



I CONGRESSO PERNAMBUCANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Água para o Desenvolvimento
Recife, 24, 25 e 26 de Março de 2026

OTIMIZAÇÃO MULTIOBJETIVO APLICADA À DRENAGEM URBANA E À RESILIÊNCIA À INUNDAÇÕES NO RECIFE-PE: REVISÃO DE LITERATURA E PROPOSIÇÃO METODOLÓGICA

*José Henrique Costa de Azevêdo¹; Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral²; Márcia
Maria Guedes Alcoforado de Moraes³*

Palavras-chave: Drenagem urbana; Otimização multiobjetivo; Resiliência urbana; Inundações; Planejamento urbano sustentável.

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano acelerado, associado à impermeabilização do solo e à ocupação de áreas ambientalmente frágeis, tem intensificado os impactos das inundações em cidades brasileiras. Eventos extremos de precipitação, potencializados pelas mudanças climáticas, ampliam perdas humanas, econômicas e ambientais, sobretudo em comunidades socialmente vulneráveis (TAGUCHI et al., 2022; MARENGO et al., 2023).

No Brasil, entre 2013 e 2023, as chuvas ocasionaram quase duas mil mortes e prejuízos superiores a R\$ 79 bilhões (CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS, 2023). Em Recife, a combinação entre maré alta, relevo plano e infraestrutura de drenagem insuficiente agrava a recorrência de alagamentos. Nesse contexto, torna-se fundamental integrar soluções estruturais de drenagem com políticas socioeconômicas capazes de fortalecer a resiliência urbana.

A literatura recente destaca o uso de modelos de otimização multiobjetivo como ferramenta de apoio à decisão em sistemas de drenagem urbana (SEYEDASHRAF, 2024; ROOZBAHANI et al., 2025). Contudo, ainda são escassos os estudos que incorporam explicitamente indicadores de vulnerabilidade e capacidade de recuperação socioeconômica. Este trabalho apresenta uma revisão de literatura e propõe uma estrutura metodológica baseada em programação matemática para avaliar os impactos da drenagem urbana na resiliência a inundações no Recife-PE.

¹) Afiliação: Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências (CTG), Departamento de Engenharia Civil, Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n, telefone (81) 2126-8220 e e-mail: josehenrique.azevedo@ufpe.br.

²) Afiliação: Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências (CTG), Departamento de Engenharia Civil, Rua Acadêmico Hélio Ramos, s/n, telefone (81) 2126-8220 e e-mail: jaime.cabral@ufpe.br.

³) Afiliação: Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Sociais Aplicadas (CCSA), Departamento de Economia, Avenida dos Economistas, s/n, telefone (81) 2126-8378 e e-mail: marcia.alcoforado@ufpe.br.

METODOLOGIA

A metodologia fundamenta-se na revisão sistemática da literatura sobre resiliência urbana, impactos socioeconômicos das inundações e aplicação de modelos de otimização multiobjetivo em drenagem urbana. A partir dessa revisão, propõe-se um modelo matemático formulado em programação, implementado no software GAMS.

O modelo considera dois objetivos conflitantes: minimizar o risco socioeconômico associado às inundações e minimizar os custos de investimento em obras de drenagem, benefícios sociais e reassentamento habitacional. Indicadores de vulnerabilidade social, profundidade de inundação e renda da população são integrados por meio de um índice multicritério de resiliência.

RESULTADOS

Os resultados esperados incluem a identificação de soluções ótimas que conciliem redução de custos e aumento da resiliência socioeconômica. A análise da Fronteira de Pareto permitirá avaliar trade-offs entre investimentos em infraestrutura e benefícios sociais, evidenciando alternativas viáveis sob restrições orçamentárias.

A Tabela 1 apresenta indicadores utilizados para avaliar os impactos da drenagem urbana sobre diferentes sistemas urbanos, adaptados de Oliveira et al. (2022).

Tabela 1 – Indicadores dos impactos da drenagem urbana.

Sistema Urbano	Indicador	Descrição
Habitação	Habitações inundadas	Número de residências afetadas por inundações
Mobilidade	Vias inundadas	Extensão de vias com profundidade ≥ 50 cm
Saúde	Unidades de saúde afetadas	Número de equipamentos inundados
Economia	Centros comerciais afetados	Número de estabelecimentos impactados

Os estudos revisados indicam que a integração entre medidas estruturais e não estruturais potencializa a redução de riscos e acelera a recuperação pós-evento, reforçando a importância de abordagens integradas para o planejamento urbano resiliente.

CONCLUSÕES

A revisão de literatura evidencia que a otimização multiobjetivo constitui uma ferramenta robusta para apoiar decisões estratégicas em drenagem urbana. A proposição

metodológica apresentada amplia o escopo tradicional ao incorporar indicadores socioeconômicos, contribuindo para soluções mais equitativas e sustentáveis.

A abordagem proposta oferece subsídios técnicos para políticas públicas voltadas à redução de riscos hidrológicos e ao fortalecimento da resiliência urbana no Recife, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 11 e o ODS 13.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Federal de Pernambuco.

REFERÊNCIAS

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (Brasil). Danos e prejuízos causados por desastres no Brasil entre 2013 a 2023. Brasília: CNM, 2023. Disponível em: <https://www.cnm.org.br>. Acesso em: 25 out. 2025.

Marengo, J. A.; Alcantara, E.; Cunha, A. P.; Seluchi, M.; Nobre, C. A.; Dolif, G.; Gonçalves, D.; Assis Dias, M.; Cuartas, L. A.; Bender, F.; Ramos, A. M.; Mantovani, J. R.; Alvalá, R. C.; Moraes, O. L. 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, p. 100545, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100545>.

OLIVEIRA, A.K.B., BATTLEMARCO, B.P., BARBARO, G., GOMES, M.V.R.; CABRAL, F.M., BEZERRA, R.O.P., RUTIGLIANI, V.A., LOURENÇO, I.B., MACHADO, R.K., REZENDE, O.M., MAGALHÃES, P.C., VERÓL, A.P., MIGUEZ, M.G. Evaluating the Role of Urban Drainage Flaws in Triggering Cascading Effects on Critical Infrastructure, Affecting Urban Resilience. *Infrastructures* 2022, 7, 153.

ROOZBAHANI, Abbas; ROGHANI, Bardia; NILSEN, Vegard; PAUS, Kim Aleksander Haukland; RYDNINGEN, Ulf. Optimization of urban stormwater systems: a multi-criteria approach to sustainable and cost-effective LID implementation. *Water Science & Technology*, v. 91, n. 5, p. 654–667, 2025. DOI: 10.2166/wst.2025.030.

SEYEDASHRAF, O. Enhancing Decision-Making in Sustainable Urban Drainage System Optimization: A Novel Framework for Sparse Pareto-Front. *Water Resources Management*, v. 38, p. 6157–6172, 2024. DOI: 10.1007/s11269-024-03951-4.

TAGUCHI, R.; TANOUÉ, M.; YAMAZAKI, D.; HIRABAYASHI, Y. Global-scale assessment of economic losses caused by flood-related business interruption. *Water*, Basel, v. 14, n. 967, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w14060967>. Acesso em: 25 out. 2025.