

## **XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**

### **ANÁLISE DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA RESILIÊNCIA URBANA EM EVENTOS EXTREMOS DE CHEIA UTILIZANDO A *NOMINAL GROUP TECHNIQUE***

*Maria Santos<sup>1</sup>; Wesley Silva<sup>2</sup>; Manoel da Silva<sup>3</sup>; Andressa Silva<sup>4</sup>; Marcos de Lima<sup>5</sup>;  
Hugo Belarmino<sup>6</sup> & Hemmylly Pedro<sup>7</sup>*

**Abstract:** This study adopts a participatory and multicriteria approach using the Nominal Group Technique (NGT) to identify and prioritize Nature-Based Solutions (NBS) aimed at enhancing urban resilience to flooding. Conducted in Maceió, Brazil, the research engaged academic experts and urban planning professionals to assess 35 NBS alternatives drawn from scientific literature. Findings reveal a consensus on the importance of urban reforestation and mangrove restoration due to their role in increasing soil permeability and acting as natural flood barriers. Institutional, financial, and social challenges continue to hinder implementation, underscoring the need for integrated planning strategies, technical training, and public engagement to enable the effective adoption of NBS in urban flood management.

**Keywords:** Nature-Based Solutions; Urban Resilience; Extreme Flood Events; Climate Risk Management; Nominal Group Technique.

**Resumo:** Este estudo propõe uma abordagem participativa e multicriterial, utilizando a Técnica de Grupo Nominal (NGT), para identificar e priorizar Soluções Baseadas na Natureza (SBN) capazes de fortalecer a resiliência urbana frente a inundações. A pesquisa foi conduzida em Maceió (AL), reunindo acadêmicos e gestores públicos para avaliar 35 SBN previamente selecionadas a partir da literatura científica. Os resultados evidenciam maior valorização de estratégias como o reflorestamento urbano e a recuperação de manguezais, destacando seu potencial em aumentar a permeabilidade do solo e atuar como barreiras naturais contra enchentes. Barreiras institucionais, financeiras e sociais ainda limitam a implementação dessas soluções, o que reforça a importância de políticas públicas integradas, capacitação técnica e conscientização da população para sua efetiva adoção.

**Palavras-Chave:** Soluções Baseadas na Natureza; Resiliência Urbana; Eventos Extremos de Cheia; Gestão de Riscos Climáticos; Técnica de Grupo Nominal.

1) Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária - UFAL, E-mail: [maria.valerio@ctec.ufal.br](mailto:maria.valerio@ctec.ufal.br)

2) Professor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento - PPGRHS, E-mail: [wesley.silva@ceca.ufal.br](mailto:wesley.silva@ceca.ufal.br)

3) Professor do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento - PPGRHS, E-mail: [manoel.mariano@ctec.ufal.br](mailto:manoel.mariano@ctec.ufal.br)

4) Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento - PPGRHS, E-mail: [andressaelenadm@hotmail.com](mailto:andressaelenadm@hotmail.com)

5) Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento - PPGRHS, E-mail: [markos.eng.producao.sq@gmail.com](mailto:markos.eng.producao.sq@gmail.com)

6) Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento - PPGRHS, E-mail: [belarmino hugoleonardo@hotmail.com](mailto:belarmino hugoleonardo@hotmail.com)

7) Graduanda do Curso de Engenharia de Produção - UFAL, E-mail: [hemmylly.pedro@arapiraca.ufal.br](mailto:hemmylly.pedro@arapiraca.ufal.br)

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm intensificado eventos extremos como as cheias, gerando grandes impactos socioeconômicos e ambientais (Emerton et al., 2016). Nesse cenário, as Soluções Baseadas na Natureza (NbS) surgem como alternativas eficazes para fortalecer a resiliência urbana e mitigar efeitos climáticos, por meio da integração de infraestrutura verde e abordagens ecossistêmicas (Cohen-Shacham et al., 2016; Palomo et al., 2021). No entanto, sua implementação enfrenta desafios como desigualdade social, limitações institucionais e necessidade de adaptação local (Primos, 2014; Kabisch et al., 2016; Seddon et al., 2020). No Brasil, a urbanização desordenada agrava esse cenário, como demonstrado pela cheia de 1974 na Bacia do Rio Tubarão (Bigarella et al., 1975). Para enfrentar esses entraves, o estudo adotou a Técnica de Grupo Nominal (NGT) como metodologia participativa para construir, de forma coletiva, soluções voltadas à gestão de águas pluviais e adaptação climática (McMillan et al., 2016; Tully et al., 2021).

As Soluções Baseadas na Natureza (SBN) são estratégias inovadoras que utilizam processos naturais para enfrentar desafios ambientais, gerando benefícios simultâneos nas dimensões ecológica, social e econômica (Haase et al., 2017; Kabisch et al., 2017). Reconhecidas por sua eficácia e custo-benefício na mitigação das mudanças climáticas, também contribuem para a gestão sustentável dos recursos naturais e a promoção da saúde ambiental (Eggermont et al., 2015). Sua ampla aplicação inclui desde a restauração de paisagens até a redução de riscos em áreas vulneráveis (Cohen-Shachamet et al., 2016), exigindo integração ao planejamento urbano de forma sistêmica, conforme diretrizes da União Europeia (Comissão Europeia, 2020b).

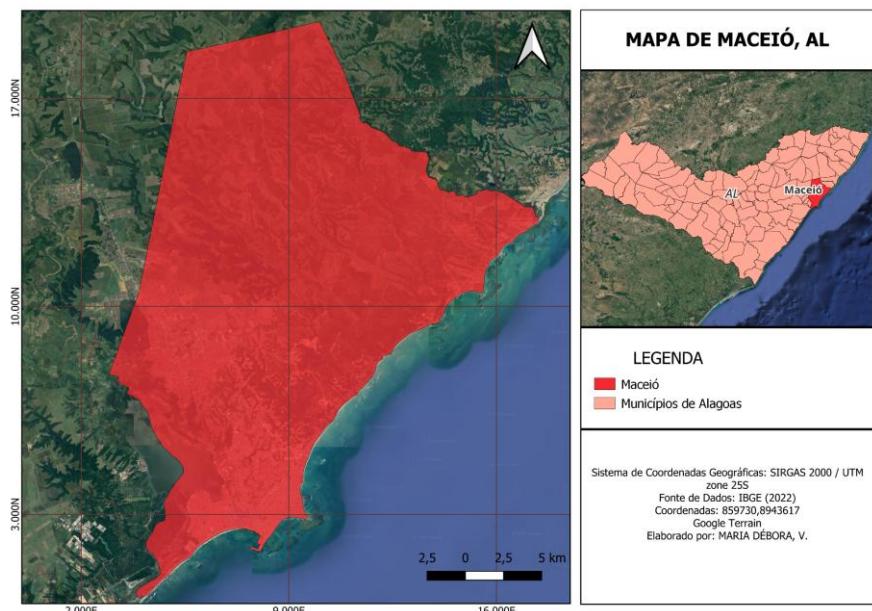
Já a Técnica de Grupo Nominal (NGT) é um método participativo estruturado que permite discutir temas pouco explorados e definir prioridades coletivas de forma eficiente, tanto presencial quanto virtualmente (Abrams et al., 2015). Utilizada há mais de 16 anos em diversos setores (Cooper et al., 2020; Fink et al., 1984; Van de Ven, 1974), destaca-se pela transparência e aplicação em análises multicritério, como no planejamento de infraestrutura hídrica (Colton & Bissix, 2005; Mountjoy et al., 2014), embora ainda enfrente desafios como a necessidade de consenso e diversidade de perspectivas. O reconhecimento formal das SBN como estratégia de planejamento, apesar de práticas naturais já serem antigas, é relativamente recente (Coates et al., 2018). Considerando os impactos adversos decorrentes das cheias em diversas regiões do Brasil, torna-se evidente a correlação entre o avanço da urbanização e o agravamento dessa problemática. Fatores como a crescente impermeabilização do solo, a supressão da vegetação nativa e a ocupação desordenada do território contribuem significativamente para a intensificação dos eventos hidrológicos extremos. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar e propor Soluções Baseadas na Natureza (SBN) que contribuam para o fortalecimento da resiliência urbana frente a inundações no município de Maceió (AL), por meio de uma abordagem participativa e estruturada, fundamentada na aplicação da Técnica de Grupo Nominal (Nominal Group Technique – NGT).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Área de estudo

A cidade de Maceió, atual capital do estado de Alagoas, começou a experimentar um desenvolvimento significativo ao desempenhar a função de entreposto comercial estrategicamente localizado nas proximidades do porto natural de Jaraguá. Sua posição geográfica vantajosa, aliada à expansão das atividades comerciais, contribuiu para superar a relevância econômica da antiga vila de Alagoas. Com a emancipação política do território em relação a Pernambuco, Maceió foi elevada à condição de capital, assumindo o protagonismo na administração política e no controle econômico de toda a região alagoana.

Figura 1: Mapa do município de Maceió



### Coleta de Dados para Avaliação das Soluções Baseadas na Natureza

A coleta de dados foi conduzida por meio da aplicação de um questionário estruturado, elaborado para atender dois públicos-alvo distintos: o Grupo 1 (G1), formado por especialistas da área acadêmica, e o Grupo 2 (G2), constituído por gestores públicos e profissionais responsáveis pelo planejamento urbano.

### Aplicação da Técnica de Grupo Nominal (NGT)

A interação entre os Grupos 1 (G1) e 2 (G2) é estratégica para incorporar distintas perspectivas quanto aos desafios e potencialidades da adoção de Soluções Baseadas na Natureza (SbN). A fim de identificar pontos de consenso e de divergência entre esses grupos — considerados agentes decisórios (Decision-Makers, DMs), conforme descrito no Quadro 1 — será utilizada a Técnica de Grupo Nominal (NGT). Essa metodologia terá como eixo central a seguinte questão orientadora: “*Quais Soluções Baseadas na Natureza podem ser adotadas para promover a resiliência urbana diante de eventos extremos de inundação na cidade de Maceió, Alagoas?*”

Quadro 1 – Escala para ponderar as avaliações de acordo com a experiência e formação dos DMs

		Tempo de Experiência		
		Anos <10	Anos <20	Anos >20
Formação	Bacharelado	1	2	3
	Mestrado	2	4	6
	Doutorado	3	6	9

Fonte: Adaptado de Fontana et al. (2023)

A partir dessas definições, foram estabelecidos dois cenários analíticos para avaliação das Soluções Baseadas na Natureza (SbN): o Cenário 1 (S1), representando a comparação entre o Grupo 1 (G1) e o Grupo 2 (G2) sem ponderação, no qual se analisa a avaliação das SbN para o incremento da resiliência urbana realizada por especialistas acadêmicos versus gestores públicos; e

o Cenário 2 (S2), no qual essa comparação é realizada considerando pesos atribuídos às respostas de ambos os grupos (ponderado). E para mensurar o grau de concordância nas avaliações dos participantes de cada grupo, empregou-se uma escala do tipo Likert de 5 pontos, conforme proposto por Fontana et al. (2023), variando de 0 (não aplicável) a 5 (concordo totalmente).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Identificação e categorização das Soluções Baseadas na Natureza

Foram definidas categorias para as Soluções Baseadas na Natureza (SbN), distribuídas da seguinte forma: classe 1, englobando mitigação climática e conforto urbano; classe 2, referente à gestão hídrica estruturada e vegetação urbana multifuncional; classe 3, que contempla captação e conservação hídrica descentralizada; e classe 4, abrangendo soluções emergentes caracterizadas por baixa disseminação técnica e inovação tecnológica.

Adicionalmente, seguindo o protocolo descrito por Bearman et al. (2012), foram identificadas na literatura 35 SbN aplicáveis ao enfrentamento de eventos extremos de seca na região do Sertão Alagoano, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Soluções baseadas na Natureza identificadas na Revisão Sistemática da Literatura

Código	Solução Baseada na Natureza (SBN)	Definição	Autores
SBN01	Reflorestamento urbano	Plantio de árvores nativas em áreas urbanas para melhorar a infiltração da água e reduzir escoamento superficial.	(Berland et al., 2017)
SBN02	Telhados verdes	Cobertura vegetal instalada sobre telhados para absorver água da chuva e reduzir o escoamento.	(Costa et al. 2021)
SBN03	Jardins de chuva	Depressões ajardinadas que captam e infiltram a água da chuva localmente.	(Koiv-Vainik et al., 2022)
SBN04	Pavimento permeável	Materiais de pavimentação que permitem a infiltração da água no solo.	(Huang et al. 2020)
SBN05	Corredores ecológicos	Faixas vegetadas conectando áreas verdes que também atuam como zonas de retenção hídrica.	(Forman, 1995)
SBN06	Parques inundáveis	Áreas verdes projetadas para alagamentos temporários durante eventos de cheia.	(Vogel e Lima, 2025)
SBN07	Agricultura urbana sustentável	Cultivos em áreas urbanas que absorvem parte das águas pluviais.	(Seddon et al., 2020)
SBN08	Zonas ripárias restauradas	Recuperação da vegetação nativa ao longo de rios urbanos.	(Guida-Johnson; Zuleta, 2017)
SBN09	Pântanos artificiais	Áreas alagadas construídas para armazenar e tratar águas pluviais.	(Gleeson et al., 2016)
SBN10	Lagoínhas urbanas	Pequenas lagoas construídas para controlar o escoamento de águas pluviais.	(Meyer, 1994)
SBN11	Sistemas agroflorestais urbanos	Integração de árvores e cultivos para controle de erosão e absorção hídrica.	(Siriri e Raus-sen 2003)
SBN12	Buffer zones verdes	Faixas de vegetação natural entre corpos hídricos e áreas urbanas.	(Mayer et al., 2007)
SBN13	Reservatórios subterrâneos verdes	Infraestrutura naturalizada para armazenar águas pluviais no subsolo.	(Ribeiro et al., 2021)
SBN14	Recuperação de manguezais	Restauração de áreas de mangue como barreiras naturais contra inundações.	(Ouyang e Guo, 2016)
SBN15	Bioengenharia de encostas	Técnicas vegetativas para estabilizar encostas e controlar o escoamento.	(Pisano et al. e Giadrossich et al.)

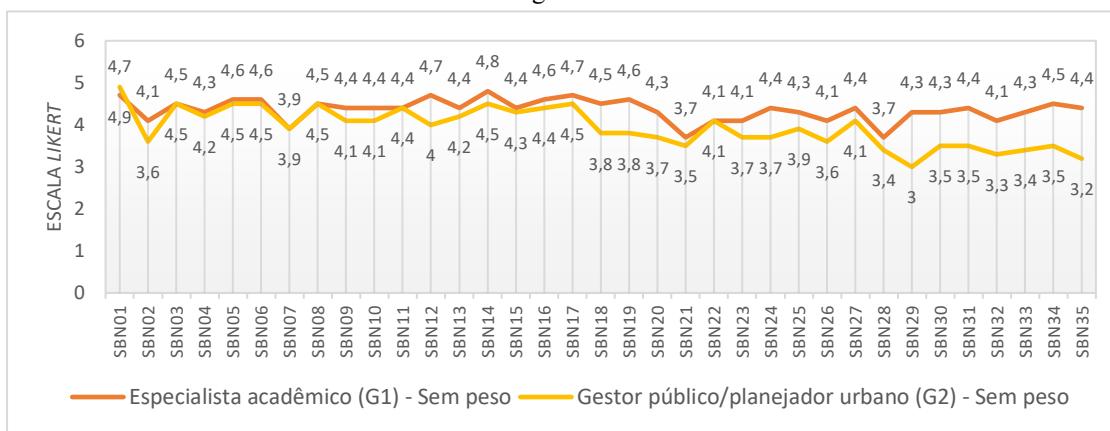
SBN16	Praças drenantes	Praças com vegetação e solo permeável para infiltração da chuva.	(Nunes, Oliveira, Bezerra, Duarte, Almeida e Castaldo, 2025)
SBN17	Matas ciliares urbanas	Reintrodução de vegetação nas margens dos rios urbanos.	(Leroy et al. 2016).
SBN18	Trincheiras de infiltração	Canais subterrâneos preenchidos com material granular que promovem infiltração.	(Mullins et al., 2020)
SBN19	Valas vegetadas	Canais rasos revestidos com vegetação para escoamento controlado da água da chuva.	(Huang et al. 2020)
SBN20	Biorretenção	Áreas vegetadas que coletam e tratam águas pluviais.	(Fletcher et al. 2015)
SBN21	Ilhas flutuantes vegetadas	Plataformas vegetadas flutuantes que ajudam no controle da água e purificação.	(Rocha et al., 2018)
SBN22	Afloramentos vegetados	Áreas elevadas com vegetação para controle de fluxo e recarga de aquíferos.	(Meles et al., 2024)
SBN23	Trampolins de biodiversidade	Miniáreas vegetadas urbanas interligadas que ajudam na retenção de água.	Wolch, Byrne & Newell, 2014
SBN24	Sistemas de captação e reuso de água pluvial	Estruturas que captam e armazenam água da chuva para reuso não potável.	(Ursino; Pozzato, 2019)
SBN25	Redes azuis-verdes	Integração de áreas verdes e cursos d'água urbanos para controle hídrico.	(Lundy & Wade 2011)
SBN26	Quintais agroecológicos	Áreas residenciais produtivas que ajudam na infiltração da água.	Taylor and Lovell, 2014
SBN27	Reabilitação de canais naturais	Recuperação de canais fluviais para funcionamento hidrológico natural.	(Verdonschot & Verdonschot, 2023)
SBN28	Desimpermeabilização urbana	Remoção de concreto/asfalto para retorno à permeabilidade do solo.	Shuster et al., 2008
SBN29	Muros verdes	Paredes verticais cobertas por vegetação que reduzem o impacto das chuvas.	(Herzog et al., 2020)
SBN30	Engenhos de drenagem natural	Uso de formas naturais de relevo para escoamento e absorção de águas pluviais.	(Della Justina et al., 2019);
SBN31	Cortinas arbóreas	Fileiras de árvores como barreiras contravento e escoamento superficial.	(Szigeti et al., 2020)
SBN32	Clivagens hidrológicas verdes	Intervenções para redirecionar água da chuva com vegetação controlada.	Davis et al., 2009
SBN33	Biovaletas	Valas projetadas com vegetação para transporte e infiltração da água.	(Gavrić et al., 2019)
SBN34	Bacias de detenção vegetadas	Áreas vegetadas projetadas para reter e infiltrar grandes volumes de água temporariamente.	(Fletcher et al., 2015).
SBN35	Telas vegetadas contra erosão	Malhas com vegetação para estabilizar solos em áreas sujeitas a erosão.	(Chen et al., 2022)

**Fonte:** Esta pesquisa (2025)

### Avaliação das respostas

A análise das respostas obtidas por meio do questionário aplicado foram conduzidas com base na NGT. A amostra possui 16 participantes do grupo 1 e 11 participantes do grupo 2.

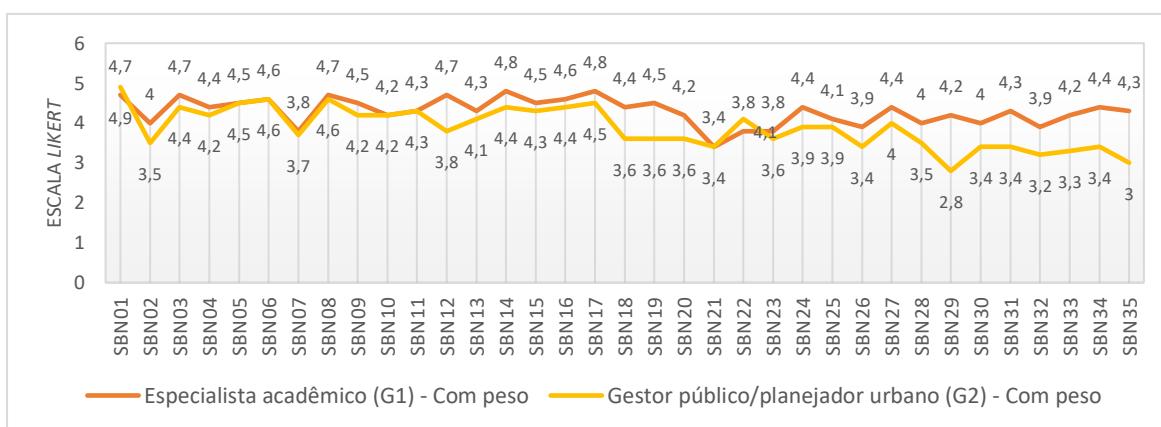
Figura 2: Cenário 1



A partir dos dados da pesquisa, aplicou-se a Técnica de Grupo Nominal (TGN) com especialistas acadêmicos e gestores públicos para avaliar a relevância das Soluções Baseadas na Natureza (SBN) no enfrentamento de cheias. Entre as opções analisadas, a SBN14 — restauração de áreas de manguezal — obteve a maior média de importância entre os especialistas, refletindo seu papel estratégico na proteção costeira e nos serviços ecossistêmicos, como purificação da água (Ouyang & Guo, 2016) e influência positiva em ecossistemas marinhos adjacentes (Guannel et al., 2016), com reforço adicional de Gijsman et al. (2021) sobre sua eficácia como barreira natural contra inundações costeiras.

Em contraste, as SBN21 (plataformas vegetadas flutuantes) e SBN28 (remoção de superfícies impermeáveis) receberam as menores médias (3,7), devido à percepção de aplicação limitada em áreas urbanas consolidadas e menor impacto direto no controle de cheias (Rocha et al., 2018; Demuzere et al., 2014). Esses resultados indicam preferência por soluções de maior escala ecossistêmica e impacto protetivo, reforçando a necessidade de implementar as SBN de forma integrada e adaptada ao contexto territorial para maximizar seus benefícios ambientais e urbanos.

Figura 3: Cenário 2



A partir do cálculo ponderado das médias das respostas dos especialistas acadêmicos (G1) e dos gestores públicos/planejadores urbanos (G2), foi possível identificar as soluções baseadas na natureza (SBN) mais valorizadas por cada grupo. Para ambos os grupos, a solução mais bem avaliada foi a SBN01, que propõe o plantio de árvores nativas em áreas urbanas para aumentar a infiltração e reduzir o escoamento superficial — com média 4,9 no G1 e 4,7 no G2. Esse consenso

reforça a eficácia da prática, amplamente reconhecida na literatura por sua associação à redução do escoamento em diferentes climas (Borg et al., 1988; Bruijnzeel, 2004; Teuling et al., 2019).

No grupo G1, a solução menos valorizada foi a SBN21, referente às ilhas flutuantes vegetadas, com média 3,4. Apesar de eficazes na melhoria da qualidade da água, essas estruturas são vistas como menos aplicáveis ao controle direto do escoamento urbano. Já no grupo G2, a menor média foi atribuída à SBN29, sobre paredes verdes verticais (nota 2,8), sugerindo uma percepção de impacto limitado na mitigação de cheias. No entanto, estudos apontam que essas estruturas podem contribuir de forma complementar para a retenção da água pluvial e redução do risco de alagamentos (Santos et al., 2019).

Dessa forma, observa-se convergência entre especialistas e gestores quanto à valorização de soluções que aumentem a permeabilidade do solo, como o reflorestamento urbano, embora haja divergências na avaliação de tecnologias complementares, influenciadas pelas escalas e contextos de aplicação.

## CONCLUSÃO

A análise demonstrou que as Soluções Baseadas na Natureza (SBN) mais valorizadas pelos especialistas e gestores públicos foram aquelas relacionadas ao aumento da permeabilidade do solo e à restauração de ecossistemas naturais, como o plantio de árvores nativas e a recuperação de manguezais. Por outro lado, soluções como ilhas flutuantes vegetadas e paredes verdes foram consideradas de menor prioridade, por serem vistas como complementares ou de aplicação restrita. Os resultados reforçam a importância de ações integradas de planejamento, capacitação técnica e formulação de políticas públicas para viabilizar a adoção efetiva das SBN na gestão de cheias urbanas.

## REFERÊNCIAS

- BERLAND, A. et al. Green infrastructure for urban stormwater management: Practices and perspectives from the United States. *Landscape and Urban Planning*, v. 157, p. 395–406, 2017. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2016.08.007.
- BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D. Sea level changes. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE QUATERNARY, 1975, Curitiba. Topics for discussion. Curitiba: Boletim Paranaense de Geociências, v. 33, p. 245–251, 1975. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/3-540-31081-1\\_20](https://doi.org/10.1007/3-540-31081-1_20).
- BORG, A. L. Rainfall-runoff modeling – Past, present and future. *Journal of Hydrology*, v. 100, n. 1–3, p. 341–352, 1988. DOI: 10.1016/0022-1694(88)90191-6.
- CHEN, Wen L.; MULLER, Peter; GRABOWSKI, Robert C.; DODD, Nicholas. Green nourishment: an innovative nature-based solution for coastal erosion. *Frontiers in Marine Science*, v. 8, p. 814589, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.814589>.
- COHEN-SHACHAM, E. et al. Nature-based solutions to address global societal challenges. *Nature Climate Change*, v. 6, p. 308–315, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/ncomms14796>.
- COSTA, J. P. R. et al. Effectiveness of Nature-Based Solutions on Pluvial Flood Hazard Mitigation: The Case Study of the City of Eindhoven (The Netherlands). *Water*, v. 13, n. 6, p. 1–19, 2021. DOI: 10.3390/w13060769.
- DAVIS, A. P. et al. Bioretention technology: Overview of current practice and future needs. *Journal of Environmental Engineering*, v. 135, n. 3, p. 109–117, 2009. DOI: 10.1061/(ASCE)0733-9372(2009)135:3(109).
- DELLA JUSTINA, Clarissa Rosa Vieira et al. Soluções baseadas na natureza como uma alternativa promissora para a restauração fluvial e a redução de inundações. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ*, v. 13, n. 2, p. 198–212, jul./dez. 2019. DOI: 10.19180/2177-4560.v13n22019p198-212.

- DEMUZERE, M. et al. Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. *Environmental Science & Policy*, v. 39, p. 6–19, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.12.003>.
- EGGERMONT, S. et al. Nature-based solutions: new influence for environmental management and research in Europe. *Biological Conservation*, v. 183, p. 603–613, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.07.030>.
- EMERTON, L. et al. Flood risk management under climate change in Europe: adaptation and disaster risk reduction approaches. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, v. 3, n. 5, p. 395–412, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/wat2.1137>.
- FLETCHER, T. D. et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, v. 12, n. 7, p. 525–542, 2015. DOI: [10.1080/1573062X.2014.916314](https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314).
- FLETCHER, T. D.; SHUSTER, W.; HUNT, W. F.; ASCE, M.; ASCE, M.; ASCE, M. S.; ASCE, M. B.; ASCE, M. B. S.; ASCE, M. B. J. S. SUDS, LID, BMPs and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. *Urban Water Journal*, v. 12, n. 7, p. 525–542, 2015. DOI: [10.1080/1573062X.2014.916314](https://doi.org/10.1080/1573062X.2014.916314).
- FONTANA, M.E.; LEVINO, N.A.; GUARNIERI, P.; SALEHI, S. (2023). “Using Group Decision-Making to assess the negative environmental, social and economic impacts of unstable rock salt mines in Maceió, Brazil”. *The Extractive Industries and Society*, v. 16, p. 101360.
- FORMAN, R. T. T. Land mosaics: The ecology of landscapes and regions. Cambridge: Cambridge University Press, 1995. DOI: [10.1017/CBO9780511618443](https://doi.org/10.1017/CBO9780511618443).
- GAVRIĆ, N.; FRANTZESKAKI, N.; RINK, D.; et al. Nature-based solutions for urban water management: a review of approaches and challenges. *Sustainability*, v. 11, n. 23, p. 6764, 2019. DOI: [10.3390/su11236764](https://doi.org/10.3390/su11236764).
- GIJSMAN, L. W. et al. Mangrove greenbelts: A nature-based solution for risk reduction and adaptation to climate change. *Science of The Total Environment*, v. 772, 145456, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145456>.
- GLEESON, T.; MOUNT, J. F.; HUNTER, R.; et al. The global groundwater crisis. *Nature Geoscience*, v. 9, n. 8, p. 606–611, 2016. DOI: [10.1038/ngeo2746](https://doi.org/10.1038/ngeo2746).
- GOEL, M.; JHA, B.; KHAN, S. Living walls enhancing the urban realm: a review. *Environmental science and pollution research*, v. 29, n. 26, p. 38715–38734, 2022. DOI: [10.1007/s11356-022-19501-7](https://doi.org/10.1007/s11356-022-19501-7).
- GUANNEL, G.; ARKEMA, K.; RUGGIERO, P.; VERUTES, G. The power of three: coral reefs, seagrasses and mangroves protect coastal regions and increase their resilience. *PLoS ONE*, v. 11, n. 7, e0158094, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158094>.
- GUIDA-JOHNSON, B.; ZULETA, G. A. Riparian rehabilitation planning in an urban–rural gradient: Integrating social needs and ecological conditions. *Ambio*, v. 46, n. 5, p. 578–587, 2017. DOI: [10.1007/s13280-016-0857-7](https://doi.org/10.1007/s13280-016-0857-7).
- HAASE, D. et al. Valuing nature-based solutions: a review of impacts, fairness and governance. *Environmental Science & Policy*, v. 72, p. 35–45, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.02.005>.
- HERZOG, Cecilia; FREITAS, Tiago; WIEDMAN, Guilherme (Orgs.). Soluções baseadas na natureza e os desafios da água: acelerando a transição para cidades mais sustentáveis. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, 2020. DOI: <https://doi.org/10.2777/850594>.
- HÖLSCHER, D.; KÖHLER, L.; VAN DIJK, A. I. J. M.; BRUIJNZEEL, L. A. The importance of epiphytes to total rainfall interception by a tropical montane rain forest in Costa Rica. *Journal of Hydrology*, v. 292, n. 1, p. 308–322, 2004. DOI: [10.1016/j.jhydrol.2004.01.015](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2004.01.015).
- HUANG, Y.; LI, Y.; ZHANG, Y.; et al. Descriptive analysis of the performance of a vegetated swale in a cold climate. *Water*, v. 12, n. 10, p. 2781, 2020. DOI: [10.3390/w12102781](https://doi.org/10.3390/w12102781).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Maceió – Histórico. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/al/maceio/historico>. Acesso em: 13 maio 2025.

KABISCH, N. et al. Nature-based solutions in urban areas: how to integrate social and ecological perspectives. *Environmental Science & Policy*, v. 62, p. 69–77, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.06.008>.

KABISCH, N. et al. Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas. *Journal of Environmental Psychology*, v. 50, p. 36–47, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2017.03.001>.

KÖIV-VAINIK, M. et al. Urban stormwater retention capacity of nature-based solutions at different climatic conditions. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*, v. 3, n. 1, p. 1–15, 2022. DOI: [10.1016/j.inpr.2022.100030](https://doi.org/10.1016/j.inpr.2022.100030).

LEROY, M. C.; VIKLANDER, M.; MARSALEK, J.; et al. Processes improving urban stormwater quality in grass swales and filter strips: A review of research findings. *Science of the Total Environment*, v. 556, p. 110–121, 2016. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2016.03.032](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.03.032).

LUNDY, L.; WADE, R. Integrating sciences to sustain urban ecosystem services. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*, v. 35, n. 5, p. 653–669, 2011. DOI: [10.1177/0309133311422464](https://doi.org/10.1177/0309133311422464).

MAYER, P. M. et al. Riparian buffer width, vegetative cover, and nitrogen removal effectiveness: A review of current science and regulations. *Environmental Protection Agency*, 2007. DOI: [10.2172/899844](https://doi.org/10.2172/899844).

MCMILLAN, S. S.; KING, M.; TULLY, M. P. How to use the nominal group and Delphi techniques. *International Journal of Clinical Pharmacy*, v. 38, n. 3, p. 655–662, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11096-016-0257-x>.

MELES, Menberu B. et al. Uncovering the gaps in managed aquifer recharge for sustainable groundwater management: A focus on hillslopes and mountains. *Journal of Hydrology*, v. 639, p. 131615, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2024.131615>. Acesso em: 21 jun. 2025.

MEYER, J. L. Effects of urbanization on streams. *Urban Ecosystems*, v. 1, n. 3, p. 185–187, 1994. DOI: [10.1007/BF02250555](https://doi.org/10.1007/BF02250555).

MOUNTJOY, M. et al. Use of multi-criteria decision analysis in water infrastructure planning. *Energy Policy*, v. 67, p. 767–777, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.009>.

MULLINS, B. J.; et al. Seasonal drivers of chemical and hydrological patterns in roadside infiltration trenches. *Science of The Total Environment*, v. 703, 2020, p. 134-135. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2019.134135](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134135).

NUNES, Orlando Vinícius Rangel; OLIVEIRA, Fabiano Lemes de; BEZERRA, Maria do Carmo de Lima; DUARTE, Enzo D'Angelo Arruda; ALMEIDA, Davi Navarro de; CASTALDO, Ana Giulia. Soluções baseadas na natureza para gestão de águas pluviais: Co-criando uma proposta multiescalar no Sul Global. *Terreno*, v. 14, n. 4, p. 740, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/land14040740>. Acesso em: 29 maio 2025.

OUYANG, X.; GUO, F. A review of the ecosystem functions of mangroves and a proposed framework for their valuation. *Ecological Indicators*, v. 69, p. 595–604, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.05.038>.

OUYANG, Xiaoguang; GUO, Fang. Paradigms of mangroves in treatment of anthropogenic wastewater pollution. *Science of the Total Environment*, v. 544, p. 971–979, 2016. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2015.12.013](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.013).

PALOMO, I. et al. Implementing nature-based solutions for climate adaptation: opportunities and barriers. *Journal of Environmental Management*, v. 286, p. 112536, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112536>.

PISANO, F.; GIADROSSICH, F.; SCHWARZ, M.; COHEN, D.; CISLAGHI, A.; PRETI, F. Probabilistic analyses of root-reinforced slopes using Monte Carlo simulations. *Geosciences*, v. 13, n. 3, p. 75, 2023. DOI: [10.3390/geosciences13030075](https://doi.org/10.3390/geosciences13030075).

PRIMOS, E. Social equity in green infrastructure planning: evidence from European cities. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 13, n. 4, p. 757–764, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2014.06.005>.

RIBEIRO, Luís; MACHADO, Maria João; COSTA, Luis. Revisiting ancestral groundwater techniques as nature based solutions for managing water. In: ROSA, Damià Barceló (ed.). *Groundwater and human development*. Cham: Springer, 2021. p. 739–745. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-59320-9\\_103](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59320-9_103).

ROCHA, E. G. et al. Uso de jardins flutuantes na remediação de águas superficiais urbanas poluídas.

Revista de Iniciação Científica Acadêmica –RICA, v. 7, n. 1, p. 80–92, 2018. Acesso em: 14 jun. 2025. DOI: <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.007.0010>.

ROCHA, S. M. B. D. et al. Soluções baseadas na natureza para a adaptação à mudança do clima: oportunidades e desafios para a gestão urbana da água. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 23, e8, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2318-0331.231820170108>.

SEDDON, N. et al. Global recognition of the importance of nature-based solutions to the impacts of climate change. Global Sustainability, v. 3, e15, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/sus.2020.8>.

SEDDON, Nathalie; CHAUSSON, Alexandre; BERRY, Pam; GIRARDIN, Cécile A. J.; SMITH, Alison; TURNER, Beth. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 375, n. 1794, p. 20190120, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>.

SHUSTER, W. D. et al. Impacts of impervious surface removal on urban watershed hydrology. Journal of Environmental Management, v. 90, n. 11, p. 308–318, 2008. DOI: 10.1016/j.jenvman.2007.10.011.

SIRIRI, D.; RAUSSEN, T. The agronomic and economic potential of tree fallows on scoured terraces in the humid highlands of southwestern Uganda. Forest Ecology and Management, v. 179, n. 1–3, p. 599–614, 2003. DOI: [10.1016/S0167-8809\(02\)00246-4](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00246-4)

SZIGETI, Nóra; FRANK, Norbert; VITYI, Andrea. The multifunctional role of shelterbelts in intensively managed agricultural land – Silvoarable agroforestry in Hungary. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, v. 16, n. 1, p. 19–38, 2020. DOI: [10.37045/aslh-2020-0002](https://doi.org/10.37045/aslh-2020-0002).

TAYLOR, J. R.; LOVELL, S. T. Urban home food gardens in the Global North: Research traditions and future directions. Agriculture and Human Values, v. 31, n. 2, p. 285–305, 2014. DOI: 10.1007/s10460-013-9471-1.

TEULING, A. J. et al. The effects of tree characteristics on rainfall interception in urban areas. Landscape and ecological engineering, v. 15, p. 289–296, 2019.

URSINO, Nadia; POZZATO, Luca. Heritage-based water harvesting solutions. Water, Basel, v. 11, n. 5, p. 924, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/w11050924>. Acesso em: 16 jun. 2025.

VERDONSCHOT, P. F. M.; VERDONSCHOT, R. C. M. The role of stream restoration in enhancing ecosystem services. Hydrobiologia, [S.l.], v. 850, p. 2537–2562, 2023. DOI: [10.1007/s10750-022-04918-5](https://doi.org/10.1007/s10750-022-04918-5). Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10750-022-04918-5>. Acesso em: 21 jun. 2025.

VOGEL, Monique Thaís; LIMA, Márcia Azevedo de. Parques alagáveis: estratégia para a resiliência urbana. In: ENANPUR 2025 – 22º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2025, Florianópolis. Anais eletrônicos. Florianópolis: UFSC, 2025. Disponível em: <https://anais.anpur.org.br/index.php/anaisenapur/article/view/10991>. Acesso em: 29 maio 2025.

WOLCH, J. R.; BYRNE, J.; NEWELL, J. P. Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough’. Landscape and Urban Planning, v. 125, p. 234–244, 2014. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.01.017.