

## XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

### **DIAGNÓSTICO INTEGRADO DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA COM APOIO DE SENSORIAMENTO REMOTO EM RECIFE-PE.**

*Breno Thierry Caldas Bezerra<sup>1</sup>; José Roberto Gonçalves de Azevedo<sup>2</sup>; Arivânia Bandeira Rodrigues<sup>3</sup>; Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral<sup>4</sup>; Everton Gabriel Medeiros da Silva<sup>5</sup>, Alberto Casado Lordsleem Júnior<sup>6</sup>.*

**Abstract:** Urban development and extensive soil impermeabilization in Brazilian cities have increased the frequency and severity of floods, making it essential to assess existing drainage systems and their conditions. This study aimed to survey and evaluate the drainage network in the Avenida 30 de Outubro sub-basin, located in the Jardim São Paulo neighborhood, Recife-PE. Field inspections and an unmanned aerial vehicle (UAV) survey were conducted to identify obstructions affecting the drainage system, which is frequently prone to flooding. The main issues detected include siltation and narrowing along sections of the 30 de Outubro stream (the basin's main channel) and clogging of micro-drainage structures. Additionally, irregular urban expansion was found to critically obstruct the drainage network. The results underscore the importance of understanding local drainage infrastructure to support effective urban flood management and decision-making.

**Resumo:** O desenvolvimento urbano e a intensa impermeabilização do solo nas cidades brasileiras vêm elevando a ocorrência e a gravidade de alagamentos, na busca por soluções é necessário o conhecimento da rede existente e seu estado de conservação. Diante disso, o presente estudo buscou cadastrar e avaliar a rede de drenagem da sub-bacia Avenida 30 de Outubro, localizada no bairro de Jardim São Paulo, Recife-PE. Foram realizadas visitas em campo e um sobrevoo com Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT). Com base nesses levantamentos, foi possível identificar as diversas interferências que comprometem o funcionamento do sistema de drenagem da área, a qual é frequentemente afetada por alagamentos. Dentro os principais problemas observados estão o assoreamento e restrição em diversos pontos da calha do riacho 30 de Outubro, canal principal da bacia, e obstrução dos dispositivos de microdrenagem. Por fim, constatou-se que o avanço da ocupação pela população de forma irregular viabiliza um cenário crítico de sufocamento da rede, assim como destaca a importância do reconhecimento da rede local na tomada de decisão acerca da gestão da drenagem urbana.

**Palavras-Chave** – VANT; Alagamento; Validação de Sistema de Drenagem;

### **1. INTRODUÇÃO**

A urbanização é um fenômeno global intensificado a partir da segunda metade do século XX, em grande parte impulsionado pela migração da população rural para os centros urbanos. Este

<sup>1)</sup> Universidade Federal de Pernambuco/TPF Engenharia: Recife-PE, 50740-550, 81 8998-0335, breno.thierry@ufpe.br;

<sup>2)</sup> Universidade Federal de Pernambuco: Recife-PE, jose.azevedo@ufpe.br;

<sup>3)</sup> Universidade Federal de Pernambuco/TPF Engenharia: Recife-PE, arivania.rodrigues@ufpe.br;

<sup>4)</sup> Universidade Federal de Pernambuco/Universidade de Pernambuco: Recife-PE, jaime.cabral@ufpe.br;

<sup>5)</sup> Universidade de Pernambuco: Recife-PE, egms@poli.br;

<sup>6)</sup> Universidade de Pernambuco: Recife-PE, acasado@poli.br;

crescimento acelerado resultou no aumento da densidade populacional e exerceu forte pressão sobre a infraestrutura urbana, especialmente sobre o sistema de gerenciamento das águas. Problemas recorrentes como deficiências no abastecimento de água e saneamento, ausência ou subdimensionamento dos sistemas de drenagem, canalização e obstrução dos cursos d'água, descarte inadequado de resíduos sólidos e esgoto, além da intensa impermeabilização do solo e ocupação irregular das várzeas inundáveis, constituem hoje desafios críticos à gestão das águas urbanas (Tucci, 1995; Cruz, 2007).

O gerenciamento eficiente da drenagem urbana envolve não apenas o planejamento e construção de dispositivos adequados para o escoamento das águas pluviais, mas também a manutenção e atualização contínua das informações cadastrais do sistema existente. Adicionalmente, a Norma de Referência nº 12/2025 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) ressalta a importância de priorizar o uso de dispositivos de transporte superficiais, harmonizados à paisagem urbana, ao invés de dispositivos subterrâneos. Assim como, onde for viável, evitar a retificação, canalização e tamponamento dos cursos de água urbanos (ANA, 2025).

Registrar e monitorar os componentes do sistema de drenagem permite identificar rapidamente pontos críticos, como obstruções, vazamentos ou falhas estruturais, prevenindo enchentes e danos à infraestrutura urbana. O cadastro detalhado facilita o planejamento de manutenções preventivas e a tomada de decisões para melhorias, além de servir como base para o desenvolvimento de planos diretores de drenagem e integração com sistemas de monitoramento em tempo real (Gawali *et al.*, 2024; Hussin *et al.*, 2022). Tal realidade é especialmente preocupante em cidades vulneráveis às mudanças climáticas, como Recife-PE, considerada pelo IPCC como uma das cidades mais expostas aos riscos de elevação do nível do mar e de eventos pluviométricos extremos (IPCC, 2022).

No município de Recife existe uma grande quantidade de rios e riachos, constituída por 99 canais, com aproximadamente 133 km de extensão, e a microdrenagem compreende 1.558 km de galerias e canaletas (EMLURB, 2017). Em consequência dessa rede de rios/riachos, Recife é conhecida como a ‘Veneza Brasileira’, constituído principalmente pelas bacias dos rios Capibaribe, Beberibe e Tejipió, cada um deles contando com diversos afluentes e canais de interligação entre si. Em bairros como Jardim São Paulo, área densamente urbanizada e suscetível a alagamentos recorrentes, a inadequação da infraestrutura de drenagem se torna evidente, com dispositivos hidráulicos incapazes de atender aos volumes crescentes de escoamento superficial.

Frente a esse cenário, a aplicação de tecnologias recentes, como drones, ou veículos aéreos não tripulados (VANTs), estão transformando a gestão de sistemas de drenagem, fornecendo dados de alta resolução que podem identificar, monitorar e mapear características de drenagem superficial. A partir de fotogrametria e imagens multiespectrais ou térmicas, é possível criar modelos detalhados de elevação e detectar áreas com risco de drenagem deficiente, alagamento ou erosão, permitindo manutenção proativa e intervenções direcionadas (Montero *et al.*, 2022; Heung *et al.*, 2025).

A adoção de VANTs oferece um conjunto integrado de vantagens operacionais, destacando-se principalmente pela agilidade, precisão e segurança. Essa tecnologia reduz o tempo necessário para os levantamentos em campo, diminuindo os custos associados e otimizando a alocação de equipes. Assim como, fornece dados com acurácia centimétrica, eleva a segurança ao eliminar a necessidade de exposição humana a ambientes de risco, como canais de difícil acesso ou áreas insalubres.

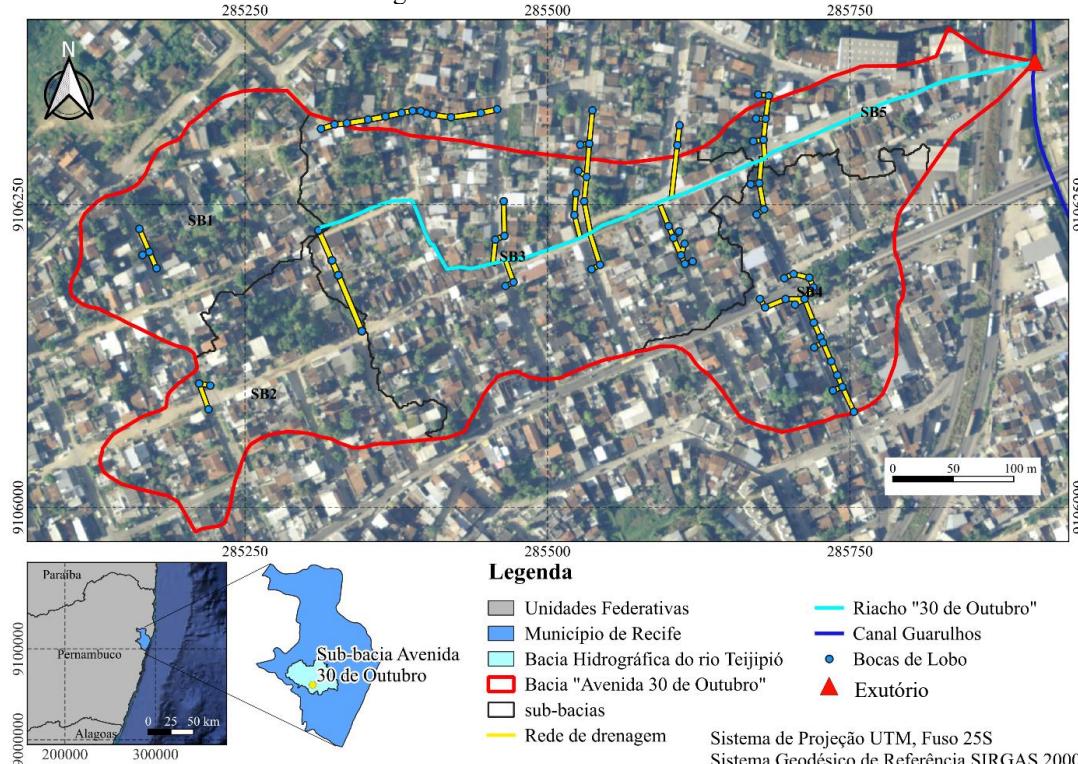
Diante desse contexto, o presente trabalho tem por objetivo validar o cadastro da rede de drenagem da sub-bacia Avenida 30 de Outubro localizada no bairro Jardim São Paulo, em Recife-PE, com base em visitas técnicas de campo complementadas por levantamentos aerofotogramétricos, visando fornecer subsídios atualizados para o planejamento e melhoria do sistema de drenagem urbana local.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área de estudo

A área de estudo corresponde à sub-bacia Avenida 30 de Outubro, sub-bacia do rio Jiquiá, como pode ser observado na Figura 1. Trata-se de uma região intensamente urbanizada, caracterizada por problemas recorrentes de alagamentos em diversos trechos críticos. A sub-bacia está localizada no bairro Jardim São Paulo, que, segundo dados do Censo Demográfico de 2022, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), possui uma população de 29.996 habitantes, resultando em uma elevada densidade demográfica de 115,59 habitantes por hectare (IBGE, 2022).

Figura 1: Bacia Avenida 30 de Outubro.



### 2.2 Diagnóstico da Rede de Drenagem existente

O diagnóstico da rede de drenagem da área de estudo foi realizado em três etapas sequenciais, visando a obtenção de informações precisas e atualizadas sobre os dispositivos existentes, seu estado de conservação e possíveis interferências.

- **Etapa 1 - Levantamento preliminar dos dispositivos cadastrados**

Inicialmente, foi consultado o banco de dados do Plano de Drenagem da Prefeitura do Recife (2016), de modo a levantar as informações cadastrais existentes sobre a rede de drenagem da sub-bacia Avenida 30 de Outubro. A partir desses dados, realizou-se a locação inicial dos dispositivos de drenagem, incluindo bocas de lobo, poços de visita, galerias e canais abertos, por meio do software de geoprocessamento QGIS, versão 3.23.3, possibilitando a visualização espacial preliminar da rede de drenagem existente.

- **Etapa 2 - Validação preliminar por sensoriamento remoto**

Na sequência, foi conduzida uma etapa de validação dos dispositivos cadastrados utilizando ferramentas de sensoriamento remoto. Inicialmente, realizou-se uma análise comparativa entre as

posições dos dispositivos e imagens disponíveis no Google Earth. Complementarmente, para um diagnóstico mais específico, foi realizado um voo com VANT, modelo DJI Mavic 3 Enterprise, obedecendo os protocolos necessários. O equipamento utilizado foi dotado de câmera de alta resolução, permitindo o mapeamento detalhado da área de interesse. As imagens obtidas possibilitaram a identificação de intervenções antrópicas recentes, pontos de obstrução, alterações no curso do riacho "30 de Outubro" e o levantamento atualizado das condições físicas da rede de drenagem superficial e estruturas associadas.

- **Etapa 3 – Vistoria de campo para validação**

Com base nos dados obtidos nas etapas anteriores, foi realizada uma segunda visita técnica de campo com o objetivo de validar as dimensões físicas dos dispositivos de drenagem (largura, profundidade, diâmetro), confirmar a existência e o posicionamento dos dispositivos georreferenciados, bem como avaliar eventuais obstruções, problemas estruturais ou sedimentações que possam comprometer o funcionamento hidráulico do sistema. Esta etapa permitiu complementar as informações obtidas remotamente, assegurando maior precisão ao diagnóstico da rede.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

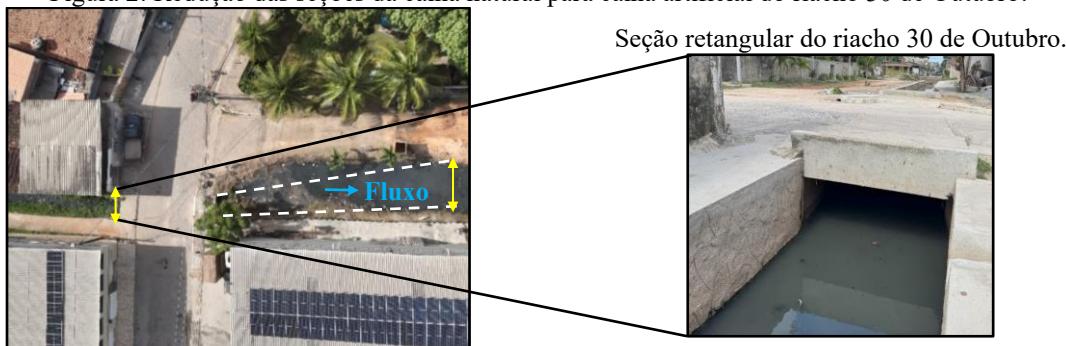
A bacia possui uma área de 0,164 km<sup>2</sup> e um perímetro de 2,316 km, sendo considerada de pequeno porte. Os comprimentos obtidos para o riacho 30 de Outubro e a rede de drenagem total foram 0,662 km e 1,751 km, respectivamente.

A área de estudo apresenta 83 dispositivos de microdrenagem, 60 condutos representando os canais e bueiros, e um exutório, como descarga do riacho 30 de Outubro. Esse riacho, principal canal da bacia, inicia-se na Rua Barão de Anádia e segue pela Avenida 30 de Outubro até seu deságue no Canal Guarulhos, um dos afluentes do Rio Jiquiá. No decorrer de seu curso, o riacho sofre diversas interferências que comprometem sua funcionalidade, conservação e integração com a cidade.

Ao longo de suas margens, a ocupação irregular é um problema recorrente, gerando impactos na dinâmica natural do curso d'água. Sua calha apresenta diversos trechos de seção reduzida, canalizada e em dois trechos do canal, a calha encontra-se inteiramente encoberta por ocupação urbana irregular. Essa obstrução não só dificulta o escoamento das águas, mas também intensifica os problemas ambientais e urbanos já existentes, com a diminuição da seção regular há agravamento do risco de inundação e alagamentos na região.

A Figura 2 trata-se de uma imagem capturada pelo VANT que apresenta o estreitamento da seção da calha natural do riacho por conta da passagem de uma via, mudando para uma calha artificial de seção retangular em concreto com dimensões de 1,45m de largura e 1,05m de profundidade medidas em campo.

Figura 2: Redução das seções da calha natural para calha artificial do riacho 30 de Outubro.



Fonte: O Autor (2025).

Além disso, durante o voo, o VANT capturou imagens de uma obra em execução em um trecho do canal na Avenida 30 de Outubro, conforme apresentado na Figura 3, onde é perceptível o aterramento da margem à esquerda da seção riacho. Não foi possível observar placas da obra, para um melhor entendimento das ações realizadas, entretanto ressalta-se que o estreitamento da calha natural está atrelado a um maior risco de inundações. É importante frisar como este tipo de levantamento auxilia no monitoramento de intervenções que podem estar em desacordo com as regulamentações ambientais, subsidiando a definição de medidas corretivas e preventivas alinhadas à preservação dos recursos hídricos.

Figura 3: Presença de obras no riacho sem sinalização e com indicação de irregularidades.

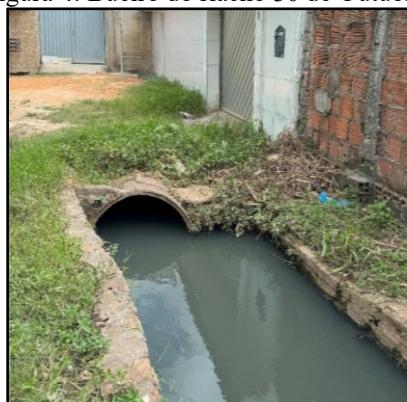


Fonte: O Autor (2025).

O uso de VANTS para reconhecimento de regiões tem diversas funcionalidades, Lima e Vieira (2023) realizaram o mapeamento de processos de degradação ambiental na cidade de Rio Preto da Eva-MA e identificaram que pontos com processos erosivos estavam afetando o sistema de drenagem do município. Gomes et al. (2023) avaliaram os alagamentos urbanos de uma região da cidade de Pau dos Ferros-RN, por voo de VANT e observações de campo, constataram que locação das estruturas de drenagem demonstrava-se insuficiente no direcionamento do escoamento superficial.

Em dois trechos do riacho 30 de Outubro constata-se o encobrimento total do canal sobreposto por construções residenciais de forma irregular. Na Rua Dr. Holmes do Rego Barros há a redução da seção do riacho para um bueiro de 1,0 m de diâmetro (Figura 4), bem como na Avenida Trinta de Outubro (Figura 5).

Figura 4: Bueiro do riacho 30 de Outubro.



Fonte: O Autor (2025).

Figura 5: Encobrimento do riacho 30 de Outubro.



Fonte: O Autor (2025).

Este tipo de interferência pode impactar na capacidade de escoamento do riacho, que originalmente seguia seu curso natural, mas sofreu sucessivas alterações antrópicas, somadas ao estreitamento progressivo de sua calha, impõem restrições hidráulicas críticas ao sistema, elevando os riscos de transbordamentos durante eventos de precipitação intensa.

No dia 11 de fevereiro de 2025 foi realizada uma visita técnica para coleta de dados, vistoria dos dispositivos de drenagem cadastrados e o diálogo com a comunidade acerca dos problemas enfrentados com alagamentos na área. Com relação a microdrenagem, de acordo o cadastro realizado pelo Plano de Drenagem da Prefeitura do Recife em 2016 e complementado por medições em campo, o sistema é composto por 55 Caixas Coletoras, 2 Bocas de Lobo com grelha, uma rede de canaletas com 90 m de extensão de seção meia-cana com 40 cm de diâmetro e uma rede de condutos subterrâneos com 816,04 m de extensão em seção retangular de 50 cm de largura e 70 cm de profundidade.

Na ocasião da visita, como mostra a Figura 6, foram observadas diversas caixas coletoras com presença de vegetação e a entrada para as galerias subterrâneas total ou parcialmente obstruídas. Muitas caixas depredadas e com suas lajes danificadas, a falta de manutenção pode ser um fator preponderante para a defasagem e desgaste da rede de drenagem.

Figura 6: Caixas coletoras obstruídas, com vegetação e danificadas.



Fonte: O Autor (2025).

Foram identificadas duas Bocas de Lobo com Grelha com registro na bacia, as quais também apresentam obstrução por assoreamento, lixo e proliferação de vegetação, como é possível observar na Figura 7.

Figura 7: Bocas de Lobo com Grelha.



Fonte: O Autor (2025).

Além disso, foi possível notar a existência de terrenos sem cobertura vegetal e vulneráveis a processos erosivos, bem como, ruas não calçadas ou asfaltadas que também apresentam processos erosivos. É válido ressaltar que o carreamento de sedimentos pela erosão pode contribuir com assoreamento do leito do canal de macrodrenagem e obstrução das galerias subterrâneas. Outros estudos como Dawoud et al. (2023) constataram que os processos erosivos contribuem para a deposição de sedimentos na infraestrutura de drenagem urbana. A Rua Dr. Freitas Lins apresenta seu revestimento em asfalto muito desgastado e apresenta pontos de erosão, sua drenagem baseia-se em uma extensão de 90 m de canaletas meia cana que, como apresentado na Figura 8 estão desgastadas e obstruídas.

Figura 8: Rua Dr. Freitas Lins com pontos de erosão e canaletas de drenagem.



Fonte: O Autor (2025).

Em algumas ruas a oeste na bacia há drenagem do tipo canaleta retangular, um dispositivo muito aplicado em regiões de topografia plana ou com desníveis pequenos. As canaletas apresentam dimensões 50 cm de largura e 70 cm de profundidade. Observa-se que, diversas tampas estão danificadas ou apresentam furos obstruídos, comprometendo o funcionamento do dispositivo.

Figura 9: Canaletas retangulares.



Fonte: O Autor (2025).

Constatou-se também que a grande maioria das edificações residenciais e comerciais possuem drenagem direta para a rua, sem a presença de nenhuma ação para amortecimento de parte do volume de água da chuva seja por retenção ou detenção. Tal cenário significa que há um incremento grande das vazões de fonte ou de lote, o que pode provocar a saturação do sistema de drenagem.

O conhecimento de todas estas interferências auxilia em um diagnóstico efetivo da rede de drenagem local, bem como, a compreensão dos processos de degradação que acometem o sistema e podem comprometer a segurança dos habitantes no momento em que há a insuficiência de direcionamento do volume escoado superficialmente para fora das áreas ocupadas pela população.

Diante do exposto, destaca-se a importância de antes da realização de todo projeto, modelagem ou intervenção, é de grande importância o reconhecimento profundo da área de estudo, Caprario et al. (2025) realizaram o cadastro técnico de drenagem piloto existente no município de Florianópolis e constataram inconsistências entre os projetos e o que foi construído, destacando a limitação de dados como um fator dificultador do processo de mapeamento da rede.

Silva Junior (2015) avaliou o sistema de microdrenagem de um ponto crítico de alagamento em um bairro central de Recife-PE e constatou que a infraestrutura de drenagem não acompanhou o processo de urbanização da região, tornando-a ineficiente diante da sobrecarga dos dispositivos hidráulicos existentes e provocando problemas de alagamento. O estudo recomendou a readequação dos poços de visita da rede, limpeza regular das galerias e o controle das vazões de contribuição de fonte com técnicas de drenagem sustentável.

Rodrigues et al. (2021) avaliaram os impactos no sistema de macrodrenagem do Canal Santa Maria na cidade de Aracaju-SE, e constataram que, devido a expansão urbana irregular na bacia de contribuição, há a heterogeneidade quanto ao grau de impermeabilização da superfície entre as sub-bacias, com isso, pode ser registrado a tendência de aumento em até cinco vezes no volume escoado por áreas com ocupação consolidada e alto grau de impermeabilização, o que provocaria a insuficiência da capacidade de escoamento do canal em um cenário futuro.

#### 4. CONCLUSÃO

A bacia Avenida 30 de Outubro é uma região densamente urbanizada, com alta taxa de impermeabilização do solo. A expansão urbana desordenada, ocorrida sem o devido planejamento territorial e desconsiderando a hidrografia local, resultou em uma área atualmente vulnerável a

recorrentes episódios de alagamentos. No que se refere à rede de condutos e dispositivos hidráulicos do sistema de drenagem urbana da bacia, observa-se que a infraestrutura instalada é insuficiente para atender à demanda. A rede coletora encontra-se distribuída apenas em algumas vias localizadas a jusante da bacia, além de poucos pontos pontuais a montante, conduzindo o deflúvio superficial predominantemente no sentido leste-oeste. Essas redes coletoras convergem para o canal principal, o riacho 30 de Outubro, que percorre grande parte da bacia e conduz a água até o deságue no Canal Guarulhos.

Foram identificadas diversas interferências e comprometimentos na rede de drenagem da região, incluindo o descarte irregular de resíduos sólidos e o lançamento de efluentes diretamente no riacho 30 de Outubro. Essas práticas favorecem a ocorrência de obstruções, inundações e alagamentos, além de representarem riscos à saúde pública e à qualidade de vida da população residente. Constatou-se também a presença de trechos com assoreamento avançado ao longo do riacho, indicando o transporte de sedimentos provenientes de áreas com solo exposto e sujeitos a processos erosivos. Tal condição evidencia a necessidade de manutenção preventiva e limpeza periódica dos canais a fim de garantir sua funcionalidade hidráulica.

As limitações de dados detalhados sobre a rede de drenagem e levantamento topográfico atualizado contribuíram para a consolidação de um diagnóstico mais preciso neste estudo. Por este motivo, destaca-se a importância da atualização contínua do cadastro da rede de drenagem, contemplando informações como cotas altimétricas dos dispositivos de microdrenagem, dimensões das seções e declividades de canais e bueiros. Esses dados são fundamentais para subsidiar a construção de modelos hidrodinâmicos capazes de simular o comportamento do escoamento superficial da bacia.

Diante dos desafios enfrentados nas áreas urbanas densamente ocupadas, como a bacia Avenida 30 de Outubro, destaca-se a importância de iniciativas de diagnóstico, cadastro e atualização das redes de drenagem urbana. O levantamento sistemático e o uso de tecnologias modernas de georreferenciamento e sensoriamento remoto proporcionam uma base de dados qualificada, essencial para o planejamento de intervenções eficazes, a mitigação de riscos de alagamentos e a promoção de soluções sustentáveis. A continuidade de ações como esta se mostra fundamental não apenas para a melhoria da infraestrutura existente, mas também para o fortalecimento da resiliência urbana frente aos impactos das mudanças climáticas e à crescente demanda por gestão integrada dos recursos hídricos em áreas urbanas vulneráveis.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Resolução ANA nº 245, de 17 de março de 2025. Aprova a Norma de Referência nº 12/2025 que dispõe sobre a estruturação dos serviços públicos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2025.
- CALDEIRA, L. A. C.; LIMA, D. P. “*Drenagem urbana: uma revisão de literatura*”. Engineering Sciences, v. 8, n. 2, p. 1-9, 2020.
- CAPRARO, J.; SANTANA, P. L.; WU, F. K.; MONTEIRO, P. C. S.; FINOTTI, A. R. “*Cadastro técnico de drenagem: uma base para o manejo integrado das águas pluviais*”. Revista DAE, São Paulo, v. 73, n. 248, p. 1–15, 2025. DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2025.090>.

CRUZ, M. A. S.; SOUZA, C. F.; TUCCI, C. E. M. “*Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade*” in Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, Nov. 2007, p. 1–18.

DAWOUD, O.; ELJAMASSI, A.; ABUNADA, Z. “*Mapping and quantification of soil erosion and sediment delivery in poorly developed urban areas: a case study*”. Sustainability, [S.l.], v. 15, n. 18, p. 1–28, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/su151813683>.

EMLURB/ PREFEITURA DO RECIFE. (2017). Plano Consolidado (Resumo Executivo). In: PDDR, ABF Engenharia, Serviços e Comércio Ltda, Recife, 245 p.

GAWALI, V.; SAYYAD, M.; PANDE, M.; BHADADE, R. (2024). “*IoT Based Real Time Drainage Monitoring System*”. 2024 International Conference on Emerging Smart Computing and Informatics (ESCI), p. 1–6.

GOMES, W. V.; AMARO, V. E.; NETO, M. M. “*Análise de alagamentos urbanos a partir de modelos digitais de elevação obtidos por veículos aéreos não-tripulados*”. Revista Brasileira de Cartografia, Goiânia, v. 9, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.18224/baru.v9i1.13133>. Acesso em: 10 jun. 2025.

HEUNG, B.; FAROOQUE, A.; ESAU, T.; ZAMAN, Q.; BILODEAU, M. (2025). “*Using Drones to Predict Degradation of Surface Drainage on Agricultural Fields: A Case Study of the Atlantic Dykelands*”. AgriEngineering, vol. 7, n. 4, art. 112, 2025.

HUSSIN, Z.; SALIM, S.; SAADDIN, S.; MOHAMMAD, S.; AZMI, N. (2022). “*Development of Automated Drainage System*”. 2022 IEEE International Conference on Automatic Control and Intelligent Systems (I2CACIS), p. 72–77.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. “*Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*”. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2022.

LIMA, C. M. R.; VIEIRA, A. F. S. G. “*Degradação ambiental no espaço urbano de Rio Preto da Eva – Amazonas – Brasil*”. GeoAmazônia, Belém, v. 11, n. 22, p. 144–161, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia/article/view/14810>. Acesso em: 10 jun. 2025.

MONTERO, P.; ALCAÑIZ, J.; RUIZ-CARULLA, R.; PADRÓ, J.; SERRA, D.; CARDOZO, J.; CARABASSA, V. (2022). “*Drone-Based Identification of Erosive Processes in Open-Pit Mining Restored Areas*”. Land, vol. 11, n. 2, art. 212, 2022.

RODRIGUES, H. B.; LIMA, W. A.; MENDES, L. A. “*Impactos das obras de drenagem e da urbanização no desempenho hidráulico de um canal em Aracaju/SE*”. Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, n. 57, p. 121-133, 2021.

SILVA JUNIOR, M. A. B. “*Alternativas compensatórias para controle de alagamentos em localidade do Recife-PE*”. 153 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de Pernambuco, Recife, 2015.

TUCCI, C. E. M.; “*Gestão de Águas Pluviais Urbanas*”. Porto Alegre, 2005. 270 p.

TUCCI, C. E. M.; BARROS, M. T. L.; PORTO, R. L. L. (Orgs.). “*Drenagem urbana*”. Porto Alegre: ABRH, 1995. v. 1. ISBN 85-7025-365-8.