

## EIXO 1: INTERVENÇÃO NA LINHA DE ÁGUA (TÉCNICA)





As intervenções para restaurar rios urbanos devem satisfazer critérios que os condicionem a prestarem serviços ambientais (e.g., Lima et al., 2024; Enu et al., 2025). No que se refere as intervenções sobre as infraestruturas de canais fluviais (i.e., a partir da linha d'água em direção para zonas marginais), assume-se que estejam condicionados a prestação de serviços que possibilitem a manter o fluxo de água, a gestão sustentável de inundações, e melhorias estéticas e recreação.

Considerando que esta perspectiva se baseia nas concepções referidas por Verói et al., (2019); Lima et al., (2024); propõe-se o Índice de Prioridade de Intervenção Técnica ( $IPT_{(TE)}$ ), classificado pela **Tabela 1** e expresso por:

$$IPI_{(TE)} = I_{AR}w_{AR} + I_Vw_V + I_Dw_D + I_Uw_U + I_Cw_C \quad (1)$$

Onde  $I_{AR}$  e  $w_{AR}$  é o índice e a sua importância (peso), respectivamente, que refere sobre as alterações de margens e/ou retificações de seções transversais. O termo  $I_V$  e  $w_V$  avalia e pondera o grau de vulnerabilidade de margens sujeitas aos impactos dos eventos de inundações.

**Tabela 1.** Enquadramento e caracterização dos graus de prioridade de intervenções técnicas.

Intervenção	Necessidade de ações correspondente a prioridade de intervenções técnicas
Imediata $1 \leq IPI_{(T)} \leq 0,71$ 	Elaboração de estudos técnicos para viabilizar, de forma prioritária, medidas estruturais de drenagem e dragagem do fundo de canais. Implantação e elaboração de um plano de gestão patrimonial das infraestruturas (PGPI), enfatizando inspeção dos elementos estruturais com rotinas de substituições e/ou demolições.
Corretiva $0,7 \leq IPI_{(T)} \leq 0,5$ 	Elaboração de estudos técnicos para a eventual necessidade de implantação prioritárias de medidas estruturais de drenagem e, de forma secundária, não-estruturais, como a implantação de sistema de alerta a inundações, e um plano de dragagem do fundo de canais. E, ainda, que possam possibilitar o uso (ou não) da linha de água ao menos para navegação. Implantação do PGPI, enfatizando inspeção dos elementos estruturais com rotinas de substituições, revitalizações e/ou demolições.
Preditiva $0,51 \leq IPI_{(T)} \leq 0,3$ 	Elaboração de estudos técnicos para implantação de medidas não-estruturais, como sistema de alerta a inundações, bacia de retenção, e um plano de dragagem do fundo de canais. E ainda que possam possibilitar o uso da linha de água para navegação, lazer, turismo. Implantação de PGPI, enfatizando inspeção de elementos estruturais com rotinas de revitalizações e manutenções.
Preventiva $0,31 \leq IPI_{(T)} \leq 0$ 	Elaboração de estudos técnicos para implantação prioritária de medidas não-estruturais de drenagem, como a implantação de sistema de alerta a inundações, e um plano de dragagem do fundo de canais. E ainda que possam possibilitar o uso da linha de água para navegação, lazer, turismo. Implantação do PGPI, enfatizando inspeção dos elementos estruturais com rotinas de revitalizações ou manutenções

Outro componente avalia ( $I_D$ ) e pondera ( $w_D$ ) a deterioração de estruturas de contenções e margens de canais. Enquanto  $I_U$  e  $I_C$  se referem ao uso de canais para navegação, lazer, turismo, etc, e custos de manutenção e retificação da secção transversal, e suas respectivas importâncias à prioridade intervenção  $w_U$  e  $w_C$ .


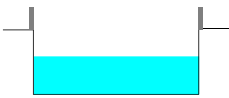

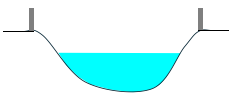

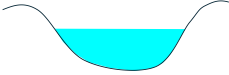
Portanto, do ponto de vista técnico, assumiu-se que a intervenção em trechos da linha de água deve considerar critérios que priorizem ações para: mitigar impactes das inundações, implantar medidas que possibilitem melhorias dos aspetos cênicos e estéticos (relacionados ao paisagismo urbano); e, utilizar cursos de água para outros fins que não sejam apenas escoar águas pluviais.

Desta forma, o índice  $IPI_{(TE)}$  classifica a prioridade de intervenções sobre as infraestruturas de canais (linha de água) em quatro tipologias: Imediata, corretiva, preditiva e preventiva, cujas necessidades de ações são correspondentes a cada tipologia, descritas pela **Tabela 1**.

## ALTERAÇÕES DE MARGENS E RETIFICAÇÃO DE SEÇÕES TRANSVERSAIS

As alterações em uma das margens de canais fluviais estão associadas às instalações de guias/proteções laterais que podem ou não se integrar as estruturas de retificação da seção transversal. E, quando não há alteração e retificação tem-se um canal natural. Estas situações e configurações estão expressas pela **Tabela 2**.

**Tabela 2.** Situação da seção e margem de CFA.

Situação	Situação da seção e margem de canais fluviais abertos (CFA)	
Com Alteração/Retificação 		Seção transversais e suas margens com retificações e alterações, respectivamente– $I_{AR} = 1$ .
Com Alteração/ Sem Retificação 		Seções transversais não retificadas, e pelo menos uma de suas margens alteradas (guarda-corpos e vias)– $I_{AR} = 2$ .
Sem Alteração/Retificação 		Seção transversais e suas margens sem retificações e alterações, respectivamente– $I_{AR} = 3$ .

Ainda que canais naturais e com alterações nas margens possam preservar vegetações ripárias, esta condição não foi avaliada por este critério. Em geral, por este critério, assumiu-se que, em área densamente urbanizadas, os canais fluviais quando artificialmente retificados podem mitigar os impactos das inundações.




## VULNERABILIDADE DAS MARGENS AOS IMPACTOS DE INUNDAÇÕES

Considera-se por este critério que as margens (ou uma das margens) estão sujeitas aos impactos frente à eventos de inundações, os quais se fazem sentir em maior magnitude quanto menor for a distância entre a linha d'água e a faixa não-edificável ( $D_{LD-FNE}$ ).

Nesta condição, as margens estão ocupadas de tal modo que, frente a precipitações pluviométricas, a água pode inundar o meio-fio, cujo efeito pode ou

não ocasionar transtorno na locomoção de pedestres, vias locais e danos a bens imóveis e móveis, com possibilidade ou não de perdas de vidas humanas. Se as margens forem áreas de preservação permanente (APP), as referidas distância foram definidas com base nas legislações brasileiras (**Tabela 3**).

**Tabela 3.** Vulnerabilidade das margens de CFA sujeitas aos impactos de inundações.




Situação	Situação da seção e margem de canais fluviais abertos (CFA)
Baixo 	Apresentam $D_{LD-FNE} \geq 15m$ . Se APP, $200 < D_{LD-FNE} \leq 600m$ para larguras de rios até 200m e superior a 500m, respectivamente. A água pode inundar o meio-fio, cujo efeito pode ou não ocasionar transtorno na locomoção de pedestres, vias locais e danos a bens móveis e imóveis, sem possibilidade de perdas de vidas humanas. $I_V = 1$ .
Médio 	Apresentam $10 \leq D_{LD-FNE} < 15m$ . Se APP, $50 \leq D_{LD-FNE} \leq 600m$ para larguras de rios até 100m. A água pode inundar o meio-fio e partes das vias, ocasionando transtornos de locomoção de pessoas e veículos em vias locais, e danos frequentes ou não em bens imóveis, com possibilidade (ou não) de perdas de vidas humanas. $I_V = 2$ .
Alta 	Apresentam $D_{LD-FNE} < 10m$ . Se APP, $30 < D_{LD-FNE} < 50m$ para larguras de rios até 10m e superior a 50m, respectivamente. a água pode inundar vias, ocasionando grande impactos na circulação de veículos, perdas de bens móveis e imóveis, e possível de perdas de vidas humanas. $I_V = 3$ .

## DETERIORAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CONTENÇÃO LATERAIS

As contenções laterais de canais não estruturadas (seção transversal em formato natural) ou estruturadas, independente dos materiais que as constituem, podem se apresentar aparentemente estáveis (ou com pequenas deformações), ou ainda com deformações que podem vir a comprometer ou não a sua estabilidade.

Para contenções laterais estruturadas, o grau de deterioração é classificado a ponto de depreciar ou não sua funcionalidade e seu aspecto cênico (sujidades e obsolescência) (e.g., Alegre, 2008), cuja avaliação é realizada com base na capacidade sensorial do vistoriador (**Tabela 4**).





**Tabela 4.** Deterioração das estruturas de margem/contenção laterais.

Situação	Situação da seção e margem de canais fluviais abertos (CFA)
Baixo 	As contenções laterais apresentam-se aparentemente estáveis (ou com pequenas deformações). As contenções laterais estruturadas não depreciar a funcionalidade e aspecto cênico (sujidades e obsolescência) dos CFA. $I_D = 1$ .
Médio 	As estruturas de contenção laterais apresentam deformações que podem vir a comprometer (ou não) a sua estabilidade, de modo a depreciar, parcialmente, a sua funcionalidade e seu aspecto cênico (sujidades e obsolescência) dos CFA. $I_D = 2$ .
Alta 	As estruturas de contenção laterais apresentam deformações que comprometem a sua estabilidade, de modo a depreciar a sua funcionalidade e seu aspecto cênico (sujidades e obsolescência) dos CFA. $I_D = 3$ .

## UTILIZAÇÃO DAS LINHAS DE ÁGUA

Este critério avalia se as configurações geométricas da seção transversal, as condições físicas e estruturais das margens apresentam condições limitantes para navegação, lazer e turismo, integrando-se ou não o paisagismo urbano (**Tabela 5**).

**Tabela 5.** Condições para uso de canais fluviais para múltiplas finalidades.

Situação	Situação da seção e margem de canais fluviais abertos (CFA)
Sem utilização 	As configurações geométricas, condições físicas e estruturais das margens e zonas marginais apresentam-se em condições limitantes para navegação, lazer e turismo, não integrando-se ao paisagismo urbano. $I_U=4$ .
Navegação 	As configurações geométricas, condições físicas e estruturais das margens e zonas marginais apresentam-se em condições para navegação, limitado ao lazer, turismo, não totalmente integrado o paisagismo urbano. $I_U=3$ .
Navegação/ Lazer 	As configurações geométricas, condições físicas e estruturais das margens e zonas marginais apresentam-se em condições para navegação e lazer, limitado ao turismo, integrado parcialmente ao paisagismo urbano. $I_U=2$ .
Navegação/ Lazer/Turismo 	As configurações geométricas, condições físicas e estruturais das margens e zonas marginais apresentam-se em condições para navegação, lazer, turismo, integrado ao paisagismo urbano. $I_U=1$ .

As condições para utilizar os cursos urbanos de água de estão associados ao enquadramento dos corpos hídricos à legislação brasileira, que refere sobre as classes de qualidade da água (Brasil, 2005).

## CUSTOS DE MANUTENÇÃO E RETIFICAÇÃO DE CANAIS

Os custos de manutenção foram associados a dragagem de fundo dos canais, e custos de retificação foram relacionados às estruturações de margens. Assim, PMB (2025) divulgou um desembolso para a bacia do Tucunduba em cerca de R\$2.600,0/m. Assumiu-se o custo de retificação dos canais de R\$9.400,0/m, obtido de forma paramétrica a partir do estudo de Lisboa et al., (2012).

Definidos os critérios técnicos-econômicos, assumindo que sejam estes a serem selecionados para auxiliar um plano de intervenções sobre infraestruturas de canais fluviais urbanos, estima-se os graus de prioridade pela equação (1)

Para tanto, além de ser imperativo efetuar vistorias “in-situ”, a fim de avaliar a situação de margens, retificações geométricas de seções, estado de deterioração das estruturas de contenções e condições de uso para múltiplos fins, deve-se colher informações sobre impressões técnicas junto aos profissionais da área.

Ainda que se tenha atribuído aos custos o critério de maior importância, as referidas impressões técnicas permitem estabelecer e calibrar, continuamente, as importâncias sobre quais critérios sejam os mais importantes para avaliar a prioridade de intervenções técnica sobre a linha de água.