

USO DO SOLO E INUNDAÇÕES URBANAS: REVISÃO DE ABORDAGENS E METODOLOGIAS DE MAPEAMENTO

Gabriela Fleury¹; Rodrigo Perdigão²; Lorena Cesário³; Bruno Brentan⁴

RESUMO – A urbanização desordenada e a consequente impermeabilização do solo são os principais agravantes das cheias urbanas. Para mitigar esses impactos, o monitoramento espacial torna-se essencial. Este estudo tem como objetivo analisar como o mapeamento de uso e ocupação do solo tem sido aplicado na compreensão das alterações do ciclo hidrológico e das inundações. A metodologia consistiu na revisão de 15 publicações recentes, avaliando diferentes ferramentas de geoprocessamento, como Classificação Supervisionada, Drones (VANTs), Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e a plataforma MapBiomias. Os resultados indicam que, enquanto ferramentas de macroescala identificam o avanço da impermeabilização, o planejamento de mitigação exige modelagens de alta resolução. Conclui-se que, independentemente das diferenças de resolução nos mapeamentos das bacias, a atualização de políticas públicas com Planos Diretores, é uma ferramenta indispensável para a preservação de áreas permeáveis e para a orientação de intervenções em espaços urbanizados, visando a redução do risco hídrico.

Palavras-Chave – Uso e ocupação do solo, impermeabilização do solo, metodologias de georreferenciamento.

ABSTRACT– Unplanned urbanization and the resulting soil sealing are the primary drivers of urban flooding. To mitigate these impacts, spatial monitoring becomes essential. This study aims to analyze how land use and land cover mapping has been applied to understand changes in the hydrological cycle and urban floods. The methodology involved a review of 15 recent publications, assessing various geoprocessing tools such as Supervised Classification, Unmanned Aerial Vehicles (UAVs/Drones), Geographic Information Systems (GIS), and the MapBiomias platform. Results indicate that while macro-scale tools effectively identify the progression of soil imperviousness, mitigation planning necessitates high-resolution modeling. The study concludes that, regardless of the mapping resolution of the watersheds, updating public policies—such as Master Plans—is an indispensable instrument for preserving permeable areas and guiding interventions in urbanized spaces to reduce hydrological risk.

Key-words – Land use and occupation, Soil sealing, geoprocessing methodologies.

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização provoca alterações drásticas no ciclo hidrológico, caracterizadas principalmente pela redução da taxa de infiltração do solo e pelo consequente aumento do escoamento superficial direto (SUDERHSA, 2025). A ocupação desordenada do território atua como um

¹) Universidade Federal de Minas Gerais: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627 - Belo Horizonte, Minas Gerais

²) Universidade Federal de Minas Gerais: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627 - Belo Horizonte, Minas Gerais

³) Universidade Federal de Minas Gerais: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627 - Belo Horizonte, Minas Gerais

⁴) Universidade Federal de Minas Gerais: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627 - Belo Horizonte, Minas Gerais

agravador para a ocorrência de inundações, uma vez que a ausência de planejamento e de infraestruturas de mitigação impede o manejo adequado dos fenômenos hidrológicos em bacias urbanas.

A gravidade desse cenário é acentuada em áreas de risco, onde a expansão urbana ocorre em velocidade alarmante. Entre 1985 e 2024, o crescimento urbano nessas zonas críticas foi 3,4 vezes superior, superando a média nacional de 2,5 vezes registrada no mesmo período (MapBiomas, 2026). Somado à expansão desordenada das áreas urbanas, observa-se uma fragilidade institucional: cerca de 40% dos municípios que possuem Plano Diretor Municipal operam com documentos defasados ou carecem de leis complementares essenciais, como o Zoneamento e a Regulamentação do Uso e Ocupação do Solo (IBGE/MUNIC, 2020). As consequências dessa deficiência no planejamento territorial refletem-se em danos ambientais e socioeconômicos. Na última década, a magnitude das cheias urbanas no Brasil resultou em prejuízos estimados em R\$ 55 bilhões (CNM, 2025), evidenciando a necessidade urgente de uma mudança de paradigma na gestão das cidades.

Nesse contexto, a modelagem hidrológica consolida-se como uma ferramenta estratégica. Sua aplicação permite simular diferentes cenários de ocupação e quantificar os impactos da impermeabilização, servindo como subsídio para avaliar a efetividade das legislações vigentes ou os riscos advindos de sua ausência. Para que essa análise seja precisa, é fundamental o uso de ferramentas capazes de representar, com fidelidade espacial e temporal, as dinâmicas de alteração da paisagem. Diante do exposto, o presente trabalho objetiva analisar o avanço e as limitações das técnicas de mapeamento do uso e cobertura do solo com foco em sua aplicabilidade e integração aos processos de modelagem hidrológica.

2. MÉTODOS

Para avaliação dos estudos que utilizaram uso e ocupação do solo como parâmetro de análise dos cenários de mudanças nos ciclos hidrológicos, foram selecionadas 15 publicações acadêmicas, incluindo artigos científicos, trabalhos de conclusão de curso, dissertações de mestrado e teses de doutorado. A busca foi realizada nas bases Periódicos CAPES, Google Scholar e Scopus, por meio das palavras-chave: Geoprocessamento, Uso e Ocupação do Solo, Cheias Urbanas, Planejamento Urbano, Modelagem Hidrológica, Sensoriamento Remoto, Áreas de Risco e SIG. A seleção seguiu os critérios: (i) recorte temporal de até seis anos; (ii) eixos temáticos relativos ao uso e ocupação do solo; e (iii) ferramentas de mapeamento empregadas. Foram avaliadas as variações metodológicas

entre as ferramentas e seus objetivos finais, permitindo um comparativo entre as técnicas de análise utilizadas na atualidade.

3. RESULTADOS

A partir dos critérios definidos, as publicações analisadas foram agrupadas em três eixos metodológicos. O primeiro reúne os trabalhos que utilizam sensoriamento remoto e classificação supervisionada de imagens, com ênfase no detalhamento espacial das classes de uso e ocupação. O segundo bloco reúne estudos focados no uso de SIG, que variam ao integrar a ferramenta, de forma isolada ou combinada, com dados públicos de uso do solo, legislações e registros meteorológicos oficiais. O terceiro compreende as pesquisas que se apoiam em plataformas padronizadas de mapeamento em macroescala, com destaque para o MapBiomas.

3.1 Sensoriamento Remoto e Classificação de Imagens

A classificação supervisionada permite transformar pixels de imagens de satélite em mapas temáticos a partir de categorias pré-definidas, enquanto na não-supervisionada o processo inicia-se pela análise das características espectrais (Jensen, 2009). Nesse contexto, o algoritmo MAXVER destaca-se como classificador supervisionado que utiliza a probabilidade estatística para alocar pixels em classes específicas, assumindo distribuição normal (Richards e Jia, 2006; Novo, 2010).

Chang e Pinheiro (2021) aplicaram essa metodologia em imagens Landsat entre 1975 e 2015, utilizando o software SPRING com limiar de aceitação de 100%. O estudo revelou crescimento de 150% na área urbanizada, com aumento proporcional do coeficiente Curve Number (CN) e redução severa na vegetação rasteira (55%) e densa (40%), evidenciando a crescente impermeabilização do solo. Complementando essa perspectiva, Gomes (2024) utilizou o MAXVER no ArcGIS Pro para análises preditivas, simulando cenários baseados nas diretrizes do MapBiomas, e demonstrou que a conversão contínua de áreas naturais e mangues em infraestrutura urbana eleva consideravelmente o escoamento superficial em projeções pessimistas.

Além da análise por pixels, a interpretação baseada em objetos e microdados oferece maior detalhamento sobre a ocupação do solo. Guimarães *et al.* (2024) aplicaram técnicas de Combinação Orientada a Objeto e fotointerpretação, analisando parâmetros como textura, geometria e distribuição espacial para identificar ocupações irregulares; os resultados indicaram que 31% da área analisada está ocupada de forma desordenada, afetando Áreas de Preservação Permanente (APPs) e elevando o risco hídrico. Em escala ainda mais detalhada, Parente (2023) e Cardoso (2023) utilizaram Veículos

Aéreos Não Tripulados (VANTs) processados no proTerra para gerar ortomosaicos de alta resolução em Palmas-TO, o que permitiu vetorizar com precisão a impermeabilização de lotes individuais e comprovar que a ação antrópica em telhados e asfaltos potencializa a vulnerabilidade natural de bacias com baixa declividade.

Por fim, a mensuração do impacto urbano também é viabilizada pela análise de densidades e coeficientes de deflúvio. Caminha e Silva (2023) utilizaram imagens de satélite e o plugin HCMGIS para comparar a impermeabilização entre 2017 e 2022. Ao categorizar o território conforme os critérios de densidade de Wilken (1978), os autores observaram que a expansão das edificações densas fez o coeficiente médio de escoamento da sub-bacia saltar de 0,48 para 0,61. Esse aumento expressivo em apenas cinco anos reforça a necessidade de monitoramento constante e planejamento urbano para mitigar os efeitos da impermeabilização do solo.

3.2 Modelagem SIG

Os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) consolidaram-se como ferramentas de gestão territorial graças à sua capacidade de reunir diferentes tipos de dados. Contudo, a eficácia dessa tecnologia está diretamente ligada à qualidade das informações utilizadas. Por isso, os estudos frequentemente combinam plataformas como o QGIS e ARGIS com fontes oficiais e dados territoriais confiáveis. Essa integração permite modelar com precisão o comportamento das bacias hidrográficas e avaliar a vulnerabilidade das regiões a inundações.

Dentre os estudos analisados, as abordagens com SIG atuam de forma complementar à modelagem para compreender a vulnerabilidade do espaço. Neto *et al.* (2024) construíram modelos no QGIS para simular cenários de inundação na bacia do rio Mumbuca, integrando dados de uso e ocupação do solo da base do IBGE. A abordagem permitiu quantificar os impactos das cheias, revelando que, embora a maioria dos lotes sofra impactos baixos, uma parcela significativa (13%) fica exposta a alagamentos extremos com lâminas d'água superiores a um metro.

De maneira análoga, Alvernaz (2023) integrou os softwares HEC-HMS e HEC-RAS ao ArcGIS para simular o escoamento e mapear cenários críticos de cheias na bacia do rio Tâmega. Para isso, o autor recorreu a bases institucionais oficiais do governo português de uso e ocupação do solo e cartas litológicas, das quais extraiu parâmetros morfológicos e físicos da bacia, como permeabilidade do solo, capacidade de infiltração e tempo de concentração. Esses dados foram associados aos registros históricos de precipitação e vazão das estações do Sistema Nacional de

Informação de Recursos Hídricos (SNIRH) para definir o modelo meteorológico. Nesse estudo, portanto, os dados institucionais operam como base física e hidrometeorológica das simulações, permitindo calcular o escoamento superficial e delimitar as manchas de inundação para diferentes períodos de retorno. Ampliando o leque de ferramentas, Magalhães *et al.* (2025) adotaram análise multicritério na bacia do rio Iguaçu por meio do Índice de Susceptibilidade do Meio Físico a Inundações (ISMFI v2.0), cruzando variáveis como declividade, impermeabilização, proximidade de cursos d'água e cota altimétrica.

Essas metodologias também permitem a compreensão da eficiência da legislação vigente. Rocha (2024) demonstrou isso ao combinar fotointerpretação com a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (LPUOS) para calibrar coeficientes de impermeabilização em São Paulo. O estudo evidenciou que a falta de integração prática entre as exigências de permeabilidade e o Plano Diretor Estratégico agrava as enchentes mesmo em áreas com legislação robusta. Resultados e desafios semelhantes foram observados por Alvernaz (2023), que, apesar de validar sua metodologia, apontou a baixa resolução dos dados de entrada (como o MDT de 30 metros) como um fator que limita o detalhamento urbano. Corroborando a influência antrópica, Santos e Silva (2024) cruzaram dados de relevo e uso do solo na bacia do rio Catolé Grande e provaram que as inundações devastadoras são motivadas principalmente pela ocupação desordenada, uma vez que o desastre ocorre mesmo em regiões onde a morfometria do relevo deveria, teoricamente, retardar o fluxo das águas.

Os estudos analisados demonstram que as características físicas e normativas formam a base do território, o uso intensivo e a impermeabilização disparam o risco, e o SIG atua como ferramenta de validação e previsão. Essa validação é confirmada pelo estudo de Magalhães *et al.* (2025), que encontrou alta correspondência entre as áreas classificadas matematicamente como de alta susceptibilidade e os registros reais de desastres. Por fim, as conclusões de Santos e Silva (2024), Magalhães *et al.* (2025) e Neto *et al.* (2024) defendem que a modelagem espacial deve deixar de ser apenas um instrumento de pesquisa para se tornar uma ferramenta ativa e indispensável do poder público, servindo para proibir ocupações em áreas de risco, direcionar investimentos em obras de drenagem e embasar políticas públicas focadas na construção de cidades mais resilientes.

3.3 Mapeamento em Macroescala com Plataformas Padronizadas

O MapBiomas é uma iniciativa colaborativa entre universidades, organizações não governamentais e empresas de tecnologia que, desde 2015, produz mapas anuais de cobertura e uso da terra para todo o território brasileiro, com resolução espacial de 30 metros. A plataforma utiliza

processamento em nuvem (Google Earth Engine) e algoritmos de inteligência artificial para classificar imagens dos satélites Landsat, disponibilizando coleções históricas de acesso público que viabilizam análises temporais de longo prazo. Os estudos de Pinto (2022) e Gonçalves (2024), consistem na caracterização do uso e ocupação do solo através da importação de coleções da plataforma para softwares de Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Nestes estudos, a metodologia baseia-se na análise quantitativa via polígonos, realizando uma contabilização manual ou visual das diferenças temporais nos mapas, muitas vezes por meio da subtração simples das áreas identificadas pelas camadas extraídas.

Aprofundando a utilização da plataforma, Vasconcelos *et al.* (2024) utilizaram a Coleção 7 do MapBiomas para examinar o recorte temporal de 1985 a 2020. A metodologia empregada envolveu a subtração de cenários anuais para a geração de classes de transição espacial, permitindo identificar a manutenção, supressão ou expansão de tipologias. Através da extração quantitativa da alteração de pixels convertida em quilômetros, os autores concluíram que a mudança mais expressiva no Amazonas não é a urbanização, mas sim o aumento do desmatamento causado pela conversão de Formação Florestal em pastagem, destacando a importância dessas ferramentas no planejamento contra os impactos da agropecuária. Complementarmente, Castellar (2026) expandiu a aplicação do MapBiomas ao integrá-lo às bases geológicas da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais (IDE-SISEMA). Essa metodologia permitiu o cruzamento de informações entre o nível de urbanização e as respostas geomecânicas e de infiltração em bacias hidrográficas. Ao analisar os cenários de 1985 e 2023, o estudo evidenciou que a expansão urbana adjacente ao perímetro consolidado é hidrológicamente grave, pois ampliou a impermeabilização do solo em locais onde o escoamento superficial se propaga com maior eficiência pela rede de canais.

4. DISCUSSÃO

A análise comparativa das metodologias revisadas permite organizar a discussão em três eixos: (i) a resolução espacial de cada técnica; (ii) sua aplicabilidade ao planejamento urbano e à modelagem hidrológica; e (iii) as limitações computacionais e de dados associadas.

Quanto à resolução espacial, observa-se uma gradação clara entre as abordagens. As plataformas de macroescala, como o MapBiomas, operam com resolução de 30×30 m, adequada para identificar o avanço da urbanização e da impermeabilização em escala regional, mas insuficiente para a modelagem hidrológica e hidrodinâmica de alta resolução (Pinto, 2022; Vasconcelos *et al.*,

2024; Castellar, 2026). Os estudos baseados em classificação supervisionada de imagens Landsat (Chang e Pinheiro, 2021; Gomes, 2024) mantêm os 30 m, mas permitem customizar as classes de uso e ocupação conforme o objetivo da pesquisa. Já as técnicas baseadas em VANTs (Parente, 2023; Cardoso, 2023) e em classificação orientada a objetos (Guimarães *et al.*, 2024) alcançam resoluções de até 3 m ou submétricas, viabilizando a identificação de elementos urbanos individuais, como telhados, asfaltos e lotes.

Em relação à aplicabilidade ao planejamento urbano, as técnicas de alta resolução mostram-se mais aderentes à modelagem hidrológica e hidrodinâmica detalhada, pois capturam elementos essenciais das paisagens urbanas (estradas, estacionamentos, ruas com meio-fio e telhados) necessários à reprodução real do escoamento superficial (McKane *et al.*, 2022). Quando análises de impermeabilização são simuladas em modelos sem alta resolução espacial, as intervenções propostas resultam em resposta insensível na reprodução do escoamento superficial urbano (Krebs *et al.*, 2014). Já as ferramentas de macroescala são mais aplicáveis ao monitoramento de tendências históricas e à formulação de diretrizes regionais, servindo de suporte ao reforço de instrumentos normativos. Os estudos revisados convergem ao recomendar a atualização de planos diretores e o aumento de áreas permeáveis como respostas à expansão da impermeabilização (Rocha, 2024; Santos e Silva, 2024; Magalhães *et al.*, 2025; Neto *et al.*, 2024).

As técnicas de mapeamento possuem limitações distintas que as tornam interdependentes: enquanto os métodos de alta resolução (como o uso de VANTs) oferecem grande detalhamento a um alto custo operacional e computacional que restringe sua aplicação em larga escala, as plataformas de macroescala cobrem áreas extensas, mas falham em capturar as nuances do ambiente urbano, um problema que é agravado pela baixa resolução dos Modelos Digitais de Terreno (MDTs) disponíveis. Diante desse cenário, conclui-se que essas abordagens não competem entre si, mas são complementares, devendo ser integradas para garantir um planejamento e uma avaliação hidrológica mais precisos e eficazes.

5. CONCLUSÃO

A presente revisão sistematizou 15 trabalhos recentes sobre o mapeamento de cobertura e uso do solo aplicado às alterações no ciclo hidrológico em bacias urbanizadas. A comparação explicitou as relações entre resolução espacial, aplicabilidade ao planejamento urbano e limitações operacionais. Demonstra-se que, embora as ferramentas de macroescala sejam eficientes para identificar macrotendências de expansão urbana e fundamentar a atualização de instrumentos normativos, o

planejamento hidrológico preditivo e as intervenções localizadas exigem modelagens de alta resolução espacial. As abordagens são, assim, complementares e articuladas, não excludentes.

Como limitações desta revisão, destacam-se o número restrito de publicações e o recorte temporal de seis anos, que privilegia a produção recente, mas pode excluir contribuições metodológicas anteriores. Além disso, a heterogeneidade das áreas de estudo dificulta a generalização direta dos resultados quantitativos, ainda que os padrões metodológicos sejam robustos. Para trabalhos futuros, sugere-se: (i) ampliar a base de revisão para mais publicações e bases bibliográficas, permitindo análises bibliométricas mais robustas; (ii) realizar estudos de caso comparativos que apliquem simultaneamente diferentes técnicas (MapBiomas, classificação supervisionada e VANTs) sobre uma mesma bacia, quantificando empiricamente os efeitos da resolução espacial sobre a modelagem hidrológica.

REFERÊNCIAS

- ALVERNAZ, L. L. B. S. *Metodologia para o mapeamento de cheias em zonas de risco: aplicado à bacia hidrográfica do rio Tâmega*. 2023. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa, Caparica, 2023.
- CAMINHA, V. P. ; SILVA, P. C. M. *Análise espaço temporal de uma sub-bacia urbana, considerando os impactos da sua ocupação*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2023.
- CÂMARA, G. et al. Análise de imagens orientada a objetos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8., 1996, Salvador. *Anais [...]*. Salvador: INPE, 1996. p. 200–210..
- CASTELLAR, V. R. *Modelagem hidrológica aplicada à avaliação de cheias urbanas no ribeirão Vau-açu (Ponte Nova–MG)*. 2026. Monografia (Engenharia Urbana) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2026.
- CHANG, M. M.; PINHEIRO, H. D. Análise da evolução do uso e cobertura do solo utilizando SPRING e MAXVER. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 14, n. 3, p. 100–115, 2021.
- CNM. *Desastres causaram R\$ 732,2 bi de prejuízos aos municípios entre 2013 e 2024*. Brasília, DF: CNM, 2025.

GONÇALVES, G. *Praças e parques urbanos de Porto Alegre: distribuição, impacto das cheias de 2024 e oportunidades de revitalização da cidade*. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

GUIMARÃES, A. K. et al. Aplicação da Lei 12.651/2012 na análise da ocupação das áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica Água Suja, município de Guarulhos (SP). *Revista Científica ACERTTE*, v. 4, n. 5, e45184, 2024.

IBGE. *Pesquisa de informações básicas municipais (MUNIC)*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

JENSEN, J. R. *Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres*. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

KREBS, G. et al. A high resolution application of a stormwater management model (SWMM) using genetic parameter optimization. *Urban Water Journal*, v. 11, n. 5, p. 394–410, 2014.

MAPBIOMAS. *Relatório anual de cobertura e uso da terra no Brasil*. São Paulo: MapBiomass, 2026.

MAGALHÃES, P. M. C.; SOUSA, M. M. de; THOMAZ, F. R.; REZENDE, O. M.; PORTES, M. da S.; MEDEIROS, V. S. B. de; NETO, H. de M.; MIGUEZ, M. G. Mapeamento qualitativo de inundações como uma ferramenta para o planejamento urbano – estudo de caso da bacia do rio Iguaçu. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO E EUROPEU SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS (EURO ELECS), 6., 2025, Rio de Janeiro. Anais [...]. Rio de Janeiro, 2025.

MCKANE, R. B. et al. Improved urban runoff prediction using high-resolution land-use data. *Journal of Environmental Management*, v. 310, p. 114–125, 2022.

NETO, H. M. et al. Mapeamento de inundações em uma bacia urbanizada em planície costeira - Maricá-RJ. In: ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS, 15., 2024, Recife. *Anais [...]*. Recife: ABRHydro, 2024. p. 1–10.

NOVO, E. M. L M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

PARENTE, D. C. *Uso do geoprocessamento no planejamento urbano: identificação de áreas críticas de alagamento na área urbana de Palmas – TO*. 2023. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2023.

PINTO, E.S. *Análise do uso e ocupação do solo e caracterização morfométrica da bacia do rio Cupijó por meio de ferramentas SIG*. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2022.

RICHARDS, J. A.; JIA, Xiuping. *Remote sensing digital image analysis: an introduction*. 4. ed. Berlin: Springer, 2006.

ROCHA, C. O.. *Adequação do uso e ocupação do solo em áreas suscetíveis a inundações com apoio de método de chuva sobre malha bidimensional*. 2024. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

SANTOS, R; SILVA, M. R.. Análise dos eventos de cheias utilizando ferramentas de geoprocessamento na bacia do rio Catolé Grande, Bahia. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 15, n. 3, p. 249–263, 2024.

SOARES, E.G et al. Avaliação dos impactos da urbanização sobre cheias na bacia do rio Cuiá. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 26., 2025, Vitória. *Anais [...]*. Vitória: ABRHydro, 2025.

SUDERHSA. *Manual de drenagem urbana e gestão hídrica*. Curitiba: SUDERHSA, 2025.

VASCONCELOS, B. R. ; LIMA, M. T. V.; PARANHOS FILHO, A. C.. Detecção de mudanças no uso e ocupação do solo no estado do Amazonas baseada nas classificações do projeto MapBiomas. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 76, n. 4, p. 80–95, 2024.

WILKEN, P. S. *Engenharia de drenagem de superfície*. São Paulo: CETESB, 1978.