

AS APPs SÃO SUFICIENTES PARA GARANTIR A PROTEÇÃO DAS PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO URBANAS?

Thaís Oliveira Ribeiro¹; Ana Elisa Silva de Abreu²

RESUMO – O crescimento urbano sobre planícies de inundação é uma das principais causas de vulnerabilidade a desastres hidrológicos nas cidades brasileiras. As Áreas de Preservação Permanente (APP) constituem o principal parâmetro legal de restrição à ocupação dessas áreas, mas não foram estabelecidas com base na dinâmica hidráulica das cheias. Este trabalho avalia a correspondência entre APP e planície de inundação urbana a partir do Zoneamento de Planícies de Inundação (ZPI) do Plano Diretor de Macrodrenagem de São Lourenço (MG), composto pela Zona de Passagem de Cheia (ZPC), Zona de Risco de Inundação (ZRI) e Zona de Passagem de Cheia com Ocupação Consolidada (ZPCO). Manchas de inundação com auxílio do HEC-HMS e HEC-RAS em 2D para tempos de retorno de 5 e 100 anos. A comparação entre larguras médias da ZRI e das APPs nas seis bacias urbanas consolidadas revelou três padrões: planícies em que o cumprimento da APP teria sido suficiente para proteção; planícies cuja extensão real supera o limite legal; e cursos hídricos canalizados, para os quais a planície deixou de existir. Os resultados demonstram ausência de correspondência sistemática entre APP e planície hidráulica real, reforçando a necessidade de redefinição das APPs urbanas com base na dinâmica hidráulica real.

Palavras-Chave — Área de preservação permanente; planejamento urbano; manchas de inundação.

ABSTRACT–Urban growth over floodplains is one of the main causes of hydrological disaster vulnerability in Brazilian cities. Permanent Preservation Areas (PPA) constitute the main legal parameter for restricting occupation of these areas, but were not established based on flood hydraulic dynamics. This paper assesses the correspondence between PPA and urban floodplains using the Floodplain Zoning (ZPI) of the São Lourenço (MG) Master Drainage Plan, comprising the Flood Conveyance Zone (ZPC), Flood Risk Zone (ZRI), and Consolidated Occupation Flood Conveyance Zone (ZPCO). Flood extents were generated using HEC-HMS and HEC-RAS 2D for return periods of 5 and 100 years. Comparison between average ZRI widths and PPAs across six consolidated urban watersheds revealed three patterns: floodplains where PPA compliance would have been sufficient for protection; floodplains whose actual extent exceeds the legal limit; and channelized watercourses for which the floodplain has ceased to exist. Results demonstrate no systematic correspondence between PPA and actual hydraulic floodplains, reinforcing the need to redefine urban PPAs based on actual hydraulic floodplain dynamics.

Key-words — Permanent preservation area; urban planning; flood mapping.

1) Doutoranda em Geociências, Instituto de Geociências, Unicamp. Contatos: (35) 99893-2801, t271280@dac.unicamp.br.

2) Professora/pesquisadora do Instituto de Geociências Unicamp. Contatos: (19) 3521-4575, aeabreu@unicamp.br

1. INTRODUÇÃO

As faixas marginais de Área de Preservação Permanente (APP) definidas pelo Código Florestal brasileiro constituem o principal parâmetro legal de restrição à ocupação das margens de cursos d'água nas cidades brasileiras, incluindo áreas sujeitas a inundação. Essas faixas são fixadas a partir da borda da calha do leito regular dos cursos d'água, parâmetro morfológico que expressa a descarga dominante do canal, não a descarga de cheia que define a extensão da planície de inundação. Essa distinção é fundamental: bacias com mesma largura de canal podem ter planícies de inundação muito distintas em função de suas áreas de drenagem, declividades e condições de uso do solo, conforme os autores Larentis *et al.* (2020) e Jayasuriya *et al.* (2022).

O Zoneamento de Planície de Inundação (ZPI) constitui instrumento consolidado internacionalmente para disciplinamento do uso do solo em áreas sujeitas a inundação, segundo FEMA (2019), mas ainda com aplicação incipiente no planejamento urbano brasileiro com base em Larentis *et al.* (2020). Ao associar manchas de inundação obtidas por modelagem hidrológica e hidráulica a parâmetros urbanísticos, o ZPI permite delimitar espacialmente a dinâmica das cheias com base na física real do escoamento. No caso de São Lourenço, o ZPI é composto por três zonas: a Zona de Passagem de Cheia (ZPC), correspondente à mancha de inundação de tempo de retorno de 5 anos; a Zona de Risco de Inundação (ZRI), correspondente à mancha de tempo de retorno de 100 anos; e a Zona de Passagem de Cheia com Ocupação Consolidada (ZPCO), que abrange os trechos da ZPC já urbanizados e recebe parâmetros equivalentes à ZRI.

Nesse sentido, o mapeamento hidrológico constitui o que Llapashtica *et al.* (2026) denominam camada zero do planejamento urbano: deve preceder e orientar as decisões territoriais, e não ser produzido a posteriori para justificar ocupações já consolidadas. A Lei Federal nº 14.285/2021 reconhece essa complexidade ao permitir que municípios estabeleçam, por meio do Plano Diretor ou lei municipal específica, faixas diferenciadas para os cursos d'água em áreas urbanas consolidadas, possibilitando maior aderência à realidade local. Permanece, contudo, a questão central: em que medida as faixas fixas atualmente adotadas correspondem à extensão real das planícies de inundação urbanas? Este trabalho tem como objetivo avaliar a correspondência entre as faixas de APP e a planície hidráulica real em bacias urbanas consolidadas, tomando como base o ZPI elaborado para o município de São Lourenço/MG.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

O estudo foi desenvolvido no município de São Lourenço (MG), estância hidromineral com 44.798 habitantes, IBGE (2022), e área territorial de 58 km², localizado no sul de Minas Gerais. A área urbana consolidada desenvolveu-se ao longo das planícies fluviais associadas ao Ribeirão São Lourenço e seus tributários, onde se concentram registros históricos recorrentes de inundação. O

território urbano é drenado por onze bacias e microbacias hidrográficas tributárias do rio Verde (Figura 1). Para fins deste estudo, a microbacia da Abençoada foi incorporada à bacia do Taboão/Rosário por estar inserida em seu interior e por não apresentar urbanização consolidada no trecho analisado.

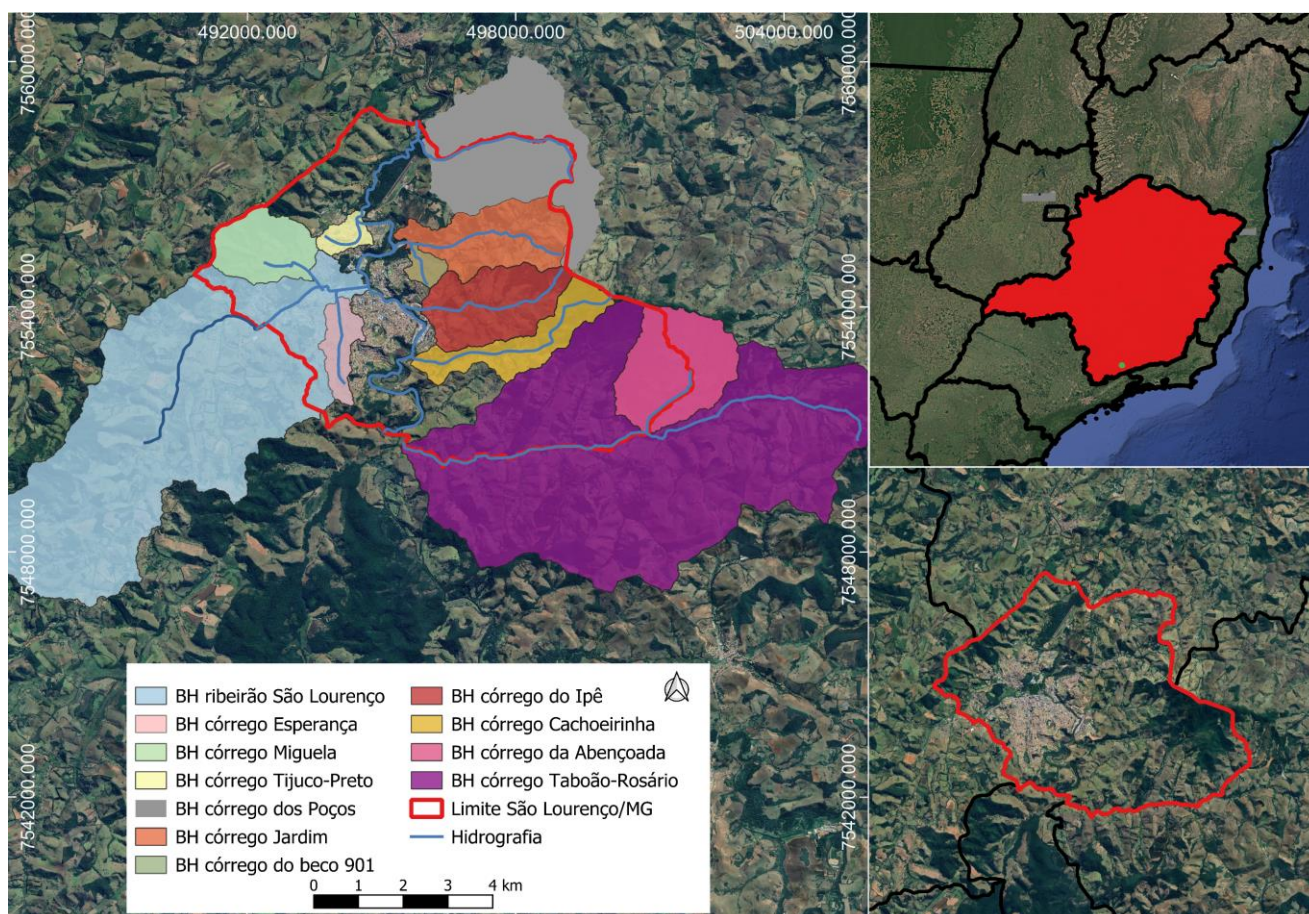


Figura 1 — Localização do município de São Lourenço (MG) e delimitação das bacias hidrográficas urbanas.
Fonte: elaboração própria

2.2 Modelagem hidrológica

A modelagem hidrológica foi desenvolvida no âmbito do Plano Diretor de Macrodrenagem de São Lourenço e realizada no HEC-HMS pelo método chuva-vazão, utilizando o modelo SCS Curve Number (CN). Os valores de CN foram determinados a partir de mapeamento de uso e ocupação do solo e dos grupos hidrológicos dos solos das bacias, com base no conhecimento detalhado das condições locais. As chuvas de projeto foram estimadas a partir da equação de intensidade-duração-frequência (IDF) calibrada para São Lourenço pelo software Pluvio UFV (2022), para os tempos de retorno de 5 e 100 anos, correspondentes às zonas ZPC e ZRI do zoneamento, respectivamente.

2.3 Modelagem hidráulica bidimensional

A modelagem hidráulica, igualmente desenvolvida no âmbito do Plano Diretor de Macrodrenagem, foi realizada no HEC-RAS 6.3.1 em regime não permanente com solução bidimensional da equação da onda difusa. A adoção de modelagem bidimensional permite representar adequadamente a dinâmica multidirecional do escoamento em ambiente urbano, superando as

limitações da abordagem unidimensional em áreas com edificações, vias e dispositivos de drenagem Alruzuq e Mossa (2026). Foi utilizado modelo digital de elevação com resolução espacial de 6 cm obtido por aerolevantamento com drone, complementado por imagem Alos Palsar (12,5 m) em áreas periurbanas e levantamento de seções transversais com estação total. Conforme Alruzuq e Mossa (2026), a qualidade topográfica do modelo de entrada é fator determinante da modelagem hidrodinâmica 2D em ambientes urbanos, e a resolução adotada supera as incertezas dos modelos digitais globais frequentemente utilizados em países em desenvolvimento conforme Kaiwong *et al.* (2026).

A acurácia das manchas geradas foi verificada por confrontação com registros históricos de inundação da Defesa Civil municipal e submetida a processo participativo de validação social por meio de audiência pública, no qual técnicos e representantes da comunidade confirmaram a correspondência entre as áreas mapeadas e os eventos vivenciados localmente.

2.4 Estruturação do ZPI e parâmetros de zoneamento

O ZPI foi estruturado com base na metodologia de Larentis *et al.* (2020), adaptada à realidade hidrológica de São Lourenço e está exposto no Plano de Macrodrenagem do município. A Zona de Passagem de Cheia (ZPC) corresponde à mancha de tempo de retorno de 5 anos; a Zona de Risco de Inundação (ZRI) à mancha de tempo de retorno de 100 anos; e a Zona de Passagem de Cheia com Ocupação Consolidada (ZPCO) aos trechos da ZPC já urbanizados, que recebem parâmetros equivalentes à ZRI. Embora a ZPC corresponda a um evento de menor magnitude, é nela que se concentram as maiores velocidades e profundidades de escoamento, tornando a ocupação dessas áreas particularmente perigosa e justificando sua restrição mais severa em relação à ZRI.

Os tempos de retorno foram definidos a partir da realidade hidrológica local e validados com a Defesa Civil municipal, em consonância com referências internacionais segundo FEMA (2019); Larentis *et al.* (2020). O processo de elaboração do plano contou com Grupo de Trabalho Executivo composto por SAAE, Secretaria de Infraestrutura, Coordenadoria de Meio Ambiente e Defesa Civil, além de Núcleo Gestor com representantes da sociedade civil, concluído com audiência pública com base em Zhong *et al.* (2020) e Prashar *et al.* (2024).

2.5 Procedimento de comparação entre ZPI e APP

A avaliação da correspondência entre APP e planície hidráulica foi realizada por sobreposição espacial entre as manchas de inundação e as faixas marginais do Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), restrita às seis bacias inseridas na mancha urbana consolidada, em que a correspondência entre APP e planície hidráulica tem implicações diretas para o ordenamento territorial. Adotou-se a faixa de 30 m por margem (total 60 m). A razão ZRI/APP foi utilizada como indicador: valores próximos a 1,0 indicam coincidência entre a planície de inundação e a largura da faixa de Preservação Permanente; inferiores a 1,0, que a APP seria suficiente para proteção da área

sujeita a inundação; superiores a 1,0, que a planície real supera a faixa legal, tornando a APP insuficiente. As larguras médias da ZRI por bacia foram obtidas por análise geoespacial no QGIS 3.34.

3. RESULTADOS

3.1 Sobreposição ZPI x APPs

As maiores extensões de área inundada na malha urbana consolidada concentram-se no Ribeirão São Lourenço, Córrego Esperança e Córrego Miguel, cujas bacias convergem no trecho central do município, área de maior densidade construtiva e histórico recorrente de inundações; o Córrego Jardim e o Córrego Ipê apresentam manchas expressivas nos trechos próximos à foz no rio Verde, onde a planície naturalmente se alarga. A sobreposição dessas manchas com as APPs delimitadas pelo Código Florestal nas seis bacias em área urbana consolidada permitiu comparar, bacia a bacia, a largura média da Zona de Risco de Inundação com a faixa legal de 30 m por margem. A razão ZRI/APP revelou comportamentos estruturalmente distintos entre as bacias, agrupados em três padrões conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 — Características morfométricas e relação ZPI x APP nas bacias urbanas consolidadas de São Lourenço (MG). APP de 30 m de cada margem (total 60 m). Bacias ordenadas por ZRI/APP decrescente.

Bacia	Área (km ²)	Comp. rio (km)	ZPC (m)	ZRI (m)	APP (m)	ZRI/APP	Padrão
Ribeirão São Lourenço	39,32	7,84	78,33	170,61	60	2,84	2
Córrego Ipê	4,96	4,22	56,01	113,03	60	1,88	2
Córrego Miguel	3,40	3,09	44,79	79,64	60	1,33	2
Córrego Jardim	5,50	4,15	34,95	58,53	60	0,98	1
Córrego Esperança	1,55	2,34	38,78	63,46	60	1,06	1
Córrego Tijucu Preto	0,67	1,30	24,86	41,39	60	0,69	1
Beco 901	0,61	1,11	—	—	60	—	3

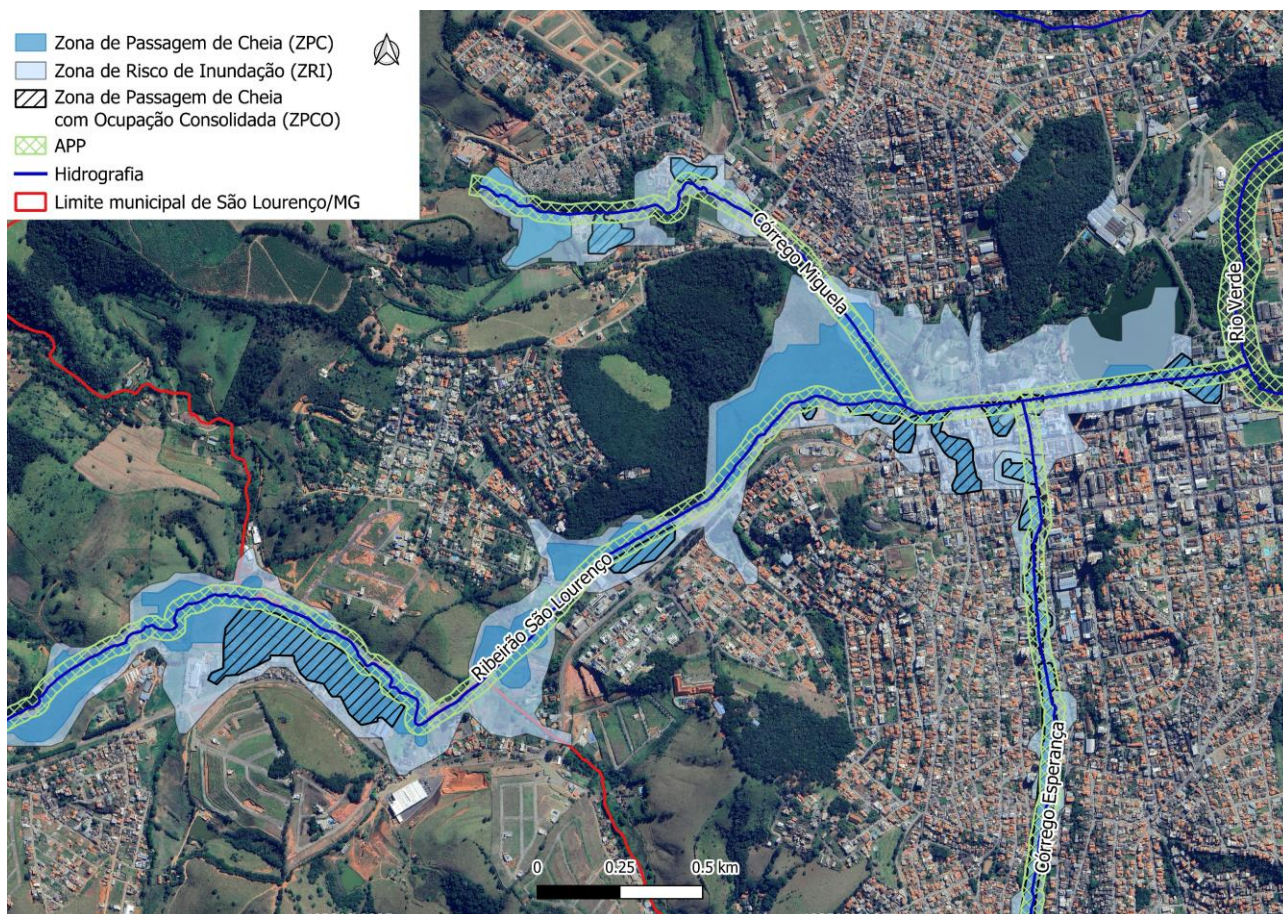


Figura 2 — Sobreposição entre ZPI e APP nas bacias do Ribeirão São Lourenço, Córrego Miguela e Córrego Esperança na área central de São Lourenço (MG).

Fonte: elaboração própria.

O Padrão 1, identificado no Córrego Esperança, Córrego Jardim e Córrego Tijuco Preto, caracteriza-se pela coincidência aproximada entre a ZRI e a faixa de APP. A relação ZRI/APP varia entre 0,69 e 1,06, indicando que a planície hidráulica real é compatível com, ou inferior à, faixa que a norma ambiental vigente já estabelece. No Córrego Esperança, a ZPC de 38,78 m e a ZRI de 63,46 m são praticamente equivalentes à soma das faixas marginais de 30 m de cada margem. A relação ZRI/APP de 1,06 é suficientemente próxima de 1,0 para caracterizar coincidência entre a planície hidráulica e a faixa legal, justificando sua classificação no Padrão 1. Nos córregos Jardim e Tijuco Preto, a ZRI é ainda mais estreita que a APP, reflexo de planícies encaixadas em relevo acidentado.

O Padrão 2, identificado no Ribeirão São Lourenço, Córrego Ipê e Córrego Miguela, apresenta relação ZRI/APP entre 1,33 e 2,84, o que significa que a planície de inundação real supera a faixa legal em até 184%. No Ribeirão São Lourenço, a ZRI atinge largura média de 170,61 m, quase três vezes a faixa total de APP de 60 m. No Córrego Ipê, a ZRI de 113,03 m supera a APP em 88%. No Córrego Miguela, a relação ZRI/APP é de 1,33.

O Padrão 3, identificado no Beco 901, representa um caso limite: o córrego encontra-se integralmente em seção fechada, com a planície funcional suprimida pela canalização. A APP existe legalmente, mas seu objeto hidráulico foi eliminado pela intervenção estrutural.

4. DISCUSSÃO

A APP tem função ambiental definida em lei: preservar recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade. A experiência de São Lourenço demonstra, contudo, que suas faixas lineares fixas não foram suficientes para proteger a população que historicamente ocupa as planícies do município. Essa limitação decorre, em parte, do fato de a APP tratar a planície como zona homogênea: é na ZPC, de menor tempo de retorno, que se concentram as maiores velocidades e profundidades, configurando o trecho de maior perigo, gradação invisível para qualquer métrica de faixa fixa.

A insuficiência de métricas estáticas é corroborada pela literatura, que consolida o zoneamento de áreas de inundação como medida estruturante do planejamento urbano, segundo Barendrecht *et al.* (2017); LARENTIS *et al.* (2020). O planejamento da drenagem urbana deve responder de forma espacialmente explícita aos impactos conjuntos da urbanização e das mudanças climáticas sobre os volumes das cheias, conforme Zhou *et al.* (2019), exigência que delimitações lineares fixas são incapazes de atender. O ZPI, ao delimitar a planície com base na dinâmica hidráulica real, constitui instrumento mais adequado para fundamentar as larguras marginais previstas na Lei nº 14.285/2021.

O Ribeirão São Lourenço, com 39,32 km² de área de drenagem, gera vazões muito superiores às do Córrego Tijuco Preto, com apenas 0,67 km², mas ambos recebem a mesma faixa de APP de 30 m de cada margem. O resultado é uma ZRI de 170,61m no São Lourenço contra 41,39m no Tijuco Preto, diferença superior a quatro vezes na largura da planície hidráulica real, invisível para o critério legal. Esse descompasso é estrutural: a largura do canal expressa a descarga dominante, não a descarga de cheia responsável pela inundação da planície. Os dados de São Lourenço evidenciam que usar a primeira como indicador da segunda resulta em faixas de proteção sem correspondência com a planície hidráulica real.

Os três padrões identificados têm implicações distintas para o planejamento urbano. No Padrão 1, a vulnerabilidade das ocupações existentes decorre do descumprimento histórico da norma ambiental, não da sua insuficiência: se as APPs tivessem sido preservadas, a exposição ao risco de inundação seria significativamente menor. O instrumento legal era suficiente; o problema foi o descumprimento. Nesse contexto, a ZPCO não constitui parâmetro de restrição comparável à APP, mas sim um instrumento de gestão direcionado ao poder público: sinaliza as áreas de maior perigo já ocupadas, nas quais cabe ao município atuar com monitoramento, alerta e planejamento de medidas de prevenção de desastres, incluindo, quando necessário, programas de reassentamento.

Nessas zonas urbanas de alta exposição, a literatura recente evidencia que a gestão sustentável e eficaz do risco transcende as intervenções físicas de engenharia. Ela depende intrinsecamente da implementação de sistemas de alerta precoce integrados à conscientização pública e à participação da

comunidade, pilares que garantem a redução de vulnerabilidades e a verdadeira construção da resiliência local, conforme os autores Oyediran e Wahab (2023) e Zhong *et al.* (2020).

No Padrão 2, a insuficiência é do instrumento: mesmo com cumprimento integral da APP, parcelas significativas da planície de risco permaneceriam desprotegidas, independentemente do comportamento dos agentes urbanos. Já no Padrão 3, a intervenção estrutural tornou a APP juridicamente existente mas fisicamente sem objeto, evidenciando que a realidade urbana pode superar qualquer critério de faixa linear pela via da eliminação da dinâmica natural do curso d'água.

É relevante observar que os Padrões 1 e 2 ocorrem com igual frequência nas seis bacias analisadas: em três, a faixa legal seria suficiente para conter o risco, mas foi historicamente descumprida; nas outras três, mesmo o cumprimento integral da APP não seria capaz de proteger a totalidade da planície de inundação. Esse equilíbrio evidencia que o problema das inundações urbanas em São Lourenço não decorre de uma única causa, sendo ora falha de gestão, ora falha do instrumento, e que apenas um instrumento dinâmico, calibrado à realidade física atual de cada curso d'água, é capaz de distinguir e responder a ambas as situações, conforme Jayasuriya *et al.* (2022).

A Lei Federal nº 14.285/2021 reconheceu institucionalmente esse problema ao permitir que municípios redefinam as faixas de APP em áreas urbanas consolidadas mediante estudos técnicos no Plano Diretor, sem especificar como produzi-los. O município de São Lourenço operacionalizou essa exigência por meio de manchas de inundação de alta resolução, tempos de retorno definidos e validados com a Defesa Civil municipal, metodologia documentada e incorporação legal ao Plano Diretor. O ZPI é a base técnica que a lei pressupõe mas não especifica, e a tipologia de padrões desenvolvida neste trabalho é o modelo metodológico replicável para outros municípios que se enquadrem nas condições da lei.

Esse argumento se torna ainda mais urgente no contexto das mudanças climáticas: os períodos de retorno históricos que embasam tanto o Código Florestal quanto os estudos de drenagem tradicionais estão sendo progressivamente refutados. Alterações antropogênicas, como as emissões de gases de efeito estufa e as mudanças no uso do solo, modificaram profundamente a dinâmica das inundações urbanas, gerando incertezas comprovadas sobre a estabilidade dos tempos de retorno. Tais alterações reduzem o intervalo de recorrência de eventos severos e aumentam as precipitações extremas, segundo os autores Gao *et al.* (2024) e Tabari (2020). Além disso, eventos hoje classificados como centenários ocorrerão com frequência crescente, conforme Sedighkia *et al.* (2026), ampliando o descompasso entre a faixa fixa e a planície hidráulica real.

5. CONCLUSÃO

A comparação entre APP e ZPI em São Lourenço demonstrou ausência de correspondência sistemática entre a largura legal fixa e a extensão real das planícies de inundação nas bacias urbanas consolidadas analisadas. Em parte dos casos, a vulnerabilidade decorre do descumprimento da norma

ambiental; em outros, da insuficiência hidráulica da própria métrica; e, em um caso extremo, da transformação física do curso d'água pela canalização. O equilíbrio entre esses padrões, três bacias para cada um dos dois primeiros, evidencia que o problema não tem causa única e não admite solução única.

A proteção efetiva das planícies de inundação urbanas exige instrumentos calibrados à dinâmica hidráulica real de cada bacia, não faixas lineares fixas baseadas na morfologia do canal. O ZPI elaborado no Plano Diretor de Macrodrenagem de São Lourenço demonstra que essa calibração é tecnicamente viável e juridicamente incorporável ao ordenamento urbano, constituindo base replicável para a operacionalização da Lei Federal nº 14.285/2021. Mais do que um caso local, o estudo evidencia uma questão metodológica central: onde termina a APP e começa a planície de inundação não pode ser respondido por uma metragem fixa universal, mas por análise hidráulica específica de cada curso d'água.

AGRADECIMENTOS - As autoras agradecem ao SAAE de São Lourenço pela disponibilização de dados e ao Núcleo Estratégico Interdisciplinar em Resiliência Urbana (NEIRU/UNIFEI) pelo desenvolvimento técnico do Plano Diretor de Macrodrenagem de São Lourenço, cujos produtos embasam este trabalho.

REFERÊNCIAS

a) Artigo em revista:

ALRUZUQ, A. R.; MOSSA, J. Advancements in large floodplain inundation mapping: Integrated computational modeling and remote sensing techniques. *Energy Nexus*, v. 21, p. 100650, 2026.

BRASIL. *Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012*. Código Florestal. Brasília: Presidência da República, 2012.

BRASIL. *Lei Federal nº 14.285, de 29 de dezembro de 2021*. Altera a Lei nº 12.651/2012 para dispor sobre as faixas marginais de cursos d'água em áreas urbanas consolidadas. Brasília: Presidência da República, 2021.

BARENDRECHT, M. H.; VIGLIONE, A.; BLÖSCHL, G. A dynamic framework for flood risk. *Water Security*, v. 1, p. 3-11, 2017.

GAO, G.; LI, J.; FENG, P.; LIU, J.; WANG, Y. Impacts of Climate and Land-Use Change on Flood Events with Different Return Periods in a Mountainous Watershed of North China. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, v. 55, 101943, 2024.

FEMA – FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. *Guidance for Flood Risk Analysis and Mapping: Floodway Analysis and Mapping*. Washington, D.C.: FEMA, nov. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

JAYASURIYA, M. T.; GERMAIN, R. H.; STELLA, J. C. Applying the "Goldilocks Rule" to riparian buffer widths for forested headwater streams across the contiguous U.S. — How much is "just right"? *Forests*, v. 13, n. 9, p. 1509, 2022. <https://doi.org/10.3390/f13091509>

KAIWONG, S.; DYSARZ, T.; WICHER-DYSARZ, J. Application of Incomplete Topography Information and Public Data for Preliminary Flood Risk Assessment in Thailand: Case Study of Khlong Wat. *Water*, v. 18, n. 6, p. 743, 2026. <https://doi.org/10.3390/w18060743>

LLAPASHTICA, V. H.; MISINI, L.; GJORGJIEV, I.; IVANOSKI, D.; RISTIC, J.; RISTIC, D. Advanced Flood Characterization Focused to Optimal City Protection Planning. *Civil Engineering Journal*, v. 12, n. 3, mar. 2026.

NEIRU/UNIFEI. *Plano Diretor de Macrodrenagem de São Lourenço/MG – Produto 5: Prognóstico*. Itajubá: Núcleo Estratégico Interdisciplinar em Resiliência Urbana, Universidade Federal de Itajubá, 2023.

PRASHAR, N.; LAKRA, H. S.; KAUR, H.; RAJIB, S. Urban Flood Resilience: Mapping Knowledge, Trends and Structure Through Bibliometric Analysis. *Environment, Development, and Sustainability*, v. 26, n. 4, p. 8235–8265, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03094-3>

SEDIGHKIA, M.; PRINSLEY, R.; CROKE, B. Enhancing Urban Flood Loss Mapping by Integrating ANFIS Classifier With a Two-Dimensional Hydrodynamic Model. *Journal of Flood Risk Management*, 2026. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfr3.70158>.

TABARI, H. Climate Change Impact on Flood and Extreme Precipitation Increases with Water Availability. *Scientific Reports*, v. 10, 13768, 2020.

UFV – UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. *Pluvio 2.1*. Viçosa: Grupo de Pesquisa em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Viçosa, 2022.

ZHONG, M.; LIN, K.; TANG, G.; ZHANG, Q.; HONG, Y.; CHEN, X. A Framework to Evaluate Community Resilience to Urban Floods: A Case Study in Three Communities. *Sustainability*, v. 12, n. 4, p. 1521, 2020.

ZHOU, Q.; LENG, G.; SU, J.; REN, Y. Comparison of Urbanization and Climate Change Impacts on Urban Flood Volumes: Importance of Urban Planning and Drainage Adaptation. *Science of The Total Environment*, v. 658, p. 24–33, 2019.

b) Capítulo de livro:

LARENTIS, D. G.; NOGARE, M.; TUCCI, C. E. M.; POHLMANN, P. Zoneamento de planícies de inundação: conceitos e aplicações. In: PORTO, R. L. L. (org.). *Hidrologia Urbana*. São Paulo: ABRH, 2020.

OYEDIRAN, K.; WAHAB, W. B. *Building Urban Flood Resilience Through Community Participation in Urban Areas of Kebbi State*, Nigeria. In: *Handbook of Research on Managing the Urban-Rural Divide Through an Inclusive Framework*, p. 146–166. IGI Global, 2023.