



## RECALCULANDO A ROTINA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

### **Desafios na infraestrutura de drenagem pluvial urbana: Análise de soluções sustentáveis e resilientes aplicadas na cidade costeira de Salvador-BA.**

*Challenges in urban stormwater drainage infrastructure: Analysis of sustainable and resilient solutions applied in the coastal city of Salvador-BA.*

**Camila Calmon de Assis**

Mestre em Desenvolvimento Regional e Urbano pela UNIFACS, Brasil.

Engenheira Civil na Prefeitura Municipal de Camaçari-BA, Brasil.

E-mail: calmoncamila@gmail.com

## **1 INTRODUÇÃO**

A população humana atual já ultrapassa 8 bilhões de pessoas. Estima-se que a quantidade de indivíduos em situação de risco a inundação aumentará de 1,2 bilhão para cerca de 1,6 bilhão até 2050. Esse número corresponde a aproximadamente 20% da população mundial atual, para o caso de não haver intervenções voltadas para o planejamento das cidades englobando a implementação das infraestruturas de drenagem pluvial, comprometendo a sustentabilidade das gerações atuais e futuras (Koncagul *et al*, 2018).

No Brasil, o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2022) identificou 522,4 mil desabrigados e/ou desalojados em áreas urbanas devido a eventos hidrológicos impactantes, como inundações, enxurradas e alagamentos. Além disso, estimou-se a existência de 2,4 milhões de domicílios urbanos em situação de risco à inundação.

Conforme dados do SNIS (2022), foram identificados 1.290 municípios brasileiros classificados como críticos em relação à ocorrência de eventos hidrológicos impactantes – tais como enxurradas, enchentes, inundações e desmoronamento de terra –, com episódios de desalojamento e desabrigamento de pessoas.

Um desses municípios críticos é Salvador, localizado na macrorregião Nordeste, na costa do Estado da Bahia. Ele é caracterizado por seu formato peninsular, cercado pelo oceano Atlântico, por ter a quinta maior população entre os 5.570 municípios brasileiros e por apresentar o 14º Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil. A cidade também possui pontos com habitações e ocupação do solo realizados sem planejamento adequado para atender o elevado contingente populacional, o que acarretou a formação de aglomerados sem infraestrutura urbana totalmente adequada (SNIS, 2022) e (IBGE, 2010; 2022).

Considerando tais cenários socioespaciais contemporâneos em escala global, nacional, regional e local, há necessidade de ações voltadas à implementação de estratégias para mitigação dos impactos ambientais relacionados aos ecossistemas e corpos hídricos, alinhadas aos princípios do desenvolvimento sustentável. Dessa forma é possibilitada a minimização de conflitos socioambientais e aumento da eficiência econômica, confluindo para formação de cidades mais responsivas, resilientes e promissoras.

Essas circunstâncias suscitaram a necessidade de debates sobre a temática dos aspectos da sustentabilidade e estratégias de resiliência que podem ser alcançados por meio de projetos de infraestrutura de drenagem pluvial.

Logo, esta pesquisa apresentou como balizador a seguinte problemática: ações para



## RECALCULANDO A ROÇA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

mitigação dos impactos do crescimento populacional acelerado e das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos, conforme a Organização das Nações Unidas (ONU, 2015; 2016), Koncagul *et al* (2018), Brasil (2007; 2020; 2024) e SNIS (2017-2022).

Justifica-se a importância desse debate, pois ao compreender os aspectos do desenvolvimento sustentável interligados à drenagem pluvial urbana, pode-se atuar de forma assertiva diante das consequências do crescimento citadino sem planejamento e dos riscos desencadeados com as mudanças climáticas, ambos no teor dos recursos hídricos, conforme as conjunturas socioespaciais da atualidade (Montibeller, 1993; ONU, 2015; Koncagul *et al*, 2018).

Como resultado, foi apresentado um panorama que fundamenta a importância da infraestrutura de drenagem pluvial no fomento à resiliência das cidades e ao desenvolvimento sustentável regional e urbano (ONU, 2015; Brasil, 2020; 2024; SNIS, 2022).

## 2 OBJETIVO

Articulando-se às escalas global, nacional e regional, esta pesquisa teve como principal objetivo analisar os aspectos da sustentabilidade e estratégias de resiliência nas infraestruturas de drenagem pluvial no município de Salvador entre os anos de 2017 a 2022.

## 3 METODOLOGIA

Haja vista a necessidade de compreender a confluência entre drenagem pluvial e os aspectos da sustentabilidade de maneira abrangente, eliminado vieses de uma única perspectiva analítica, foram explorados ângulos qualitativos e quantitativos envoltos na temática, assim como diversas fontes bibliográficas e documentais. Portanto, a metodologia utilizada para alcançar o objetivo proposto foi a triangulação intermétodos e entre dados (Santos *et al*, 2017).

Cabe ressaltar que este resumo integra uma pesquisa mais aprofundada, que utilizou 91 referências bibliográficas e um *modus operandi* para sua fundamentação e desenvolvimento.

## 4 DESENVOLVIMENTO

Esta pesquisa foi embasada nos estudos de Koncagul *et al* (2018) e nas premissas estabelecidas pela ONU (2015; 2016), sobre mudança do clima, aumento da poluição dos recursos hídricos, crescimento da população e processo de urbanização, com frequente substituição da vegetação por pavimentos impermeáveis, que podem gerar inundações, enchentes, desmoronamentos, e por conseguinte o desabrigamento e desalojamento de pessoas.

Nesse horizonte, foram estudadas soluções para os desafios da redução de riscos aos desastres naturais, melhoria dos assentamentos urbanos e mitigação aos impactos das mudanças climáticas no que concerne às águas pluviais, conforme demonstrado pela Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, com seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e Metas (ONU, 2015).

Na conjuntura do desenvolvimento sustentável, o principal enfoque das redes de drenagem pluviais se dá na mitigação de impactos sociais, ambientais e econômicos decorrentes de eventos hidrológicos de risco, assim como em evitar que as águas pluviais



## RECALCULANDO A ROTINA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

sejam vetor de proliferação de doenças e poluição dos corpos hídricos que abastecem a população, a fauna e a flora das diversas localidades globais (SNIS, 2017-2022).

Devido a esses fatores, pode-se afirmar que as infraestruturas de drenagem pluvial se conectam aos seguintes aspectos da sustentabilidade:

- **Sustentabilidade social:** atuam no quesito de produção de bens dirigidos prioritariamente às necessidades básicas dos seres humanos, nesse caso, são elementos do saneamento básico, que afastam a água pluvial e resíduos provenientes das chuvas para ambientes mais propensos a recebê-los (Montibeller Filho, 1993; Tucci, 2005; SNIS, 2017-2022);

→ Exemplos práticos são os canais de escoamento pluvial subterrâneos, implantados em 52,3% das vias públicas de Salvador-BA (SNIS, 2022).

- **Sustentabilidade econômica:** envolvem-se no quesito de alocação e gestão mais eficientes, principalmente dos investimentos públicos, para soluções e estratégias de mitigação aos impactos dos eventos hidrológicos de risco sobre a população e equipamentos urbanos, sobretudo com o uso integrado de infraestruturas verdes, azuis e cinzas (Montibeller Filho, 1993; SNIS, 2017-2022);

→ Nesse contexto, o uso dessas três tipologias associadas permite economia em grandes estruturas de concreto e aço. Isso ocorre em Salvador-BA, onde são adotados reservatórios de amortecimento conectados a tubulações subterrâneas e bocas de lobo, além de plataformas de monitoramento hidrológico e sistemas de alerta preventivo (SNIS, 2022).

- **Sustentabilidade Ecológica:** estão compatíveis com procedimentos que inibem a deterioração dos ecossistemas, permitindo que a natureza com o seu ciclo hidrológico, encontre novos equilíbrios, preservando as fontes dos recursos aquáticos (Montibeller Filho, 1993; Tucci, 2005; Koncagul *et al*, 2018; SNIS, 2017-2022);

→ Na execução dessa teoria, estão os parques lineares, que favorecem a preservação e recuperação da mata ciliar. Esses elementos também são encontrados em Salvador-BA, integrando estratégias de drenagem urbana com conservação ambiental (SNIS, 2022; Salvador em Dados, 2025).

- **Sustentabilidade Espacial ou Geográfica:** diminuem as conseqüências dos eventos hidrológicos impactantes em locais com aglomeração de pessoas e podem auxiliar no manejo das águas pluviais de localidades com excesso de água, para regiões em escassez de água (Montibeller Filho, 1993; Elgendy, SNIS, 2017-2022; Hassini e Coulibaly, 2024);

→ Um dos exemplos relevantes dessa abordagem é a aplicação de modelos de adaptação às mudanças climáticas em aglomerados subnormais, por meio do mapeamento de áreas de risco, associado à instalação de sirenes de alerta e à capacitação da população para situações de enchentes, desmoronamentos e alagamentos. Essas estratégias são implementadas em Salvador-BA, contribuindo para a resiliência urbana e a proteção socioambiental (SNIS, 2022).

- **Sustentabilidade Cultural:** podem ser adaptados aos diferentes tipos de ecossistemas e comunidades, gerando a preservação e reabilitação dos serviços ecossistêmicos (Montibeller Filho, 1993; Koncagul *et al*, 2018).

→ Em Salvador-BA, esse aspecto da sustentabilidade interligado à drenagem pluvial pode ser visualizado em expressões artísticas, celebrações religiosas e atividades de lazer nos espaços públicos interligados a bacias de amortecimento e parques da cidade.

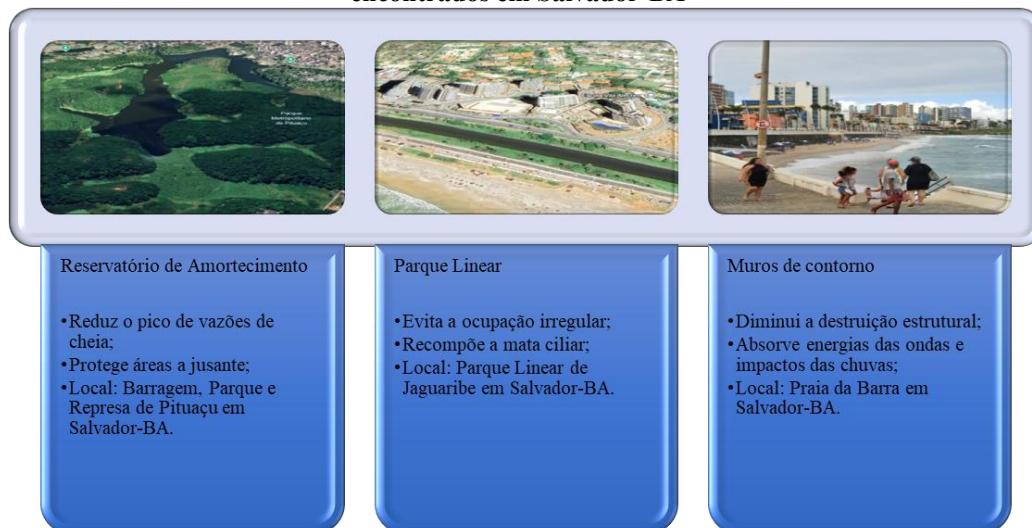
Para demonstrar as possibilidades de soluções e estratégias de drenagem pluvial urbana perante os desafios enfrentados no cenário socioespacial atual, confluindo para a sustentabilidade e resiliência nas cidades, tem-se a Figura 1:



## RECALCULANDO A ROTINA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

Figura 1 - Apresentação comparativa de elementos sustentáveis de drenagem pluvial urbana encontrados em Salvador-BA



Fonte: Imagens compiladas pela autora, geradas no Google Earth (2025).

Assim são evidenciados os aspectos basilares do desenvolvimento sustentável passíveis de serem alcançados com a aplicação de infraestruturas de drenagem pluvial, com descrições no município analisado na pesquisa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na triangulação, observou-se quantitativamente com os dados do IBGE (2022), SNIS (2017-2022) e IPEA (2019), aliados qualitativamente com as informações dos relatórios da ONU (2015; 2016), Koncagul *et al* (2018) e estudos de autores nacionais e internacionais, que as ações para mitigar os desafios de alcançar a sustentabilidade e resiliência no âmbito dos recursos hídricos, relacionam-se à adoção de infraestruturas tradicionais em sintonia com soluções estratégicas e baseadas na natureza, que favoreçam o ciclo hidrológico e ecossistemas.

Essa riqueza de dados e informações exploradas com a triangulação, possibilitou complementos entre teorias e observações qualitativas com dados estatísticos estruturados da metodologia quantitativa, permitindo o aumento do rigor científico e a confiabilidade da pesquisa.

Dentre os elementos tradicionais da drenagem pluvial adotados no Brasil, conforme os dados dos municípios participantes da última pesquisa do SNIS em 2022, estão as redes ou canais subterrâneos, que já abrangem cerca de 30,8% das vias do país, com 10 captações do tipo boca de lobo ou boca de leão em média por km<sup>2</sup>. Salvador é um município que se destaca nesse contexto, pois contempla redes ou canais subterrâneos em 52,3% de suas vias, com 49 captações de boca de lobo ou de leão a cada km<sup>2</sup>.

Os subsídios que proporcionam estratégia de gestão às infraestruturas de drenagem pluvial urbana no país, conforme os dados dos municípios participantes do último diagnóstico temático de drenagem pluvial do SNIS (2022) são: o PDD (utilizado por 16,84% dos participantes, excetuando-se Salvador); cadastro técnico de obras lineares (realizado por 42,46% dos participantes, incluindo Salvador); mapeamento de áreas de risco (empregado por



## RECALCULANDO A ROÇA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

30,19% dos participantes, com a presença de Salvador); monitoramento de dados hidrológicos (efetivado por 33,23% dos participantes, englobando Salvador); e alerta de risco para eventos hidrológicos impactantes (implantado por 19,26% dos participantes, assim como Salvador).

Já no tocante às soluções baseadas na natureza, que atuam em sintonia com os elementos tradicionais e com as estratégias de gestão na sustentabilidade da drenagem pluvial urbana, destacam-se no Brasil, conforme os dados dos municípios participantes do SNIS (2022): o uso de faixas e valas de infiltração em 10,82% das localidades (inclusive Salvador, com 1,35km de valas); reservatórios de amortecimento em 5,92% das regiões (com a participação de Salvador que possui 24 reservatórios); e parques lineares (que em 2025 passou a contemplar Salvador e seus 21,99 hectares de área de várzea).

Tais informações mostram a convergência para o alcance de dimensões do desenvolvimento sustentável em alusão ao ambiente/ecossistema, economia, sociedade, espaço/geografia, cultura, política e institucionalidade. Dessa forma contribui-se para a sustentabilidade intergeracional, resiliência e minimização das diferenças inter e intrarregionais em prol da qualidade de vida, universalização do acesso a serviços de saneamento básico e melhorias ambientais.

Além disso, as infraestruturas de drenagem pluvial auxiliam no cumprimento dos ODS da ONU, em particular ao ODS 6, sobre água potável e saneamento. Elas agem também no atendimento aos ODS 11, que visa cidades e comunidades resilientes; ODS 13, voltado para ações contra a mudança global do clima; e ODS 14, que abrange conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.

Por conseguinte, conclui-se que conhecer os aspectos da sustentabilidade alcançados pela drenagem pluvial urbana, com seus níveis de atendimento aos ODS, assim como os tipos de soluções para mitigação dos impactos de eventos hidrológicos, aliados ao conhecimento socioespacial e geomorfológico das localidades, pode amparar os municípios na elaboração de planejamentos urbanos mais eficazes e consistentes. Tais planejamentos, ao incorporarem estratégias sustentáveis e resilientes, contribuem para o desenvolvimento regional e urbano.

### REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei Nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007: Lei do saneamento básico.** Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm)>. Acesso em 22 set. 2024.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 14.026, de 15 de julho de 2020: Atualiza o marco legal do saneamento básico.** Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art6](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm#art6)>. Acesso em 22 set. 2024.

ELGENDY, Mohamed; HASSINI, Sonia; COULIBALY, Paulin. Review of Climate Change Adaptation Strategies in Water Management. *Journal of Hydrologic Engineering*, v. 29, n. 1, 16p, 2024. DOI: 10.1061/JHYEFF.HEENG-6014.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo Brasileiro de 2022.** Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/>>. Acesso em: 02 jul. 2024.

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Objetivos de Desenvolvimento**



## RECALCULANDO A ROÇA NA (DES)FRAGMENTAÇÃO GLOBAL PRODUTIVA

26 a 29 de novembro de 2025

**Sustentável: ODS 6 - Água Potável e Saneamento**, 2019. Disponível em: <[ipea.gov.br/ods/ods6.html](http://ipea.gov.br/ods/ods6.html)>. Acesso em: 23 abr. 2025.

KONCAGUL, Engin *et al.* **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018: soluções baseadas na natureza para gestão das águas**, resumo executivo. UNESCO, Itália, 2018. Disponível em: <[https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261594_por)>. Acesso em: 2 jun. 2024.

MONTIBELLER FILHO, Gilberto **Ecodesenvolvimento e Desenvolvimento Sustentável: Conceitos e Princípios. Textos de Economia**, Florianópolis, v. 4, n 1, p. 131-142, 1993.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **A Agenda 2030**. 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 12 abr. 2025.

\_\_\_\_\_. (ONU HABITAT III). **Nova Agenda Urbana**. Equador, 2016. Disponível em: <<https://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Portuguese-Brazil.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2023.

\_\_\_\_\_. **Salvador em números**. Salvador: Prefeitura Municipal, 2025. Disponível em: <<https://dados.salvador.ba.gov.br/>>. Acesso em: 01 jul. 2025.

SANTOS, Karine da Silva *et al.* O uso de triangulação múltipla como estratégia de validação em um estudo qualitativo. **Ciência & Saúde Coletiva**, 25(2):655-664, 2017.

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Ano de Referência 2017. Brasília: Ministério das Cidades. 80 p.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Ano de Referência 2018. Brasília: Ministério das Cidades. 200 p.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Ano de Referência 2019. Brasília: Ministério das Cidades. 188 p.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Ano de Referência 2020. Brasília: Ministério das Cidades. 60 p.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Ano de Referência 2021. Brasília: Ministério das Cidades. 61 p.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Ano de Referência 2022. Brasília: Ministério das Cidades. 80 p.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Ministério das Cidades – Global WaterPartnership - World Bank – Unesco 2005. 270 p.