DESCONEXÃO HIDROLÓGICA E PRODUÇÃO DO RISCO URBANO NO SEMIÁRIDO: ANÁLISE DE UM CANAL URBANO EM MOSSORÓ/RN

Talita Duarte Pessoa Lemos[1] *Maria Josicleide Felipe Guedes*[2] *& Mirella Leôncio Motta e Costa*[3]

RESUMO – A urbanização intensiva e a artificialização dos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas têm ampliado os problemas associados ao escoamento superficial e às inundações urbanas. Nesse contexto, no presente estudo foi analisado como a configuração da drenagem urbana contribui para a desconexão entre a dinâmica hidroambiental da Caatinga e o funcionamento hidrológico urbano em Mossoró/RN. A pesquisa foi desenvolvida a partir de abordagem qualitativa-analítica, por meio de estudo de caso em um canal urbano conectado ao rio Apodi-Mossoró. Os procedimentos metodológicos envolveram revisão bibliográfica e documental, análise espacial da área de estudo e levantamento de campo com registros fotográficos sistematizados em pontos estratégicos do canal. Os resultados evidenciaram elevada artificialização hidráulica, impermeabilização do entorno, restrições à infiltração, presença de resíduos sólidos, interferência entre drenagem pluvial e esgotamento sanitário e rápida condução do escoamento superficial para o sistema receptor principal. Por meio deste estudo destaca-se o potencial de incorporação de Soluções baseadas na Natureza (SbN) como estratégia complementar para mitigação dos impactos hidrológicos e melhoria da qualidade ambiental urbana.

ABSTRACT – Intensive urbanization and the artificialization of urban stormwater drainage and management systems have intensified problems associated with surface runoff and urban flooding. In this context, the present study analyzed how the configuration of urban drainage contributes to the disconnection between the hydro-environmental dynamics of the Caatinga biome and urban hydrological functioning in Mossoró/RN, Brazil. The research was developed using a qualitative-analytical approach through a case study conducted in an urban channel connected to the Apodi-Mossoró River. The methodological procedures included bibliographic and documental review, spatial analysis of the study area, and field surveys with photographic records systematized at strategic points along the channel. The results revealed high hydraulic artificialization, surrounding soil sealing, infiltration restrictions, presence of solid waste, interference between stormwater drainage and sanitary sewage systems, and rapid conveyance of surface runoff to the main receiving system. This study highlights the potential incorporation of Nature-based Solutions (NbS) as a complementary strategy for mitigating hydrological impacts and improving urban environmental quality.

Palavras-Chave – drenagem urbana; canal urbano; risco hidrológico.

1) Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua, CAPES. Universidade Federal Rural do Semiárido. Francisco Mota. BR-226, s/n. - Pau dos Ferros/RN – talita.lemos@alunos.ufersa.edu.br
2) Universidade Federal Rural do Semiárido. Francisco Mota, 572 - Pres. Costa e Silva, Mossoró/RN – mjosicleide@ufersa.edu.br
3) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. Av. Primeiro de Maio, 720 – Jaguaribe/PB – mirella.costa@ifpb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

As cidades contemporâneas têm enfrentado crescente intensificação dos problemas associados ao manejo das águas pluviais, especialmente em contextos marcados por rápida expansão urbana, impermeabilização do solo e transformação dos sistemas fluviais naturais (Mandarino *et al.*, 2023). A consolidação de modelos urbanos baseados na canalização e no rápido afastamento das águas pluviais alterou significativamente o funcionamento hidrológico das bacias urbanas, favorecendo o aumento do escoamento superficial, a ampliação das vazões de pico e a intensificação de eventos de inundação em áreas urbanizadas (Hu *et al.*, 2020; Huang *et al.,* 2024).

Historicamente, a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (DMAPU) foi estruturada sob uma lógica predominantemente hidráulica, orientada pela eficiência da condução das águas e pela redução imediata dos excedentes superficiais (Tucci, 2012). Embora esse modelo tenha contribuído para a consolidação da infraestrutura urbana moderna, diversos estudos demonstram que a transferência acelerada das vazões para jusante tende a ampliar pressões sobre os sistemas fluviais urbanos, intensificando processos erosivos, degradação ambiental e situações de vulnerabilidade hidrológica (Cardoso *et al.,* 2024; Kuwahara *et al.*, 2025). Nesse processo, rios e canais urbanos deixam progressivamente de exercer funções ecológicas e hidrológicas, associadas ao armazenamento, infiltração e amortecimento natural dos fluxos superficiais, favorecendo respostas hidrológicas mais rápidas e intensificação das situações de risco urbano (Breen *et al.*, 2022).

Essas transformações tornam-se particularmente críticas em regiões semiáridas, onde a dinâmica hidroclimática apresenta forte irregularidade pluviométrica e predominância de eventos concentrados de elevada intensidade (Olgun *et al.*, 2024). No bioma Caatinga, os episódios chuvosos frequentemente produzem respostas hidrológicas rápidas, especialmente em áreas urbanizadas marcadas por baixa infiltração e elevada impermeabilização do solo (Milhorance *et al.*, 2021). Nessas condições, a interação entre urbanização, canalização da drenagem e ocupação de áreas hidrologicamente sensíveis tende a ampliar significativamente a vulnerabilidade das cidades frente aos eventos extremos (Costa; Rodrigues, 2025).

No final do século XX, o avanço das discussões sobre adaptação climática e resiliência urbana impulsionou o desenvolvimento de abordagens voltadas à reintegração entre infraestrutura urbana e processos ecológicos. Nesse contexto, destacam-se as Soluções baseadas na Natureza (SbN), compreendidas como estratégias capazes de utilizar funções naturais dos ecossistemas para o enfrentamento de desafios urbanos relacionados à água, clima e sustentabilidade (Cohen-Shacham *et al.*, 2019). No campo da DMAPU, essas soluções têm sido associadas à retenção, infiltração e

desaceleração dos fluxos superficiais, buscando recuperar parcialmente funções hidrológicas perdidas ao longo do processo de urbanização (OECD, 2020).

Entretanto, a efetividade das SbN depende diretamente das características ambientais, hidrológicas e territoriais de cada localidade (Su et *al.*, 2023). Em regiões semiáridas, fatores como elevada variabilidade pluviométrica, limitações de infiltração e forte sazonalidade climática impõem desafios adicionais à aplicação dessas estratégias, tornando insuficiente a simples reprodução de modelos concebidos em contextos climáticos distintos (Monteiro *et al.*, 2023).

No município de Mossoró/RN, inserido na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, a expansão urbana associada à crescente impermeabilização do solo e à artificialização dos sistemas de drenagem evidencia conflitos entre produção do espaço urbano e funcionamento hidrológico natural. A presença de canais urbanos conectados diretamente ao rio principal, associada à ocupação intensiva de áreas suscetíveis à inundação, reforça a necessidade de compreender como a configuração atual da drenagem urbana contribui para a ampliação do risco hidrológico no contexto do semiárido.

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo analisar evidências hidroterritoriais de artificialização, pressão urbana, degradação ambiental e hibridização funcional em um canal urbano de Mossoró/RN, discutindo suas implicações potenciais para a conectividade hidráulica, a produção do risco e a incorporação de SbN adaptadas ao semiárido.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A área de estudo localiza-se no município de Mossoró, inserido na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, no semiárido do Rio Grande do Norte (RN). O estudo concentra-se na análise de um canal urbano de drenagem conectado diretamente ao rio principal, localizado em área densamente urbanizada e historicamente associada à ocorrência de inundações urbanas e degradação ambiental.

O canal possui aproximadamente 3,90 km de extensão total, dos quais 1,90 km, correspondentes a cerca de 49% de seu comprimento, foram selecionados para análise detalhada. O segmento estudado abrange o setor mais urbanizado do sistema e sua conexão com o rio Apodi-Mossoró, reunindo trechos canalizados, travessias urbanas, áreas com ocupação das margens, retenção superficial e indícios de contribuições hídricas não exclusivamente pluviais.

Ao longo do trecho foram definidos oito pontos de observação, distribuídos entre montante e jusante, buscando representar diferentes condições morfológicas, hidráulicas e de ocupação urbana. O deságue do canal ocorre em setor classificado pelo Serviço Geológico do Brasil (SGB-CPRM) como suscetível à inundação, considerando, entre outros registros, o evento extremo ocorrido em 2008 (Freitas; Cajazeiras, 2023).

A Figura 1 apresenta a localização da área de estudo, destacando o canal urbano analisado, sua conexão com o rio Apodi-Mossoró e a inserção no trecho urbanizado do município de Mossoró/RN.

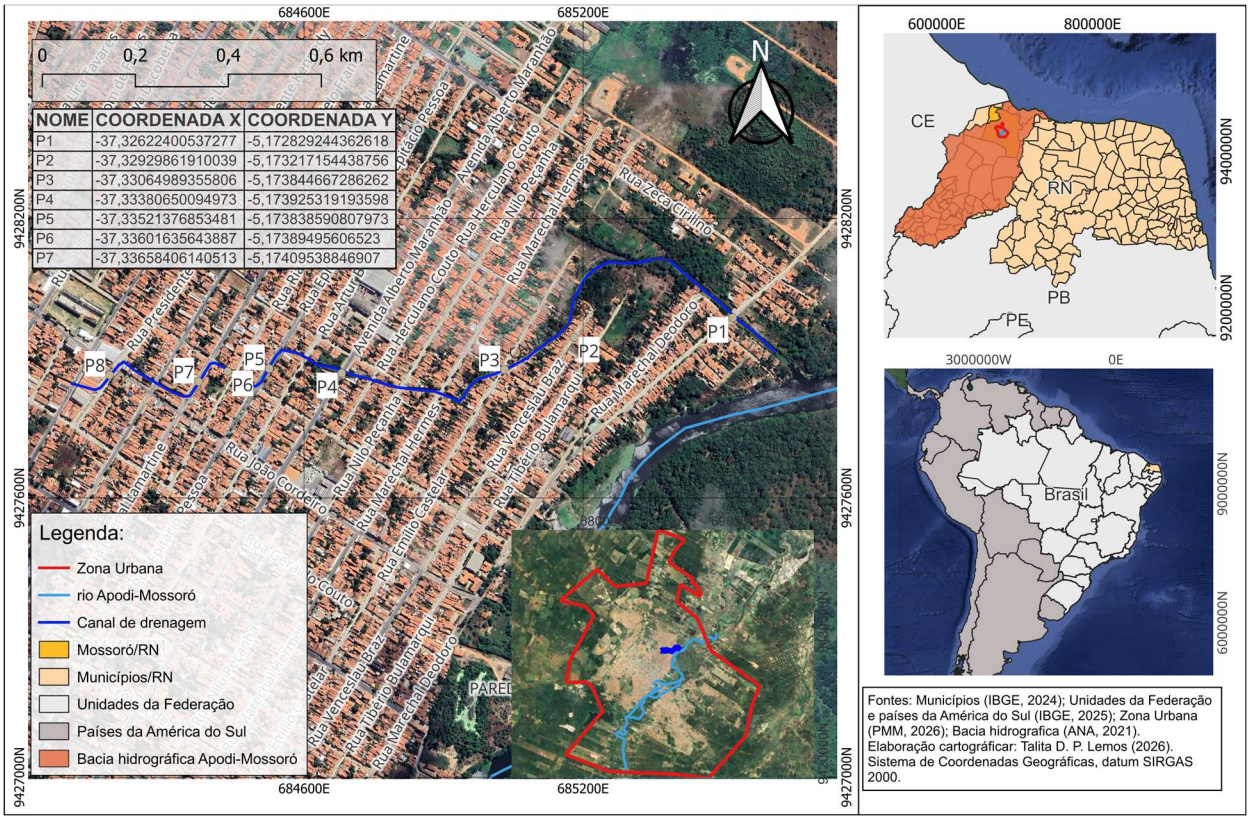


Figura 1 – Localização da área de estudo, destacando o canal urbano analisado e sua conexão com o rio Apodi-Mossoró, no trecho urbanizado do município de Mossoró, no Rio Grande do Norte, Brasil

2.2 Procedimentos metodológicos

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem qualitativa e analítica, desenvolvida a partir de estudo de caso (Gil, 2019). O procedimento metodológico foi estruturado em quatro etapas complementares, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2 – Procedimento metodológico desta pesquisa

Inicialmente, foi realizada revisão bibliográfica nacional e internacional sobre hidrologia urbana, drenagem urbana sustentável, urbanização, risco hidrológico e SbN, buscando fundamentar a discussão acerca das transformações hidrológicas associadas à urbanização em regiões semiáridas. Paralelamente, foi conduzida análise documental de instrumentos técnicos e normativos relacionados ao planejamento urbano e à drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, incluindo documentos da SGB-CPRM, Plano Diretor Municipal e Plano Municipal de Saneamento Básico de Mossoró.

A caracterização espacial foi realizada a partir de imagens do Google Earth, referentes ao ano de 2026, e de bases cartográficas oficiais, em ambiente de sistema de informações geográficas. Os dados foram organizados no sistema de referência SIRGAS 2000/UTM, zona 24S. Foram identificados o traçado do canal, sua conexão com o rio Apodi-Mossoró, os padrões de ocupação do entorno e a posição dos pontos em relação ao exutório. A distância longitudinal de cada ponto ao exutório foi medida ao longo do eixo vetorizado do canal.

Para caracterizar a impermeabilização do entorno, foi delimitado um buffer de 50 m ao redor de cada ponto de observação. No interior dessa faixa, as superfícies foram classificadas em impermeáveis, representadas principalmente por edificações, pavimentos e coberturas, e permeáveis, constituídas por vegetação e solo exposto. Com base na predominância dessas superfícies, os pontos foram classificados em três classes: baixa impermeabilização, quando predominavam superfícies permeáveis; moderada, quando havia alternância entre superfícies permeáveis e impermeáveis; e alta, quando predominavam edificações e áreas pavimentadas.

O levantamento de campo foi realizado em 20 de maio de 2026, no período diurno e sem ocorrência de precipitação durante a inspeção. Como não foi possível verificar a precipitação antecedente, a permanência de lâmina d'água e os escoamentos observados foram interpretados apenas como evidências registradas em condição sem chuva no momento da vistoria, sem atribuição conclusiva quanto à sua origem temporal.

Foram produzidos registros fotográficos georreferenciados e observados, de forma padronizada, o tipo de revestimento, a ocupação das margens, a impermeabilização do entorno, a presença de resíduos, sedimentos e vegetação espontânea, as restrições aparentes da seção de escoamento, a permanência de lâmina d'água e os indícios de contribuições hídricas não exclusivamente pluviais. Os registros foram interpretados a partir de quatro dimensões analíticas, apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Protocolo de análise qualitativa aplicado aos pontos de observação do canal urbano analisado

Dimensão analítica	Indicadores avaliados	Objetivo da análise
Artificialização hidráulica	Canalização, revestimento, estrangulamentos e modificações da seção hidráulica	Identificar alterações físicas que interferem na dinâmica do canal
Pressão da urbanização	Ocupação das margens, proximidade das edificações e grau de impermeabilização do entorno	Avaliar a influência da expansão urbana sobre o sistema de drenagem
Degradação ambiental	Resíduos sólidos, sedimentos, vegetação espontânea, processos erosivos e alterações visuais da água	Identificar evidências de perda da qualidade ambiental e da funcionalidade do canal
Sobreposição de funções da infraestrutura de drenagem	Lâmina d'água persistente, escoamento contínuo, retenção superficial e indícios de contribuições hídricas não exclusivamente pluviais	Verificar evidências de sobreposição funcional entre drenagem pluvial, retenção superficial e outros escoamentos urbanos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de campo evidenciou que o canal urbano estudado apresenta elevada artificialização hidráulica, intensa ocupação das margens e significativa desconexão em relação às dinâmicas hidroambientais características da Caatinga semiárida. As observações realizadas ao longo do trecho analisado permitiram identificar padrões recorrentes associados à canalização rígida, redução das áreas de infiltração, simplificação morfológica do sistema fluvial urbano e rápida transferência do escoamento superficial em direção ao rio Apodi-Mossoró.

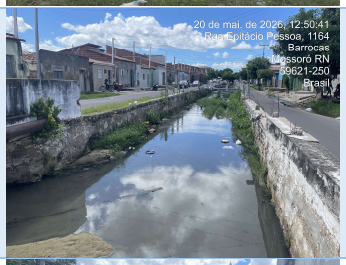
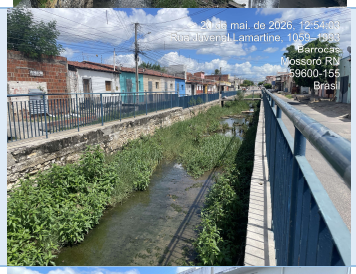
A análise dos oito pontos de observação distribuídos ao longo dos 1,90 km do trecho do canal analisado permitiu identificar um padrão recorrente de transformação da infraestrutura de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, caracterizado pela artificialização do canal, elevada pressão da urbanização, degradação ambiental e evidências de sobreposição de funções da infraestrutura de drenagem. Embora essas características se manifestem com intensidades distintas entre montante e jusante, elas revelam um processo contínuo de alteração da dinâmica hidroambiental do canal urbano e de sua interação com o rio Apodi-Mossoró.

A Tabela 2 sintetiza as principais evidências observadas em cada ponto visitado, permitindo relacionar os processos identificados às quatro dimensões analíticas definidas na metodologia.

Tabela 2 – Sistematização dos registros de campo e categorias hidroterritoriais predominantes observadas ao longo do canal urbano analisado (continua)

Ponto	Dist. ao exutório	Grau de impermeabilização	Dimensão analítica	Evidência observada	Registro fotográfico
P1	140 m	Alta	Artificialização hidráulica	Estrangulamento da seção e resíduos sólidos	
P2	610 m	Alta	Sobreposição de funções da infraestrutura de drenagem	Escoamento contínuo e lâmina d'água	

Tabela 2 – Sistematização dos registros de campo e categorias hidroterritoriais predominantes observadas ao longo do canal urbano analisado (continuação)

Ponto	Dist. ao exutório	Grau de impermeabilização	Dimensão analítica	Evidência observada	Registro fotográfico
P3	785 m	Alta	Pressão da urbanização	Ocupação intensa das margens	
P4	1.170 m	Moderada	Degradação ambiental	Vegetação espontânea e sedimentos	
P5	1.360 m	Alta	Artificialização hidráulica	Canalização rígida	
P6	1.480 m	Alta	Sobreposição de funções da infraestrutura de drenagem	Água permanente e retenção superficial	
P7	1.570 m	Alta	Artificialização hidráulica	Restrição hidráulica	
P8	1.810 m	Alta	Pressão da urbanização	Confluência com o rio e elevada ocupação	

Após a análise integrada dos registros apresentados na Tabela 2, observa-se que a artificialização constitui uma característica predominante ao longo do trecho estudado, evidenciada pela presença de canalizações em concreto, revestimentos, travessias e restrições aparentes da seção hidráulica. Associadas ao elevado grau de impermeabilização do entorno e à intensa ocupação das margens, essas intervenções reduzem a capacidade da paisagem urbana de promover infiltração, retenção temporária e dissipação natural dos escoamentos superficiais, aumentando a dependência da infraestrutura convencional de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (DMAPU). Esse comportamento é compatível com a literatura, que aponta a urbanização e a canalização dos cursos d'água como fatores responsáveis pela simplificação dos processos hidrológicos e pela condução mais rápida dos fluxos em direção aos corpos receptores (Walsh et al., 2005; Tucci, 2008).

As condições ambientais observadas em campo reforçam esse cenário. Em diferentes pontos foram registrados acúmulo de resíduos sólidos, deposição de sedimentos, vegetação espontânea e permanência de lâmina d'água, mesmo sem ocorrência de precipitação durante a inspeção. Embora essas evidências não permitam identificar a origem dos fluxos observados, elas indicam alterações nas condições operacionais e ambientais do canal, sugerindo que o sistema não atua exclusivamente como infraestrutura destinada à condução das águas pluviais, mas interage com processos de retenção superficial e outras contribuições hídricas urbanas.

A literatura demonstra que a presença de resíduos sólidos e sedimentos está diretamente associada à perda de desempenho hidráulico dos sistemas de DMAPU, favorecendo obstruções localizadas, redução da capacidade de escoamento e aumento da suscetibilidade a extravasamentos durante eventos de chuva (Mokuolu *et al.*, 2022; Olsson *et al.*, 2025). Em situações de elevada obstrução, esses processos podem ampliar significativamente os volumes inundados e a frequência de ocorrência de alagamentos. Da mesma forma, a permanência de lâmina d'água e o desenvolvimento de vegetação espontânea são compatíveis com condições de baixa capacidade de autolimpeza e maior retenção superficial, características descritas por Tang *et al.* (2025), Hou *et al.* (2021) e Ouattara *et al.* (2023) para sistemas urbanos com funcionamento comprometido.

Esses resultados evidenciam que os desafios observados no trecho analisado extrapolam aspectos exclusivamente hidráulicos, refletindo a interação entre urbanização, saneamento básico e degradação ambiental. Conforme discutido por Bertrand-Krajewski et al. (2020) e Grigg (2024), a gestão contemporânea das águas urbanas demanda uma abordagem integrada, capaz de articular drenagem, qualidade da água, recuperação ambiental e planejamento territorial. No caso estudado, entretanto, essa integração ainda não ocorre de forma planejada, mas como consequência das transformações impostas pela urbanização e das limitações operacionais da infraestrutura existente.

Em conjunto, as evidências observadas demonstram que as transformações identificadas ao longo do canal não se restringem às alterações físicas da infraestrutura, mas refletem a perda de funções hidrológicas essenciais ao equilíbrio da paisagem urbana, como infiltração, retenção temporária, dissipação da energia do escoamento, conectividade ecológica e manutenção da qualidade ambiental. Essas funções correspondem justamente aos processos que as Soluções baseadas na Natureza buscam recuperar (Fletcher et al., 2015; IUCN, 2020).

Tabela 3 – Relação entre as evidências observadas, as funções hidrológicas comprometidas e as diretrizes para incorporação de SbN

Evidência observada	Função hidrológica comprometida	Diretriz para incorporação de SbN
Canalização e revestimento	Retenção temporária	Implantar dispositivos distribuídos de retenção e amortecimento de vazões.
Elevada impermeabilização	Infiltração e recarga	Ampliar superfícies permeáveis, jardins de chuva e biorretenções.
Ocupação das margens	Conectividade ecológica	Recuperar vegetação ciliar e corredores verdes urbanos.
Resíduos e sedimentos	Qualidade da água e capacidade hidráulica	Associar SbN à manutenção do sistema e ao controle das fontes de poluição.
Permanência de lâmina d'água	Funcionamento hidrológico	Identificar contribuições não pluviais antes da implantação das SbN.

A Tabela 3 demonstra que as evidências identificadas no levantamento de campo podem ser diretamente relacionadas às funções hidrológicas comprometidas pela urbanização e, consequentemente, às estratégias mais adequadas para sua recuperação por meio das SbN. Observa-se que a implantação dessas soluções não deve ser compreendida como substituição da infraestrutura convencional, mas como componente complementar de um modelo de drenagem urbana baseado na recuperação dos processos naturais da paisagem. No contexto de Mossoró, essa abordagem assume importância adicional por favorecer a retenção local das águas pluviais, reduzir a rápida transferência dos escoamentos ao rio Apodi-Mossoró e contribuir para a adaptação das cidades do semiárido frente às mudanças climáticas e aos eventos hidrológicos extremos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou que o modelo convencional de drenagem urbana implantado no trecho analisado em Mossoró/RN apresenta significativa desconexão em relação à dinâmica hidroambiental da Caatinga semiárida. A análise qualitativa do canal urbano demonstrou que processos associados à canalização rígida, impermeabilização do solo, ocupação intensiva das margens e rápida transferência do escoamento superficial contribuem para ampliação das pressões hidrológicas e intensificação do risco de inundação urbana.

Os registros de campo permitiram identificar estrangulamentos hidráulicos, acúmulo de resíduos sólidos, interferência entre drenagem pluvial e esgotamento sanitário e redução das possibilidades de infiltração e dissipação natural das águas pluviais, evidenciando que a problemática da drenagem urbana ultrapassa a dimensão estritamente hidráulica e envolve processos territoriais, ambientais e institucionais.

Os resultados indicam ainda potencial para incorporação de estratégias associadas às SbN, especialmente em trechos com presença de vegetação espontânea e áreas marginais subutilizadas, contribuindo para desaceleração do escoamento superficial, melhoria ambiental e mitigação dos impactos hidrológicos no contexto do semiárido.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

BERTRAND-KRAJEWSKI, J. (2020). Integrated urban stormwater management: Evolution and multidisciplinary perspective. *Journal of Hydro-environment Research*.

BREEN, Morgan J.; KEBEDE, Abiy S.; KÖNIG, Carola S. (2022) "*The Safe Development Paradox in Flood Risk Management: a critical review*." Sustainability, v. 14, n. 24, p. 16955.

CARDOSO, R. T.; ARANA, A. R. A.; OLIVEIRA, D. V. M.; MARECO, E. A. (2024) "*Mecanismos de drenagem urbana e soluções sustentáveis para áreas urbanizadas."* Dinâmicas Socioambientais em Brasília-DF um olhar sustentável, p. 153-168.

COHEN-SHACHAM, E.; ANDRADE, A.; DALTON, J.; DUDLEY, N.; JONES, M.; KUMAR, C.; MAGINNIS, S.; MAYNARD, S.; NELSON, C. R.; RENAUD, F. G. (2019). "*Core principles for successfully implementing and upscaling Nature-based Solutions."* Environmental Science & Policy, v. 98, p. 20-29.

FREITAS, L. C. B.; CAJAZEIRAS, C. C. A. (2023). *Cartografia de risco geológico: Mossoró, Rio Grande do Norte.* Belo Horizonte: SGB-CPRM.

HOU, X.; QIN, L.; XUE, X.; XU, S.L.; YANG, Y.; LIU, X.; LI, M. (2021). A city-scale fully controlled system for stormwater management: consideration of flooding, non-point source pollution and sewer overflow pollution. *Journal of Hydrology*.

HU, S.; FAN, Y.; ZHANG, T. (2020). "*Assessing the effect of land use change on surface runoff in a rapidly urbanized city: a case study of the central area of Beijing."* Land, 9(1), 17.

HUANG, S.; GAN, Y.; CHEN, N.; WANG, C.; ZHANG, X.; LI, C.; HORTON, D. E. (2024*). "Urbanization enhances channel and surface runoff: A quantitative analysis using both physical and empirical models over the Yangtze River basin."* Journal of Hydrology, 635, 131194.

KUWAHARA, M. Y.; CATTANI, Y. N.; SILVA, R. I.; MAIA, J. S. Z.; GÓES, G. S. (2025) "*Governança da drenagem urbana e resiliência climática: desafios institucionais e experiências subnacionais no brasil."* Boletim Regional Urbano e Ambiental, n. 35, p. 115-124, 21.

MANDARINO, A.; FACCINI, F.; LUINO, F.; BONO, B.; TURCONI, L. (2023). "*Integrated approach for the study of urban expansion and river floods aimed at hydrogeomorphic risk reduction*." Remote Sensing, 15(17), 4158.
MILHORANCE, C.; SABOURIN, E.; MENDES, P. (2021) "*Adaptação às mudanças climáticas no Semiárido brasileiro: desafios de coordenação e implementação de políticas públicas." A Ação Pública de Adaptação da Agricultura À Mudança Climática no Nordeste Semiárido Brasileiro, p. 81-98.*
OLGUN, R.; CHENG, C.; COSEO, P. (2024) "Nature-Based Solutions Scenario Planning for Climate Change Adaptation in Arid and Semi-Arid Regions." Land, 13, 1464.
OUATTARA, Z.; KABO-BAH, A.; DONGO, K.; AKPOTI, K.; SIABI, E. K.; KABLAN, M. K. A.; KANGAH, K. M. (2023). Operational and structural diagnosis of sewerage and drainage networks in Côte d'Ivoire, West Africa.
OWATSAKUL, V.; KAWILAPAT, S.; HEMWAN, P.; RINCHUMPHU, D. (2026). Water Quality Monitoring and Spatiotemporal Mapping of Water Quality in the Mae Kha Canal, Chiang Mai, Thailand. *Water*, *18*(10), 1219.
ROCHA, Alexsandra Bezerra da (2015). "*Proposta metodológica de gestão de espaços-riscos de inundações urbana em Mossoró-RN".* Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
SAMARAWEERA, S.; NAJIM, M.; ALOTAIBI, B. A.; TRAORE, A. (2024). Impacts of a partially connected wastewater treatment plant on the water quality of stormwater drains used as an irrigation source. *Frontiers in Environmental Science*.
SU, J.; WANG, M.; RAZI, M. A. M.; DOM, N. M.; SULAIMAN, N.; TAN, L. W. (2023). *"A bibliometric review of nature-based solutions on urban stormwater management*" Sustainability, 15(9), 7281.
TANG, Z.; XU, H.; ZHU, R.; LI, D.; ZHAO, Z.; XIAO, H.; LI, H. (2025). Long-term effects of food waste on erosion resistance and production of methane and sulfide in sewer sediments: New insights into extracellular polymeric substances and genetic response mechanisms.. *Journal of environmental management, 377*, 124700 .
TUCCI, C. E. M. (2008). *Águas urbanas.* Estudos Avançados, 22(63), 97-112.