

AVALIAÇÃO DA PRIORIDADE DE INTERVENÇÃO EM SISTEMAS FLUVIAIS URBANOS: UMA ABORDAGEM FUZZY-MULTICRITÉRIO

*Érico Gaspar Lisboa¹; Cristina Maria Monteiro dos Santos²; Elizeu Cordeiro de Souza Neto¹;
Leonardo Augusto Lobato Bello¹; Manuel Maria Pacheco Figueiredo²*

RESUMO – Este estudo propõe uma abordagem “Fuzzy”-multicritério para avaliar a prioridade de intervenção em canais fluviais de bacias urbanas, distinguindo consequências e causas das inundações em três eixos complementares: técnico-econômico (Eixo-1: linhas de água); socioeconômico (Eixo-2: zonas marginais); e, urbano-ambiental (Eixo-3: bacia hidrográfica). Metodologicamente, foram formulados o Índice de Prioridade de Intervenção Técnica, Socioeconômica e Urbano-Ambiental, produtos da agregação de critérios “Fuzzificados” por função de pertinência triangular e processados pelo método “Fuzzy”-TOPSIS. Aplicado na bacia urbana do Tucunduba, em Belém/PA, os resultados indicaram que o Eixo-1 predominou em ações preditivas em 66% dos trechos dos canais, corretivas em 22% e imediatas em 13%, sugerindo ações intersetoriais de drenagem urbana, urbanismo e infraestrutura de canais fluviais. No Eixo-2, 49% das zonas marginais demandaram intervenções corretivas, e cerca de 51% preditivas, evidenciando a necessidade de políticas intersetoriais de habitação, saúde, saneamento, mobilidade e assistência social. No Eixo-3, cerca de 38% da bacia requereu intervenções imediatas, 43% corretivas e 20% preditivas, reforçando a relevância da interseção entre políticas urbanísticas, ambientais e de drenagem urbana para a gestão integrada das inundações. Em geral, esta proposição e a abordagem mostraram-se úteis ao planejamento urbano e à gestão de inundações.

Palavras-Chave – inundações urbanas; canais fluviais; *Fuzzy*-TOPSIS.

ABSTRACT– This study proposes a Fuzzy-multicriteria framework to assess intervention priorities in fluvial channels within urban catchments by distinguishing between the consequences and the underlying causes of flooding across three complementary dimensions: technical-economic (watercourses), socioeconomic (riparian zones), and urban-environmental (catchment). Three intervention priority indices were developed by aggregating criteria fuzzified through triangular membership functions and processed using the Fuzzy-TOPSIS method. Applied in the Tucunduba catchment, Belém, Pará, Brazil, the results show that, in the technical-economic dimension, predictive priority predominated in 66% of the channel reaches, followed by corrective priority in 22% and immediate priority in 13%, indicating the need for coordinated actions in urban drainage, urban planning, and channel infrastructure. In the socioeconomic dimension, 49% of the riparian zones required corrective interventions and about 51% predictive interventions, highlighting demands in housing, health, sanitation, mobility, and social assistance. In the urban-environmental dimension, 38% of the catchment required immediate interventions, 43% corrective interventions, and 20% predictive interventions. Overall, the framework proved useful for urban planning and integrated flood management.

Key-words – Urban floods; watercourses; Fuzzy-TOPSIS.

1) Programa de Pós-graduação em Meio ambiente e Desenvolvimento Urbano da Universidade da Amazônia (PPDMU/UNAMA), Avenida Alcindo Cacela, Belém, Pará, Brasil, erico.lisboa@unama.br; 26154693@sempreunama.com.br; leonardo.bello@unama.br.

2) Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Secção de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente (FEUP/SHRHA), Rua Dr. Roberto Farias, s/n, csantos@fe.up.pt; mpfiguei@fe.up.pt

INTRODUÇÃO

Os rios urbanos constituem infraestruturas socioecológicas essenciais à funcionalidade hidrológica, ambiental e territorial das cidades. Em contextos de urbanização acelerada, impermeabilização do solo, ocupação de margens, deficiência de saneamento, supressão da vegetação ripária e, sobretudo, intensificação de eventos hidrológicos extremos, esses sistemas tendem a perder capacidade de regulação, suporte à biodiversidade, qualificação paisagística, recreação e proteção contra inundações. Assim, intervenções em rios urbanos não devem ser reduzidas a obras hidráulicas ou ações paisagísticas isoladas, mas concebidas como estratégias integradas de gestão da água, adaptação climática, requalificação urbana e provisão de serviços ecossistêmicos e ambientais à sociedade (e.g., Polizzi *et al.* 2015; Brill, Anderson; O’Farrell, 2017).

Embora o paradigma anteriormente referido esteja consolidado na literatura recente, persistem distintas formas de avaliar a necessidade, a prioridade e a oportunidade das intervenções em rios urbanos. A este propósito, Mondragón-Monroy e Honey-Rosés (2016) referiram que projetos de restauração e requalificação de rios urbanos devem articular controle de inundações, melhoria de infraestruturas, qualidade do espaço público, ordenamento do uso do solo, recuperação ecológica e da qualidade da água. Yan *et al.* (2023), por sua vez, inseriram nessa discussão a concepção do nexo água-clima-economia, reforçando que a sustentabilidade das referidas intervenções depende da compatibilização entre desempenho hidrológico, resiliência climática, viabilidade econômica e benefícios sociais. Desse modo, o rio urbano deixa de ser tratado apenas como canal de escoamento e passa a ser compreendido como componente de um sistema territorial complexo, no qual processos físicos, ambientais, econômicos e institucionais interagem continuamente.

A incorporação dos serviços ecossistêmicos ao planejamento de rios urbanos também amplia a legitimidade das decisões públicas. Nesse contexto, Spangenberg *et al.* (2015), Castro *et al.* (2016) e Rey-Valette *et al.* (2017) destacaram que essa abordagem favorece a colaboração entre sociedade civil, formuladores de políticas, técnicos, gestores e demais “*stakeholders*”. Nessa direção, Hua e Chen (2019), com base no paradigma da desconfirmação das expectativas de Oliver (2010), demonstraram, por meio da *Importance-Performance Analysis*, que comunidades locais reconhecem a importância dos serviços ecossistêmicos, embora frequentemente percebam desempenho insuficiente dos rios urbanos na provisão desses benefícios. Complementarmente, Enu *et al.* (2025) indicam que, em países desenvolvidos, a biodiversidade e qualidade da água tendem a adquirir maior centralidade, enquanto, em países em desenvolvimento, mitigar riscos de inundações é prioridade imediata, sobretudo quando associada a soluções baseadas na natureza, resiliência climática e habitabilidade urbana.

Apesar de sua relevância, a restauração fluvial em sentido estrito nem sempre é viável em territórios densamente urbanizados. Roni e Beechie (2013) assinalaram que a recomposição integral de processos e habitats pode ser limitada por condicionantes físicos, sociais, econômicos e institucionais. Em áreas consolidadas, ocupações existentes, redes de saneamento, infraestrutura viária, usos do solo e restrições fundiárias apresentam-se como limites à restauração completa, exigindo metas graduais de reabilitação, recuperação funcional ou requalificação faseadas. Nesse campo, Veról *et al.* (2019) propuseram o *Urban River Restoration Index* (URRIX), voltado à avaliação da bacia, permeabilidade, saneamento, conectividade fluvial, condições de margem, vegetação e redução do risco hidráulico. Lima *et al.* (2024), por meio do *Criticality Index for Watershed Restoration* (CIWR), avançaram na hierarquização de áreas críticas, considerando conservação de nascentes, permeabilidade do leito, escoamento superficial, resíduos sólidos, esgotamento sanitário, margens, sedimentos, áreas recreativas e população residente.

Contudo, parte das abordagens ainda trata a bacia hidrográfica e o rio urbano como unidades intervencionistas relativamente unívocas. Embora fisicamente conectados, os canais fluviais (linhas de água), zonas marginais e bacia respondem de modo distinto às pressões urbanas. As causas das inundações estão frequentemente distribuídas na bacia, pela impermeabilização, ocupação irregular, precariedade do saneamento e manejo inadequado do solo; já as consequências se manifestam de modo mais intenso nas margens e nos canais, onde se concentram perdas materiais, riscos sanitários, assoreamento, degradação ambiental e conflitos de uso. Portanto, intervir nas linhas de água tende a tratar consequências, de modo a não enfrentar as causas que produzem ou intensificam inundações.

Diante dessa lacuna, este estudo propõe uma abordagem de priorização de intervenções em rios urbanos fundada na distinção entre consequências e causas das inundações, estruturada em três eixos complementares: linhas de água, zonas marginais e bacia hidrográfica. A contribuição metodológica reside na construção de índices específicos para cada eixo, integrados por modelagem “Fuzzy”-TOPSIS, de modo a representar incertezas, subjetividades e diferentes graus de preferência no processo decisório. Com isso, busca-se oferecer um instrumento de apoio a políticas intersetoriais de drenagem urbana, habitação, saneamento, mobilidade, planejamento urbano e proteção ambiental.

METODOLOGIA

O procedimento metodológico é constituído de três etapas. A 1ª etapa define e constitui os critérios associados às intervenções técnicas-econômicas (linhas de água ou canais fluviais abertos), socioeconômicas (zonas marginais) e urbana-ambiental (bacia hidrográfica) (Figura 1).

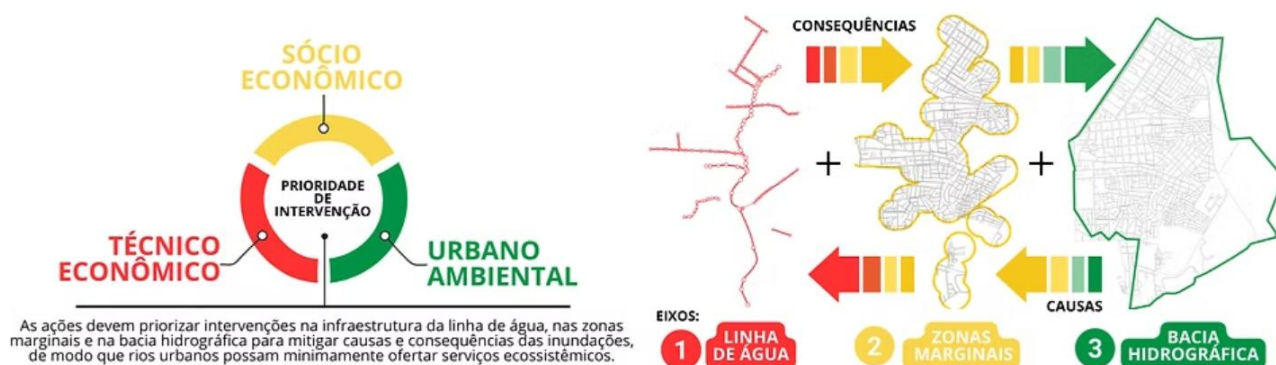


Figura 1 – Abordagem 3D: intervenção para gerir consequências e causas das inundações em rios urbanos.

Na 2ª etapa efetua-se a “Fuzzificação” pela função de pertinência triangular (FPT) dos critérios. E, na 3ª etapa desenvolve-se e aplica-se o método *Fuzzy-TOPSIS* (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) (Chen *et al.* 2000) para avaliar prioridades de intervenções nas linhas de água, zonas marginais e bacia Tucunduba, Belém/Pará/Brasil.

INTERVENÇÃO NA LINHA DE ÁGUA (TÉCNICA-ECONÔMICA)

O eixo técnico avalia a capacidade do canal de cumprir funções hidráulicas e urbanas. A partir de cinco critérios que qualificam, respectivamente, o grau de alteração/retificação (I_{AR}), a vulnerabilidade das margens (I_V), a deterioração de estruturas (I_D), o potencial de uso múltiplo (I_U) e os custos de manutenção/retificação (I_C). O resultado é um mapa de prioridade por trecho, útil para hierarquizar manutenção, recuperação de contenções, medidas estruturais e medidas não estruturais, como sistemas de alerta, paisagismo e gestão patrimonial da infraestrutura.

INTERVENÇÃO NA ZONA MARGINAL (SÓCIOECONÔMICA)

A prioridade de intervir em zonas marginais deve enfatizar a capacidade de resposta frente a eventos de inundações e alagamento que possam suas consequências socioeconômicas sobre bens imóveis, acessibilidade, mobilidade urbana e pessoas, que habitam as proximidades das linhas de água e estejam expostas aos riscos de doenças de veiculação hídrica e relacionadas à água, serem mitigadas ou compensadas. Baseado em Resende *et al.* (2013) formulou-se o índice de prioridade de intervenção socioeconômica ($IPI_{(SE)}$) composto: densidade de domicílios afetados (I_{DD}), acessibilidade e mobilidade (I_{AM}), saneamento inadequado (I_{SI}) e da renda familiar (I_{RF}).

INTERVENÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA (URBANA-AMBIENTAL)

A partir da bacia hidrográfica pode-se proporcionar melhorias no controle da produção de sedimentos, da qualidade da água e da biota aquática, e das condições de permeabilidade e gestão sustentável das inundações. Para tanto, recorre-se a estimativa da produção de sedimentos pelo

método (R)USLE (I_{PS}) (Lisboa *et al.* 2017), índice de permeabilidade (I_{PM}) e redução do índice risco hidráulico (I_{RH}) (Veról *et al.* 2019). As definições e caracterizações dos índices estão na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização, definição e ações correspondentes aos graus de prioridade de intervenção.

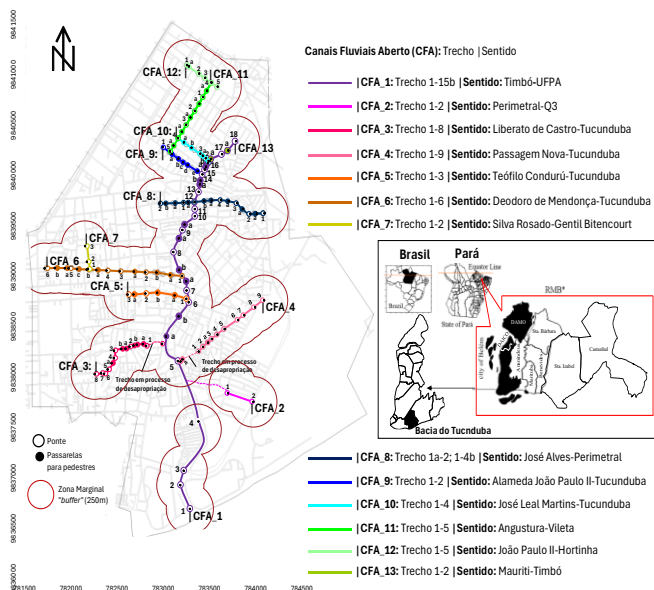
Índice de Prioridades de Intervenção (intervalo de valores foram empiricamente atribuídos)	Imediata ●	Corretiva ●	Preditiva ●	Preventiva ●
	$0,71 \leq IPI \leq 1$	$0,51 \leq IPI \leq 0,71$	$0,31 \leq IPI \leq 0,51$	$0 \leq IPI \leq 0,31$
■ Eixo-1: Nas linhas de água (CFA) $IPI_{(TE)} = I_{AR}w_{AR} + I_Vw_V + I_Dw_D + I_Uw_U + I_Cw_C$ Onde “w” são os pesos dos índices (critérios) I_{AR}, I_V, I_D, I_U e I_C. Este eixo envolve políticas intersetoriais de drenagem urbana, urbanísticas e de infraestrutura de canais fluviais.	Priorização de drenagem, dragagem e gestão de infraestruturas críticas.	Correção hidráulica, dragagem e gestão das infraestruturas	Monitoramento, dragagem preventiva e manutenção das infraestruturas	Drenagem preventiva, dragagem e manutenção das infraestruturas
■ Eixo-2: Nas zonas marginais aos CFA $IPI_{(SE)} = I_{DD}w_{DD} + I_{AM}w_{AM} + I_{SI}w_{SI} + I_{RF}w_{RF}$ Onde “w” são os pesos dos índices (critérios) I_{DD}, I_{AM}, I_{SI} e I_{RF}. Este eixo envolve políticas intersetoriais de educação, habitação, saúde, assistência social, transporte, gerenciamento de resíduos sólidos e esgotamento sanitário.	Realocação social e mitigação emergencial dos riscos socioambientais	Assistência social, saneamento emergencial e preparação comunitária à inundações.	Assistência pública, saneamento e prevenção comunitária contra inundações	Assistência pública, saneamento e capacitação comunitária contra inundações
■ Eixo-3: Na bacia hidrográfica $IPI_{(UA)} = I_{PS}w_{PS} + I_{PM}w_{PM} + I_{RH}w_{RH}$ Onde “w” são os pesos dos índices (critérios) I_{PS}, I_{PM} e I_{RH}. Este eixo envolve políticas intersetoriais de regularização fundiária, urbanísticas e de drenagem urbana.	Regularização urbana, permeabilidade, controle de sedimentos e gestão da drenagem	Regularização urbana, controle ambiental e gestão da drenagem nas zonas marginais	Regularização urbana, controle ambiental e gestão da drenagem na bacia hidrográfica	Manutenção urbana, proteção ambiental e gestão da drenagem na bacia hidrográfica

Os referidos índices serão operacionalizados por método “Fuzzy”-TOPSIS, onde os critérios são hierarquizados a partir da FPT, e aplicados sobre os CFA-BHT, ZMG-BHT e na BHT. Importa ressaltar que os intervalos de classificação dos índices de prioridade foram definidos empiricamente como referência inicial de apoio à decisão, devendo ser posteriormente calibrados por consulta a especialistas e agentes institucionais, de acordo com as especificidades do território analisado.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

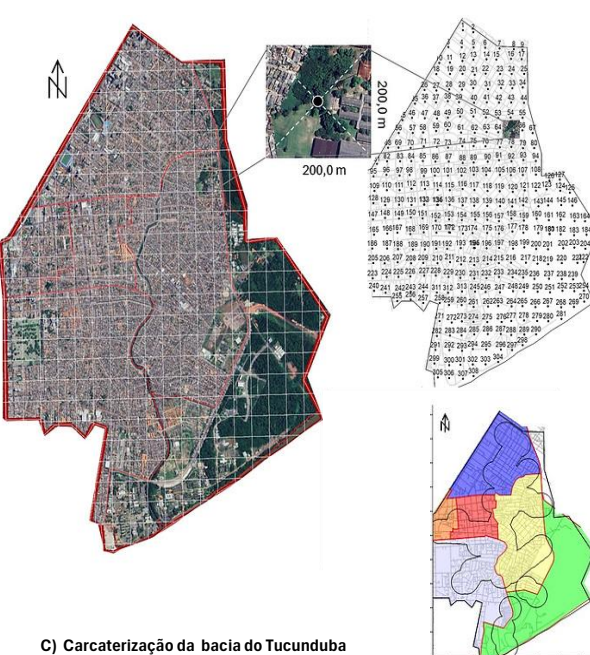
Com cerca de 10,55 km², a bacia do Tucunduba (BHT) pertence a hidrografia da cidade de Belém, Pará, Brasil. Drenada por treze Canais Fluviais Abertos (CFA), com cerca de 14,18 km de extensão, a BHT se insere, total ou parcialmente, em áreas dos bairros de Canudos, São Braz, Marco, Terra Firme, Universitário e Guamá. Esses bairros concentram quase 225 mil pessoas as quais habitam lotes que não estão adequadamente alinhadas às políticas urbanas locais, quanto ao uso e ocupação do solo (Leal e Ramos, 2022) (Figura 2A).

A) Discretização das linhas de água e da zona marginal



Canal (CH)	Linha	Sentido	Trecho	Pontes	Passarelas	Comprimento (m)
CFA_1	UFPA-Vileta		1-14	14	8	3.900,00
CFA_2	Perimetral-Q3		1-2	2	0	282,00
CFA_3	L. Castro-Tucunduba		1-8	8	7	720,76
CFA_4	P.Nova-Tucunduba		a-8	8	2	1.089,95
CFA_5	Teófilo Condurú-Tucunduba		1-3	3	3	633,46
CFA_6	Deodoro Mendonça-Tucunduba		1-6	6	7	1.463,00
CFA_7	Silva Rosado-Tucunduba		1-3	3	0	238,00
CFA_8	José Alves-Perimetral		1a-2/1-4b	7	8	1.158,00
CFA_9	Alameda J.Paulo-II-Tucunduba		1-2	2	5	498,00
CFA_10	José Leal Martins-Tucunduba		1-4	4	3	395,00
CFA_11	Angustura-Vileta		1-5	5	5	800,00
CFA_12	João Paulo-II-Hortinha		1-5	5	1	390,00
CFA_13	Mauriti-Timbó		1-2	2	2	361,00

B) Discretização da bacia hidrográfica do Tucunduba



C) Caracterização da bacia do Tucunduba

Identificação Bairros	Área Total (km²)	Área Circuns. (km²)*	População Domicílios	Domicílios/km²	RMPC (R\$/Hab.)**
São Bráz	1,76	0,51	17.724,00	7.802,00	15.298,04 R\$
Canudos	0,64	0,64	11.923,00	4.752,00	7.425,00 R\$
Marco	4,90	2,12	59.847,00	24.432,00	11.524,53 R\$
Terra Firme	2,45	2,45	46.750,00	16.630,00	6.787,76 R\$
Universitário	4,60	3,31	7.385,00	2.514,00	759,52 R\$
Guamá	4,20	2,45	81.227,00	29.853,00	12.184,90 R\$

* Área do bairro circunscrita na área da bacia do Tucunduba (BHT)

** RMPC é a renda média per capita, obtida com base nos dados de IBGE (2010) reajustado pelo INPC para o ano de 2025 (Mês de Outubro)

Figura 2 – Enquadramento, caracterização e discretização das linhas de água, zonas marginais e da bacia do Tucunduba.

A Zona Marginal da Bacia do Tucunduba (ZMG-BHT) foi delineada por "buffer" em 250,0 m, baseado em Rezende *et al.* (2013), traçado pelo eixo da linha de água. Este procedimento estimou a ZMG em aproximadamente 5,49 km², representando cerca de 52% da área da BHT. E, para mapear zonas com graus de prioridade de intervenção urbana e ambiental, dividiu-se, inicialmente, a BHT em quadrículas de 200x200 m (40.000,0 m²), de modo que cada "grid" representa cerca de 0,40% da área total da referida bacia hidrográfica (Figura 2B).

RESULTADOS

Por inspeções "in-loco", levantamento de VANT (Veículo Aéreo Não-Tripulado) e apoio do Google Street View®, pela "Fuzzificação" e atribuição de vetores de pesos dos critérios (que pode ser consultado na plataforma <https://www.pinurb.com/>), aferiu-se a prioridade de intervenção na linha de água, onde suas importâncias foram hierarquicamente associadas as alterações/retificações, vulnerabilidade ao impacto das inundações, deterioração das margens. Pelo método Fuzzy-TOPSIS indicou-se predominância de prioridade preditiva nos 66% dos trechos dos CFA-BHT, seguida por intervenções corretivas em aproximadamente 22% e imediatas em cerca de 13% (Figura 3).

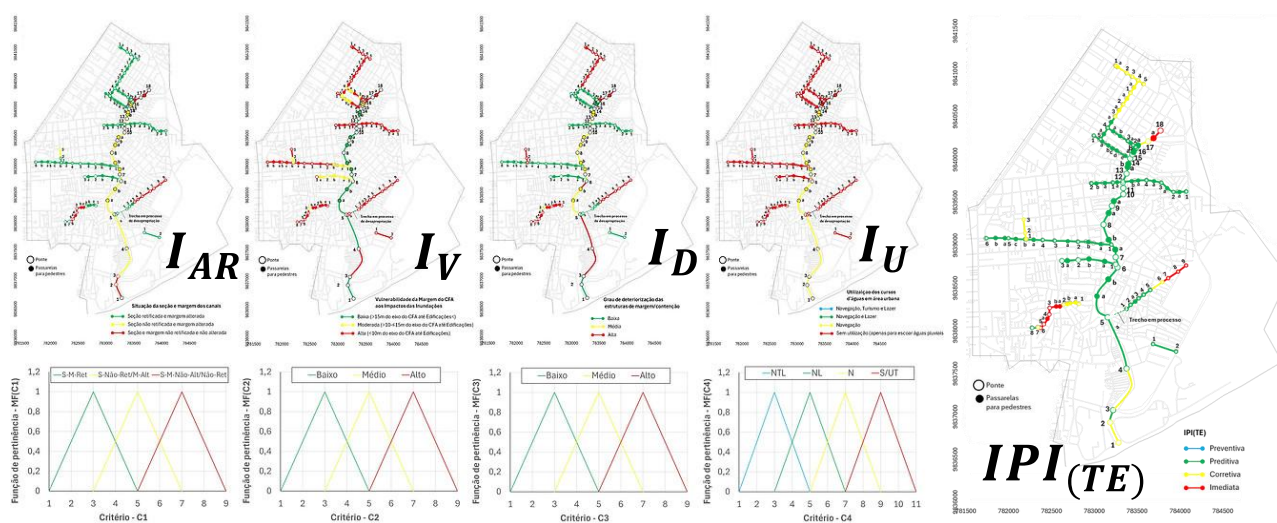


Figura 3 – Eixo-1: "Fuzzificação" dos critérios técnicos e prioridade de intervenção nos CFA-BHT.

No Eixo-1, embora grande parte dos CFA-BHT ainda preserve condições passíveis de monitoramento e manutenção preventiva, subsistem trechos com criticidade elevada, notadamente nos CFA_3, CFA_4 e CFA_13, onde se concentram demandas imediatas de requalificação hidráulica e de infraestrutura. No Eixo-2, a prioridade de intervenção indicou que cerca de 49% da ZMG-BHT demanda prioridade corretiva, pelo que se evidencia a exposição social aos impactos das inundações se encontra instalada e requer respostas de curto e médio prazo, especialmente em saneamento, assistência pública, mobilidade e proteção social, combinadas, quando necessário, com medidas de remoção indenizada e reordenamento da ocupação (Figura 4).

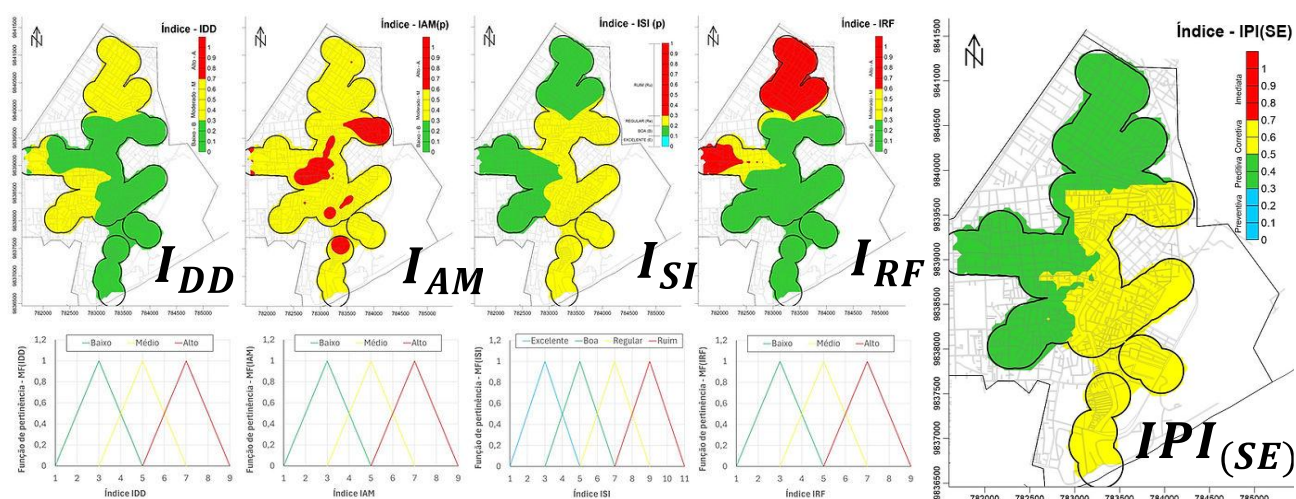


Figura 4 – Eixo-2: "Fuzzificação" dos critérios socioeconômico e prioridade de intervenção nas ZMG-BHT.

Outros 51% da ZMG-BHT requerem intervenções preditivas, com foco na ampliação de programas sociais e de saúde, implantação de infraestrutura de esgotamento sanitário, sinalização

preventiva, armazenamento adequado de resíduos e ações de educação ambiental. A ponderação dos critérios pode ser ajustada por consulta à sociedade, incorporando a percepção dos moradores sobre os impactos das inundações em imóveis, mobilidade, acessibilidade, saneamento e perdas materiais.

A BHT apresentou diferentes níveis de prioridade para intervenção urbana e ambiental, de modo que cerca de 38% da bacia requer intervenções imediatas, voltadas à regularização fundiária, revisão do uso e ocupação do solo, aumento de áreas permeáveis, controle de sedimentos, implantação de áreas verdes e proposição de taxa de drenagem. Pouco mais de 43% demandam intervenções corretivas, com foco na revisão dos planos urbanísticos, fiscalização da permeabilidade dos lotes, controle estrutural e não estrutural de sedimentos, proteção ripária e melhoria da drenagem urbana. E, cerca de 20% exigem intervenções preditivas, orientadas à prevenção, ao monitoramento do uso do solo, ao aumento de áreas verdes e à gestão da drenagem (Figura 5).

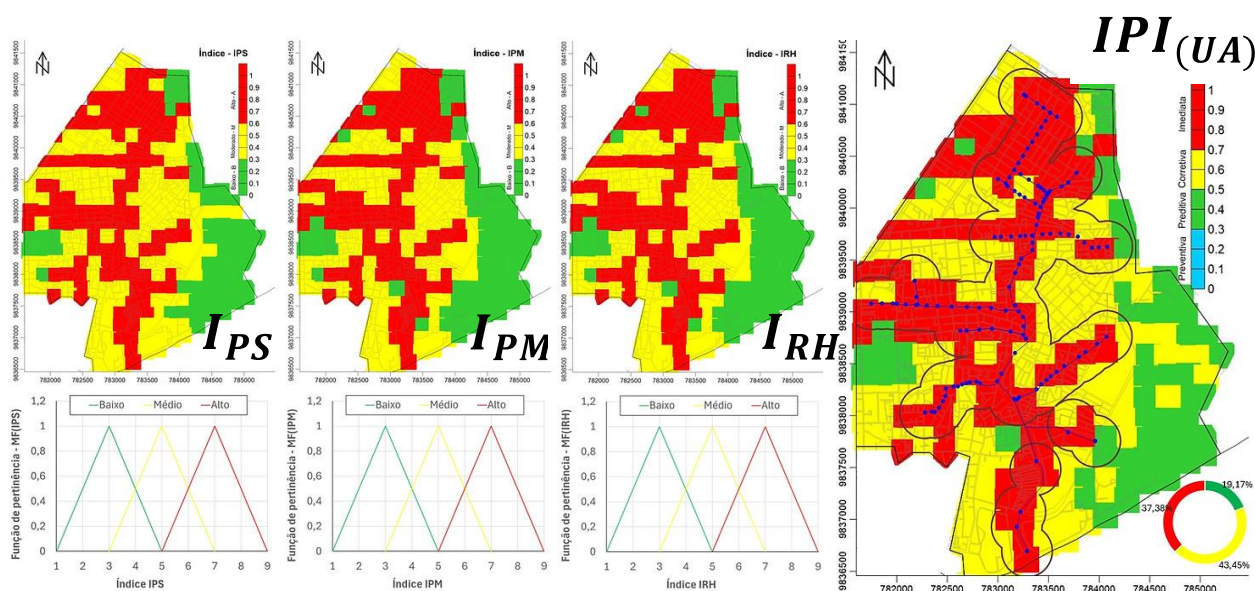


Figura 5 – Eixo-3: "Fuzzificação" dos critérios urbanos-ambientais e prioridade de intervenção na BHT.

No geral, o Eixo-3, a coexistência de demandas imediatas e corretivas revela que a gestão das inundações na BHT depende menos de soluções pontuais e mais de intervenções estruturantes sobre o uso e ocupação do solo, a permeabilidade urbana, o controle de sedimentos e a drenagem, articuladas a ações de regularização fundiária e qualificação ambiental.

As validações dos respectivos eixos considerados, a tabulação e processamento de dados de todos os critérios e os detalhes quanto a definição e o tratamento matemático pela modelagem "Fuzzy"-TOPSIS, bem como o acesso os questionários elaborados para calibração dos pesos dos critérios técnicos, socioeconômico e urbanos-ambientais podem ser consultados na plataforma do projeto <https://www.pinurb.com/>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo demonstra que a priorização de intervenções em rios urbanos deve ser territorialmente diferenciada e institucionalmente articulada. Ao separar consequências e causas das inundações em três escalas complementares, a abordagem proposta amplia a capacidade de orientar decisões públicas mais consistentes, superando leituras setoriais restritas ao canal fluvial. Assim, o *framework* “Fuzzy”-multicritério mostrou-se útil não apenas como ferramenta analítica, mas como auxílio à gestão integrada de inundações e ao planejamento urbano sensível às vulnerabilidades socioambientais.

No período de investigação, na bacia do Tucunduba, os resultados evidenciaram predominância de intervenções preditivas nos canais fluviais, corretivas nas zonas marginais e combinação de demandas imediatas e corretivas na escala da bacia, revelando que a gestão das inundações depende tanto da requalificação das linhas de água quanto do enfrentamento das pressões urbanas que se acumulam no território. Desse modo, em geral, esta proposição apresentou-se como instrumento para orientar prioridades de intervenção com maior consistência territorial e institucional.

REFERÊNCIAS

- BRILL, G; ANDERSON, P.M. L.; O’FARRELL, P.J. (2017). *Urban national parks in the global South: linking management perceptions, policies and practices to water-related ecosystem services*. Ecosystem Services, v. 28, p. 185-195.
- CASTRO, A. J.; VAUGHN, C. C.; JULIAN, J.P.; GARCÍA-LLORENTE, M. (2016). *Social demand for ecosystem services and implications for watershed management*. Journal of the American Water Resources Association, v. 52, n. 1, p. 1-13.
- CHEN, C. (2000). *Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment*. Fuzzy Sets and Systems, v. 114, n. 1, p. 1-9.
- ENU, K. B.; ZINGRAFF-HAMED, A; LUPP, G; RAUM, S; MOORS, E; PAULEIT, S. (2025). *Stakeholder priorities and navigating barriers in urban river restoration: comparative insights from Germany and Ghana*. Environmental and Sustainability Indicators, v. 26, 100683.
- EVERARD, M; MOGGRIDGE, H. L. (2012). *Rediscovering the value of urban rivers*. Urban Ecosystems, v. 15, p. 293-314.
- HUA, J; CHEN, W. Y. (2019). *Prioritizing urban rivers’ ecosystem services: an importance-performance analysis*. Cities, v. 94, p. 11-23.
- LEAL, M. V. S; RAMOS, A.C.D. (2022). *A bacia hidrográfica urbana do Tucunduba: impactos no uso e ocupação do solo em Belém, Pará*. Sustentabilidade: Diálogos Interdisciplinares, v. 3, p. 1-11.
- LIMA, A. F.; FERREIRA, G. F.; VERÓL, A. P.; MIGUEZ, M. G. (2024). *Prioritizing urban river restoration management practices: a cross-evaluation using the Criticality Index for Watershed Restoration (CIWR) and opportunity layers*. Land, v. 13, n. 12, 2244.

LISBOA, E. G.; BLANCO, C.J.C.; MAIA, R. O. PP.; BELLO, L.A.L. (2017). *A stochastic estimation of sediment production in an urban catchment using the USLE model*. HYDROLOGICAL SCIENCES JOURNAL-JOURNAL DES SCIENCES HYDROLOGIQUES, v. 62, p. 2571-2586.

MONDRAGÓN-MONROY, R; HONEY-ROSÉS, J. (2016). *Urban river restoration and planning in Latin America: a systematic review*. Vancouver: The University of British Columbia.

OLIVER, R. L. (2010). *Satisfaction: a behavioral perspective on the consumer*. 2ªed. Armonk, NY: M. E. Sharpe.

POLIZZI, C.; SIMONETTO, M.; BARAUSSE, A.; CHANIOTOU, N.; KÄNKÄNEN, R.; KERÄNEN, S.; MANZARDO, A.; MUSTAJÄRVI, K.; PALMERI, L.; SCIPIONI, A. (2015). “*Is ecosystem restoration worth the effort? The rehabilitation of a Finnish river affects recreational ecosystem services*”. Ecosystem Services, 14, 158-169.

REY-VALETTE, H; MATHÉ, S; SALLES, J-M. (2017). *An assessment method of ecosystem services based on stakeholder's perceptions: the Rapid Ecosystem Services Participatory Appraisal (RESPA)*. Ecosystem Services, v. 28, p. 311-319.

REZENDE, O.M., MIGUEZ, M.G., VERÓL, A.P. (2013). *Manejo de águas urbanas e sua relação com o desenvolvimento urbano em bases sustentáveis integradas—Estudo de caso dos Rios Pilar-Calombé. Duque de Caxias/RJ*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 18, n. 2, p. 149-163.

RONI, P; BEECHIE, T (ed.). (2013). *Stream and watershed restoration: a guide to restoring riverine processes and habitats*. Chichester: Wiley-Blackwell.

SPANGENBERG, J. H.; GÖRG, C; SETTELE, J. (2015). *Stakeholder involvement in ESS research and governance: between conceptual ambition and practical experiences – risks, challenges and tested tools*. Ecosystem Services, v. 16, p. 201-211.

STĘPNIEWSKA, M; SOBCZAK, U. (2017). *Assessing the synergies and trade-offs between ecosystem services provided by urban floodplains: the case of the Warta River Valley in Poznań, Poland*. Land Use Policy, v. 69, p. 238-246.

VERÓL, A. P.; BATTEMARCO, B. P.; MERLO, M. L.; MACHADO, A. C. M.; HADDAD, A. N.; MIGUEZ, M. G. (2019). *The urban river restoration index (URRIX): a supportive tool to assess fluvial environment improvement in urban flood control projects*. Journal of Cleaner Production, v. 239, 118058.

YAN, S., IBRAHIM, R.B. (2023). *Exploring the factors that influence stakeholder participation in decision-making for the moat system restoration project in Tianchang city, China*. Sci. World J.(1), 9969589.

AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela bolsa concedida (Processo MCTI/CNPq nº 404480/2024-1, edital nº16/2024).