em depressões rasas vegetadas que captam o escoamento superficial para reter, infiltrar e filtrar as águas pluviais, reduzindo alagamentos e melhorando a qualidade hídrica por meio de processos naturais de biorretenção (SILVA, 2020; LABVERDE, 2021). Esses jardins representam uma alternativa eficaz para reduzir o impacto imediato das chuvas. Adicionalmente, os pavimentos permeáveis, compostos por revestimentos porosos que permitem a infiltração da água da chuva através de sua estrutura, contribuem para a redução do escoamento superficial, o controle de alagamentos e a melhoria da qualidade hídrica por meio de processos naturais de filtração (SOUZA JÚNIOR *et al.*, 2018; BECKER *et al.*, 2019). Tais soluções poderiam não apenas mitigar alagamentos recorrentes, mas também favorecer a recarga hídrica e contribuir para a amenização do microclima urbano.

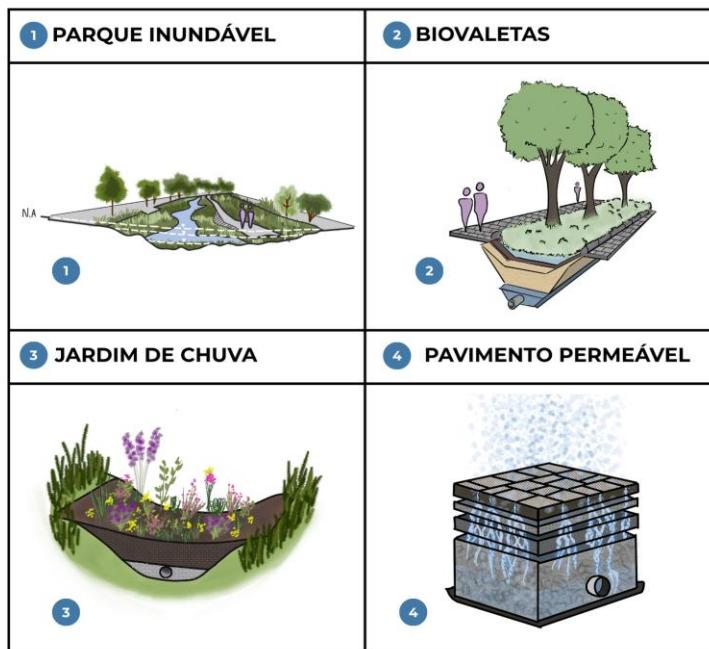
A seleção das tipologias de infraestrutura verde-azul consideradas para aplicação nos bairros fundamenta-se na combinação de soluções que conciliam retenção temporária, infiltração local e restauração ecológica. Em áreas de várzea e margens de rios, como em Iputinga e Tejipió, a priorização recai sobre parques inundáveis uma vez que essa estrutura permite absorver grandes volumes de água durante picos de chuva e maré, além de favorecer a depuração natural. Nos trechos mais impermeabilizados, como em Torrões, destacam-se jardins de chuva e pavimentos permeáveis, capazes de mitigar alagamentos frequentes ao reduzir o escoamento superficial e favorecer a infiltração.

Essas tipologias, quando integradas em rede, fortalecem a resiliência urbana ao reduzir a intensidade das inundações compostas, enquanto oferecem co-benefícios ambientais e sociais. Entre eles, estão a valorização de áreas públicas, criação de espaços de convivência, incremento da biodiversidade, melhoria da qualidade do ar e redução das ilhas de calor urbano. Dessa forma, a BGI não é apenas uma alternativa de drenagem, mas uma abordagem multifuncional que combina adaptação climática, sustentabilidade e inclusão social.

Em síntese, a análise dos três bairros evidencia que a BGI deve ser implementada de forma territorializada, ajustando tipologias específicas às necessidades locais. Parques inundáveis em Iputinga respondem ao desafio das várzeas consolidadas; biovaletas em Tejipió fortalecem a capacidade de manejo hídrico de um rio altamente pressionado; enquanto jardins de chuva e pavimentos permeáveis nos Torrões atuam contra os efeitos da impermeabilização urbana. A aplicação dessas soluções em escala de bairro não apenas mitiga riscos imediatos, mas também amplia os benefícios socioambientais no enfrentamento às inundações compostas em Recife. Considerando o exposto, a Figura 4 apresenta imagens das tipologias de infraestrutura verde-azul escolhidas para amenização de inundações compostas em bairros da zona oeste em Recife-PE.



Figura 3 - Tipologias de infraestrutura verde-azul para Recife-PE



Fonte: As autoras (2025).

### 5.3 Desafios da implementação

A viabilidade da infraestrutura verde-azul em Recife requer atravessar obstáculos técnicos, financeiros e institucionais, como apontam diferentes estudos recentes. No campo técnico, a literatura destaca que a adaptação de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) em cidades densamente urbanizadas enfrenta limites estruturais, como elevada impermeabilização e falta de espaços livres.

Em áreas urbanas compactas, a difusão de infraestrutura verde-azul encontra obstáculos relacionados tanto à escassez de espaço disponível quanto à dependência de sistemas de infraestrutura cinza já consolidados, que dificultam sua integração. Estudos apontam que essas condições reforçam a necessidade de estratégias de planejamento multifuncional e de integração intersetorial, de modo a superar as limitações físicas e institucionais que marcam o ambiente urbano denso (Hansen *et al.*, 2019; Pauleit *et al.*, 2020; ESPON, 2020; Seidu *et al.*, 2025). Essa realidade se aplica diretamente a bairros como Torrões, onde a impermeabilização quase total exige intervenções complexas de requalificação urbana.

Do ponto de vista financeiro, a implementação em larga escala da infraestrutura verde-azul enfrenta entraves relacionados à insuficiência e à distribuição desigual de recursos, frequentemente dependentes de instrumentos financeiros que tendem a reforçar desigualdades socioambientais (García-Lamarca; Anguelovski, Venner, 2022).

Essa constatação é relevante para Recife, onde o desafio não se restringe à implantação, mas também à garantia de manutenção das estruturas. Além disso, de acordo com a OECD (2013), embora os investidores institucionais sejam frequentemente apontados como uma alternativa para financiar investimentos de longo prazo, o aporte direto em infraestrutura



verde ainda enfrenta restrições significativas relacionadas a barreiras de mercado, políticas e legislações regulatórias.

Os desafios institucionais são igualmente críticos; do ponto de vista institucional, a governança da infraestrutura verde-azul ainda enfrenta entraves significativos, marcados pela atuação isolada de órgãos e setores administrativos e pela fragmentação normativa. Para superar essas limitações, é necessário adotar políticas adaptativas e abordagens sistêmicas, capazes de articular múltiplos setores e escalas no planejamento e na implementação das soluções (Cook *et al.*, 2024). Essa necessidade de integração é recorrente em Recife, onde políticas de drenagem, habitação e meio ambiente ainda operam de forma pouco coordenada.

Em síntese, os resultados da revisão evidenciam que a BGI não deve ser compreendida apenas como um conjunto de intervenções técnicas, mas como um processo de transformação urbana que demanda ajustes estruturais nas dimensões financeiras e institucionais. Superar tais barreiras requer planejamento integrado, inovação nos mecanismos de financiamento e fortalecimento da governança colaborativa.

## 6 CONCLUSÃO

O estudo realizado reforça que a infraestrutura verde-azul deve ser compreendida como uma estratégia de adaptação essencial frente ao agravamento dos riscos climáticos em Recife-PE, sobretudo em relação às inundações compostas que combinam precipitações extremas, marés e elevação do nível do mar. Diante das projeções futuras na cidade do Recife-PE, que indicam impactos significativos sobre a área urbana, torna-se imperativo adotar medidas preventivas e multifuncionais.

A análise evidenciou que a BGI pode contribuir de forma decisiva para a redução de riscos hidrológicos ao favorecer processos naturais como infiltração, evapotranspiração e retenção temporária de volumes de água, em contraste com as soluções exclusivamente cinzentas. Além disso, a aplicação territorializada de diferentes tipologias, em locais mais vulneráveis a inundações compostas, mostra-se adequada, apontando caminhos práticos para sua incorporação no planejamento urbano.

Os resultados também demonstram que a adoção da BGI ultrapassa o campo técnico, trazendo co-benefícios sociais, ambientais e urbanos, como melhoria da qualidade de vida, promoção da saúde pública, ampliação de áreas de lazer, incremento da biodiversidade e valorização dos ecossistemas urbanos. Do ponto de vista científico, a pesquisa contribui com um quadro metodológico replicável em outras cidades costeiras, ampliando o debate sobre adaptação e resiliência climática em contextos urbanos densamente ocupados.

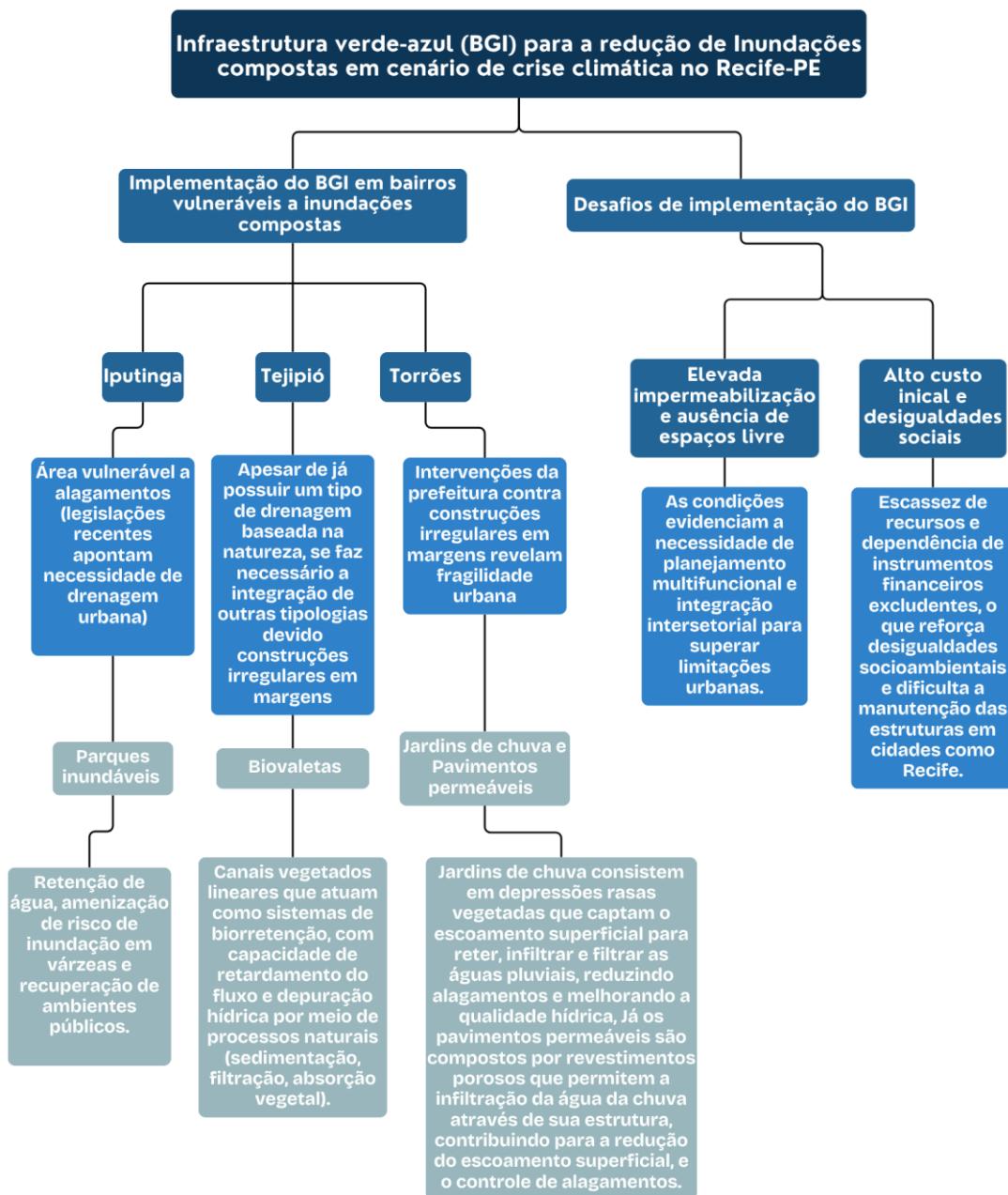
Reconhece-se, entretanto, a existência de desafios significativos à implementação da BGI, que incluem limitações técnicas decorrentes da impermeabilização intensa, barreiras financeiras ligadas ao elevado custo inicial e entraves institucionais associados à fragmentação administrativa. A superação desses obstáculos dependerá de mecanismos inovadores de financiamento, da construção de arranjos de governança adaptativa e de uma maior integração intersetorial.

Em síntese, a infraestrutura verde-azul deve ser entendida não apenas como um conjunto de dispositivos técnicos, mas como um processo de transformação urbana capaz de fortalecer a resiliência de Recife diante da crise climática. Ao articular funções hidráulicas,



ecológicas e sociais, a BGI se consolida como uma alternativa estratégica para promover cidades mais adaptáveis, inclusivas e sustentáveis no longo prazo. A figura 4 apresenta o mapa esquemático da síntese deste estudo.

Figura 4 - Mapa esquemático de síntese dos resultados



Fonte: As autoras (2025).



## 7 REFERÊNCIAS

- ALMAAITAH, T. et al. The potential of blue-green infrastructure as a climate change adaptation strategy: a systematic literature review. **Blue-Green Systems**, v. 3, n. 1, p. 223–248, 2021. DOI: 10.2166/bgs.2021.016.
- ANJOS, Lillian Souza dos et al. Resgate histórico dos eventos extremos de precipitação e seus impactos no município do Recife-PE. **Revista Brasileira de Climatologia**, [s. l.], v. 34, n. 20, p. 335–359, 2024. DOI: 10.55761/abclima.v34i20.16937.
- AZEVEDO, A. L. B.; SILVA, E. A.; BARROS, F. G. B.; CUNHA, A. C. Simulação hidrológica de biorretenção: análise de desempenho em diferentes condições de chuva. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 27, n. 5, p. 795–804, 2022. DOI: 10.1590/S1413-415220200349.
- BARNARD, P. L. et al. Dynamic flood modeling essential to assess the coastal impacts of climate change. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, art. 4309, 2019. DOI: 10.1038/s41598-019-40742-z.
- BECKER, L. C. B. et al. Potencialidade dos pavimentos permeáveis como técnica compensatória de drenagem urbana sustentável. **URBE – Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, e20170278, 2019. DOI: 10.1590/2175-3369.011.002.AO07.
- BEVACQUA, E. et al. Higher probability of compound flooding from precipitation and storm surge in Europe under anthropogenic climate change. **Science Advances**, v. 5, n. 9, p. eaaw5531, 2019. DOI: 10.1126/sciadv.aaw5531.
- BEVACQUA, E. et al. More meteorological events that drive compound coastal flooding. **Communications Earth & Environment**, v. 1, n. 20, p. 1-10, 2020. DOI: 10.1038/s43247-020-00044-z.
- COOK, Lauren M. et al. Towards the intentional multifunctionality of urban green infrastructure: a paradox of choice? **npj Urban Sustainability**, v. 4, n. 12, 2024. DOI: 10.1038/s42949-024-00145-0.
- ESPON. **Policy brief: green infrastructure in urban areas**. Luxembourg: ESPON, 2020.
- FERNANDES, C. R. P. **Caracterização espacial dos fragmentos florestais em Recife/PE**. 2020. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.
- GARCÍA-LAMARCA, Melissa; ANGUELOVSKI, Isabelle; VENNER, Kayin. Challenging the financial capture of urban greening. **Nature Communications**, v. 13, n. 7132, p. 1-4, 2022. DOI: 10.1038/s41467-022-34942-x.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GREEN, J. A. M. et al. A comprehensive review of compound flooding literature with a focus on coastal-estuarine regions. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 25, p. 747-769, 2025. DOI: 10.5194/nhess-25-747-2025.
- HANSEN, R.; RALL, E. L.; VAN DER JAGT, A. P. N.; PAULEIT, S. Planning multifunctional green infrastructure for compact cities: what is the state of practice? **Ecological Indicators**, v. 96, p. 99-110, 2019. DOI: 10.1016/j.ecolind.2017.09.042.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2022**: resultados gerais da amostra. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12 set. 2025.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate change 2021: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Editado por V. Masson-Delmotte et al. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. DOI: 10.1017/9781009157896.
- KHODADAD, Mina; AGUILAR-BARAJAS, Ismael; KHAN, Ahmed Z. Green infrastructure for urban flood resilience: a review of recent literature on bibliometrics, methodologies, and typologies. **Water**, v. 15, n. 3, art. 523, 2023. DOI: 10.3390/w15030523.
- KOZAK, D. et al. Blue-green infrastructure (BGI) in dense urban watersheds: the case of the Medrano Stream Basin (MSB) in Buenos Aires. **Sustainability**, Basel, v. 12, n. 6, art. 2163, 2020. DOI: 10.3390/su12062163.
- KUITER, L.; VAN BUUREN, A. Delivering blue-green infrastructure: innovation pathways for integrating multiple values. **Frontiers in Sustainable Cities**, v. 4, art. 885951, 2022. DOI: 10.3389/frsc.2022.885951.



LABVERDE. Soluções baseadas na natureza: quadro da ocupação da cidade de São Paulo por células de biorretenção. **Revista LABVERDE**, v. 11, n. 1, 2021. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.labverde.2021.189292. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/189292>. Acesso em: [data de acesso].

LI, X. et al. Compound flood risk assessment of extreme rainfall and high river water level: a case study in Jinhua, China. **Water**, v. 17, n. 6, art. 841, 2025. DOI: 10.3390/w17060841.

LINO, Anderson Pereira. **Eventos pluviométricos extremos e inundação composta na cidade de Recife**. 2019. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/39410>. Acesso em: 20 set. 2025.

LIU, J. et al. Long-term hydrological performance of permeable pavement systems. **Water**, v. 9, n. 6, art. 392, 2017. DOI: 10.3390/w9060392.

MARENGO, J. A. et al. Flash floods and landslides in the city of Recife, Northeast Brazil, after heavy rain on May 25–28, 2022: causes, impacts, and disaster preparedness. **Weather and Climate Extremes**, v. 39, art. 100545, 2023. DOI: 10.1016/j.wace.2022.100545.

MARTIN, C. et al. Governing green infrastructure under crisis conditions: adaptive approaches for resilient cities. **Land**, v. 14, n. 5, art. 961, 2025. DOI: 10.3390/land14050961.

METROPOLITAN GOVERNMENT OF NASHVILLE AND DAVIDSON COUNTY. **Stormwater management manual**. Volume 5: low impact development. Nashville: Metro Water Services, 2021. Disponível em: <https://www.nashville.gov/departments/water/stormwater/stormwater-management-manual>. Acesso em: 12 set. 2025.

MOLINARI, D. C. Áreas de risco a voçorocamento em Manaus/AM: uma contribuição à Geografia Ambiental. **Ambientes: Revista de Geografia e Ecologia Política**, v. 4, n. 2, p. 15–70, 2022. DOI: 10.48075/amb.v4i2.30322.

MUÑOZ, J. A.; MORENO, A.; ROMERO, J. A. A review and conceptual model of floodable parks. **Land**, v. 13, n. 11, art. 1858, 2024. DOI: 10.3390/land13111858.

MUSCHALLA, D. Grün-blaue Infrastruktur. **Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft**, v. 75, p. 591–592, 2023. DOI: 10.1007/s00506-023-01010-7.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **Institutional investors and green infrastructure investments**. Paris: OECD Publishing, 2013. DOI: 10.1787/5k3xr8k6jb0n-en.

PAIVA, A. L. R.; CABRAL, J. J. S. P.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; COSTA SOBRINHO, A. F. Aumento do risco de salinização da água subterrânea na planície de Recife devido à elevação do nível do mar. **Águas Subterrâneas**, v. 29, n. 1, p. 31-45, 2015. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28391>. Acesso em: 12 set. 2025.

PAULEIT, S.; HANSEN, R.; RALL, E. L.; ROLF, W. Urban green infrastructure. In: DOUGLAS, I. et al. (org.). **The Routledge handbook of urban ecology**. 2. ed. London: Routledge, 2020. p. 410-424.

PEREIRA, Maria Cristina Santana et al. Soluções baseadas na natureza: quadro da ocupação da cidade de São Paulo por células de biorretenção. **Revista LABVERDE**, São Paulo, v. 11, n. 1, 2021. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.labverde.2021.189292.

PREFEITURA DO RECIFE. Prefeitura do Recife entrega primeiro parque alagável da capital. **Prefeitura do Recife**, 29 nov. 2024. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/29/11/2024/prefeitura-do-recife-entrega-primeiro-parque-alagavel-da-capital>. Acesso em: 29 set. 2025.

PREFEITURA DO RECIFE; ICLEI – GOVERNOS LOCAIS PELA SUSTENTABILIDADE; WAYCARBON. **Índice de risco climático e estratégia de adaptação para a cidade do Recife**: sumário executivo. Recife: Prefeitura do Recife, 2021. Disponível em: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/1817>. Acesso em: 12 set. 2025.

RECIFE (Município). **Caracterização do território**. Recife: Prefeitura do Recife, 2025. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/pagina/caracterizacao-do-territorio>. Acesso em: 12 set. 2025.

RECIFE (Município). **Iputinga**. Recife: Prefeitura do Recife, 2023. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/servico/iputinga>. Acesso em: 5 set. 2025.

RECIFE (Município). Obra de alargamento do rio Tejipió no Recife avança e 3 toneladas de lixo foram retiradas. **Prefeitura do Recife**, 7 jan. 2025. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/07/01/2025/obra-de-alargamento-do-rio-tejipio-no-recife-avanca-e-3-toneladas-de-lixo-do>. Acesso em: 5 set. 2025.



RECIFE (Município). Prefeitura do Recife intensifica ações contra crimes ambientais. **Prefeitura do Recife**, 11 jul. 2023. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/11/07/2023/prefeitura-do-recife-intensifica-acoes-contra-crimes-ambientais>. Acesso em: 5 set. 2025.

RECIFE (Município). Prefeitura treina moradores das margens do Rio Tejipió para agir em situações de alagamento. **Prefeitura do Recife**, 11 dez. 2024. Disponível em: <https://www2.recife.pe.gov.br/noticias/11/12/2024/prefeitura-treina-moradores-das-margens-do-rio-tejipio-para-agir-em-situacoes-de>. Acesso em: 5 set. 2025.

SANTOS, Leandro Diomério João dos et al. Vulnerabilidades a eventos pluviais de alta magnitude da cidade do Recife – Pernambuco/Brasil. **Revista de Geografia – PPGeo/UFJF**, v. 9, n. 2, p. 160-185, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufjf.br/index.php/geografia/article/view/18079>. Acesso em: 12 set. 2025.

SEIDU, S.; CHAN, D. W. M.; TAIWO, R. Integrating green and grey infrastructure systems in dense urban regions: a synthesis of critical barriers and effective implementation guidelines. **Clean Technologies and Environmental Policy**, 2025. DOI: 10.1007/s10098-025-03309-3.

SILVA, L. H. Sistemas de biorretenção para o manejo das águas pluviais. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, art. e6959110335, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i11.10335.

SOUZA JÚNIOR, F. C. et al. **Utilização de pavimentos permeáveis para redução do escoamento superficial provenientes das águas pluviais**. Vitória: Faculdade Multivix, 2018. Disponível em: <https://multivix.edu.br/wp-content/uploads/2018/06/utilizacao-de-pavimentos-permeaveis-para-reducao-do-escoamento-superficial-provenientes-das-aguas-pluviais.pdf>. Acesso em: [data de acesso].

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION – WMO. **Global annual to decadal climate update (2025-2029)**. Genebra: WMO, 2025. Disponível em: <https://wmo.int/publication-series/wmo-global-annual-decadal-climate-update-2025-2029>. Acesso em: 3 out. 2025.

WU, X. et al. A fine-scale water balance model for assessing blue-green infrastructure performance in flood and drought mitigation. **Science of the Total Environment**, v. 948, art. 174750, 2024. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2024.174750.

XU, H. Compound flooding is generated when two or more flood drivers occur simultaneously or in close succession. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 22, art. 2347-2364, 2022. DOI: 10.5194/nhess-22-2347-2022.

ZACHARIAH, Mariam et al. **Brazil floods – Scientific report**: climate change increased heavy rainfall, hitting vulnerable communities in Eastern Northeast Brazil. World Weather Attribution; Red Cross Red Crescent Climate Centre; Grantham Institute, 2022. Disponível em: <https://www.worldweatherattribution.org/brazil-floods-scientific-report>. Acesso em: 5 out. 2025.



---

## DECLARAÇÕES

---

### CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Ana Íris Medeiros Salvador de Andrade
  - **Curadoria de Dados:** As autoras
  - **Análise Formal:** As autoras
  - **Aquisição de Financiamento:** As autoras
  - **Investigação:** As autoras
  - **Metodologia:** As autoras
  - **Redação - Rascunho Inicial:** Ana Íris Medeiros Salvador de Andrade
  - **Redação - Revisão Crítica:** Micaella Raíssa Falcão de Moura
  - **Revisão e Edição Final:** As autoras
  - **Supervisão:** Micaella Raíssa Falcão de Moura
- 

### DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE

Nós, Ana Íris Medeiros Salvador de Andrade e Micaella Raíssa Falcão de Moura declaramos que o manuscrito intitulado Infraestrutura verde-azul (BGI) para a redução de inundações compostas em cenário de crise climática no Recife-PE:

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. Nenhuma instituição ou entidade financiadora esteve envolvida no desenvolvimento deste estudo.
  2. **Relações Profissionais:** Não possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados. Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida.
  3. **Conflitos Pessoais:** Não possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito. Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado.
-