

Do alagamento à resiliência: avaliando a aplicabilidade da Cidade Esponja de Wuhan em Angra dos Reis (RJ)

Jonathan Saldanha¹; 0009-0003-1096-7426
Erika Fraga Rodrigues¹; 0000-0001-6874-6835

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.
Jonathans@id.uff.br

Resumo: O crescimento urbano desordenado e a intensificação das mudanças climáticas têm ampliado a ocorrência de enchentes e alagamentos em centros urbanos, especialmente em regiões costeiras e de relevo acidentado. Nesse contexto, o conceito de *Cidade Esponja*, desenvolvido inicialmente na China e implementado em grande escala em Wuhan, emerge como uma estratégia inovadora para a gestão sustentável das águas pluviais. Essa abordagem baseia-se em soluções inspiradas na natureza, priorizando a infiltração, retenção e reaproveitamento da água da chuva no meio urbano. O presente artigo, de caráter conceitual, analisa a transformação da cidade de Wuhan em *Cidade Esponja* e discute a aplicabilidade do modelo em Angra dos Reis (RJ), município brasileiro marcado por recorrentes episódios de inundações e deslizamentos. A metodologia consiste em revisão bibliográfica e análise comparativa entre as práticas adotadas em Wuhan e as necessidades hídricas e urbanas de Angra dos Reis. Os resultados apontam que a aplicação do conceito no contexto brasileiro demanda adaptações em função da realidade socioambiental, da topografia e da infraestrutura urbana. Conclui-se que o modelo pode contribuir para a mitigação dos impactos de eventos extremos, desde que integrado a políticas públicas participativas e planejamento territorial resiliente.

Palavras-chave: Cidade esponja. Drenagem urbana sustentável. Wuhan. Angra dos Reis. Mudanças climáticas.

INTRODUÇÃO

As cidades contemporâneas enfrentam um duplo desafio: lidar com o aumento da impermeabilização das superfícies urbanas e responder aos efeitos intensificados das mudanças climáticas. A impermeabilização, resultado da urbanização acelerada, reduz a capacidade natural de infiltração da água, gerando maior volume de escoamento superficial e, conseqüentemente, alagamentos e enchentes em períodos de chuvas intensas (Marques; Souza, 2021; Tucci, 2008).

Nesse cenário, surge o conceito de Cidade Esponja, política urbana concebida na China em 2014, visando transformar as cidades em ambientes capazes de absorver, armazenar e reutilizar a água da chuva, ao mesmo tempo em que melhora a qualidade ambiental e promove infraestrutura verde (Wang et al., 2018). Wuhan, uma das cidades-piloto do programa, tornou-se referência internacional pela implementação de parques alagáveis, pavimentos permeáveis e áreas verdes multifuncionais (Yin et al., 2021).

No Brasil, as soluções tradicionais de drenagem urbana têm se mostrado insuficientes frente à intensidade dos eventos pluviométricos recentes. Angra dos Reis, localizada no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, é uma das cidades mais afetadas por deslizamentos e alagamentos, resultantes da combinação entre relevo montanhoso, adensamento urbano irregular e chuvas intensas (Mendonça; Silva, 2020). Esses episódios evidenciam a necessidade de integrar conceitos como o de Cidade Esponja no planejamento territorial e na gestão hídrica, de modo a aumentar a resiliência socioambiental.

O presente artigo tem como objetivo analisar a transformação de Wuhan em Cidade Esponja e discutir a aplicabilidade do conceito em Angra dos Reis. Busca-se compreender como a adoção de soluções baseadas na natureza pode contribuir para mitigar os impactos de eventos hidrológicos extremos em contextos urbanos brasileiros. O estudo justifica-se pela relevância crescente da adaptação climática no planejamento urbano e pela urgência em repensar estratégias de drenagem em cidades costeiras vulneráveis.

MÉTODOS

A pesquisa foi organizada em duas etapas principais. A primeira consistiu na análise da experiência internacional da China, com ênfase na transformação da cidade de Wuhan em *Cidade Esponja*. A segunda etapa buscou compreender as condições ambientais e urbanas de Angra dos Reis (RJ), especialmente quanto à vulnerabilidade a chuvas intensas, deslizamentos e inundações.

Com base nessa revisão, realizou-se uma comparação conceitual entre os princípios do programa chinês e os desafios enfrentados pelo município brasileiro. A análise focou em três aspectos principais: (i) infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza; (ii) gestão de drenagem urbana; (iii) adaptação às mudanças climáticas e (iv) comparativo entre os dados médios de registro de chuvas.

Por se tratar de uma pesquisa teórica, não houve coleta de dados em campo e tampouco envolvimento de seres humanos ou animais, não sendo necessária aprovação por comitês de ética.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A transformação de Wuhan em Cidade Esponja

A cidade de Wuhan, localizada na província de Hubei, China, tornou-se referência mundial ao implementar o programa nacional de *Cidades Esponja*, iniciado em 2014. Reconhecida por sua vulnerabilidade a enchentes devido à posição geográfica às margens dos rios Yangtzé e Han, Wuhan apresentou graves episódios de inundação ao longo de sua história recente, o que motivou a adoção de novas estratégias de drenagem urbana (Wang *et al.*, 2018)

O projeto chinês foi estruturado em três pilares: (i) promoção da infraestrutura verde, como parques alagáveis, telhados verdes e corredores ecológicos; (ii) incentivo ao uso de materiais permeáveis em ruas e calçadas, permitindo maior infiltração de água no solo; e (iii)

criação de reservatórios naturais e artificiais capazes de armazenar água da chuva para posterior reutilização (Yin *et al.*, 2021)

Estudos apontam que a adoção desse modelo em Wuhan contribuiu para a redução significativa do escoamento superficial, a melhoria da qualidade da água e a ampliação de áreas verdes urbanas, o que também proporcionou benefícios sociais e de bem-estar à população (Oates *et al.*, 2020). Além do aspecto ambiental, o programa fortaleceu a governança local, exigindo integração entre diferentes setores da administração municipal e a participação da população em ações educativas.

Comparação meteorológica entre Wuhan e Angra dos Reis

Um aspecto central para compreender a aplicabilidade do conceito de *Cidade Esponja* é a análise das condições meteorológicas de cada local. O Gráfico a seguir (Figura 1) apresenta as médias mensais de dias de chuva e milímetros de chuva.

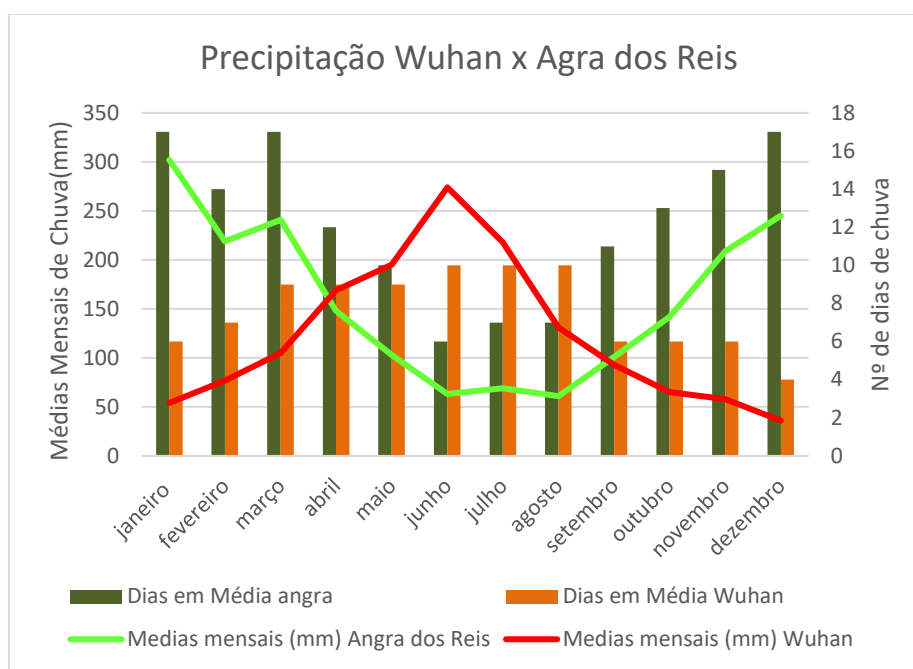


Figura 1- Gráfico comparativo de precipitação x dias chuvosos Wuhan e Angra dos Reis
 Fonte: Autores (2025), adaptado de CLIMATE-DATA.ORG.

Conforme evidenciado no gráfico Wuhan apresenta um clima subtropical úmido, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. A precipitação anual média varia entre 1.200 e 1.400 mm, concentrando-se principalmente entre os meses de maio e agosto, quando

ocorrem eventos de chuva intensa associados ao regime de monções (Chan *et al.*, 2018). Essa sazonalidade favorece a adoção de grandes reservatórios e áreas de retenção temporária de água, características centrais do modelo implementado na cidade chinesa.

Em contrapartida, Angra dos Reis apresenta clima tropical litorâneo úmido, influenciado pela proximidade com a Serra do Mar e pelo Oceano Atlântico. A precipitação anual média é mais elevada, variando entre 2.000 e 2.500 mm, distribuída ao longo de todo o ano, mas com picos significativos durante o verão (dezembro a março) (INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, 2024). Essa condição faz com que o município esteja exposto a eventos de alta intensidade pluviométrica e a episódios de deslizamentos em encostas, que se somam aos riscos de alagamentos em áreas urbanizadas.

A comparação revela que, enquanto Wuhan enfrenta principalmente o desafio da sazonalidade concentrada de chuvas, Angra dos Reis lida com chuvas mais volumosas e constantes, agravadas pela topografia acidentada e pela urbanização em áreas de risco. Assim, a adaptação do conceito de *Cidade Esponja* para o contexto brasileiro requer maior ênfase na recuperação de encostas, na contenção de deslizamentos e em soluções descentralizadas de infiltração e drenagem urbana, além da ampliação da infraestrutura verde nas áreas planas do município (Marques; Souza, 2021).

Aplicabilidade do conceito em Angra dos Reis

Angra dos Reis, situada no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, enfrenta desafios semelhantes aos que motivaram a criação do conceito de *Cidade Esponja* na China. O município é marcado por relevo montanhoso, ocupações irregulares em encostas e intensa impermeabilização em áreas urbanas, fatores que, aliados a eventos de chuva intensa, têm resultado em alagamentos e deslizamentos recorrentes (Ribeiro, 2014)

A análise comparativa sugere que a adoção de princípios do modelo chinês em Angra dos Reis pode oferecer soluções sustentáveis para mitigação de desastres hídricos. Entre as possibilidades estão: (i) a criação de parques lineares em áreas de várzea, capazes de reter temporariamente a água das chuvas; (ii) a substituição progressiva de superfícies impermeáveis por pavimentos drenantes em vias e estacionamentos; (iii) o incentivo ao uso de telhados verdes em novas construções; e (iv) a recuperação de áreas degradadas com



vegetação nativa para aumentar a infiltração hídrica. Na Figura 2 destacamos possíveis pontos de instalação para parques esponja ao redor do rio Mabucaba.

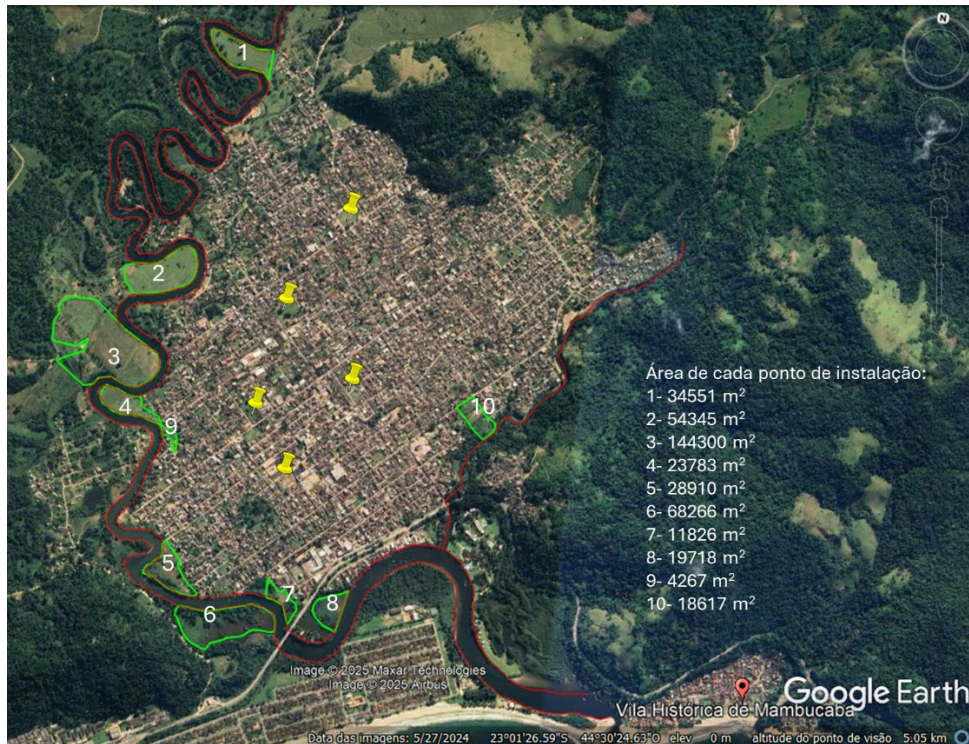


Figura 2 Áreas de instalação ao redor do rio Mabucaba.

Fonte: Autores, 2025

Na imagem, destacado em verde estão os possíveis pontos de instalação, em vermelho temos o rio Mabucaba e nos Pins amarelos possíveis pontos de instalação no interior do bairro.

Entretanto, a aplicabilidade desse conceito em Angra dos Reis exige adaptações. Diferentemente de Wuhan, que recebeu grandes investimentos federais, o município brasileiro apresenta limitações financeiras e institucionais. Além disso, o contexto social marcado pela ocupação irregular em áreas de risco demanda integração entre políticas habitacionais, ambientais e de defesa civil. Assim, a implementação de soluções inspiradas no modelo de *Cidade Esponja* só será viável se articulada a um planejamento urbano participativo e a programas de educação ambiental voltados à comunidade local (Marques; Souza, 2021)

Portanto, embora existam diferenças estruturais e institucionais entre Wuhan e Angra dos

Reis, a análise evidencia que a adoção de práticas de drenagem sustentável pode reduzir a vulnerabilidade socioambiental do município fluminense, contribuindo para maior resiliência diante de eventos climáticos extremos.

CONCLUSÕES

A análise realizada demonstra que o conceito de Cidade Esponja, consolidado em Wuhan, apresenta resultados significativos no controle de enchentes urbanas, na melhoria da qualidade da água e na integração de infraestrutura verde ao ambiente urbano. O caso chinês evidencia como políticas públicas de larga escala, aliadas a investimentos consistentes e à participação social, podem transformar a gestão das águas pluviais em áreas metropolitanas vulneráveis.

Em Angra dos Reis, os desafios se mostram distintos, marcados pela combinação de chuvas intensas e constantes, relevo acidentado e ocupações urbanas irregulares. Nesse cenário, a adoção de princípios inspirados no modelo chinês é viável, mas exige adaptações ao contexto brasileiro. Entre as medidas prioritárias, destacam-se a criação de parques lineares em áreas de várzea, a implementação de pavimentos drenantes, o incentivo ao uso de telhados verdes e a recuperação de encostas degradadas.

Constata-se, portanto, que a aplicabilidade do conceito de *Cidade Esponja* em Angra dos Reis depende não apenas de soluções técnicas, mas também de políticas integradas de habitação, meio ambiente e defesa civil. A efetividade desse modelo requer articulação entre poder público, comunidade e setor privado, de modo a promover resiliência socioambiental frente às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

CHAN, Faith Ka Shun *et al.* “Sponge City” in China—A breakthrough of planning and flood risk management in the urban context. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 76, p. 772–778, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0264837717306130>. Acesso em: 16 ago. 2025.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima de Angra dos Reis – Climate-Data.org. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/angra-dos-reis-1258/>. .

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP)**. [S. l.: s. n.], 2024. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>.

MARQUES, J. F.; SOUZA, L. A. Infraestrutura verde e drenagem urbana sustentável: uma revisão conceitual. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, [s. l.], v. 26, n. 5, p. 1–15, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5752/P.2316-1752.2018v25n36p164>.

MENDONÇA, Marcos Barreto De; SILVA, Dennis Rodrigues Da. Integration of census data based vulnerability in landslide risk mapping - The case of Angra dos Reis, Rio de Janeiro, Brazil. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [s. l.], v. 50, p. 101884, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212420920313868>. Acesso em: 16 ago. 2025.

OATES, Lucy *et al.* BUILDING CLIMATE RESILIENCE AND WATER SECURITY IN CITIES: LESSONS FROM THE SPONGE CITY OF WUHAN, CHINA. [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837717306130>. Acesso em: 16 ago. 2025.

RIBEIRO, Alexandre Milczanowski. **OS DESASTRES NATURAIS E A INTERFERÊNCIA HUMANA EM SUAS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS: CASO ANGRA DOS REIS 2010**. 2014. [s. l.], 2014. Disponível em: <https://defesacivil.uff.br/wp-content/uploads/sites/325/2020/10/Alexandre-Ribeiro-2014.pdf>? Acesso em: 16 ago. 2025.
TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2008. Disponível em: Acesso em: 16 ago. 2025.

WANG, Hao *et al.* A new strategy for integrated urban water management in China: Sponge city. **Science China Technological Sciences**, [s. l.], v. 61, n. 3, p. 317–329, 2018. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11431-017-9170-5>. Acesso em: 16 ago. 2025.

YIN, Dingkun *et al.* Sponge city practice in China: A review of construction, assessment, operational and maintenance. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 280, p. 124963, 2021. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652620350071>. Acesso em: 16 ago. 2025.