

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE GOIÂNIA: DIAGNÓSTICO, INDICADORES E RESULTADOS INICIAIS

Jussanã Milograna¹; Priscilla Moura²; Ana Paula Camargo de Vicente³; Raviel Eurico Basso³;

Kamila Almeida dos Santos³ & Klebber Formiga³

RESUMO – Este artigo apresenta o processo de elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) de Goiânia descrevendo o processo de obtenção do diagnóstico técnico-institucional, a estruturação de uma base de dados geoespaciais e o processo de construção de indicadores de gestão, vulnerabilidade e desempenho, bem como os primeiros resultados já incorporados pela administração pública municipal. O ponto de partida foi um contexto marcado pela ausência de cadastro atualizado das redes de drenagem pluvial, pela recorrência de eventos de inundação e por assimetrias entre os marcos legais e os instrumentos de planejamento urbano do município, com o objetivo de construir uma abordagem integrada que combine infraestrutura cinza, soluções baseadas na natureza (SBN) e governança orientada por indicadores. Os resultados incluem a aprovação de uma nova lei de drenagem alinhada ao PDDU, a incorporação de parâmetros hidrológicos padronizados, a adoção dos protocolos do plano pela Defesa Civil e a preparação dos dados para monitoramento contínuo de desempenho. O estudo reforça a centralidade da informação confiável, da modelagem hidrodinâmica e do uso de indicadores como instrumentos para orientar a tomada de decisão, priorizar investimentos, reduzir vulnerabilidades socioambientais urbanas e possibilitar uma drenagem urbana sustentável.

Palavras-Chave – Plano Diretor de Drenagem Urbana de Goiânia; metodologia para cadastro da rede de drenagem; indicadores como ferramenta para a tomada de decisão.

ABSTRACT– This article presents the process of developing Goiânia's Urban Drainage Master Plan (PDDU), describing the technical institutional diagnosis, the structuring of a geospatial database, and the process of constructing management, vulnerability, and performance indicators, as well as the first results already incorporated by the municipal public administration. The starting point was a context marked by the absence of an up-to-date register of stormwater networks, the recurrent occurrence of flooding, and asymmetries between legal frameworks and urban planning instruments, with a view to building an integrated approach that combines grey infrastructure, nature-based solutions (NbS), and indicator based governance. The results include the approval of a new drainage law aligned with the PDDU, the incorporation of standardized hydrologic parameters, the adoption of the plan's protocols by Civil Defense, and the preparation of data for continuous performance monitoring. The study reinforces the centrality of reliable information, hydrodynamic modeling, and the use of indicators as instruments to guide decision making, prioritize investments, reduce urban socioenvironmental vulnerabilities, and to enable sustainable urban drainage.

Key-words – Goiânia Urban Drainage Master Plan; methodology for registering the drainage network; indicator as a tool for decision-making.

1) Instituto Federal de Goiás, Rua 75 nº 46 – Centro Goiânia – Go. 3227-2700 – jussana.milograna@ifg.edu.br

2) Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos Escola de Engenharia da UFMG - Bloco I Av. Antônio Carlos, 6627- Campus Pampulha - 31 270-901 – Belo Horizonte Tel: +(31) 3409.3684 – Fax: +(31) 3409.1001 - priscilla.moura@ehr.ufmg.br

3) Universidade Federal de Goiás, Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Avenida Universitária, Quadra 86, Lote Área 1488 - Setor Leste Universitário. anapaulacadevi@gmail.com; ravielbasso@ufg.br; kamila_santos@ufg.br; klebberformiga@ufg.br

INTRODUÇÃO

A ocorrência de inundações em áreas urbanas brasileiras decorre de múltiplas causas, além daquelas provenientes do processo de urbanização propriamente dito: obstrução da infraestrutura de drenagem por resíduos sólidos; obsolescência ou ausência de redes de drenagem; ocupação de fundos de vale e áreas protegidas; e, de forma transversal, lacunas na gestão das águas pluviais. Soma-se a isso a ausência histórica de planos diretores de drenagem de águas pluviais, a inexistência de um cadastro técnico atualizado compatível com as informações existentes nos municípios e a falta de articulação efetiva entre a legislação de drenagem (quando existente) e outros instrumentos de política urbana e ambiental. Esses problemas vêm sendo relatados e estudados há décadas não apenas no Brasil, e seu entendimento encontra-se amplamente documentado pela literatura.

No contexto regulatório brasileiro, embora existam marcos relevantes relacionados ao planejamento urbano, como o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) e a política de saneamento, como o Marco Legal do Saneamento Básico (BRASIL, 2020), bem como planos diretores municipais, é comum a incompatibilidade entre diretrizes e práticas, resultando em baixa efetividade tanto na mitigação dos impactos da urbanização sobre o escoamento quanto na incorporação das mudanças climáticas no dimensionamento e operação dos sistemas de drenagem das águas pluviais. Essa incompatibilidade impede que as ações de gestão se traduzam em resultados observáveis e eficazes.

A elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) de Goiânia organizou um percurso metodológico voltado para suprir lacunas de informação críticas para a efetividade das ações propostas, além de atender às premissas legais citadas. O plano baseia-se no entendimento de que as infraestruturas cinzas devem interagir com o ambiente construído e com os processos naturais por meio de soluções baseadas na natureza e dispositivos de controle na fonte, visando reduzir picos de vazão, restaurar serviços ecossistêmicos e aumentar a resiliência urbana.

Assim, o objetivo do presente artigo é apresentar o processo de elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) de Goiânia, descrevendo o processo de obtenção do diagnóstico técnico-institucional, a estruturação de uma base de dados geoespaciais e o processo de construção de indicadores de gestão, vulnerabilidade e desempenho, bem como os primeiros resultados já incorporados pela administração pública municipal.

DIAGNÓSTICO TÉCNICO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS

O município de Goiânia, com área total de 827,10 km², foi dividido em 14 sub-bacias. O diagnóstico abrangeu a área urbana do município considerando tanto os sistemas de microdrenagem

quanto os canais de macrodrenagem, o uso e cobertura do solo, a topografia e áreas ambientalmente sensíveis.

Nos sistemas de drenagem de águas pluviais local, os cadastros existentes estavam armazenados em arquivos físicos, frequentemente desatualizados. Foi necessário realizar a digitalização, vetorização e georreferenciamento dos projetos, com revisão topológica para padronização de atributos (diâmetro, material, cota de fundo, tipo de dispositivo, condição operacional) e sua vinculação a trechos e nós em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para atualização e detalhamento do cadastro, uma equipe multidisciplinar, composta por aproximadamente 60 profissionais das áreas técnicas e de comunicação, estruturou uma base de dados capaz de mostrar o panorama da superfície e das interconexões entre os sistemas de micro e macrodrenagem e possibilitar os trabalhos de modelagem e a proposição de uma rede de monitoramento.

O levantamento aerofotogramétrico de todas as bacias hidrográficas do município de Goiânia foi realizado usando uma Aeronave Remotamente Pilotada (RPA - *Remotely Piloted Aircraft*) do tipo multirrotor, conhecida como drone, modelo Matrice 200 V2 RTK, produzido pelo DJ, equipado com a câmara L1. . Antes da realização do levantamento, foram realizados a implantação e o levantamento dos alvos pré-sinalizados no terreno, que serviram de pontos de controle ou verificação no processamento das fotografias aéreas. A Figura 1 apresenta os equipamentos e um exemplo do alvo pré-sinalizado executado na etapa de diagnóstico do PDDU (GOIÂNIA, 2023).



a) Receptor GNSS utilizado em conjunto com o RPA.



b) RPA em levantamento.



c) Marcação no solo de alvo pré sinalizado.

Figura 1 – Levantamento aerofotogramétrico do município de Goiânia

Para estruturas hidráulicas associadas aos canais principais — bueiros celulares e tubulares, pontilhões e pontes — foram realizados levantamentos de campo, incluindo medições de seções,

coleta de coordenadas, caracterização do estado construtivo e elaboração de croquis técnicos (Figura 2). Essa etapa possibilitou identificar gargalos hidráulicos, estado de conservação e restrições operacionais, além de validar dados essenciais para modelagem. Foram objeto de levantamento de campo também, as dimensões dos condutos das redes de microdrenagem e poços de visita, a fim de complementar as informações constantes do Mapa Urbano Digital de Goiânia (MUBDG).



Figura 2 - Obra de arte levantada em campo

O levantamento aerofotogramétrico gerou dois produtos: o ortomosaico georreferenciado e o Modelo Digital do Terreno (MDT) feito a partir do perfilamento LiDAR (*Light Detection and Ranging*) da macrodrenagem da cidade. O MDT obtido (Figura 3) tem precisão de cerca de 10 cm, sendo utilizado para a obtenção da geometria dos canais para a modelagem hidrodinâmica 1D/2D. A alta precisão do terreno obtida no MDT permite que a modelagem tenha alta acurácia, combinando escoamento em condutos e escoamento superficial, para simulação de cenários com diferentes tempos de retorno, condições de manutenção da rede e hipóteses de implementação de medidas estruturais e soluções baseadas na natureza. A modelagem subsidiou a identificação de áreas críticas, a priorização de intervenções e a definição de parâmetros hidrológicos e hidráulicos de referência para o município.

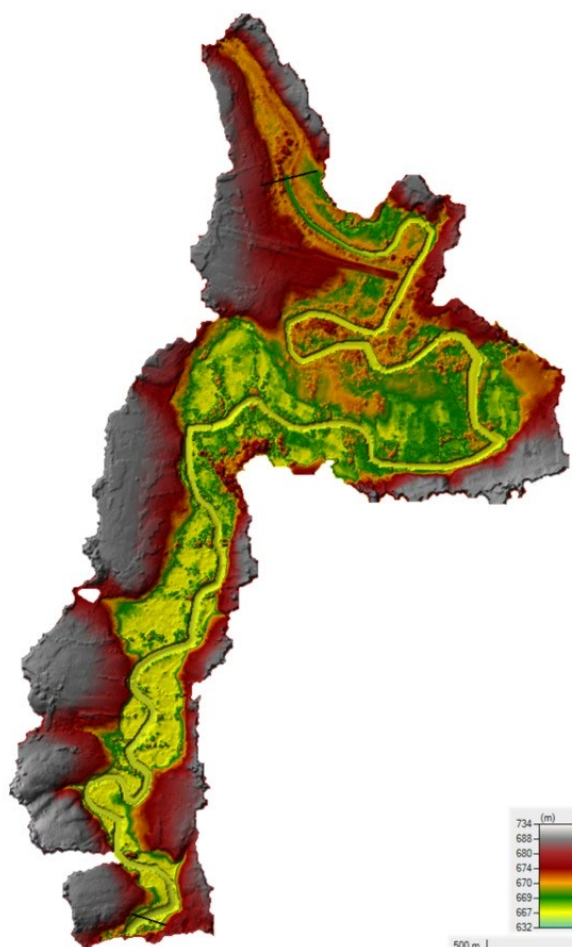


Figura 3: MDT de trecho do rio Meia Ponte.

FONTES DE DADOS E GOVERNANÇA DA INFORMAÇÃO

A confiabilidade dos dados é determinante para a qualidade dos resultados e consequentemente, das aplicações e decisões posteriores. Após a consolidação do diagnóstico, o cadastro da rede passou a refletir a morfologia real e a condição operacional, tornando-se elemento central para análises de desempenho, manutenção preventiva e resposta a eventos críticos.

Informações externas, como as disponíveis no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), foram utilizadas como referência contextual, com a ressalva de que se trata de dados autodeclarados pelos prestadores de serviço e frequentemente de confiabilidade questionável, conforme destacado por Faria (2023). Esse contraste evidenciou a importância de sistemas municipais de informação robustos, interoperáveis e atualizados.

Durante a discussão dos indicadores, também foram identificadas fragilidades de gestão — desde a ausência de planejamento plurianual até a baixa integração entre setores (obras públicas, meio ambiente, limpeza urbana, planejamento e defesa civil).

O processo de construção dos indicadores contribuiu para explicitar lacunas, organizar rotinas e atribuir responsabilidades, promovendo alinhamento institucional com o Conselho Municipal de Saneamento, agências reguladoras e a estrutura de gestão da drenagem.

INDICADORES E SEU PAPEL NA EFETIVIDADE DO PDDU

A fim de obter uma avaliação contínua do processo de implementação do PDDU e da continuidade do aprimoramento do sistema de drenagem de águas pluviais do município de Goiânia, foram elaborados indicadores distribuídos em três critérios: gestão, vulnerabilidade e desempenho do sistema.

No critério Indicadores de Gestão estão alocados os indicadores que analisam as ações do poder público municipal, os instrumentos de gestão, e os fatores ligados à mão de obra responsável pelo sistema disponível no órgão gestor.

No critério Indicadores de Vulnerabilidade estão alocados aqueles indicadores que associam os elementos vulneráveis das áreas urbanas (meio ambiente e a população) aos eventos chuvosos. Assim, os indicadores alocados nesse critério foram divididos em dois grupos, aqueles relacionados aos impactos sobre o meio e os ligados aos impactos sobre a sociedade.

No critério Indicadores de Desempenho estão alocados os indicadores formulados a fim de verificar o funcionamento do sistema frente aos eventos chuvosos

No total, foram formulados 27 indicadores, sendo estes divididos da seguinte maneira:

- 12 indicadores de gestão;
- 7 indicadores de impactos sobre a sociedade;
- 3 indicadores de impactos sobre o meio;
- 5 indicadores de desempenho.

A análise da performance do sistema de drenagem e das ações do poder público municipal será feita por meio de um Índice de Desempenho do Sistema. O método é baseado num critério único de síntese no qual os critérios e indicadores normalizados e ponderados, utilizarão a soma ponderada como critério de síntese.

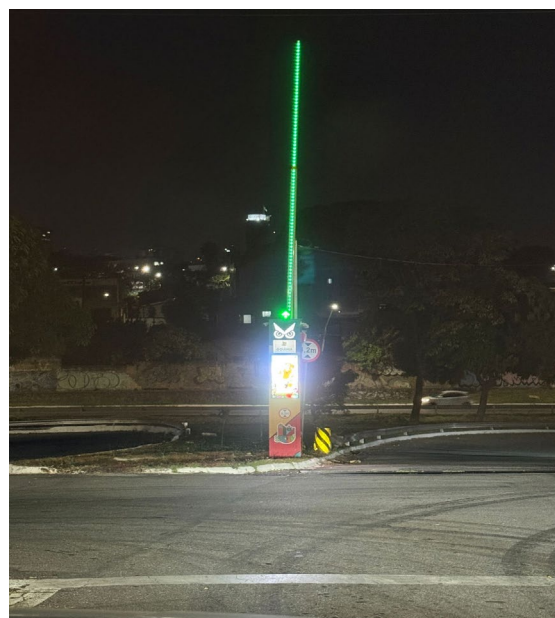
RESULTADOS INICIAIS DE IMPLEMENTAÇÃO

O desenvolvimento do PDDU já gerou resultados normativos, operacionais e informacionais relevantes, alguns já em aplicação. Destacam-se:

- Uma nova lei municipal de drenagem alinhada ao plano está em fase final de elaboração;
- Padronização de parâmetros hidrológicos e a adoção de diretrizes claras para projetos de drenagem e adoção de soluções alternativas para controle de escoamento de águas pluviais em consonância com a nova lei e com o Manual de Drenagem em fase de elaboração;
- Alinhamento de protocolos com a Defesa Civil (Exemplo de ações desenvolvidas pela Prefeitura de Goiânia e a Defesa Civil Municipal – totens de monitoramento e cancelas de fechamento da Marginal Botafogo – Figura 4, e alertas de impacto);
- Implementação de rotinas de gestão baseadas em dados (limpeza programada, registro georreferenciado de ocorrências, atualização contínua do cadastro em WebGIS);
- Cadastro atualizado de toda a rede de drenagem do município;
- Definição de prognósticos por bacia hidrográfica municipal;
- Cabe ainda destacar a importância do monitoramento através dos indicadores de desempenho, de gestão e educacionais, para buscar a real execução dos planos diretores de drenagem urbana;



a)



b)

Figura 4 – Totem de monitoramento e cancela na Marginal Botafogo

a) Fonte: Jornal Opção (Foto: Amanda Costa); b) Foto: os autores

CONCLUSÕES

A experiência de Goiânia confirma que a drenagem urbana é intrinsecamente multidisciplinar e depende de informação confiável, integração intersetorial e coerência regulatória.

O Plano Diretor de Drenagem de Goiânia está em sua fase final. Os últimos produtos foram apresentados em audiência pública no mês de junho de 2026 e várias atividades propostas no seu Prognóstico já se encontram em preparação.

Os procedimentos utilizados para chegar ao diagnóstico e ao cadastro da infraestrutura de drenagem existente no município de Goiânia destacaram-se pela dedicação ao trabalho, que conferiu precisão nos dados, e pela inovação da metodologia e dos instrumentos empregados.

Os indicadores mostraram-se uma linguagem comum entre as áreas técnicas, de planejamento e de controle social, embora ainda pouco utilizados em planos diretores. O processo de elaboração dos indicadores revelou que o processo de gestão é de suma importância para a eficiência do sistema de drenagem de águas pluviais. Nesse sentido, é possível afirmar que o funcionamento adequado do sistema depende de um órgão gestor, também, bem preparado com recursos materiais e pessoais.

Os resultados iniciais indicam que a metodologia adotada tende a melhorar significativamente tanto a avaliação das ações propostas no PDDU quanto o monitoramento contínuo do desempenho do sistema de drenagem urbana, possibilitando, por fim, uma gestão da drenagem de águas pluviais urbanas ainda mais sustentável.

As atividades já implementadas mostraram resultados positivos. Os alertas de impacto com a menção dos locais a serem evitados na ocorrência de chuvas, juntamente com o acionamento de cancelas e interdição de vias reduziram os danos e risco aos quais a população esteve submetida.

Uma rodada preliminar de teste dos indicadores indicou sua efetividade na indicação individual de elementos do sistema de drenagem mais sensíveis e com maior necessidade de atenção, e mesmo que a análise global, com a utilização de todos os indicadores, ainda não tenha sido possível, existe uma clara tendência de que o resultado possibilite chegar às bacias prioritárias em termos de necessidade de intervenções na sua infraestrutura e meio ambiente.

Por fim, pode-se concluir que, sem cadastro atualizado e dados confiáveis, a tomada de decisão tende a ser menos eficaz. Com dados, modelagem e indicadores, a gestão passa a priorizar ações de forma mais assertiva, comparar alternativas e negociar investimentos com base em resultados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FUNAPE pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 10.257: Estatuto da Cidade: Estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2001.

BRASIL. Lei nº. 14.026: Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras deliberações.

Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 2020.

FARIA, M. T. da S. (2023). Tese de doutorado. UFMG.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico Temático - Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas. 2022. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 22/06/2024.